



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727-15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

**PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y REVISION DEL PROGRAMA DE
EJECUCION DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA
EN EL KM 84+380 DEL TRAMO: PATZCUARO - URUAPAN**

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Luis Manuel Ramos Avila

Asesor: Ing. Guillermo Navarrete Calderón

Uruapan, Michoacán, 2008.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

- Doy gracias a Dios, por haberme dado la oportunidad de concluir satisfactoriamente mis estudios de ingeniería civil, por darme las fuerzas necesarias durante todo este trayecto.

A MIS PADRES:

- A mis Padres, Rigoberto Ramos y Evangelina Avila González, por haberme apoyado, con su cariño, amor, comprensión durante toda el ciclo de mis estudios universitarios y de manera económica para salir adelante y hasta la fecha, otorgándome su sabiduría sus consejos para saber caer y emprender nuevamente el camino, y de todo corazón muchas gracias padres.

A MIS HERMANOS:

- A mis hermanos Rigoberto Ramos y Claudia Ramos, les doy las gracias por haberme ayudado durante toda mi carrera universitaria, por los buenos consejos que me otorgaron y todo el apoyo que me dieron cuando me escuchaban con mis problemas para darme un buen consejo y salir adelante. ¡Gracias hermanos míos!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Planteamiento del Problema	3
Objetivos	3
Pregunta de Investigación	3
Justificación	4
Delimitación	4

CAPÍTULO 1.- VÍAS TERRESTRES.

1.1. Antecedentes del camino	5
1.2. Inventario de Caminos	8
1.2.1. Método Odógrafo-Giróscopo-Barométrico	8
1.2.2. Aplicación del Inventario de Caminos	9
1.3. Elementos de Ingeniería de Tránsito Usados para el Proyecto.....	9
1.3.1. El Problema de Tránsito	9
1.3.2. Soluciones al Problema del Tránsito	10
1.3.3. Elementos del tránsito	12
1.3.4. El Usuario	12
1.3.5 El Vehículo	13
1.3.6. El Camino	14
1.4. Velocidad	15

1.5. Volumen de tránsito	17
1.6. Densidad de tránsito	18
1.7. Derecho de vía	19
1.8. Capacidad y Nivel de Servicio de los Caminos	21
1.8.1. La Capacidad	21
1.8.2. Nivel del Servicio	21
1.8.3. Volumen de Servicio	22
1.8.4 La Capacidad y sus Objetivos	22
1.8.5. La Operación de Transito en la Capacidad	23
1.8.6. La Velocidad en la Capacidad	23
1.8.7. Capacidades para Condiciones de Circulación	24
1.9. Distancia de Visibilidad en los Caminos	25
1.10. Mecánica de Suelos	29
1.10.1. Tipos de suelos	30
1.10.2. Propiedades físicas de los suelos	32
1.10.3. Granulometría	35
CAPÍTULO 2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO.	
2.1. Alineamiento Vertical	37
2.2. Alineamiento horizontal	41
2.3. Sección transversal	43
2.4. Elementos constituyentes de un pavimento	50

2.4.1. Sub-base y Base	50
2.4.2. Carpetas Asfálticas	51
2.5. Materiales Asfálticos	59
2.6. Compactación.....	61
2.7. Controles de laboratorio necesarios	65
2.8. Programación de Obras	69

CAPÍTULO 3.- MARCO DE REFERENCIA

3.1. Generalidades	73
3.2. Resumen Ejecutivo	74
3.3. Entorno Geográfico	75
3.3.1. Macro y Microlocalización	75
3.3.2. Topografía Regional y de la Zona en Estudio	78
3.3.3. Geología Regional y de la Zona en Estudio	78
3.3.4. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio	79
3.3.5. Uso de Suelo Regional y de la Zona en Estudio	80
3.4. Informe Fotográfico	82
3.4.1 Tipo de Terreno y Cobertura Vegetal	82
3.4.2. Problemas de Drenaje Superficial	82
3.4.3. Estado Físico Actual	83
3.4.4. Vehículos que circulan por la vía	83
3.4.5. Obstáculos Especiales	84
3.5. Estudio de Transito	85

3.5.1. Tipo y Clasificación de los Vehículos	85
3.5.2. Aforo Vehicular	85
3.6. Alternativas de Solución	89
3.6.1. Planteamiento de Alternativas	89

CAPÍTULO 4.- METODOLOGÍA

4.1. Método Empleado	90
4.2. Enfoque de la Investigación	91
4.2.1. Alcance	91
4.3. Diseño de la Investigación	92
4.4. Instrumentos de recopilación de Datos	93
4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación	94

CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Corte	96
5.2. Terraplén	97
5.3. Acarreo a 1er. Km y Acarreo a kms Subsecuentes	98
5.4. Sub-base	99
5.5. Base Hidráulica	100
5.6. Riego de Impregnación	101
5.7. Riego de Liga	103
5.8. Carpeta Asfáltica	104
5.9. Concreto en muro $F_c=250\text{kgcm}^2$	105

5.10. Acero de Refuerzo con Varillas de 3/8	106
5.11. Comparativa del Programa de Proyecto y del Programa Real	
Ejecutado	107
5.12. Presupuesto y Programación de la Obra	110
CONCLUSIONES	143
BIBLIOGRAFÍA	146
ANEXOS	

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis titulado Proceso de construcción y revisión del programa de ejecución de obra de la rampa de emergencia ubicada en el km. 84+380 del tramo: Pátzcuaro – Uruapan se tubo como objetivo evaluar el procedimiento de construcción de dicho tramo; descubriendo para ello en el Capítulo 1 lo referente a que es una vía terrestre y cuáles son sus características y requisitos de construcción, además de que en el Capítulo 2 se abordó lo referente a las características de un camino, elementos constituyentes del pavimento, compactación de los materiales en los caminos, controles de laboratorio y el programa de obras, entre otros.

Por otra parte, se presenta también en el Capítulo 3 el Marco de referencia, en donde se ubica geográfica y topográficamente el tramo en cuestión.

La metodología usada en este trabajo fue el método matemático cuantitativo apoyado en el método analítico, siendo una investigación no experimental teniendo un presupuesto real haciendo un análisis de los precios unitarios de cada concepto usado en el procedimiento de construcción, el indirecto, el financiamiento, la utilidad y los cargos adicionales de la obra, cumpliéndose así de gran manera el objetivo de la investigación al poder señalar que se encontró luego del análisis que sí se realizó adecuadamente la obra en estudio, además de que sí se siguió un adecuado procedimiento de construcción, cumpliendo con toda la normatividad de la SCT y teniendo un buen control de calidad de la obra.

Asimismo, se considera que este trabajo beneficiara a la comunidad de Ingeniería Civil, estudiantes de Ingeniería Civil, la población del tramo carretero y en general quien consulte este trabajo o viaje por ese tramo carretero.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

De conformidad con la página www.turismoinfraestructura,transporteyaccesibilidad, los caminos se iniciaron cuando los humanos se ubicaron en un punto como consecuencia de la reforma agraria del Neolítico. Los inicios de los caminos fueron senderos, carriles o caleyas marcadas por el uso.

De acuerdo con la misma página electrónica, los pueblos más poderosos aspiraban a tener redes más variadas grandes y completas de la mejor calidad posible.

Los antiguos imperios persas tenían un sistema de vías terrestres proyectado de acuerdo con sus necesidades. En la Babilonia de Nabucodonosor II, había sendas que comunicaban las principales ciudades de Mesopotamia y éstas con las de Egipto, Siria, Palestina y Asia Menor.

“La construcción intencionada de caminos coincide con la aparición de vehículos con ruedas en los países del mediterráneo oriental y central, y de un modo muy significativo en la isla de Malta entre el Neolítico inferior y la edad de bronce, en pleno desarrollo de la civilización urbana. Los vehículos con ruedas se conocen con el nombre de carros y los caminos con el nombre de caminos aptos para su paso son las carreteras”. (www.turismoinfraestructura,transporteyaccesibilidad.htm;2007).

Así, las carreteras son uno de los factores más importantes para el desarrollo económico y social de México

En cuanto a investigaciones hechas acerca de las vías terrestres, se encontró que en la Universidad Don Vasco A.C. se realizó una sola tesis sobre este tema llevando un título de: Procedimientos Constructivos De Terracerías Para La Autopista Morelia – Lázaro Cárdenas Del Subtramo Uruapan – Nueva Italia Del Km. 11+000 al 18+000. Realizada por Ignacio Quintero Vizcarra – Rigoberto Cervantes Zamora en Marzo 1999, llevando los siguientes capítulos: marco general del Estado de Michoacán, antecedentes y descripción del proyecto, movimiento de tierras, procedimiento constructivo de terracerías, control de calidad de los materiales y mecanismo de supervisión externa.

En la página de Internet http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/de_u_jm/ Universidad de las Américas Puebla se encontró otra investigación de tesis teniendo como título: Propuesta de Reconstrucción del Camino San Luis Tehuiloyocan, realizada por Joaquín María De Uriarte Buergo en Abril 2005, investigándose lo referente a: Importancia de las vías terrestres , tipo de vehículo, señalamiento vial, características regionales, terracerías en caminos, pavimentos, bancos de materiales, diseño del pavimento, ejecución del proyecto, catalogo de conceptos.

Planteamiento del Problema.

Las ventajas que se tienen en realizar un buen proceso constructivo son: la ejecución de cada uno de los trabajos a realizar de manera correcta de la construcción de la Rampa de Emergencia ubicada en el km. 84+380 del tramo Pátzcuaro – Uruapan, así mismo se manifestara en el tiempo de ejecución de la obra y, reflejará en la economía del cliente a quien se le realizará dicha obra, de lo contrario se tendrá demoras por la iniciación en trabajos no correspondientes, repercutirá en la economía de la obra y en la calidad de la misma cual será el mejor proceso de construcción para obtener un buen control de la obra en cuanto a tiempo y calidad de la obra.

Objetivos.

Objetivo General:

Determinar el diseño de proceso constructivo de la construcción de la Rampa de Emergencia ubicada en el km. 84+380 del tramo Pátzcuaro - Uruapan.

Objetivos Específicos:

- 1.- Definir qué es una vía terrestre.
- 2.- Establecer qué es un proceso constructivo.
- 3.-Cuál es la ventaja de un proceso constructivo.

Preguntas de Investigación.

¿Qué es un proceso constructivo?

¿Para qué sirve un proceso constructivo?

¿Cuál es la ventaja de un proceso constructivo?

¿Cuál es el procedimiento constructivo idóneo para la construcción de la rampa de emergencia ubicada en el km. 84+380 del tramo Pátzcuaro - Uruapan?

¿Cuáles son las ventajas que obtendrán los usuarios que transitan por la autopista así como los trabajadores de la plaza de cobro de san ángel zurumucapio la comunidad de san ángel zurumucapio y sus alrededores al realizar un buen proceso constructivo?

Justificación

Es de suma importancia la elaboración de un proceso constructivo ya que se ven beneficiados los usuarios del camino directo, los trabajadores de la plaza de cobro de San Ángel Zurumucapio, la comunidad de San Ángel Zurumucapio en cuanto al tiempo de ejecución de la obra, todos aquellos que están interesados en el tema, la comunidad estudiantil de la escuela de ingeniería civil, ya que es primordial hacer el diseño del procedimiento constructivo de esta obra ya que severa reflejada en cuanto a utilizar la maquinaria correcta un buen seguimiento de la obra, un buen control de calidad.

Delimitación.

Dentro de esta investigación se realizo que un buen procedimiento constructivo se refleja en el tiempo de la ejecución de la obra así como la calidad de los trabajos.

Este trabajo se realizo en el tramo: Pátzcuaro – Uruapan y su ubicación de la Rampa de Emergencia esta ubicada en el km 84+380 lado derecho de tramo antes mencionada y el procedimiento constructivo se llevara acabo conforme a las normas y especificaciones de la SCT, ya que da los lineamientos correctos de cómo debe realizarse cada concepto a realizar, por lo que este trabajo de investigación solo estudiara lo relativo a la construcción de la rampa de emergencia los siguientes conceptos de: corte, terraplen, acarreo a 1er kilómetro, acarreo a kilómetros subsecuentes, sub-base, base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga, carpeta asfáltica, concreto en muros y acero de refuerzo con varilla de 3/8" , en lo que se refiere al proceso constructivo.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se abordará lo relacionado con los antecedentes de los caminos, el inventario de los caminos tanto sus aplicaciones, los elementos usados en la ingeniería de tránsito para el proyecto y sus problemas y soluciones, la velocidad en el proyecto, el volumen de tránsito, la densidad de tránsito, el derecho de vía, la capacidad y nivel de servicio de los caminos tanto sus objetivos y sus factores que la afectan, la distancia de visibilidad y la mecánica de suelos siendo una de las ramas de la ingeniería más importantes.

1.1. Antecedentes.

Se entiende por vías terrestres a los caminos que se construyen para ayudar a toda la humanidad a transportarse de un lugar a otro a través de un vehículo, motocicleta, bicicleta, etc. En México se construye permitiendo su capacidad económica, una gran cantidad de caminos de todos tipos, desde los de cuota, de altas especificaciones, hasta los más sencillos como son brechas. Este importante crecimiento de caminos constituye uno de los factores de desarrollo del país con la creación de la Comisión Nacional de Caminos por la ley del 30 de marzo de 1925, expedida por el presidente de la república, Gral. Plutarco Elías Calles, iniciándose la nueva construcción de caminos y mejoramiento de los existentes. Un nuevo organismo llegó y alcanzó un gran desarrollo en la construcción de caminos en el año de 1932 esta comisión pasó a depender de la Secretaría de Comunicaciones y

Obras Públicas, convirtiéndose en Dirección Nacional de Caminos. En 1958 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas se divide en dos: Secretaría de Obras Públicas y Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

Los españoles al llegar a lo que es actualmente el territorio nacional, vieron que los pobladores desconocían el uso de la rueda en vehículos y tampoco disponían de animales de carga; pero contaban con una gran cantidad de caminos, veredas y senderos. Las primeras modificaciones a los caminos existentes, se realizaron por la gran necesidad que existía de comunicar el centro de la nueva España con los puertos marítimos para hacer llegar los productos al país, 7,605 y 19,920 kilómetros, variaron su estado de acuerdo con su importancia, siendo así una gran evolución de los caminos y el transporte. Según José Alfonso Mier S. 1987.

El desarrollo de este proyecto del Procedimiento de Construcción del pavimento en el Tramo: Jucutacato - Cutzato, tendrá una buena rehabilitación de la superficie de rodamiento de este camino, siendo así que la población de Jucutacato, situada al suroeste de la ciudad de Uruapan en la parte centro este de estado dentro del municipio de Uruapan, destaca por su actividad económica de la agricultura, la ganadería, siendo el mayor punto de comercio en la zona, Por tal motivo en años anteriores fue necesario la adecuación del camino que comunican las poblaciones de Uruapan- Jucutacato, teniendo sobre la terracería existente una capa de carpeta asfáltica de mínimo espesor muy deformada, es necesario un buen pavimento para dar confianza al tránsito vehicular, se requiere la rehabilitación y restauración de ésta vía. Con estos trabajos se complementará la red carretera que conectará a la Cd. Uruapan, dando una mayor afluencia vehicular por la gran demanda del

comercio existente en la zona oriente, con la poniente y centro del estado de Michoacán.

1.2. Inventario de los Caminos.

Para obtener un inventario de un camino existente se pueden seguir varios procedimientos como es, recorriendo el camino en un vehículo e ir anotando la información necesaria que pueda obtenerse a simple vista, hasta realizarlo por medios topográficos mas exactos, así se dará la información sobre el camino. El primer método no llena los requisitos y el de por medios topográficos suele ser costoso y lento. Existe un método llamado: METODO ODÓGRAFO-GIRÓSCOPO-BAROMÉTRICO.- “éste método cumple con los requisitos de precisión, rapidez y economía, hace lo que es el levantamiento odógrafo-giroscópico de la planta del camino, el dibujo del perfil por medio de un sistema barométrico y anexando el levantamiento directo de los aspectos del camino que se consideren importantes”. (Mier, 1987: 5)

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

1.2.1. Aplicaciones de los inventarios en caminos.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), una de las aplicaciones para el inventario es la obtención de la capacidad de los caminos que integran la red, esta capacidad queda determinada por factores que comprenden las características geométricas del camino y el tránsito que circula por él. Las principales características que influyen en su capacidad son su sección transversal, comprendiendo ancho de carriles, distancia a obstáculos laterales, ancho de los acotamientos, alineamiento horizontal, vertical y distancia de visibilidad de rebase.

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

1.3. Elementos Usados en la Ingeniería de Tránsito para el Proyecto.

“La ingeniería de tránsito es una de las ramas más importantes para la ingeniería y se dedica al estudio del movimiento de las personas, los vehículos en las calles y los caminos, con el propósito de hacerlo mas rápido, seguro, libre y eficaz”.
(Mier, 1987: 21)

1.3.1. El Problema del Tránsito.

Este problema se da en la gran cantidad que existen de vehículos modernos y los caminos antiguos en que tienen que circular. Muchos de los caminos actuales son nadamas mejoramientos de las rutas ya existentes de las civilizaciones más antiguas y otros fueron diseñados para vehículos de hace 40 años y no cumplen las necesidades de vehículos modernos.

Los principales factores que afectan el problema del tránsito son: que existen varios tipos de vehículos en el mismo camino como automóviles, camiones, bicicletas, vehículos de tracción animal, etc.; vías inadecuadas con trazos urbanos muy antiguos, las calles y los caminos demasiados angostos y muy fuertes pendientes, banquetas insuficientes; existen calles y caminos proyectados sin especificación alguna, falta de educación vial y ausencia de reglamentos y leyes de tránsito que se ajusten a las necesidades del usuario.

1.3.2. Soluciones al Problema del Tránsito.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), existen tres tipos de soluciones que se le pueden dar al problema del tránsito:

Solución Integral: consiste en realizar un tipo nuevo de camino que sea de gran utilidad para el vehículo moderno dentro de un tiempo previsto. Proyectarse ciudades con nuevos trazos, caminos donde se puede circular con seguridad de acuerdo a los nuevos vehículos y proyecciones de la carretera. En ciudades actuales es casi imposible estas soluciones ya que se tendría que prescindir de todo lo existente.

Solución parcial de alto costo: se trata de solucionar los cambios necesarios en caminos actuales haciendo ciertas modificaciones que se requiere de inversiones fuertes, tales como darle mas ancho a las calles, construcciones rotatorias y pasos a desnivel, mas construcciones de estacionamientos, sistemas de control automático en semaforización, etc.

Solución parcial de bajo costo: consiste en darle solución y aprovechar al máximo lo ya existente con un gran mínimo de obras y un máximo de regulación al tránsito: se deben dictar leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tránsito, realizar

campañas de educación vial, realizar varios cambios de circulación en calles, proyectos de semáforos y señalamientos, etc.

Para que se realice un tránsito seguro y muy eficiente deben de existir tres elementos fundamentales: La ingeniería de tránsito, la educación vial y la legislación y vigilancia policíaca.

1.3.3. Elementos del tránsito.

Continuando con Mier, los elementos que constituyen el tránsito son tres: el usuario, el vehículo y el camino.

El usuario.- se constituye como usuario de los caminos y las calles ya sea como conductor o como peatón. El conductor se considera como medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo una gran responsabilidad de él su buen manejo y el peatón se tiene que adaptar a las condiciones existentes y se caracteriza por su elasticidad de movimientos, se dice que el peatón en mas del 25% es víctima, el 65% de los casos es culpable y el 80% de los atropellados no saben conducir.

El vehículo.- existe un promedio de ocupación de los vehículos que es de 2.9 personas por automóvil y de 24 pasajeros por autobús, este estudio fue realizado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas en distintos lugares de la red de carreteras federales. El vehículo se ha convertido en una herramienta de primera necesidad.

Las características geométricas de los vehículos están dadas por su radio de giro. Debido a la variedad de vehículos y transformación que surgen con el tiempo no es posible tomar para el proyecto de los caminos uno en especial, deben tomarse las

características promedio de los vehículos tomando en cuenta futuras tendencias para que los caminos sigan sirviendo en las próximas generaciones.

El camino.- un camino es la vía por donde se transita habitualmente. Los caminos son clasificados como:

Clasificación de transitabilidad.-

———— Camino pavimentado: es cuando sobre la base hidráulica se ha construido totalmente el pavimento diseñado para el tipo de estructura.

— — — Camino revestido: es cuando sobre la subrasante se ha colocado una o varias capas de material según las necesidades del camino.

==== Camino de terracería: este camino es a nivel subrasante y es transitable en tiempo de secas.

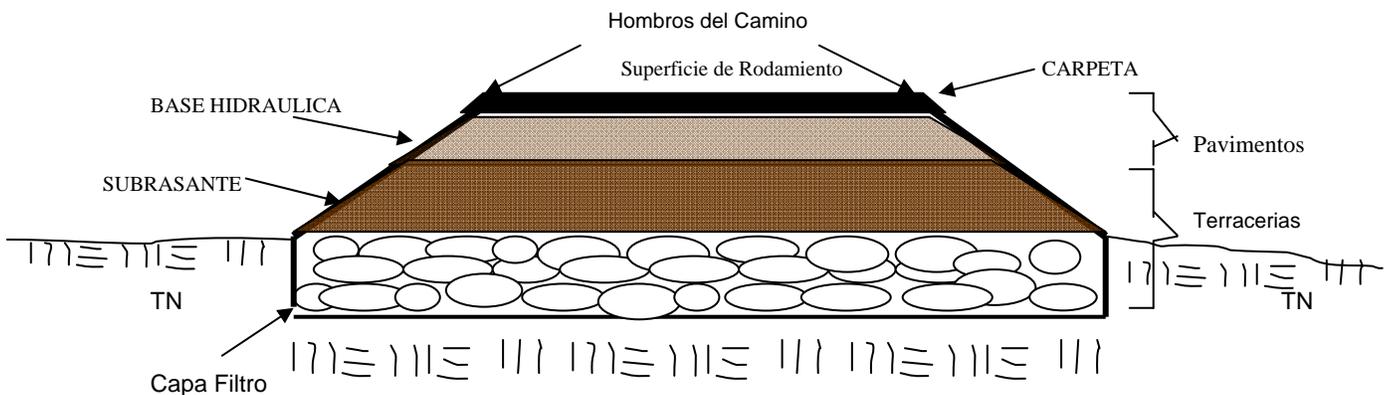


FIG. 1.- SECCIÓN TIPO DE UN CAMINO

De acuerdo a las normas técnicas utilizadas para el desarrollo del proyecto y construcción, los diferentes tipos de caminos se pueden clasificar de la siguiente manera:

TIPO “A”

Los caminos tipo “A” son los caminos pavimentados, con dos carriles de circulación, acotamientos revestidos, cuentan con control parcial de accesos y entronques a nivel. Esta diseñado para recibir mayor tránsito pesado.

TIPO “B”

Los caminos tipo “B” son pavimentados, con dos carriles de circulación, y cuenta con acotamientos revestidos. Además con un control parcial de accesos entronques a nivel.

TIPO “C”

Son pavimentados, con dos carriles de circulación, generalmente están bajo jurisdicción de la administración estatal para su construcción y mantenimiento.

TIPO “D”

Son pavimentados con características geométricas muy modestas así como su pavimentación. Cuenta con una capa de revestimiento de material compactado de 20 cms. a 30 cms. de espesor.

TIPO “E”

Dentro de estos existen las llamadas brechas, y los caminos revestidos. Entendiendo por brechas a aquellas vías de comunicación improvisadas, habilitadas por los propios usuarios y no cuentan con obras de drenaje solo son transitables en algunos meses del año.

FIG. 2.- "SECCIÓN EN TERRAPLEN" DE UN CAMINO

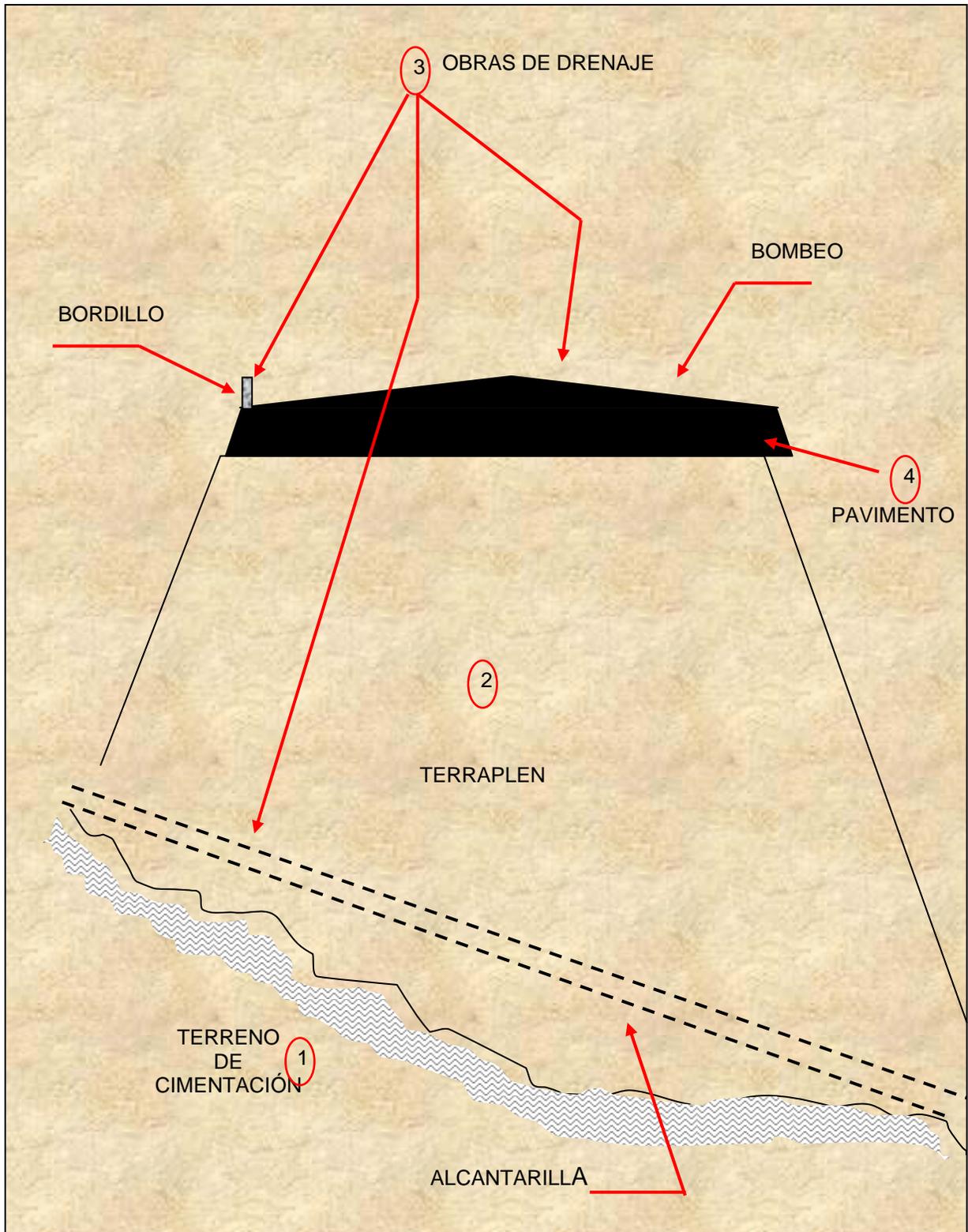
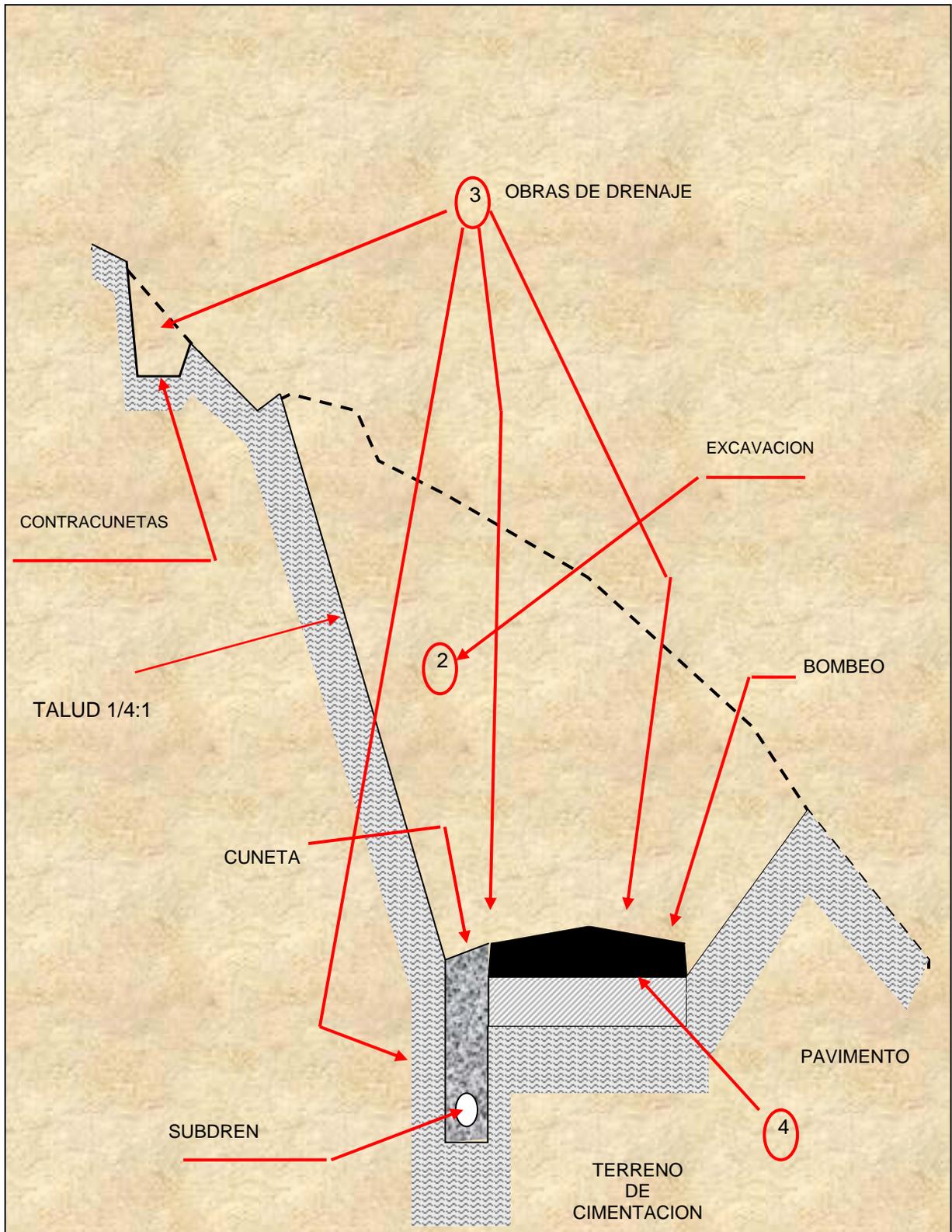


FIG. 3.- "SECCIÓN EN CORTE"
EN CAMINOS



1.4. Velocidad.

Siguiendo con Mier, la velocidad es fundamental para la proyección de un camino, ya que de ésta depende la seguridad de las personas y mercancías que viajan por él. Existen cuatro tipos de velocidad en los proyectos de caminos que son: de proyecto, de operación, de punto y efectiva.

Velocidad de proyecto.- Es la velocidad máxima que da seguridad al usuario que transita por esta vía, debe de tener una secuencia a las condiciones del terreno y tipo de camino. La buena determinación de la velocidad de un camino esta dada por la topografía de la región, tipo de camino, por la gran cantidad de tránsito y por el uso de la tierra.

Velocidad de operación.- Es la velocidad real de los vehículos que transitan por el camino, manteniéndose esta velocidad en un tramo a lo largo del camino, se determina dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo. Este tipo de velocidad es afectada al momento que el tránsito aumenta ya que debido a esto los conductores ya no pueden circular a la velocidad deseada, se ven afectados por las interferencias del gran volumen de tránsito.

Velocidad de punto.- Es la velocidad que lleva un vehículo cuando pasa por un punto dado. Esta velocidad se puede medir mediante el Enoscopio, este aparato funciona colocado horizontalmente viendo los vehículos que pasan por una marca pintada enfrente del observador, quién hace andar un cronómetro cuando el vehículo circula enfrente de él, midiendo el tiempo que tarda en pasar por una segunda marca que se ve a través del Endoscopio.

Velocidad efectiva.- Es la velocidad promedio de un vehículo a una cierta distancia del camino, se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo realizado, incluyendo cualquier inconveniente en el trayecto del camino.

1.5. Volumen de tránsito.

“Es el número de vehículos que pasan por un tramo de una carretera en un tiempo determinado, estos tiempos más usuales son la hora y el día” (Manual SCT, 1974: 96-97). Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos carreteros se utilizan los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

Estudios de origen y destino.- Aquí el principal objetivo es conocer el movimiento de los vehículos de acuerdo a los puntos de partida y términos de los viajes. El más apropiado es de entrevistar al conductor, ya que se obtienen los datos en forma directa y rápida el origen, destino y algún punto intermedio del viaje de cada vehículo entrevistado. Se registra lo que es las rutas diferentes de los vehículos, los pasajeros o productos que transportan en cada sentido de la carretera, así como las longitudes de su destino, de acuerdo al manual de proyecto geométrico SCT (1974).

Muestreos de tránsito.- El gran crecimiento del tránsito en los tramos carreteros ha influido a que se instalen estaciones de aforo en toda la red captando el tránsito que circula por cada tramo y así mismo registren un tránsito promedio diario con base a una semana, lo cual se tendría un tránsito promedio anual.

Los contadores de los vehículos se realiza por contadores manuales o electromecánicos registrando el volumen del tránsito clasificándolos en vehículos ligeros, autobuses y vehículos pesados.

Estaciones maestras.- Para complementar los estudios de muestreo se han instalado estaciones permanentes en toda la red carretera con contadores automáticos, cuya función es contar el tránsito de todo el año. En la Secretaría de Obras Públicas se han utilizado dos tipos de contadores el neumático que cada 24 horas detecta el número de ejes que circulan por la vía y los eléctricos que estos registran en lapsos de una hora el número de vehículos que circulan por la estación.

En las casetas de cobro, la dependencia de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, funcionan como estaciones maestras, registran el número de vehículos, así como su composición en forma continua. Manual de proyecto geométrico de carreteras por la SCT 1974.

1.6. Densidad de tránsito.

La densidad se puede definir como “el número de vehículos que se encuentran en una cierta longitud del camino en un instante dado” (Mier, 1987: 54-55). No se debe confundir la densidad con el volumen de tránsito ya que el volumen expresa el número de vehículos que circulan en un tiempo determinado, de tal forma que cuando un camino se encuentra totalmente lleno el volumen llega a ser cero por lo tanto la densidad es muy alta.

1.7. Derecho de vía.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), se llama derecho de vía a las distancias laterales de terreno de un ancho suficiente para alojar una vía de comunicación, siendo parte integrante de la misma. Para caminos en México se ha dado un derecho de vía de 40 metros como mínimo, 20 metros de cada lado pariendo el eje de la

carretera hacia sus extremos, habiendo excepciones en pasos por zonas urbanas o tratándose de autopistas o brechas muy reducidas se puede variar el ancho para este tipo de casos.

Adquisición del derecho de vía.- Es importante comprender y conocer los aspectos legales y los conocimientos de este problema, así como los reglamentos para adquirir la propiedad del derecho de vía y los factores legales que controlan los costos de la propiedad y liquidaciones de los daños. Es conveniente comenzar con este trámite mucho antes de la construcción del camino ya que es muy lento el trámite.

Procedimientos para adquirir la propiedad.- Para adquirir esta propiedad del derecho de vía varía en México de acuerdo al tipo de camino ya sea federal, del estado o municipal. Para los caminos federales se sigue por el artículo de la ley de vías generales de comunicación, esta ley establece que:

ARTICULO 1º. Son vías generales de comunicación:

- Cuando los caminos se entronquen con vías de países extranjeros.
- Cuando se intersecten dos o mas entidades federativas.
- Cuando se construyan por la federación o simplemente la mayor parte.

ARTICULO 2º. Son partes integrantes de las vías de comunicación:

- Las obras, construcciones, servicios auxiliares y dependencias y accesorios de las mismas.
- Los terrenos y aguas que se ocupen para el derecho de vía y todos los servicios que se ocupen, todo esto lo fijara la secretaría según sea el caso federal o del estado.

Todos los trámites y pagos de alguna afectación que se tengan que efectuar se realizarán en la Dirección General de Asuntos Jurídicos en el departamento de derecho de vía, siempre y cuando se presente toda la documentación que compruebe la propiedad afectada y valuando la misma con precios unitarios ya dados por la secretaría.

Cuando es un camino de ingresos tripartita, lo que establece la cooperación de los beneficiados no se realizara ningún pago por la adquisición del derecho de vía, se hará con cargo al presupuesto. Este problema lo deberá realizar el interesado de la construcción del camino, mediante la cesión de derechos de los terrenos donde pasará el camino.

1.8. Capacidad y Nivel de Servicio de los Caminos.

Siguiendo con Alfonso Mier, la capacidad de un camino es el número de vehículos máximo que circula por la vía bajo condiciones del tránsito que circula por el camino en un lapso de tiempo dado. Se da un tiempo específico bien definido siendo la capacidad el máximo volumen de tránsito que circula en ese lapso de tiempo. Las condiciones de un camino son primordialmente los alineamientos vertical y horizontal, el número y ancho de los carriles. No se pueden cambiar estas condiciones solo que se modifique el camino con una reconstrucción, siendo que las condiciones del tránsito esas si pueden cambiar durante el transcurso del día. También se ve afectada la capacidad por unos factores ambientales como lluvia, neblina, frío, calor, etc. Siendo así estos factores no se toman en cuenta para el análisis de la capacidad.

El nivel de servicio “es una medida cualitativa del efecto de varios factores como es la velocidad, el tiempo de recorrido, interrupciones del tránsito, seguridad, comodidad y libertad de manejo, costos de operación, etc. Que determinan condiciones de operación que ocurren en un camino cuando se presentan volúmenes diferentes de tránsito”. (Mier; 1987:60-61)

Un camino puede funcionar a muchos niveles de servicio, dependiendo del número de vehículos y del tránsito y velocidades en que circulan. Un volumen de servicio corresponde a un nivel de servicio.

Los caminos por lo regular tienen diferentes características geométricas, alineamientos y pendientes distintas según la topografía del camino, de tal manera que dependiendo de estas características se afecta la operación de vehículos pesados y por consiguiente la capacidad del camino de la siguiente forma:

En caminos de terreno plano los vehículos pesados se mantienen a una velocidad parecida que los ligeros, en terrenos de lomerío las características del camino hacen que los vehículos pesados disminuyan su velocidad mas lentos que los vehículos ligeros y los caminos en terreno montañoso con mas razón los vehículos pesados van con velocidades muy lentas en toda la longitud del tramo.

1.8.1. La capacidad y sus objetivos.

La capacidad da solución a dos problemas en la ingeniería de caminos siendo uno de ellos que cuando es una obra nueva, un proyecto de reciente creación la capacidad del camino influye en las características geométricas del camino nuevo, permitiendo obtener un volumen de tránsito igual al volumen horario de proyecto. La otra solución es que cuando se requiera conocer las condiciones de operación de un

camino ya existente se podrá determinar el nivel de servicio del tramo y una fecha cercana cuando se saturará el mismo.

1.8.2. Capacidad para condiciones de circulación continua.

Los volúmenes ya registrados máximos junto con los análisis de las características del tránsito, sirven de guía para tener rangos de la capacidad en diferentes tipos de caminos. Cuando las características de un camino son diferentes también la capacidad del camino difiere siendo que depende uno de otro. Las condiciones ideales de un camino son: la circulación continua, solamente circular vehículos ligeros, los anchos de cada carril del camino de 3.65 m con adecuados acotamientos en 1.8 m sobre la calzada sin obstáculos, un alineamiento horizontal y vertical bien estructurado y bien estipulado para las velocidades de proyecto con adecuada visibilidad de rebase, según Alfonso Mier (1987).

1.8.3. Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio.

Cuando los caminos son ideales para lo que fueron diseñados la capacidad y el volumen de servicio son máximos y siendo que cuando un camino no se elabora en buenas condiciones esta capacidad y el volumen de servicio se ve afectada. Por lo general en los caminos se aplican factores de ajuste en la capacidad y volumen de servicio que son en dos categorías distintas siendo la primera:

1.8.3.1. Factores relativos al camino.

-Obstáculos laterales: cualquier obstáculo que se encuentre a 1.8 m sobre el acotamiento del camino se reduciría el ancho, en la tabla siguiente se muestran como influyen los obstáculos en ambos lados del camino.

Distancia de la orilla del pavimento a la obstrucción (m)	Ancho efectivo de 2 carriles de 3.65 m (m)	Capacidad de los 2 carriles de 3.65 m (% de capacidad)
1.8	7.3	100
1.2	6.6	92
0.6	6	83
0.00	5.10	72

-Ancho de Carriles: el ancho ideal de un camino es de 3.65 m siendo menor este ancho tendría una capacidad menor en circulación continua.

-Acotamientos: los acotamientos del camino son muy necesarios ya que alguna obstrucción de algún vehículo descompuesto reduciría la capacidad del camino y mas aún si el ancho del carril es menor a 3.65 m, no habiendo acotamiento el vehículo descompuesto obstruiría el camino ya que los demás vehículos tendrían que circular en un solo carril y velocidades menores a las del proyecto, siendo así los acotamientos de gran importancia en un camino.

-Condiciones de la superficie de rodamiento: para que un camino este en sus condiciones de buen funcionamiento y capacidad del mismo la superficie debe de estar en buenas condiciones sin deformaciones ni baches en el tramo, siendo así se tendría una mala capacidad del camino.

-Carriles Auxiliares: estos carriles se usan para cambios de velocidad, vueltas, separar vehículos con baja velocidad en pendientes pesadas y cualquier situación que auxilien al tránsito, también proporcionan un seguro refugio a los vehículos descompuestos.

-Alineamientos: los alineamientos vertical y horizontal de un camino afectan a la capacidad y nivel de servicio del camino, ya que la velocidad puede variar en el trayecto del camino debido a la topografía de la carretera y los alineamientos están diseñados en base a la velocidad de proyecto.

-Pendientes: las pendientes afectan en gran medida los volúmenes de servicio, lo que es la distancia de visibilidad de rebase la reduce en caminos de dos carriles, se reducen o aumentan las distancias de frenado en diferentes pendientes, siendo esto que hay espacios mas cortos entre los vehículos que suben pendientes y aumentan el espacio entre vehículos que descienden.

1.8.3.2. Factores relativos al tránsito.

Los factores que afectan al tránsito y que intervienen en la capacidad y volumen de servicio son principalmente los camiones, autobuses, distribución por carriles, variación en el volumen de tránsito y interrupciones del mismo.

1.9. Distancia de Visibilidad en los Caminos.

De acuerdo con el manual de la SCT (1974), a una cierta distancia que el conductor ve sobre la carretera al ir conduciendo, siempre y cuando las condiciones climatológicas se lo permitan se le llama distancia de visibilidad. Se consideran en los caminos dos distancias de visibilidad que son:

-Distancia de visibilidad de parada: es la distancia mínima en cualquier punto de la carretera que un conductor lleva, ya sea a la velocidad de proyecto o menor que al encontrarse con algún objeto pueda detener el vehículo antes de tocar al mismo. Esta distancia esta formada por la suma de dos distancias: la distancia que recorre el vehículo desde el momento que el conductor ve al objeto sobre la carretera hasta que pone su pie en el pedal de frenado y la distancia que recorre el vehículo durante el lapso de la aplicación de frenado, a la primera se le llama distancia de reacción y a la segunda distancia de frenado.

Expresándose de la siguiente manera:

$$\underline{D_p = d + d'}$$

D_p = distancia de visibilidad de parada.

d = distancia de reacción.

d' = distancia de frenado.

La distancia de reacción se calcula mediante la fórmula: $\underline{d = Kvt}$ donde:

d = distancia de reacción (m).

t = tiempo de reacción (seg).

v = velocidad del vehículo (km/h).

K = factor de conversión de km/h a m/seg, que equivale a 0.278.

La distancia de frenado se calcula igualando la energía cinética del vehículo con el trabajo que realiza la fuerza para detenerlo que es:

$$\underline{\frac{1}{2} mV^2 = Wfd' + Wpd}$$
 donde:

m = masa del vehículo ($m = W/g$).

V = velocidad del vehículo (m/seg).

W = peso del vehículo.

f = coeficiente de fricción longitudinal.

p = pendiente de la carretera

g = aceleración de la gravedad ($g = 9.81 \text{ m/seg}^2$).

d' = distancia de frenado.

-Distancia de visibilidad de rebase: una carretera tiene distancia de visibilidad de rebase cuando en un tramo se tenga esta visibilidad para proceder con el rebase de otro vehículo y que esta distancia sea considerable para adelantársele al vehículo de rebase sin peligro alguno de interceptarse con un tercer vehículo que circule en sentido contrario y se vea afectada esta maniobra. En pendientes fuertes la distancia de visibilidad de rebase es menor que en un tramo de terreno plano, siendo que el vehículo tiene la posibilidad de un mayor aceleramiento y reducirse el tiempo de rebase sin peligro alguno. Existen algunas hipótesis para la visibilidad de rebase, según la AASHO, siendo:

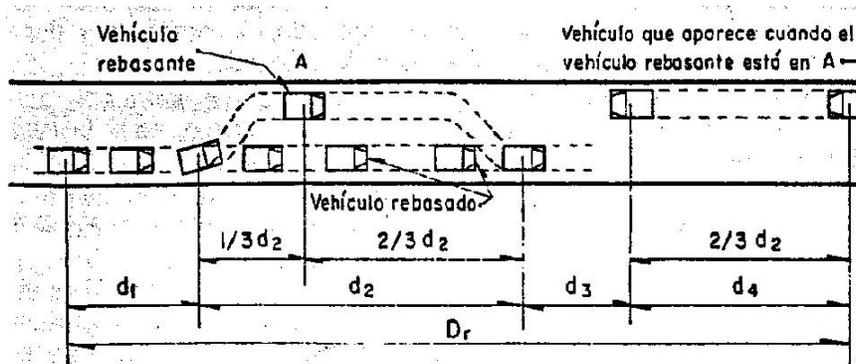
- El vehículo que va a ser rebasado va a una velocidad uniforme.
- El vehículo que va a rebasar logra alcanzar al vehículo que va ser rebasado y comienza a hacer las maniobras a la misma velocidad.
- El vehículo que va a rebasar acelera durante la maniobra y su velocidad media durante el rebase en el carril contrario sería de 15 KPH mas que el vehículo que se esta rebasando.
- El vehículo que viene en sentido contrario viene a la misma velocidad que el que se está rebasando y el tiempo crítico es de 2/3 del tiempo que ocupa el vehículo que está rebasando en el carril izquierdo. La distancia de visibilidad de rebase es casi

siete veces la velocidad de proyecto por lo que se considera demasiado elevada para las condiciones aquí en México.

Llegando a una expresión según la SCT como sigue: $Dr = 4.5v$ en la que:

Dr = distancia de visibilidad de rebase (m).

v = velocidad de proyecto (kph).



- d1 - Distancia recorrida durante el tiempo de reacción y durante la aceleración inicial hasta el punto en donde el vehículo rebasante invade el carril izquierdo.
- d2 - Distancia recorrida por el vehículo rebasante desde que invade el carril izquierdo hasta que regresa a su carril.
- d3 - Distancia entre el vehículo rebasante al terminar su maniobra y el vehículo que viene en sentido opuesto.
- d4 - Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto.

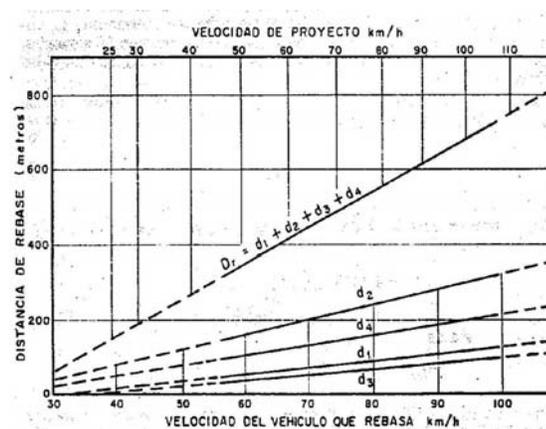


FIGURA 5.21. MANIOBRA DE REBASE SEGÚN AASHO

FIG.4.- VISIBILIDAD DE REBASE SEGÚN AASHO Y SAHOP.

Generalmente es antieconómico tener en un camino longitudes pronunciadas con una visibilidad efectiva en todo el tramo para un buen rebase con seguridad, se debe de ajustar según la topografía del camino, en caminos con volúmenes altos de tránsito es necesario que los tramos de rebase sean largos y frecuentes y donde hay volúmenes medianos y pequeños no son tan indispensables. En caminos de muy bajas especificaciones y pendientes fuertes es necesario realizar en tramos donde resulte muy necesario carril auxiliar para alojar los vehículos pesados mientras que los ligeros van ascendiendo.

1.10. Mecánica de Suelos.

La mecánica de suelos es una de las ramas de la ingeniería civil, que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos que conducen directa e indirectamente al conocimiento del suelo y problemas de ingeniería que trata con sedimentos de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas.

En los diferentes terrenos sobre los cuales se van a construir estructuras de índole variable por diversas razones el hombre ha estudiado durante siglos el suelo donde vive presentando teorías sobre las presiones del mismo y sobre métodos para determinar la capacidad de carga para diversos tipos de cimentaciones sin embargo se puede decir que quien organizó conceptos y los hizo crecer hasta formar una rama de la ingeniería civil es el doctor Karl Terzaghi desde 1925, según la página electrónica de Internet //documentos.arq.com.mx

Las propiedades de los suelos que afectan principalmente el comportamiento de cualquier obra civil son:

-Compresibilidad: está relacionada a la deformación que sufre un material al aplicarle una carga o al disminuir su volumen.

-Resistencia al corte: se puede medir la resistencia de un material por el esfuerzo cortante máximo que puede soportar el material y el esfuerzo límite es el que causa la falla en el suelo por fractura o por flujo plástico.

-Permeabilidad: es la capacidad que un material tiene para permitir que el agua fluya sin alterar su estructura interna.

Se entiende que un suelo es un material que está formado por partículas minerales producidas por la descomposición de las rocas y vacíos, se pueden distinguir un suelo con una roca ya que el suelo se puede disgregar manualmente o empleando agua si es necesario, mientras que las rocas se demuestran todo lo contrario.

Lo que da lugar a la alteración de las rocas para formarse los suelos son:

-Desintegración Mecánica: la congelación de agua haciendo un efecto de cuña al aumentar el volumen del agua, los cambios de temperatura, efectos de los organismos como son las raíces, los esfuerzos tectónicos, efectos abrasivos del agua y viento, efectos telúricos como son sismos y terremotos, efectos de la gravedad siendo taludes, derrumbes, etc.

-Descomposición Química: ocurre cuando el agua influye y otras sustancias naturales, lo que genera suelos finos. Algunos suelos se producen al reaccionar diferentes minerales de unas rocas como el ácido carbónico producido por el agua y

el bióxido de carbono natural del aire, las rocas ígneas y silíceas contienen feldespato, propio del granito, produciendo suelos arcillosos, los materiales formados por hidróxidos de fierro son dados por el intemperismo en rocas que contienen minerales de fierro, en general en regiones con alta humedad existen suelos finos limosos o arcillosos.

1.10.1. Tipos de suelos.

*Suelos Residuales.- Estos suelos se encuentran en el sitio donde fueron formados, estos suelos son casi siempre buenos para resistir una edificación habiendo excepciones de que hubiera filtraciones de agua ocasionando huecos en los suelos o un alto grado de intemperismo.

*Suelos Transportados.- Estos suelos son formados por la alteración de las rocas removidas por cualquier movimiento de sismo, corrientes de agua, viento, gravedad, etc. y son depositadas en lugares diferentes al de su origen, estos suelos se dividen en:

*Suelos Aluviales.- Aquí el principal factor de este tipo de suelo es el agua, se forman depósitos de suelos gruesos y finos según sea la corriente del agua y su velocidad, cuando el agua tiene una cierta velocidad se forman depósitos de gravas, los cantos rodados o arenas en los lechos de los ríos. Los depósitos de suelos finos se forman ya cuando el agua pierde su velocidad.

*Suelos Lacustres.- Estos suelos también suelen ser por acarreo de corrientes pero ya casi sin velocidad como pueden ser en lagos, formándose depósitos finísimos, en estos suelos es muy difícil cualquier cimentación ya que poseen una estructura muy abierta, lo recomendable en este tipo de suelos es una

cimentación por medio de pilotes asentándose en un suelo de roca sólida o algún estrato resistente.

*Suelos Eólicos.- Son los suelos que han sido arrastrados por el viento y posteriormente depositados, se encuentran lo que son las Dunas y los Loess. Las Dunas se forman en estado suelto que se encuentran bien o poco compactas por la lluvia. Los Loess son sedimentos de origen eólico que son formados por polvos de arcillas y limos donde hay vegetación, estos suelos son malos cuando aumentan su humedad sufren hundimientos, por lo que es recomendable antes de construir sobre este suelo provocar su hundimiento removiendo y compactando con máquinas adecuadas presentando una buena resistencia.

*Depósitos de pie de monte.- Son formados directamente por la gravedad, son constituidos por fragmentos de roca, materiales finos como limos y arcillas, gravas, arenas una característica es su heterogeneidad y su baja compacidad, de acuerdo con Carlos Arias (1986).

1.10.2. Propiedades físicas de los suelos.

-Estructura de los suelos gruesos: la estructura de un suelo se le conoce como la ubicación, arreglo y orientación, los suelos pueden ser gruesos o finos según:

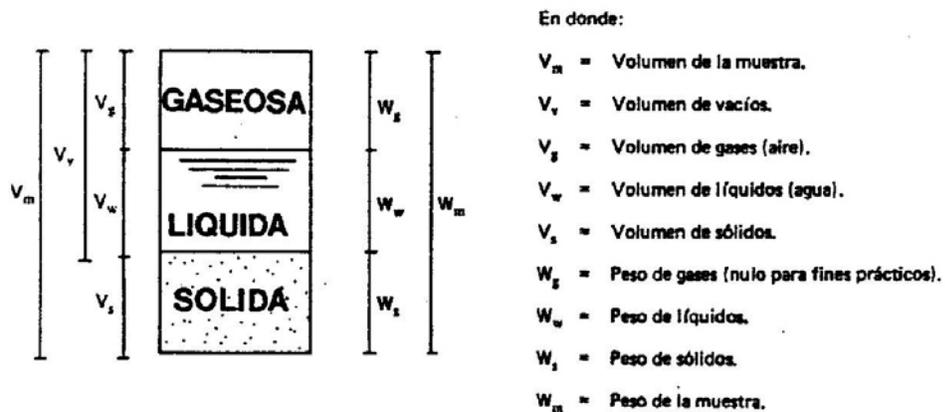
7.6 cm > Suelos gruesos > 0.074mm (malla no. 200) > Suelos finos

Nombre	Limites de Tamaño	Ejemplo Vulgar
Boleo	305mm (12plg) o mayores	Mayor que una pelota de balón cesto
Canto rodado	76mm (3plg) a 305mm (12plg)	Toronja
Grava gruesa	19mm (3/4plg) a 76mm (3plg)	Limón o naranja
Grava fina	4.76mm (T. No. 4) a 19mm (3/4plg)	Chicharo o uva
Arena gruesa	2mm (T. No. 10) a 4.76mm (T. No. 4)	Sal mineral
Arena mediana	0.42mm (T. No. 40) a 2mm (T. No. 10)	Azúcar o sal de mesa
Arena fina	0.074mm (T. No. 200) a 0.42mm (T. No. 40)	Azúcar en polvo
Finos	Menores que 0.074mm (T. No. 200)	No se distinguen a una dist. De 20m.

“La estructura de los suelos gruesos es cuando las partículas se apoyan una de la otra en forma continua, las fuerzas que hay entre el contacto de las partículas se deben a la gravedad, o sea que se deben al peso propio” (Arias, 1986: 3-4). En general el agua sobre suelos gruesos es favorable se disminuye la resistencia al corte y aumenta su compresibilidad. Un factor importante es la compacidad del suelo por lo que un suelo compacto es más útil que uno suelto.

-Estructura de los suelos finos: aquí se incluyen las fuerzas electromagnéticas de partículas y las de origen molecular, estos suelos son pequeñísimos ya que no pueden ser observadas las partículas que los forman a simple vista.

-Propiedades volumétricas y gravimétricas: un suelo observándose se define como un sistema de partículas y sus espacios libres pueden estar parcial o totalmente llenos de agua teniendo tres fases en juego: sólida, líquida y gaseosa, se establecen relaciones entre los pesos y volúmenes de las fases, como se acostumbra a idealizar a una muestra de suelo de la siguiente forma:



De acuerdo con Arias Rivera (1986), un suelo que esta formado por la fase sólida y líquida se le llama suelo saturado, otro que se forma por las fases sólida y gaseosa es un suelo seco y uno que esta integrado por las tres fases se le denomina suelo parcialmente saturado.

1.10.3. 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 forman un suelo” (Arias, 1986: 32-33).

Este análisis granulométrico por lo regular se realiza en suelos gruesos, o sea los que se encuentran entre 0.074 y 76.2mm, los suelos bien graduados tienen mejor comportamiento que los suelos con granulometría uniforme, ya que en el suelo bien graduado los huecos que existen entre las partículas de mayor tamaño las ocupan otras de menor tamaño y así sucesivamente lo que no sucede en el suelo uniforme y disminuye su capacidad de carga.

En la mecánica de suelos existe lo que es la plasticidad que se conoce como la capacidad de un material por lo cual es capaz de soportar deformaciones sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable, ni grietas.

Existen varios antecedentes dentro de la mecánica de suelos de que haya una clasificación de suelos que norme un criterio para el proyectista respecto a sus cualidades y propiedades mecánicas, se muestra la tabla realizada por A. Casagrande, que dieron al llamado Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), distinguiendo los suelos finos de los gruesos de acuerdo a las partículas que pasan por la malla No. 200 (0.074mm). de acuerdo con Arias Rivera (1986).

Es muy importante en la construcción de un camino el estudio de los suelos ya que se conocen las propiedades del suelo y si es un suelo bueno para la construcción del camino, o que mejorías se le deben de aplicar al suelo para que cumpla con las especificaciones requeridas y se realice en base al tipo de suelos un buen diseño de terracerías y pavimentos.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO

En el presente capítulo se abordará lo que es el alineamiento vertical y horizontal, sección transversal, los elementos que constituyen un pavimento, como también se estudiarán los materiales asfálticos y controles de laboratorio necesarios para un camino ya que el sistema de caminos y calles en México está compuesto predominantemente por pavimentos flexibles con carpeta asfáltica, los cuales requieren de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar su buen comportamiento a lo largo de su vida útil. La acción combinada del tránsito y los escurrimientos pluviales producen daños que pueden variar desde la destrucción parcial o total de la superficie de rodamiento, hasta el deterioro de las capas subyacentes con la consecuente pérdida de la capacidad estructural del pavimento.

2.1. Alineamiento Vertical

De acuerdo con el manual de proyecto geométrico por la secretaria de comunicaciones de obras públicas (1976).

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante. El diseño del alineamiento vertical que incluye subrasante, tangentes y curvas verticales cóncavas o convexas, está influido por la consideración del terreno, el costo y la seguridad.

En el perfil longitudinal de un camino, la subrasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical. El trazo de la subrasante depende de la

topografía, del tipo de camino, de la zona donde se va a realizar la obra y algunos factores más.

Tangentes.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente, y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, se representa como T_v . 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 le representa por la letra 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 topografía del terreno; la mejor pendiente gobernadora, será aquella que permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

Pendiente máxima.- Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

Se empleara en casos especiales, desde el punto de vista económico, para conservar ciertos obstáculos, siempre que se rebase la longitud crítica.

Pendiente mínima.- La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda 0.5% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas; en ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en la zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.

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

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son: el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

Curvas verticales.

Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida.

Debe dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de esta se representa como PCV y como PTV, el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente. (M.P.G. SCT, 1974: 351-357)

2.2. Alineamiento horizontal.

Definición: el alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los elementos que integran al alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y curvas de transición.

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 Δ . La longitud de una tangente es la distancia entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, ya que causa somnolencia al conductor, por tal motivo es conveniente limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

Curvas circulares.

Las curvas circulares están constituidas por los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

-Curvas circulares simples: Es cuando dos tangentes están unidas entre si por una sola curva circular, ésta se denomina curva simple. Las curvas pueden ser hacia la izquierda o a la derecha en sentido del cadenamamiento del camino.

-Curvas circulares 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 les llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, compuestas inversas.

En la construcción de los caminos deben de evitarse este tipo de curvas, porque se pone en riesgo al usuario ya que introducen cambios de curvatura peligrosos, en intersecciones se pueden emplear siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0 y se resuelva satisfactoriamente la transición de la sobreelevación.

Curvas de transición.

Es cuando un vehículo pasa de una tangente a una curva circular, se debe de hacer en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y ampliación necesarias, para realizar 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. (MGP. SCT, 1974: 297-304)

2.3. Sección transversal.

De acuerdo con el manual de la secretaria de comunicaciones de obras públicas (1976), en un punto cualquiera de un camino la sección transversal es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Define la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Los elementos que integran una sección transversal tipo son: La Corona, Subcorona, Cunetas y Contracunetas, Taludes y partes Complementarias.

Corona: Es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

a) Rasante.- Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal se representa por un punto.

b) Pendiente transversal: Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos:

1.- Bombeo.

2.- Sobreelevación.

3.- Transición del bombeo a la sobreelevación.

1.- Bombeo.- El bombeo es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente.

2.- Sobreelevación: La sobreelevación es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del 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 la curva, en m.

μ : Coeficiente de fricción lateral.

3.- Transición del bombeo a la sobreelevación: siguiendo con el manual de la secretaria de comunicaciones de obras publicas, en el alineamiento horizontal al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobreelevación correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición. Cuando la curva circular no tiene espirales de transición, la transición de la sobreelevación puede efectuarse sobre las tangentes contiguas a la curva; sin embargo, esta solución tiene el defecto de que al dar la sobreelevación en las tangentes, se obliga al conductor a mover el volante de su vehículo en sentido contrario al de la curva para no salirse del camino; esta maniobra puede ser molesta

y peligrosa, por lo cual se recomienda para este caso, dar parte de la transición en las tangentes y parte sobre la curva circular. Se ha determinado empíricamente que las transiciones pueden introducirse dentro de la curva circular hasta en un 50%, siempre que por lo menos la tercera parte de la longitud de la curva quede con sobreelevación completa.

Para pasar del bombeo a la sobreelevación, se tienen tres procedimientos. El primero consiste en girar la sección sobre el eje de la corona; el segundo en girar la sección sobre la orilla interior de la corona y el tercero en girar la sección sobre la orilla exterior de la corona. El primer procedimiento es el más conveniente, debido a que requiere menor longitud de transición y los desniveles relativos de los hombros son uniformes; los otros dos métodos tienen desventajas y solo se emplean en casos especiales.

c) Calzada.- Calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

1.- Ancho de calzada en tangente.- Para determinar el ancho de calzada en tangente, debe establecerse el nivel de servicio deseado al final del plazo de previsión o en un determinado año de la vida del camino; con este dato y los estudios económicos correspondientes, pueden 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.

2.- Ancho de calzada en curvas del alineamiento horizontal.- Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula sobre una tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente. A este sobreaño se la llama ampliación, el cual debe darse tanto a la calzada como a la corona. En la figura siguiente se ilustra la forma en que intervienen cada uno de los elementos mencionados en el cálculo de la ampliación para obtener el ancho de calzada en curva.

d) Acotamientos.- Los acotamientos son definidos como las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Tienen las siguientes ventajas:

- 1.- Dar seguridad al usuario del camino al proporcionarle 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. En sección transversal es una línea.

Los elementos que definen la subcorona y que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción del camino, son la subrasante, la pendiente transversal y el ancho.

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

2.- Pendiente Transversal.- La pendiente transversal de la subcorona es la misma que la de la corona, logrando mantener uniforme el espesor del pavimento. Puede ser bombeo o sobreelevación, según que la sección este en tangente, en curva o en transición.

3.- Ancho.- El ancho de la subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte. Este ancho esta en función del ancho de corona y del ensanche.

Cunetas y contracunetas: Las cunetas y contracunetas son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

1.- Cunetas.- Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o a 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 del corte.

Normalmente, la cuneta tiene sección triangular con un ancho de 1.00 m, medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta; con talud generalmente de 3:1.

2.- Contracunetas.- Generalmente 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.

Taludes: Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente. En caminos también se le llama talud a la superficie que en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, la que queda entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman. Dado un control que se tiene en la extracción y colocación de material de un talud en terraplenes, un valor empleado es de 1.5. En los cortes debido a la variedad en el tipo de los materiales es realizar un mejor estudio para definir el talud en cada caso.

Partes complementarias: Con esta denominación se incluyen aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de mejorar la operación y conservación del camino. Tales elementos son las guarniciones, bordillos, banquetas y fajas separadoras.

1.- Guarniciones y bordillos.- Las guarniciones son elementos parcialmente enterrados, comúnmente de concreto hidráulico que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento.

Los bordillos son elementos que se construyen sobre los acotamientos junto a los hombros de los terraplenes, con la finalidad de encauzar el agua que escurre por la corona hacia las salidas de las obras como en lavaderos contruidos sobre el talud del terraplén, de otra manera causaría erosiones en el talud del terraplén.

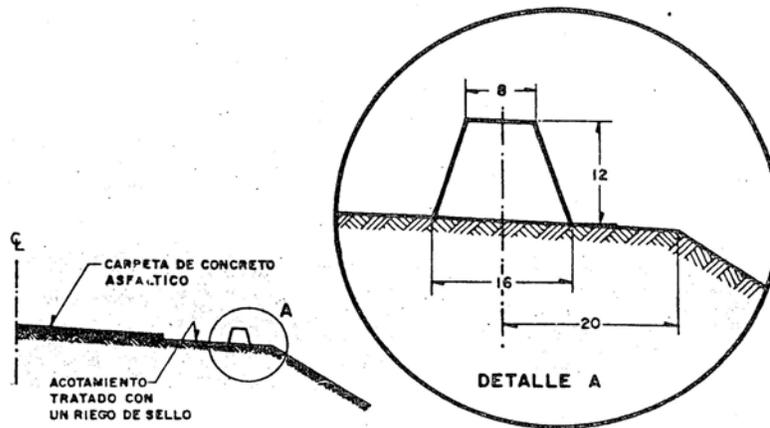


FIG. 6.- BORDILLO

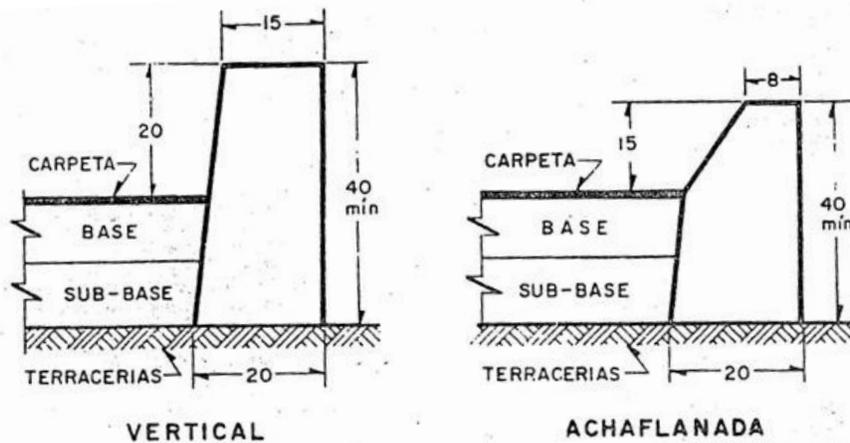


FIG. 7.- TIPOS DE GUARNICIONES

2.- Banquetas.- “Las banquetas son fajas destinadas a la circulación de peatones, ubicadas a un nivel superior al de la corona y a uno o a ambos lados de ella. En zonas urbanas y suburbanas, la banqueta es parte integrante de la calle; en caminos rara vez son necesarias”. (MGP. SCT, 1974: 297-304)

3.- Fajas separadoras y camellones.- son las zonas que se disponen para dividir unos carriles de tránsito de otros de sentido opuesto, o también para dividir carriles del mismo sentido pero de diferente naturaleza. A las primeras se les llama fajas de separadoras centrales y a las otras fajas separadoras laterales.

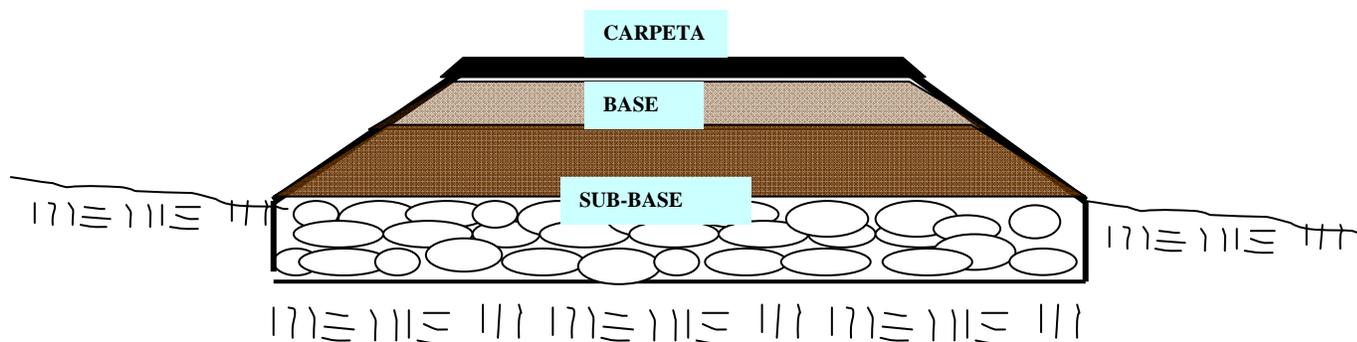
“Cuando a estas fajas se les construyen guarniciones laterales y entre ellas se coloca material para tener un nivel superior al de la calzada, se llaman camellones, igualmente pueden ser centrales o laterales: la anchura es variable depende del costo del derecho de vía y necesidades del tránsito. El ancho mínimo es de 1.20m.”
(MGP. SCT, 1974: 367-393)

2.4. Elementos constituyentes de un pavimento.

Un pavimento se puede definir como la capa o conjunto de capas de materiales diseñados y apropiados para un pavimento, comprendido entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, siendo su principal función proporcionar una superficie uniforme con una textura apropiada, resistencia a la acción del tránsito y a la del intemperismo, así como emitir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas del tránsito a las terracerías. Un pavimento hace que la seguridad del usuario sea adecuada en su trayecto de un camino.

La duración de un pavimento depende fundamentalmente de las características de los materiales que se emplean para su construcción y cumpliendo con las normas de calidad de los materiales a emplear.

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



2.4.1. Sub-base.

De acuerdo a la Norma N-CTR-CAR-1-04-002/00 la sub-base es una capa de materiales pétreos seleccionados, esta capa se construye sobre la subrasante, cuyas funciones es dar un buen apoyo uniforme a la capa de base de una carpeta asfáltica y resistir las cargas que le transmiten, aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inferior y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.

De acuerdo a la norma de la SCT N-CMT-4-02-001/04, el material natural para sub-base cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado que sea utilizado para la construcción de subbases para pavimentos asfálticos deben de cumplir con:

El material debe de cumplir con las características granulométricas que se fijan en la tabla 1 y se muestran en la fig. 1, y requisitos de calidad de la tabla 2, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL).

La curva granulométrica del material debe tener una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la figura 1, sin cambios bruscos de pendiente. La

relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura de (0,075) milímetros (Nº.200) al que pase la malla con abertura de (0,425) milímetros (Nº.40) no será mayor de (0,65).

Si por alguna razón la granulometría del material del banco no cumple se podrá mezclar con materiales de otros bancos en la proporción adecuada para que cumpla con los requisitos y garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación, no será aceptable si se mezcla con materiales finos que agreguen plasticidad a la mezcla.

TABLA 1.- Requisitos de granulometría de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos

Malla		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
50	2"	100	100
37,5	1½"	72 - 100	72 - 100
25	1"	58 - 100	58 - 100
19	¾"	52 - 100	52 - 100
9,5	¾"	40 - 100	40 - 100
4,75	Nº4	30 - 100	30 - 80
2	Nº10	21 - 100	21 - 60
0,85	Nº20	13 - 92	13 - 45
0,425	Nº40	8 - 75	8 - 33
0,25	Nº60	5 - 60	5 - 26
0,15	Nº100	3 - 45	3 - 20
0,075	Nº200	0 - 25	0 - 15

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

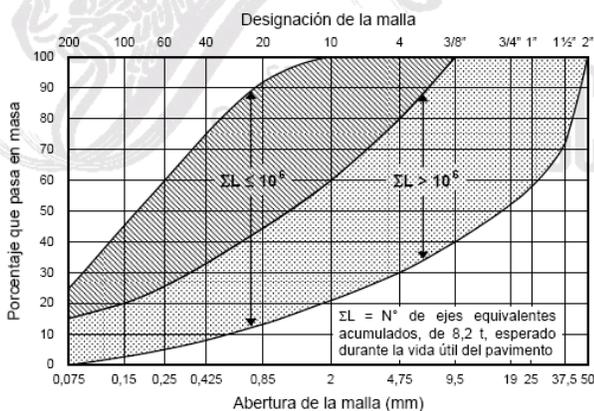


FIGURA 1.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para subbases

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	30	25
Índice plástico ^[2] , máximo ¹	10	6
Valor Soporte de California (CBR) ^[2,3] , mínimo	50	60
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	30	40
Desgaste Los Ángeles ^[2] , máximo	50	40
Grado de compactación ^[2,4] , mínimo	100	100

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimientos de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C, de esta Norma.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

Según la pagina de Internet [//www.arqhys.com](http://www.arqhys.com), la construcción de las sub-bases consiste en el suministro, transporte, colocación, sobre la subrasante definida en los planos de construcción, conformándola y teniendo una compactación al 95 % con la prueba AASHTO de grava, piedra partida, arenilla u otro material granular aprobado por la Dependencia. El trabajo se extenderá a las bermas, si así lo indican los planos o lo exige la secretaría. El material para sub-base se compondrá de fragmentos de roca, gravas, arenas y limos.

En cada caso, sean suelos naturales o mezclados, se debe de obtener una capa uniforme, compacta, libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros, u otros elementos que puedan perjudicar la capa.

Siguiendo con la misma pagina de Internet la granulometría 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.

- 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

Los materiales se extraerán de canteras o depósitos aluviales estudiados y aceptados por la Secretaría, con estudio y control de calidad realizados y aceptados, si se desea utilizar materiales diferentes a los acordados inicialmente, se pedirá autorización por escrito, presentando los estudios de laboratorio que demuestren el cumplimiento de las especificaciones indicadas en este documento y los costos derivados correrán por cuenta del constructor y certificará que dichas fuentes cuentan con el material suficiente para garantizar el avance satisfactorio de los trabajos.

La construcción de una sub-base tiene las siguientes operaciones repetidas cuantas veces sea necesario: Extensión y humedecimiento necesario de una capa, conformación, compactación y acabado de la misma capa. No se podrá dar comienzo a los trabajos sin la aprobación de la secretaria, teniendo bien definido los bancos de materiales para este tipo de capa, se debe tener bien definida la capa de la subrasante incluyendo el bombeo, peraltes y demás obras definidas para así mismo comenzar con la capa de 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 alcanzar una compactación a un mínimo del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Cuando se trate de realizar una sub-base aprovechando el material existente, se realizara de la siguiente manera: se escarificará en una profundidad de 10 cm. o la que se indique

en el proyecto y 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, está proyectado para corregir irregularidades menores de la calzada, la secretaría podrá autorizar la colocación y mezcla del material de sub-base con el material 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.

Los equipos para la ejecución de los trabajos especificados comprenden: Motoniveladora debidamente equipada con cuchilla y escarificadores en buenas condiciones, Pipa de agua que permita un riego uniforme sobre la superficie. El espesor de cada capa y el número de pasadas del equipo de compactación se determinarán de acuerdo a la capacidad del equipo que se tenga disponible y el material a compactar. La secretaría exigirá que el equipo cumpla con las especificaciones determinadas, plazo y programa de trabajo. Las tolerancias admisibles para la aceptación de la sub-base serán las siguientes: La cota de cualquier punto de la sub-base conformada y compactada no deberá variar en más o menos un centímetro (+ /-1 cm.) de la cota proyectada. El espesor verificado por medio de perforaciones en la sub-base terminada no deberá ser menor del noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño. En los proyectos de mejoramiento de vías existentes en las que el afirmado forma parte de la sub-base, la secretaría determinará el procedimiento de control de espesores, cotas y pendientes longitudinales y transversales según lo estime conveniente. El precio unitario cubrirá los costos directos e indirectos, necesarios para la realización de la actividad. En los proyectos de mejoramiento, el precio unitario deberá cubrir los costos de

escarificación, conformación y compactación del afirmado existente aún en aquellos tramos en que las cantidades de materiales de sub-base por colocar sean mínimas o nulas. En los tramos de vías existentes en que solamente se requiere cantidades pequeñas de sub- base, para la conformación de irregularidades de la calzada, ensanches menores o aumentos de espesor menores de 10 cm., la secretaría podrá medir en m³ el volumen suelto del material, medido en los camiones de transporte. En este caso y para fines de pago, el volumen suelto se convertirá a volumen compactado, de acuerdo con la relación que determine la secretaría, mediante un ensayo de compactación en el laboratorio.

2.4.2. Base Hidráulica.

La base es una capa de materiales pétreos seleccionados, esta capa se construye sobre la sub-base, cuyas funciones 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, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea. Según la Norma N-CTR-CAR-1-04-002/03

De acuerdo con Mier (1987) Los materiales que se emplean para bases son los siguientes:

Materiales que no requieren tratamiento: son poco o nada cohesivos como los limos, arenas y gravas que al extraerlos quedan sueltos y no contienen mas del 5% de partículas mayores de 2”

Materiales que requieren ser disgregados: son 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 de 2”.

Materiales que requieren ser cribados: son los materiales poco o nada cohesivos, como son las mezclas de gravas, arenas y limos que al extraerlos quedan sueltos con un contenido de el 5% y el 25% de material mayor de 2”; por consiguiente deben ser cribados por la malla de 2” para cumplir con lo especificado y eliminar el material mayor.

Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados: estos materiales son poco o nada cohesivos, como son mezclas de gravas, arenas y limos, que al ser extraídos quedan sueltos y contienen mas del 25% de partículas mayores de 2”, por lo cual debes triturarse y cribarse por la malla de 1 ½”; pueden ser tezontles también y materiales cohesivos como tepetates, caliche, conglomerado, aglomerados y rocas alteradas que al ser extraídos resulten con terrones que pueden disgregarse por el equipo mecánico y posteriormente contienen mas del 5% de partículas mayores a 2” debiendo triturarse y cribarse por la malla de 1 ½” .

Materiales que requieren trituración total y cribado por la malla de 1 ½”: son los materiales que son extraídos de mantos de roca, piedra de pepena, piedra suelta de depósitos naturales o algún desperdicio que requieren de un tratamiento mecánico de trituración total y cribado con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

Materiales mezclados: son los materiales que resultan de la mezcla de dos o más materiales sean arenas gravas y limos, cribados o triturados según lo especifique la secretaría.

Para una base hidráulica ya sea cribada, parcialmente triturada, totalmente triturado o mezclado empleada en un pavimento debe de cumplir con los siguientes requisitos:

El material que se empleara en una base hidráulica será 100% de trituración de roca sana cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento sea mayor de diez millones de ejes acumulados de 8.2 toneladas; cuando ese tránsito sea de 1 a 10 millones, el material contendrá como mínimo 75% de partículas producto de la trituración de roca sana y si dicho tránsito es menor de 1 millón el material tendrá como mínimo 50% de trituración.

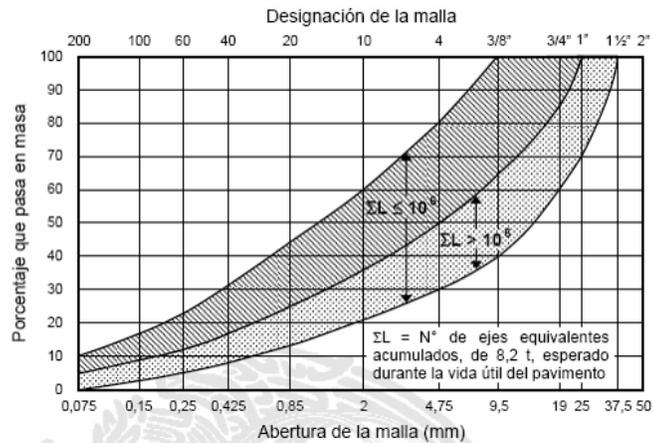
Al colocar una carpeta asfáltica después de la construcción de la base hidráulica, el material para la base tendrá la siguiente granulometría en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 toneladas esperado durante la vida útil del pavimento.

En la siguiente tabla se presentan los requisitos de granulometría de los materiales 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	1½"	100	100
25	1"	70 - 100	70 - 100
19	¾"	60 - 100	60 - 86
9,5	⅜"	40 - 100	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

En la siguiente figura se muestran las zonas granulométricas recomendadas para bases hidráulicas.



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

TABLA 4.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	25	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[2,3] , mínimo	80	100
Desgaste Los Angeles ^[2] , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ^[2] , máximo	40	35
Grado de compactación ^[2,4] , mínimo	100	100

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimientos de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

Al tener preparado el material para base ya cumpliendo con la granulometría de la normatividad se extenderá en todo lo ancho de la corona y se conformará de tal manera que se tenga una capa sin compactar de un espesor uniforme, se comenzara a compactar el material de tal manera que las capas que se empiecen a compactar tengan un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar. La compactación se realizará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en tangentes, y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. Se realizaran diferentes calas para checar la compactación y espesores de la base haciendo el número de calas como se indica en la siguiente fórmula:

$$C = L / 50$$

C = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

L = Longitud del tramo construido en un día de trabajo en metros.

Todos los grados de compactación deberán estar dentro de lo que fije el proyecto o apruebe la secretaría, al ser aprobado el tramo verificado los huecos de las calas se rellenaran con el mismo material usado para la base.

De acuerdo con la pagina de Internet //www.construaprende.com, Uno de los primeros pasos para la construcción de una base hidráulica es ubicar el banco de préstamo, de donde se traerá el material, pudiendo emplearse en estas capas gravas, arenas de río, depósitos de roca (aglomerados) o materiales ligeramente o fuertemente cementados (conglomerados), se recomienda no usar tezontles ya que estos materiales tienden a desmoronarse y pueden provocar cambios volumétricos,

en caso de que sea necesario su empleo deberán mezclarse con algún tipo de material fino como los tepetates (60% tepetate y 40% tezontle); en algunos casos se deberán aplicar tratamientos previos y estos podrán ser: el cribado, la trituración, en algunas ocasiones se les estabiliza en planta con cemento o con cal para darle mayor resistencia. Estos materiales son llevados a la obra, donde se acamellonan para poder llevar a cabo el cálculo del volumen y ver si existe algún faltante.

Cuando el material de banco tiene cierta humedad, ésta se calcula para saber si estamos por debajo o por encima de la humedad óptima de compactación, en base a esto sabemos que cantidad de agua debemos adicionarle, otra cosa que se puede hacer es voltear el material para que por evaporación pierda el agua sobrante. El material acamellonado se abre parcialmente y se humedece con una cantidad de agua cercana a la óptima, siendo para los caminos una humedad menor a la obtenida en laboratorio. El agua se riega en varias pasadas, se hace un primer riego y la moto niveladora abre una nueva cantidad de material, el cual coloca sobre el material que se humedeció para que vuelva a pasar la pipa; esto se hace comúnmente en tres etapas, para después con la misma maquinaria, homogenizar la humedad. Cuando se llega a la humedad deseada se distribuye el material en toda la corona para formar la capa con el espesor suelto necesario, debiendo cuidar que no se separe el material fino del grueso. Ya extendido se compacta con un rodillo liso o de neumáticos, o con una combinación de ambos hasta alcanzar el grado de compactación que marca el proyecto.

Cuando en las bases se alcanza la compactación de proyecto, ésta se deja secar superficialmente, se barre para retirar cualquier tipo de basura y partículas sueltas. Después de esto se le aplica un riego de emulsión asfáltica de fraguado lento o superestable que se conoce como riego de impregnación. Este elemento sirve para impermeabilizar y estabilizar la base y le ayudará a protegerla de la intemperie cuando no se va a colocar una carpeta en poco tiempo, además favorece la adherencia entre la base y la futura carpeta. La cantidad por regar variará de acuerdo con la abertura de poro que presente la base, para conocer cual es la cantidad adecuada se recomienda efectuar mosaicos de prueba, los cuales variarán de 0.6 a 1.2 lts/m² de emulsión. La SCT recomienda que este asfalto penetre dentro de la base de 3 a 5 mm, no debiendo quedar charcos o natas de asfalto que puedan desestabilizar la capa superior. Se recomienda no efectuar este tratamiento cuando amenace lluvia, cuando la temperatura sea menor de 5 ° C o bien, cuando exista mucho viento. La base impregnada puede abrirse al tránsito con un tiempo de reposo de 24 horas como mínimo, pero si lo ordena la secretaría se abrirá antes, esta capa es recomendable que se cubra con un poreo de arena para evitar que los vehículos se lleven la película de asfalto.

2.4.3. Carpetas Asfálticas.

“Las carpetas asfálticas se pueden realizar de las siguientes maneras: por el sistema de riegos, por el sistema de mezcla en el lugar y por medio de mezcla asfáltica en caliente elaborada en planta, siendo de cualquiera de estas maneras deben de cumplir con los siguientes requisitos: no se deben desplazar ni desintegrar

por la acción del tránsito, deben de tener una buena resistencia al intemperismo y soportar pequeñas deformaciones sin sufrir agrietamiento. Se debe de tener en cuenta y tomar la precaución de que el espesor de la carpeta sea igual o mayor a los 3cm compactos y no es conveniente que los camellones sean de mas de 5 km de longitud” (Mier, 1987: 318-319). De acuerdo con Mier (1987), Los materiales asfálticos mas usados son cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido y aditivos.

Las carpetas asfálticas por el sistema de riegos se construyen 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 muestra la denominación de los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riego.

Denominación del material pétreo	Que pase 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 riegos es:

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL PETREO

MALLAS	CONDICIONES	1	2	3-A	3-B	3-E
1 ¼"	Debe pasar	100%				
1"	Debe pasar	95% mín.				
¾"	Debe pasar		100%			
½"	Debe pasar Debe retenerse		95% mín. 95% mín.	100%		100%
3/8"	Debe pasar			95% mín.	100%	95% mín.
¼"	Debe pasar Debe retenerse		95% mín.		95% mín.	
Núm. 4	Debe retenerse					95% mín.
Núm. 8	Debe retenerse		100%	95% mín.	95% mín.	100%
Núm. 40	Debe retenerse			100%	100%	

Carpetas de un riego: siguiendo con Mier para realizar una carpeta de un riego primero se barre la superficie de la base impregnada, ya estando libre de cualquier partícula se realiza un riego de material asfáltico en una cantidad determinada por el laboratorio, cubriendo enseguida con material pétreo 3-A o 3-E en cantidad según proyecto y por ultimo se rastrea y se plancha el material pétreo. Después de un tiempo de tres días se barre la superficie y se remueve el material que no se halla adherido al material asfáltico.

Carpetas de dos riegos: para este sistema se realizará 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, se rastrea y plancha el material,

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 plancha. Después de un tiempo de tres días se barre la superficie y se remueve el material que no se halla adherido al material asfáltico. Las dosificaciones de material pétreo y asfálticos para carpetas de dos riegos es la siguiente:

concepto	Denominación del material pétreo	
	1er. Riego	2º. Riego
I. Material pétreo	Número 2	Número 3-B
1)Granulometría		
A)que pasa por la malla de	½"	¼"
B)que quede retenido en la malla de	¼"	Número 8
2)dosificaciones (lts/m2)	8 – 12	6 - 8
II. Material Asfáltico		
1)Cemento asfáltico (lts/m2)	0.6-1.1	0.8-1.1
2)FR-3	0.8-1.5	1.1-1.5
3)FR-4	0.8-1.4	1.0-1.4
4)Emulsión catiónica o aniónica	0.8-1.0	1.0-1.5

Carpetas de tres riegos: para este sistema se realizará 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 con material pétreo número 2, el cual se rastrea y 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 da el 3er. Riego de material asfáltico cubriéndolo con material pétreo 3-B y procediendo a su compactación, por ultimo a los tres días se

barre la superficie recolectando el material pétreo que no se adhiero a la superficie.

Las dosificaciones para este sistema de tres riegos es el siguiente.

I. Material pétreo	1er. Riego	2º. Riego	3er. Riego
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"	Núm. 8
2)dosificaciones (lts/m2)	20 - 25	8 - 12	6 - 8
II. Material Asfáltico			
1)Cemento asfáltico (lts/m2)	0.6-1.1	1.0-1.4	0.7-1.0
2)FR-3	0.8-1.5	1.3-1.9	0.9-1.3
3)FR-4	0.8-1.4	1.2-1.8	0.9-1.2
4)Emulsión catiónica o aniónica	0.8-1.0	1.0-1.5	1.0-1.5

La compactación de las carpetas se debe de realizar de las orillas hacia el centro en tangentes y del lado interior al exterior en las curvas. Para que una carpeta por el sistema de riegos se de por terminado debe de cumplir con las siguientes tolerancias:

Ancho de la carpeta del eje a la orilla	+ 5 centímetros
Pendiente transversal	+ - 1/2 %
Profundidad de presiones observadas colocando una regla de tres metros de longitud paralela y normalmente al eje.	1 cm.

Carpetas Asfálticas de Mezcla en el Lugar.

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

Para iniciar con la construcción de este tipo de carpeta debe de estar la base debidamente terminada e impregnada, primeramente se da un riego de liga con petrolizadora en toda la superficie que llevara carpeta, si se emplea una motoconformadora para realizar la mezcla de los materiales pétreos y asfálticos este último debe de aplicarse con petrolizadora, si es conveniente en varios riegos sobre el material pétreo extendido, procediendo después de cada riego a mezclarlos para obtener un producto homogéneo. La mezcla elaborada con asfaltos rebajados se curará oreándola, se mezclara con la motoconformadora el tiempo suficiente para que se volatilice una parte del disolvente y se obtenga la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla. Cuando se elabore con emulsiones de rompimiento medio o lento, se aplicará un riego de agua para dar la humedad fijada.

Para su compactación se empleara un compactador de llantas neumáticas a un mínimo del 95% de su peso volumétrico máximo, después se empleara una plancha lisa para borrar las huellas que dejen loa compactadores neumáticos. Cuando la carpeta este terminada se realizara un riego de sello cuando esta resulte con mayor permeabilidad del 10% permitido.

Carpetas con mezcla asfáltica en caliente.

Continuando con Mier Este tipo de carpetas se elaboran en una planta estacionaria utilizando cementos asfálticos, estas plantas deben de constar de: un secador con inclinación ajustable colocado antes de las cribas clasificadoras, con una buena capacidad para secar un buen volumen de material pétreo igual o mayor que la capacidad de producción de concreto asfáltico de la planta. A lo que es la salida del secador debe de haber un pirógrafo para registrar automáticamente la

temperatura del material pétreo, 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, 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 15 minutos sin ser alimentadas y divididas en compartimientos para almacenar los materiales pétreos por tamaños, dispositivos que permitan dosificar los 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. Un equipo para calentar el cemento asfáltico, provisto de un termómetro con una graduación de 20 a 210 °C. Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico con aproximación de +/- 2%. Una mezcladora equipada con un dispositivo para el tiempo de mezclado. También se ocupa un recolector de polvo y un dispositivo para agregar finos.

La temperatura del material debe de andar entre 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 tender la mezcla la superficie deberá estar seca o ligeramente húmeda. La temperatura de la mezcla no deberá ser inferior a 110°C al comienzo del tendido y 85°C al término del proceso. Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas. Sólo deberán colocarse y compactarse mezclas cuando la temperatura ambiental sea de por lo menos 10 °C, sin bruma ni lluvia.

La compactación suele iniciarse utilizando rodillo tándem de dos ruedas de acero, de las orillas hacia el centro del camino en las tangentes y del interior al

exterior en las curvas con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador. Durante la compactación las ruedas de las apisonadoras deberán mantenerse húmedas para evitar que se adhieran al material.

Después de haberse hecho las correcciones que fuesen necesarias después de la compactación inicial, se procede a dar pasadas con el rodillo neumático.

La segunda compactación se considera preferible los rodillos neumáticos adecuados para alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo, que deben seguir a la compactación inicial tan de cerca como sea posible y mientras la mezcla está aún a una temperatura que permita alcanzar la máxima densidad.

Una compactación final debe realizarse con rodillos tandem 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

2.5. Materiales asfálticos.

Según la norma N-CMT-4-05-001/00 Son los materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos que son utilizados en estabilizaciones, riegos de impregnación, de liga y de sello, en la elaboración de carpetas asfálticas y morteros. Los materiales asfálticos son clasificados en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

Los cementos asfálticos son asfaltos que se obtienen del proceso de destilación del petróleo. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, al ser calentados se licúan lo que les permite cubrir todas las partículas del material pétreo.

Para su aplicación se necesita estar a una temperatura adecuada y se utiliza en la elaboración de carpetas de mezcla en caliente, en morteros y estabilizaciones, así también es un elemento base para la elaboración de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

NORMAS		
		N-CMT-4-05-001/00
TABLA 2.- Clasificación de los cementos asfálticos según su viscosidad dinámica a 60°C		
Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa·s (P ¹¹)	Usos más comunes
AC-5	50 ± 10 (500 ± 100)	<ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones.
AC-10	100 ± 20 (1 000 ± 200)	<ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1.
AC-20	200 ± 40 (2 000 ± 400)	<ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3 en la Figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 600)	<ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4 en la Figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4 en la Figura 1. • En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación.

Las emulsiones asfálticas están formadas por dos fases no miscibles en los que la fase continua de la emulsión esta formada por agua y la discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se llaman emulsiones asfálticas aniónicas cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y las emulsiones 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, riegos y estabilizaciones.

Las emulsiones pueden ser de los siguientes tipos:

Emulsiones de rompimiento rápido: este tipo de emulsión se emplea para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos.

Emulsiones de rompimiento medio: estas se emplean para la elaboración de mezclas en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es menor o igual a 2%, también es utilizable en trabajos de conservación como son bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.

Emulsiones de rompimiento lento: estas emulsiones se emplean para la elaboración de mezclas en frío en planta y para estabilizaciones asfálticas.

Superestables: se emplean principalmente en estabilizaciones de materiales y trabajos de recuperación de pavimentos.

NORMAS

N-CMT-4-05-001/00

TABLA 3.- 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 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 impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

Los asfaltos rebajados son materiales asfálticos líquidos compuestos por cemento asfáltico y un solvente, se utilizan solventes y son utilizados en la elaboración de carpetas en frío y para la impregnación de sub-bases y bases.

De acuerdo con Mier (1987), los materiales asfálticos se transportan en auto-tanques que deben de contar con equipo para calentar el producto cuando se requiera, debiendo ser herméticos y con tapa adecuada para así mismo evitar fugas y contaminaciones. Los riegos de asfalto se deben de realizar por medio de petrolizadoras que cuenten con el siguiente equipo: un equipo de calentamiento para tener la temperatura adecuada, una bomba que produzca la presión para obtener una dispersión uniforme en todas las espreas de la barra, un tacómetro para regular

la velocidad y poder regular una dosificación controlada y uniforme en todo el tramo deseado; termómetro y todo lo necesario para una buena operación.

Nunca se deberá de 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.

2.6. Compactación de los materiales en caminos.

“La compactación es un proceso donde se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo – deformación: siendo así que se pretende obtener un suelo estructurado que tenga un comportamiento mecánico adecuado durante toda su vida útil del camino” (Mier, 1987: 337). Continuando con Mier es sencillo controlar la compactación de un material determinando el peso volumétrico seco de los materiales compactados. El contenido de agua es un factor de gran importancia en la compactación ya que existe un contenido óptimo que produce el máximo peso volumétrico seco, en la curva de compactación se puede apreciar un máximo absoluto: el peso volumétrico seco correspondiente al máximo absoluto recibe el nombre de peso volumétrico seco máximo y la humedad con la que tal máximo se consigue se le llama humedad óptima como se ve en la figura siguiente en la que también aparece la curva correspondiente al 100% de saturación del suelo.

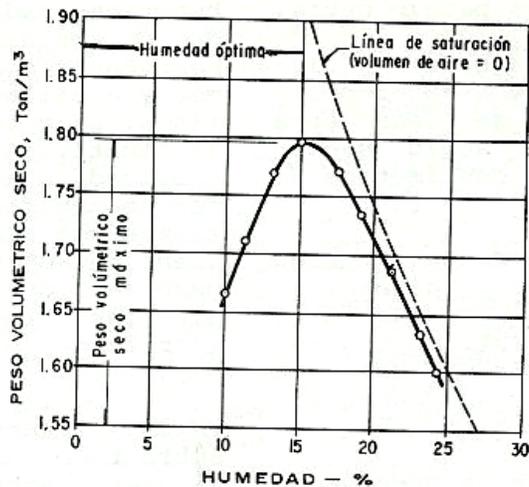


Fig. 24.1. Curva de compactación típica.

La compactación en el campo se logra por 4 maneras diferentes de aplicar la energía de compactación:

1.- Por amasado: los compactadores por amasado son los rodillos pata de cabra, estos suelen tener su peso sobre la pequeña superficie del conjunto de puntas de forma variada, ejerciendo presiones estáticas muy fuertes en los puntos que penetran en el suelo, llegando un momento de que ya no se produce ninguna compactación adicional; la superficie queda distorsionada pero se compacta bajo la siguiente capa que es tendida. la acción del rodillo hace progresar la compactación de la capa de suelo de abajo hacia arriba; en las primeras pasadas las protuberancias y una parte del tambor penetran en el suelo, lo que hace que la mayor presión se ejerza en el lecho inferior de la capa compactada, siempre y cuando el espesor de la capa por compactar no debe ser mucho mayor que la longitud del vástago, a esta acción se le llama acción de amasado. Los rodillos más

comunes tienen vástagos de 20 a 25cm de longitud y son usados para compactar capas de suelo suelto de 30cm aproximados. Este tipo de rodillo tiene buenos resultados en los terraplenes de suelos finos; buena distribución uniforme de la energía de compactación en cada capa y una buena liga entre capas sucesivas.

Existe un rodillo de rejillas que ha sido utilizado en materiales que requieren disgregación, ha dado buenos resultados en las arcillas homogéneas o mezclas de arena, limos y arcillas

El rodillo segmentado se ha utilizado también en materiales que requieren disgregación, pero en si su uso se ha venido dando en suelos como arcillas no muy plásticas.

2.- Compactadores por presión: la compactación por presión se realiza por medio de compactadores de rodillos lisos y neumáticos, los lisos se dividen en remolcados y autopropulsados, los remolcados están formados por dos tambores al que se sujetan los ejes; su peso anda entre 14 y 20 ton. Los autopropulsados estan formados por una rueda delantera y una o dos traseras y su peso varía entre 3 y 13 ton., se usan primordialmente en la compactación de la subrasante, de bases hidráulicas y de carpetas asfálticas.

Los compactadores de neumáticos su fundamental acción tiene lugar por la presión que se da a la capa de suelo suelto, produciendo también un efecto de amasado, el rodillo aplica básicamente la misma presión desde la primera pasada siendo dicha presión casi igual a la de inflado de la llanta. Estos rodillos se usan principalmente en la compactación de suelos arenosos con finos poco plásticos y en limos poco plásticos.

3.- Compactadores por impacto: esta compactación se realiza por medio de pizones o bailarinas cuya función se hace en áreas pequeñas, su empleo se realiza principalmente en zanjas, desplante de cimentaciones, alcantarillas o en estribos de

los puentes y donde no pueden usarse equipos de mayor dimensiones por razones de espacios o de un peso excesivo.

4.- Compactadores por vibración: en estos compactadores la ventaja es que la vibración tiene la capacidad de compactar capas de mayores espesores que las que es común con otros equipos, con estos rodillos pueden compactarse hasta capas de 1.2 m usando rodillos muy pesados. Se tienen también una combinación de rodillos la unidad vibrante se acopla a un equipo liso o la combinación de rodillos lisos con neumáticos llamados duopactor teniendo la opción de compactar diferentes tipos de materiales.

Uno de los requisitos recomendables para tener una buena compactación es conocer bien los materiales por compactar haciendo de este conocimiento con un buen recorrido por la línea del camino y realizando muestreos y analizar los bancos de materiales que se emplearan para la construcción del camino, debiendo hacer las pruebas de laboratorio necesarias como es la humedad natural del suelo en el campo, las curvas de compactación, las características de expansión y contracción por secado del suelo.

2.7. Controles de laboratorio necesarios.

De acuerdo a las bases de licitación de la SCT la verificación de calidad durante la construcción de un camino es el conjunto de actividades que permiten corroborar que los conceptos de obra cumplan con las especificaciones del proyecto, ratificar la aceptación, rechazo o corrección de cada uno, y comprobar el cumplimiento del programa detallado de control de calidad, así como tener una buena verificación de los materiales y equipos de instalación permanente que se utilicen en su ejecución, comparándolas con las especificadas en el proyecto y determinar oportunamente si el proceso de producción o el procedimiento de

construcción se está realizando correctamente o debe ser corregido. Dichas actividades comprenden principalmente el muestreo, las pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de sus resultados, entre otras.

Para poder iniciar la obra es necesario contar en el campo con un programa de control de calidad que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como comprobable en todas y cada una de las actividades programadas; que incluya la forma y los medios a utilizar para evaluar la calidad de los materiales correspondientes a todos los conceptos de obra terminada y de sus acabados, así como de los equipos de instalación permanente que vayan a formar parte integral de la obra. Este programa ha de ser congruente con el programa de ejecución de los trabajos. El personal de control de calidad con el que se debe contar en la obras es un jefe de control de calidad que conozca los aspectos relacionados con el tipo de obra de que se trate, así como con el proyecto de la misma y que previamente sea aceptado por la Secretaría. El Jefe de Control de Calidad debe coordinar todos los trabajos para la correcta ejecución del control de calidad, analizar estadísticamente los resultados que se obtengan. Un jefe de verificación de calidad, que conozca ampliamente todos los aspectos relacionados con el tipo de obra de que se trate, así como con el proyecto de la misma y que previamente sea aceptado por la Secretaría. El Jefe de Verificación de Calidad debe coordinar todos los trabajos necesarios para la correcta ejecución de la verificación de calidad, analizar conjuntamente y en forma estadística los resultados que se obtengan del control de calidad y de la propia verificación.

Los responsables del control y la verificación de calidad contarán con los laboratoristas y ayudantes de laboratorio suficientes para atender todos los frentes

de la obra en los aspectos de muestreo, manejo, transporte, almacenamiento y preparación de las muestras; ejecución de las pruebas de campo y laboratorio; mantenimiento y calibración del equipo de laboratorio, entre otros. El personal de laboratorio estará capacitado, y acreditará, mediante evaluaciones ante el Jefe de Verificación de Calidad o el Jefe de la Unidad de Laboratorios si corresponde al grupo de verificación de calidad, el conocimiento de las pruebas y procedimientos correspondientes a las actividades que desempeñe.

Los laboratorios para el control de calidad o para la verificación de calidad, tendrán en sus instalaciones: áreas para almacenamiento, preparación y prueba de las muestras, así como para la calibración del equipo; fuentes de energía y de iluminación; y cuando sea necesario, sistemas de comunicación, de control de temperatura y de ventilación, que permitan la correcta ejecución de las pruebas y de las calibraciones.

Se tendrán que elaborar informes diarios a como se valla avanzando la obra, al término de cada día, que presenten los resultados de las mediciones y pruebas ejecutadas durante el día, señalando aquellos que, en su caso, no cumplan con las especificaciones del proyecto y/o que muestren desviaciones en el proceso de producción o procedimiento de construcción, se deberán corregir de inmediato para no afectar la calidad, así como las posibles causas de falla y las recomendaciones para corregirlas. En cada informe diario se incluirán además el nombre de la obra, el número y la fecha del informe, y el nombre del laboratorista que haya realizado las pruebas, así como el nombre y la firma del Jefe del Control de Calidad, quien lo entregará al Residente o al Superintendente.

Otro informe será el mensual, elaborados al término de cada mes, que contengan como mínimo la descripción de los trabajos de control de calidad ejecutados en el periodo del que se informe; las cartas de control de las mediciones y pruebas realizadas, y los resultados de otros análisis estadísticos efectuados, para cada material, frente y concepto de obra; el dictamen que certifique que la obra ha sido ejecutada de acuerdo con las características de los materiales, de los equipos de instalación permanente, de los acabados y las tolerancias geométricas, especificadas en el proyecto. Como apéndices se incluirán un informe fotográfico que muestre los aspectos más relevantes del control de calidad y las copias de todos los informes diarios elaborados en ese periodo. Los informes mensuales serán firmados por el Jefe de Control de Calidad y por el Residente o el Superintendente, en cuyo caso el contratista los entregará al Supervisor y así mismo poder cobrar las estimaciones correspondientes.

Al final de la ejecución de la obra se realizará un informe final elaborado al cierre de la obra. Contendrá como mínimo los objetivos, alcances y descripción sucinta de los trabajos para el control de calidad ejecutados desde el inicio de la obra; las cartas de control de las mediciones y pruebas realizadas, y los resultados de otros análisis estadísticos efectuados en toda la obra, para cada material, frente y concepto de obra; el dictamen que certifique que la obra se ejecutó de acuerdo con las características de los materiales, de los equipos de instalación permanente, de los acabados y las tolerancias geométricas especificadas en el proyecto. Como apéndice se incluirá un informe fotográfico que muestre los aspectos más relevantes de la obra terminada. El informe final debe ser firmado por el Jefe de Control de

Calidad y por el Residente o el Superintendente, en cuyo caso el Contratista de Obra lo entregará al Supervisor junto con su estimación de cierre.

Para lo que es el muestreo de materiales asfálticos consiste en obtener una porción representativa del volumen de material asfáltico en estudio. Se realiza en materiales almacenados en uno o varios depósitos, o durante las maniobras de carga, descarga o aplicación. Los materiales asfálticos sólidos o semisólidos se calientan solamente lo indispensable para facilitar su muestreo para la ejecución del muestreo. El equipo a emplear ha de estar en condiciones óptimas para su uso, limpio, completo en todas sus partes y sin desgaste. Consiste fundamentalmente en un muestreador, formado por un recipiente metálico o de vidrio, convenientemente lastrado y provisto de un tapón o corcho que pueda retirarse desde el exterior mediante una cadena o cordel. El recipiente ha de estar sujeto al extremo de una varilla metálica o de madera, o bien a otro cordel, de tal forma que estando tapado y con la boca hacia arriba pueda sumergirse hasta la profundidad deseada.

2.8. Programación de Obras.

Un programa de obra casi siempre está en forma de gráfica de barras, este programa cuenta para una obra cualquiera las operaciones, la cantidad, la unidad y el tiempo de construcción de cada concepto de obra, también muestra las fechas de inicio y terminación de cada concepto y de toda la obra en general. Es necesario insertar un espacio para indicar la cantidad real de trabajo terminado de cada concepto en un tiempo dado, con esto se puede ver en fin de semana o de mes si se realiza un buen adelanto real de la obra y ver si la construcción de la obra va de acuerdo al proyecto.

La base para la construcción de los programas de obra, son los rendimientos de los precios unitarios aplicados a las cantidades de obra de los planos con base en los procedimientos constructivos derivados de las especificaciones.

Entonces el programa debe representar la idealización de la secuencia lógica coherente de las actividades necesarias para la realización de los proyectos de construcción y para llegar a esto, se recomienda el siguiente esquema:

Concepto o Actividad	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Duración

Para la construcción del diagrama de Gantt usando este esquema se deben utilizar los rendimientos de los precios unitarios del concepto o actividad de que se trate, con lo cual se logra correlacionar el costo con el tiempo de ejecución y así se logra tener una conciencia clara del comportamiento del proceso de construcción.

Una vez elaborado el plan de trabajo para la realización de un proyecto, es necesario incorporar los recursos suficientes para hacerlo factible. Estos recursos deberán determinarse para cada una de las actividades que integran el plan. La incorporación de los recursos es parte de la programación. Es importante señalar que dentro del análisis de la programación, se deben destacar las actividades críticas que influyen directamente en el avance de la construcción.

Conociendo el tiempo óptimo y el tiempo normal de ejecución estamos en condiciones de analizar el presupuesto, como es sabido el presupuesto de un

proyecto consta de tres elementos, los conceptos, la cantidad y los precios unitarios y si se sabe que la base de los precios unitarios son los rendimientos entonces el análisis se debe centrar en éstos.

Para el análisis de los rendimientos se recomienda la utilización de la siguiente fórmula:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{COSTO MÁXIMO} - \text{COSTO NORMAL}}{\text{DURACIÓN NORMAL} - \text{DURACIÓN MAXIMA}} = \$/\text{TIEMPO OPTIMO}$$

Como se puede observar, la fórmula es muy objetiva para el análisis de los presupuestos y definir si el presupuesto realmente refleja el comportamiento real de la obra respecto al tiempo de ejecución y características particulares de la construcción.

Preparación de un programa de obra.

Antes de todo se tiene que dividir el proyecto en sus respectivos conceptos de obra, se determinaran los volúmenes a construir y para cada cantidad de trabajo se se tendrá que estimar su tiempo o rapidez de trabajo, es necesario a este tiempo determinado, descontarle una cantidad de tiempo apropiada para tiempos no considerables como las lluvias y algún mal tiempo.

Al tener la rapidez con la que debe llevarse a cabo la construcción de la obra se debe de tener en cuenta la economía de la obra. Debe de tenerse el numero de obreros y cuadrillas para el tipo de trabajo y así mismo tener sus respectivos

rendimientos para en base a eso realizar el programa de mano de obra, la maquinaria se tendrá que estudiar de una buena manera para poder sacar sus rendimientos de cada maquina para cada concepto de obra y ver que tipo de equipo es el mas apropiado para ese mismo concepto, así mismo elaborar el programa de maquinaria de obra. Es importante tener en cuenta los materiales que se emplearan en la obra ya que se deberá de escoger materiales de buena calidad y los correctos para cada tipo de construcción, elaborando un programa de los materiales de la obra. Así mismo se tendrá que contar con un personal técnico y administrativo de tal obra que se realizara un programa necesario para este personal.

Diagrama de Gantt

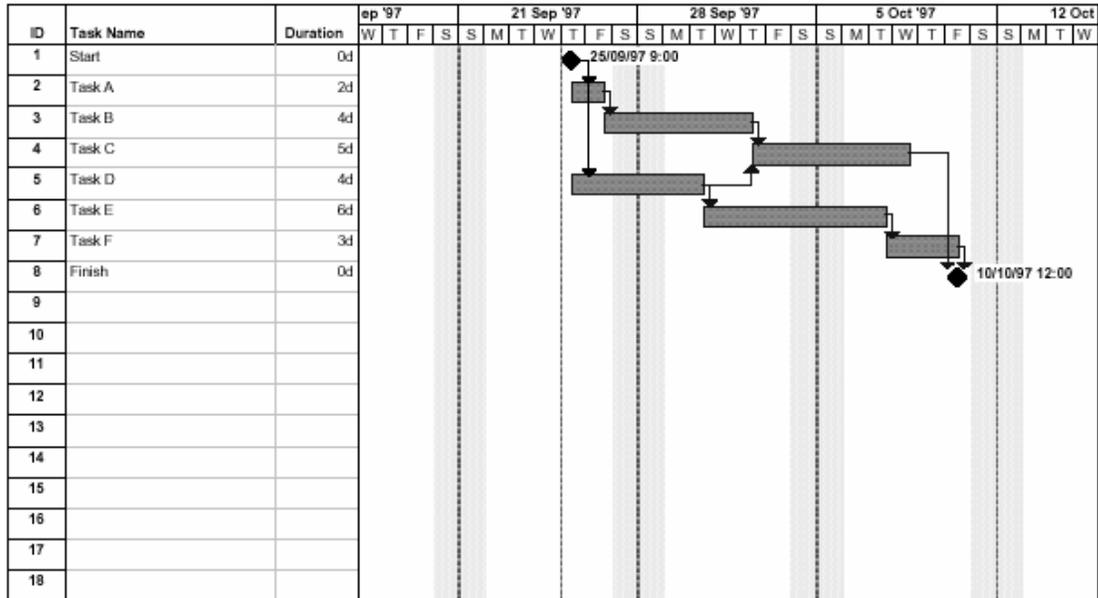
Este diagrama es una representación gráfica de información relacionada con la programación de cualquier obra. “En su forma típica, las actividades a realizar u otros elementos del proyecto se enlistan hacia abajo en el lado izquierdo de la gráfica, las fechas se muestran en la parte superior, y las duraciones de las actividades se muestran como barras sujetas al tiempo considerado”.

Este método fue desarrollado en 1917 por Henry Gantt.

Principales características:

- Muestra las actividades que se van a ejecutar de proyecto bajo la forma de barras proporcionales al tiempo.
- Su eje horizontal corresponde al tiempo, mientras que el vertical a las actividades.
- Son simples de preparar y fáciles de comprender.
- Por si sola, es una herramienta insuficiente para la planificación y control ya que no necesariamente muestra la secuencia lógica de las actividades.

Forma típica de un diagrama de Gantt



CAPITULO 3

MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se abordarán las generalidades del proyecto, el resumen ejecutivo, el entorno geográfico e informe fotográfico, estudio del tránsito y las alternativas de solución; concluyendo con una solución del proyecto, única para el correcto funcionamiento y comportamiento del camino ya mencionado.

3.1. Generalidades.

El desarrollo de este trabajo de tesis es referente al proceso de construcción del La Pavimentación Asfáltica del Camino Jucutacato – Cutzato Sub-tramo: del Km. 0+000 al Km. 3+500, Municipio de Uruapan en el Estado de Michoacán teniendo el 0+000 en el poblado de Jucutacato Mich.

3.1.1. Objetivo.

El objetivo de este proyecto es rehabilitar el pavimento existente por medio de un buen procedimiento de construcción del tramo ya mencionado cumpliendo con los requerimientos de vialidad, y control de calidad adecuada y así mismo brindar la seguridad y comodidad necesaria al usuario que transita por esta vía tan importante. Con la ejecución del proyecto se obtendrá una mejoría en la infraestructura de comunicaciones del municipio de Uruapan, beneficiando directamente a las poblaciones de Jucutacato Y Catzato, que contarán con un mejor vínculo con el resto del municipio, lo que traerá grandes beneficios en las actividades económicas del

municipio y la región. En general la ejecución del proyecto beneficiará directamente a una población total de 2,439 personas.

3.1.2. Alcance del proyecto.

En el presente trabajo se da a conocer el procedimiento constructivo del tramo carretero antes mencionado, el cual es de gran importancia tanto para Cutzato, como toda su Zona de Influencia ya que Cutzato se desempeña por su actividad económica de agricultura y ganadería, siendo el mayor punto de comercio en la zona, además de la extracción de cobre. El mejoramiento de este camino es necesario ya que la superficie existente se encuentra en mal estado, la carpeta asfáltica esta dañada, por lo que se procederá a un mejoramiento de la estructura de pavimento, así como el seguimiento del control de calidad de la obra y el correcto manejo de la normatividad aplicada para caminos y carreteras.

3.2. Resumen Ejecutivo.

Dentro de este trabajo de rehabilitación del pavimento se realizó un estudio de la estructura del pavimento existente ya que se presentan problemas severos en la superficie de rodamiento y varias deformaciones que al circular son notables y riesgosas, se elaboraron los estudios necesarios de ingeniería de acuerdo a los trabajos de topografía, geología, geotecnia, impacto ambiental y el diseño de la estructura nueva. Así como los costos del proyecto dentro del procedimiento de construcción. Se realizó un informe fotográfico para apreciar los problemas antes

mencionados; las fallas estructurales, el estado actual de la superficie de rodamiento y los tipos de vehículos que circulan por el tramo.

Se realizaron sondeos mediante pozos a cielo abierto para así mismo obtener la calidad de la carpeta asfáltica actual, la base hidráulica y sub-base, conociendo la calidad y el estado actual de cada capa y sus materiales respectivos. Al realizar estos sondeos se encontró que la carpeta tenía un espesor de 3 cm., y 15 cm. de revestimiento de terreno natural. Se estudiaron los bancos de materiales, analizando muestras de material propuesto y verificando que cumplan con las normas de calidad para la SCT, para cada capa de la estructura de pavimento, así mismo verificar que los bancos a usar no tengan problemas para su explotación y que no tengan ningún problema ecológico y de impacto ambiental.

Los tipos de fallas presentados en el tramo son grietas en la carpeta tipo Piel de cocodrilo la cual presenta roturas longitudinales y transversales, con separación menor que 15 cm, y con abertura creciente según avanza el deterioro. Generalmente presenta hundimiento del área afectada, esta es una falla estructural en la carpeta porque ha llegado a su vida útil el pavimento; otra falla en la pérdida de base (calavera o bache superficial) en el que se presenta Desprendimiento del material de la base en la que se apoya la capa de rodadura (carpeta) después de la pérdida de ésta; la falla es debido la Insuficiente penetración (< 0.5 cm) del riego de imprimación en la base hidráulicas, o a la dosificación insuficiente de ligante (asfalto) en base tratada con cemento asfáltico, aplicado en caliente, diluido o emulsificado.

De acuerdo a las necesidades del tramo y viendo las diferentes alternativas de solución, en la mayoría del tramo existen fallas por asentamientos y deformaciones longitudinales y transversales, estos tipos de falla son estructurales, por la baja resistencia al esfuerzo cortante de la terracería, es necesario mejorar la estructura de la siguiente manera:

De la carpeta existente se escarificará y se le adicionara material pétreo de banco para así formar la capa de sub-base hidráulica de un espesor de 20 cm. Compactos al 100% del peso volumétrico seco máximo (P.V.M.S.) AASHTO Modificada, se construirá una base hidráulica con un espesor de 20 cm. Compactos al 100% del peso volumétrico seco máximo (P.V.M.S.) AASHTO Modificada, para la cual se utilizara material pétreo de banco, al cual se le dará el tratamiento de cribado para producir el material a tamaño máximo de 2" a finos. La ejecución de los trabajos cumplirá con lo indicado en las normas de Construcción e Instalaciones Vigentes de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes; con el objeto de proteger la perdida de humedad a la capa de Base Hidráulica se dará un riego de Impregnación para lo cual se utilizara emulsión asfáltica tipo rompimiento lento, misma que se deberá elaborar con cemento asfáltico AC-5 y aplicar en proporción de 1.5 a 1.8 Lts./m², debiendo incluir los taludes, previamente al riego de impregnación deberá estar la superficie de la base hidráulica superficialmente seca y barrida, poreando la impregnación a razón de 5 Lts./m², para el poreo se recomienda utilizar arena de banco; se construirá la carpeta asfáltica de un espesor de 5 cm. Compactos al 95% de su P.V.M.S., siendo el tipo de mezcla en el lugar. Para la construcción de la carpeta asfáltica se utilizara material de banco, al cual se le dará tratamiento de cribado para producir el material a tamaño máximo de ¾ a finos. Para la elaboración

de la carpeta asfáltica se utilizara emulsión asfáltica elaborada con cemento asfáltico AC-20 de rompimiento medio, previamente al a construcción de la carpeta asfáltica se barrera la superficie de la capa de base hidráulica. Antes de tender la carpeta asfáltica se aplicara un riego de liga con emulsión asfáltica elaborada con cemento asfáltico AC-5 de rompimiento rápido en proporción de 0.6 Lts./m². Y finalmente se le aplicara un riego de sello con el objeto de formar una superficie de desgaste y antiderrapante, se aplicara un riego de sello tipo 3-A, para lo que se utilizara material pétreo de banco en una proporción de 12 Lts./m². de material pétreo y emulsión asfáltica de rompimiento rápido, en proporción de 1.7 Lts./m². previamente a la aplicación del riego de liga para sello, se barrera la superficie de la carpeta asfáltica.

3.3. Entorno Geográfico.

En el presente tema se abordara la macro y micro localización de la zona de trabajo y de la región del poblado de Jucutacato, se estudiará la topografía, la geología, la Hidrología y el uso del suelo de esta región.

3.3.1. Macro y Microlocalización.



Fig. 1. Ubicación del camino, pudiéndose apreciar el camino Jucutacato – Cutzato marcada la zona en estudio.

En esta figura 1 se representa la zona en estudio con los kilometrajes ubicados del Km. 0+000 al 3+500 y sus poblaciones colindantes, siendo el centros turísticos de mayor importancia La Tzararacua Cascada ubicada a 7 Km. Por la carretera a Lázaro Cárdenas, de acuerdo con la pagina de Internet //www.michoacan-travel.com.

MICROLOCALIZACIÓN

Localidad de Jucutacato, Estado de Michoacán

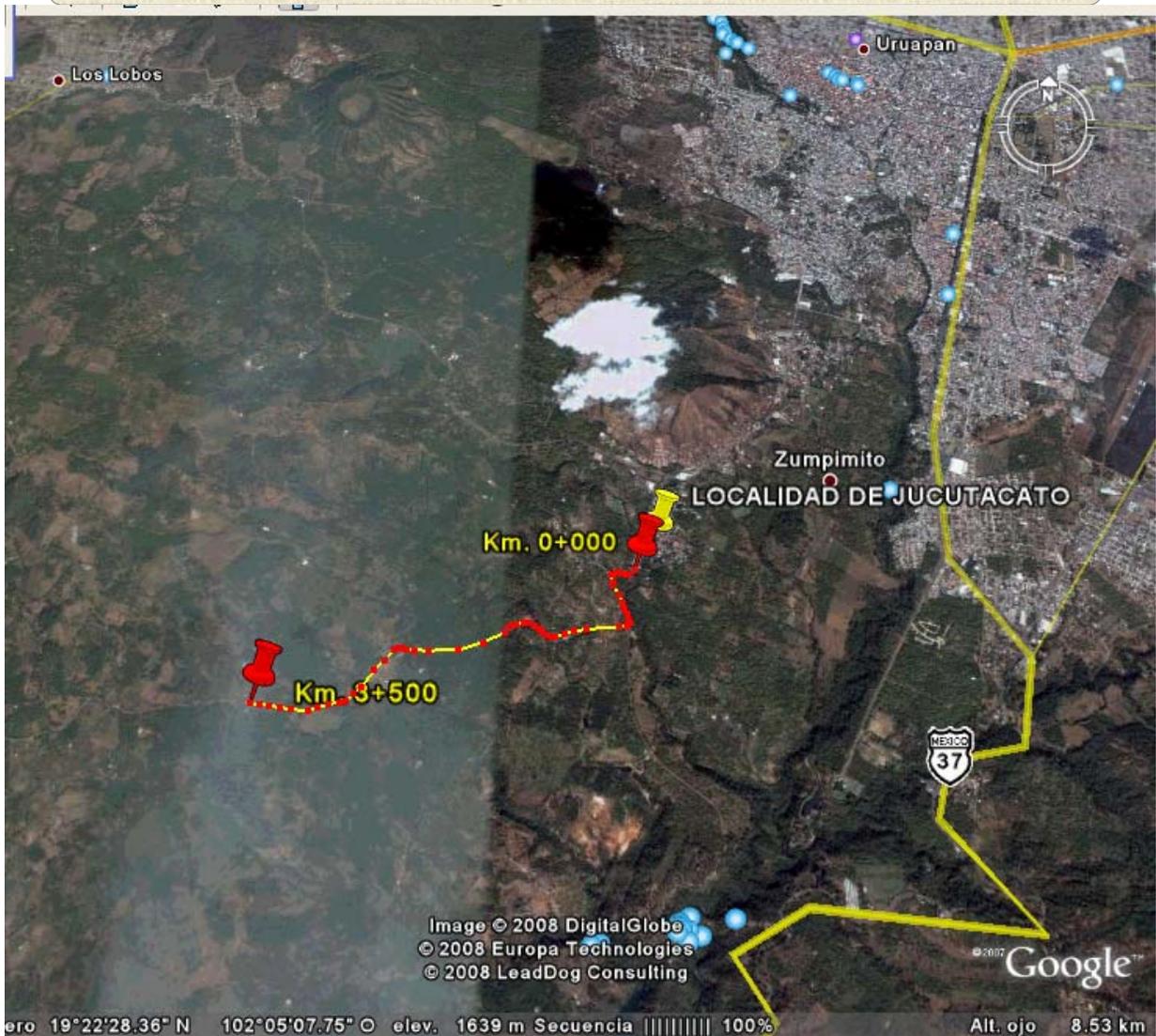


Fig. 2. Ubicación de la zona del tramo, mediante foto satelital.

En la figura 2 se representa el tramo a reconstruir más a detalle con los kilometrajes ubicados, por medio de esta foto satelital tomada a una altura de 8.53 Km, de acuerdo con el programa satelital Google Heart.

3.3.2. Topografía Regional y de la Zona en Estudio.

El camino se localiza al SE de la Ciudad de Uruapan en la parte centro Oeste del Estado de Michoacán a una altura sobre el nivel del mar de 1600 m, con coordenadas geográficas del tramo son 19° 22' 40" de Latitud Norte y 102° 04' 39" de Longitud Oeste. Por estar a una distancia de 3 km. Del municipio, este limita al norte con Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan, al sur con Gabriel Zamora, y al oeste con Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Los Reyes. Su distancia a la capital del Estado es de 120 Km. según la pagina de Internet //www.mexico.pueblosamerica.com.

3.3.3. Geología Regional y de la Zona en Estudio.

De acuerdo con la pagina de Internet //www.mexico.pueblosamerica.com. Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

3.3.4. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio.

La hidrografía de la zona se constituye por el río Cupatitzio, Salto Escondido y Cupatitzio y la cascada conocida como La Tzaráracua.

El clima regional es templado y tropical en verano, Tiene una precipitación pluvial anual de 1, 759. 3, milímetros y temperaturas que oscilan entre 8. 0 a 37. 5 grados centígrados.

3.3.5. Uso de Suelo Regional y de la Zona en Estudio.

De acuerdo con la pagina de Internet [//www.mexico.pueblosamerica.com](http://www.mexico.pueblosamerica.com). Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero

Agricultura

Es una actividad preponderante en el municipio, siendo sus principales cultivos: el maíz, aguacate, durazno, y hortalizas como jitomate, chile, calabacita y se practica el control de plagas.

Turismo

El potencial turístico del municipio es muy importante ya que los recursos naturales y arquitectónicos con los que cuenta aunado a la calidad de gente hacen de Uruapan un polo de desarrollo turístico altamente atractivo.

Comercio

El municipio cuenta con aproximadamente 1,158 comercios clasificados en 80 giros de los cuales el 11.6% son de abarrotes, el 8% farmacias, el 6.6% abarrotes con venta de vinos, el 5.7% tiendas de ropa, el 5.1% refaccionarais y accesorios para autos y aviones, el 4.8% son papelería e imprentas, el 4.5% de zapaterías y el 4.3 por ciento de ferreterías.

3.4. Informe Fotográfico.

Se presenta un informe fotográfico en el que se observa el tipo de terreno y cobertura vegetal, los problemas de drenaje superficial, el estado físico actual del tramo, los vehículos que circulan por esta vía y los obstáculos especiales del camino de Jucutacato – Cutzato del Km. 0+000 al 3+500.

3.4.1. Tipo de Terreno y Cobertura Vegetal.

En esta zona del tramo a reconstruir tenemos un tipo de terreno plano y lomerío con una cobertura vegetal de plantas.



Se puede apreciar el tipo de vegetación que se presenta en esta zona, se aprecia la planta de pinos y aguacate otras especies como se muestra en la foto A, Teniendo un clima templado y tropical en verano.

FOTO A

3.4.2. Problemas de Drenaje Superficial.

Dentro del camino ya mencionado se percibe que el drenaje superficial es muy escaso, debido a tal consecuencia hay problemas sobre la superficie de rodamiento habiendo deformaciones en la estructura y la carpeta destruida, por tal motivo es necesaria la construcción de obras de drenaje nuevas como cunetas, alcantarillas, bordillos, lavaderos, etc.



FOTO B



FOTO C

En las fotos B y C se aprecian las cunetas que se hicieron, el agua empieza a socavar los hombros del camino, por tal motivo es necesario tener cunetas de concreto para el buen funcionamiento del camino y un buen mantenimiento del mismo.

3.4.3. Estado Físico Actual.

Enseguida se presenta el estado en que se encuentra la superficie de rodamiento del tramo en cuestión, ya que es muy importante este punto porque de acuerdo al estado del camino y algunas pruebas a la estructura, así es el buen procedimiento constructivo a seguir.



FOTO D



FOTO E

En las fotos D y E se aprecia el estado en que se encuentra el camino, las malas condiciones en que se encuentra la carpeta asfáltica, se observan las deformaciones en el camino; provocadas por la falta de obras complementarias y una mala estructura del camino, la carpeta tiene un desgaste excesivo ya que es necesario su buena reparación de la misma.

3.4.4. Vehículos que circulan por la vía .

En este apartado se ve los tipos de vehículos que circulan por el tramo, es muy importante el tipo de carros que transitan por la vía, ya que de acuerdo a los tipos de vehículos y el número de los mismos se diseña la estructura y la carpeta asfáltica de la carretera en cuestión, en las siguientes fotos se aprecian algunos vehículos transitando por la vía.



FOTO F



FOTO G

Los tipos de vehículos que circulan por este camino son los “Ap”, coches y más frecuentemente camionetas pick-up, también son muy frecuentes los “Ac”, camionetas de doble rodado por el comercio al que se dedica esta zona como se muestra en las fotos F y G. Los camiones de carga que circulan por esta vía son por temporadas, los microbuses son frecuentes por la ruta que llevan de Jucutacato a

Cutzato pasando por la localidad de el Durazno; siendo que este camino es de gran importancia y muy necesario para el usuario que transita por el.

3.4.5. Obstáculos Especiales.

Dentro de los obstáculos especiales se encuentran varios vados sobre el tramo de Jucutacato – Cutzato, uno de los mas interesantes es el que se muestra en la foto siguiente, ya que el nivel del agua arrebase la superficie de rodamiento y de acuerdo a estas consecuencias es una destrucción fuerte del camino, por tal motivo es muy necesario la construcción de varios puentes en el tramo.



Es esta imagen se aprecia un obstáculo sobre el camino, la presencia de un arroyo, que en tiempo de lluvias afecta considerablemente al camino. La solución a esta situación es la construcción de un puente.

FOTO H

3.5. Estudio de Transito.

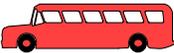
Este punto trata sobre el estudio del tránsito, realizando los aforos en el camino para determinar el tipo y clasificación de los vehículos que circulan por la vía; ya que es fundamental el volumen de tránsito para determinar el tipo de camino que se va a proyectar, así como la estructura de pavimento a colocar.

3.5.1. Tipo y Clasificación de los Vehículos.

Los vehículos los clasificamos de la siguiente manera:

- a) Vehículos ligeros menores de 3 toneladas -----“A”
- b) Transporte público de pasajeros ----- “B”
- c) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 2 ejes ----- “C2”
- d) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes ----- “C3”
- e) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes y remolque de 2 ejes -----“T3S2”
- f) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes y remolque de 3 ejes ----- “T3S3”
- g) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes, remolque de 3 ejes y semiremolque de 4 ejes -----“T3S3 R4”

EN LAS SIGUIENTES FIGURAS SE APRECIA MEJOR LA CLASIFICACIÓN DEL TRANSITO

A		T3S2	
B		T3S3	
C2		T3S2-R4	
C3		OTRO	

3.5.2. Aforo Vehicular.

El resultado del estudio se representa mediante una gráfica indicadora del comportamiento y variación vehicular horaria, en esta gráfica se determinan los períodos de mayor afluencia (picos). Asimismo, cabe mencionar que el estudio se desarrolló en dos puntos de referencia; los cuales fueron el Km. 0+000 hacia la localidad de Jucutacato y en el Km. 3+500 hacia el Durazno, tratando con ello de situarse en las zonas de mayor afluencia.

RESUMEN DE AFOROS

DIA	TRANSITO (Vehículos)								
	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S3R4	OTROS	TOTAL
04-Oct	315	4	3	2	2	0	0	2	328
	96.03%	1.22%	0.91%	0.60%	0.60%	0.25%	0.00%	0.60%	100.00%
05-Oct	380	4	5	2	1	0	0	5	397
	95.72%	1.00%	1.26%	0.50%	0.67%	0.00%	0.00%	1.26%	100.00%
06-Oct	285	4	8	1	3	0	0	2	303
	94.06%	1.32%	2.64%	0.33%	0.99%	0.00%	0.00%	0.66%	100.00%
PROMEDIO	327	4	5	2	2	0	0	5	343

Los volúmenes de tránsito medidos son bajos, la afluencia promedio de los tres días de aforo durante 12 Hrs. diarias es de 420 vehículos, en ambos sentidos.

Calculando el tránsito diario promedio anual con 24 hrs. diarias durante 1 año, aplicándole un porcentaje del 72% por lo que no todos los días es el mismo tránsito que circula por la vía, por consiguiente se divide entre el número de días del año para sacar el TDPA.

$$\text{TDPA} = \frac{343 \times 24}{12} = 686 \text{ Vehículos/24hrs.} \times 365 \text{ días}$$

TDPA = 250,390 Vehículos/año, se aplicara un 72%

$$\text{TDPA} = 250,390 \times 72\% = 180,280.8 / 365 = 494$$

Calculando el tránsito diario promedio anual nos arroja lo siguiente:

$$\boxed{\text{TDPA} = 494 \text{ Veh/día}}$$

Por lo que se considera un camino tipo C, siendo su TDPA entre 50 a 500 Veh/día.

3.6. Alternativas de Solución.

En este tema se abordaran algunas soluciones a la reconstrucción del tramo de Jucutacato - Cutzato de acuerdo a los estudios ya realizados en el tramo; analizando los sondeos para verificar la estratigrafía de la estructura y el estado actual de la superficie de rodamiento, las deformaciones en la carpeta, etc.

3.6.1. Planteamiento de Alternativas.

* Debido a que existen varios tipos de fallas una es la deformación de la carpeta sobre roderas teniendo desprendimiento del material pétreo; la falla es debido a una mezcla excedida de asfalto con temperatura inferior a la necesaria y un material pétreo húmedo, una solución al problema es levantar la carpeta vieja y construir una nueva.

* Otra falla es que existe un agrietamiento en la carpeta llamado piel de cocodrilo desprendiéndose el material pétreo; esta es una falla estructural en la carpeta porque

ha llegado a su vida útil el pavimento y otra de las alternativas que se pueden presentar es cortar y abrir caja para una nueva subrasante una nueva base hidráulica y construir una nueva carpeta.

* Existen en algunos tramos ondulaciones transversales algo ligeras sobre la carpeta; es una falla por mal compactación de la carpeta, si se sigue incrementando la ondulación por el tránsito una alternativa sería realizar una sobrecarpeta.

3.6.2. Alternativas a usar.

Esta opción que se tomo tendrá una inversión justa por la necesidad del camino y un buen beneficio para la comunidad. En cuestión del impacto ambiental se selecciono una alternativa de menor daño al ecosistema de la zona, ya que no se atacaran bancos de material en exceso; cabe mencionar también los cambios de temperatura que existen en esta zona, no son muy variables;

Los materiales que fueron empleados en la construcción del camino fueron mala calidad en toda la longitud del tramo; Por lo anterior, se propone que la nueva subbase se conforme con una mezcla de material y carpeta existente, para así mismo aumentar su VRS adicionándole material de banco y lograr una buena calidad de esta capa.

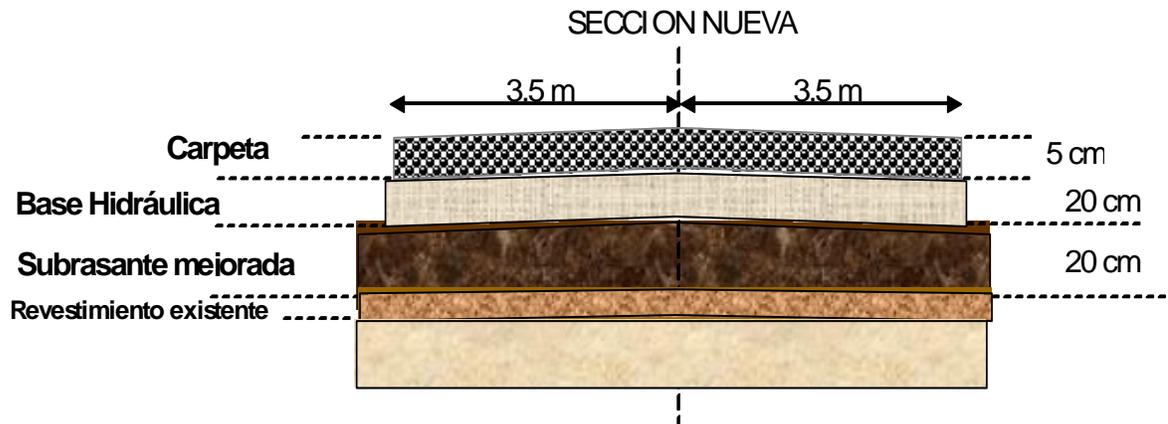
De acuerdo a los sondeos realizados y a la revisión de la estratigrafía del tramo y de acuerdo a las necesidades del tramo, es necesario mejorar la estructura de la siguiente manera:

1.- De acuerdo a la norma N-CSV-CAR-4-02-001/03 de la SCT Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos; Se recuperara un espesor de 15 cm, de carpeta existente, y el mejoramiento existente a este material recuperado se le incorporara

material de banco con gravas y aumentar su VRS; así mismo se obtendrá una subbase de 20 cm. de espesor.

2.- Se realizara una base hidráulica nueva de 20cm de espesor de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-04-002/00 de la SCT.

3.- Se construirá una carpeta de 5 cm de espesor compactos, con mezcla asfáltica en el lugar de granulometría densa, de acuerdo a la norma N-CSV-CAR-3-02-005/02.



CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En este capítulo se abordará lo referente a la metodología de investigación, definiendo el método de investigación empleado el cual consiste en método matemático – analítico con enfoque cuantitativo definiendo este concepto así también se define el alcance de la metodología de investigación.

El presente estudio se desarrolló partiendo de la ubicación de un tramo carretero, para posteriormente verificar si se contaba o no con el proceso constructivo de la rampa de emergencia.

Después fue preciso recurrir a la investigación documental para recopilar la información teórica que soportara la revisión de dicho proyecto. Así, fue necesario establecer el encuadre metodológico para definir el alcance e instrumentos de recopilación de datos.

Posteriormente se realizó la captura de datos en una hoja de cálculo diseñada en el programa computacional llamado Excel, después se procedió a plasmar los resultados en planos y gráficos llevados a cabo en los programas Autocad y Opus respectivamente y se contrastó con la teoría recabada, haciendo un análisis minucioso del proceso constructivo hasta establecer las conclusiones que dieran cumplimiento al objetivo de investigación de esta tesis.

4.1 Método empleado.

El método a emplear la investigación fue el método científico deductivo, ya que éste presenta la característica de ir de lo general a lo particular. Este método parte de datos generales aceptados como verdaderos, para inferir, por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones. El método deductivo consta de las siguientes etapas:

- Determinar los hechos más importantes, del fenómeno por analizar.
- Deduce las relaciones constantes de naturaleza que dan lugar al fenómeno.
- Con base en las deducciones anteriores, se formula una hipótesis.
- Del proceso anterior se deducen leyes.

Dentro del método deductivo se encontró el método matemático – analítico que aplica a esta investigación:

- a) Método matemático.- Es en el que se comparan cantidades para obtener nociones derivadas, de importancia, valor económico y capacidad.

“En cualquier investigación que asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y éstas se tomen en cuenta para afirmar o negar algo, se está aplicando el método cuantitativo” (Mendieta,2005;49).

- b) Método analítico.- “Este método distingue los elementos de un fenómeno y permite revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado, como lo hace la física, la química y la biología, disciplinas que lo aplican, para luego, a partir

de él y de la experimentación de un gran número de casos, establecer leyes universales”. (Jurado,2005;2).

4.2 Enfoque de la investigación.

El enfoque de esta investigación será de carácter cuantitativo, ya que ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, otorga el control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de éstos. De la misma forma, brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares.

Otra característica por la que se usaran los métodos cuantitativos es porque son los más usados por las ciencias llamadas “exactas” como son la Física, la Química y Biología.

4.2.1 Alcance.

Una vez hecha la revisión de la literatura, de la investigación vale la pena y se realizara, el siguiente paso consiste en visualizar el alcance del estudio a efectuar.

En los estudios cuantitativos como el de esta investigación, esto ocurre antes de elaborar la o las hipótesis, definir o elegir un diseño de investigación y recolectar datos.

El diseño, los datos que se recolectan, la manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación son distintos en estudios

exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos, trátense de investigaciones cuantitativas, cualitativas o mixtas.

Para nuestra investigación realizaremos estudios descriptivos; estos por lo general fundamentan las investigaciones correlacionales, las cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y son altamente estructurados.

Como menciona Danhke (1989), los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

Estos estudios pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. Desde luego, pueden integrar las mediciones o información de cada una de dichas variables o conceptos para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés; su objetivo no es indicar cómo se relacionan las variables medidas.

4.3 Diseño de la investigación.

Para esta investigación le corresponde el tipo de diseño no experimental, no obstante para su clasificación los investigadores han tomado los siguientes factores en cuenta: su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, en los cuales se recolectan datos.

Según Hernández S. Roberto y Cals. (2004), en algunas ocasiones la investigación se centra en: a) analizar cual es el nivel, estado o la presencia de una o diversas variables en un momento dado; b) evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo, c) determinar o ubicar cual es la relación entre un conjunto de variables en un momento. En estos casos el diseño apropiado (bajo un enfoque no experimental) es el transversal o transeccional.

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su finalidad es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede.

4.4 Instrumentos de recopilación de datos.

Para la investigación la recopilación de datos se realizó utilizando como instrumentos la investigación documental, la observación cuantitativa y los programas computacionales.

Para los estudios cuantitativos como es nuestro caso es frecuente que se incluyan varios tipos de cuestionarios al mismo tiempo que pruebas estandarizadas y recopilación de contenidos para análisis estadístico.

Según Hernández S., Roberto y Cals. (2004), recolectar los datos implica:

- a) Seleccionar uno o varios métodos o instrumentos disponibles o desarrollarlos, tanto cuantitativos como cualitativos, dependiendo del enfoque del estudio, del planteamiento del problema y de los alcances de la investigación.

- b) Aplicar los instrumentos.
- c) Preparar las mediciones obtenidas o datos levantados para analizarlos correctamente.

4.5 Descripción del procedimiento de investigación.

El proceso que se siguió para llevar a cabo nuestra investigación fue en primer termino la recopilación de datos por medio de la observación en donde aprecio y registro las características físicas del estado actual de la rampa de emergencia, como son tipo de suelo sobre el que se encuentran su acceso, tipo de vegetación, escurrimientos superficiales y arroyos o canales que lo crucen; así como ancho de calles, tipo de señalamiento tanto horizontal como vertical, apariencia de su tipo de material de la cubeta, espesor de su carpeta asfáltica; además observamos los tipos de vehículos que circulan a través del camino principal.

Después recurrimos a la investigación documental para averiguar características de la región de una manera más formal y certera. También se consultaron los datos estadísticos de la zona en estudio como son cantidad de habitantes, actividades de la población, geología de la región, hidrología de la región, uso de suelo; además se obtuvieron aforos reales del camino directo para saber la cantidad y tipo de vehículos que circulan por esta vía.

Una vez que se obtuvieron todas las bases técnicas se llevo a cabo la comparación y revisión del diseño actual del entronque Caracha, por medio de programas computacionales, los cálculos realizados se efectuaron y plasmaron en

por medio efectuados con los programas Autocad y Opus, el primero programa para dibujo, perspectivas en tres dimensiones, cálculo de áreas y volúmenes y crear ambientes arquitectónicos; el segundo es un programa base para la realización de análisis de precios unitario, entre otras cosas.

De esta forma se procedió para llegar a las conclusiones y modificaciones que se le realizaron a la actual rampa de emergencia.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se abordará el procedimiento constructivo real de la obra, comenzando primeramente con corte, terraplén, acarreo a 1er. kilómetro, acarreo a kilómetros subsecuentes, la construcción de la sub-base y base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga, carpeta asfáltica en frío, concreto en muro $F'c=250\text{kg/cm}^2$ y acero de refuerzo.

5.1 Corte.

En esta parte se va a describir el procedimiento constructivo de corte del material, que se realiza a cielo abierto en terreno natural con el objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo al proyecto.

Para esta Rampa de emergencia se realizan los trabajos de corte de acuerdo con la norma N-CTR-CAR-1-01-003/00 para la ejecución de este concepto se cumplió con la norma antes mencionada, como se describe a continuación:

Se inició con el despalme del terreno natural mediante una excavadora como se muestra en la foto núm. 1, y posteriormente se realizó el concepto de corte por medios mecánicos y se utilizó una excavadora y después de haber realizado el trabajo antes mencionado se realizó la compactación del terreno natural mediante un rodillo vibratorio como lo marca la foto núm. 3.



FOTO NÚM. 1



FOTO NÚM. 2



FOTO NÚM. 3

5.2 Terraplén.

Continuando con el proceso constructivo, se entiende por terraplén estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de banco con el fin de de obtener la subrasante que indica el proyecto.

Para esta Rampa de Emergencia se construye en base a la norma N-CTR-CAR-1-01-009/00 para la ejecución de este trabajo se cumplió mediante las pruebas de laboratorio que se realizaron, a la calidad de los materiales de banco así como a la compactación, se suministrara material producto de banco mediante volteos de 14m³, se tendera el material mediante una motoconformadora en capas de 20 cm. como se observa en la foto num. 4, y se compactara mediante rodillo vibratorio hasta alcanzar el 90% de su PVSM.



FOTO NÚM. 4



FOTO NÚM. 5

5.3 Acarreo a 1er. Kilómetro y acarreo a kilómetros subsecuentes.

Continuando con la Construcción de Rampa de Emergencia se procederá, al acarreo que es el transporte del material producto del corte al sitio del banco de desperdicio al primer kilómetro como lo marca la norma N-CTR-CAR-1-01-013/00 se realiza utilizando el equipo siguiente: volteos de 14m³ que depositaran el material en bancos de desperdicio ya que debido que es una arcilla no es recomendable para se

reutilizada en el terraplén a construir, en la foto núm.6 y 7 se observan los trabajos de acarreo al primer km y al km subsecuente .



FOTO NÚM. 6



FOTO NÚM. 7

5.4 Sub-base.

Siguiendo con el proceso constructivo se realiza la colocación de sub-base como lo marca la norma N-CTR-CAR-1-04-002/00, que es una capa de materiales pétreos que se construye sobre la subrasante cuyo destino principal es proporcionar un apoyo uniforme a la base de la carpeta asfáltica.

En la realización de este concepto se ocupó la maquinaria siguiente: Motoconformadora, pipa con agua, compactador vibratorio, dando inicio con extender material con la motoconformadora se le incorporara agua con la pipa para obtener la humedad igual a la óptima y se tendera el material con la motoconformadora

formando una capa de 20cm para posteriormente compactarla con un compactador vibratorio quedando compactada al 95% de su peso volumétrico seco máximo.



FOTO NUM. 8

5.5 Base hidráulica.

Se prosigue a colocar la base como lo marca la norma N-CTR-CAR-1-04-002/00, esta se construye sobre la sub-base cuya función principal es proporcionar un apoyo uniforme en la carpeta asfáltica, soporta las cargas que estas le transmiten amortiguando los esfuerzos inducidos y distribuyendo adecuadamente a la capa inmediata superior, otorgando a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Se iniciarán los trabajos revisando que la sub-base cumple con las compactaciones y este nivelada según proyecto, se inician los trabajos de suministro de material para base en camiones de 14m³ sobre la sub-base en estaciones de

20m, en tramos que no sean mayores a los que en un turno se trabajen posteriormente entra la motoconformadora acamellonandolo el material para suministrarle agua mediante una pipa hasta que tenga la humedad óptima necesaria para la compactación y después tenderlo, para que inicien los trabajos de compactación de la base con un vibro compactador

5.6 Riego de impregnación.

Continuando con el proceso constructivo se realizará el riego de impregnación, consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento con objeto de impermeabilizar y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para este caso se utilizara emulsión de rompimiento lento ya que de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-04-004/00, este concepto se puede dejar de realizar siempre y cuando si la capa a construir encima sea una carpeta asfáltica con un espesor mayor o igual a diez centímetros.

En todo el ancho de la base hidráulica, una vez terminada y aceptada la capa de base hidráulica, antes de que se deteriore ésta o pierda humedad por evaporación, con la finalidad de protegerla, se aplicará el riego de impregnación, para lo cual deberá estar previamente humedecida (de forma ligera), barrida y sin materias extrañas polvo, grasa ó encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido, como enseguida se ve en la foto 9, se protegerán las estructuras que se pudieran manchar con el producto asfáltico.

De forma uniforme se esparcirá la emulsión asfáltica tipo ECI-60 con un contenido de cemento asfáltico de sesenta por ciento 60% aproximadamente, de acuerdo a las normas N-CMT-4-05-001/00, se hará el riego con una petrolizadora equipada con odómetro, medidores de presión, medidores adecuados para el volumen aplicado y su termómetro teniendo la emulsión a una temperatura constante de 60° C dentro del tanque y teniendo un flujo uniforme del material asfáltico sobre la base a impregnar;

la cantidad de emulsión aplicada la variaremos entre 1.2 a 1.5 lts./m², dependiendo de la temperatura ambiente y la textura por impregnar.

No se realizará este trabajo si el clima es desfavorable y con posibilidades de lluvia o que esté lloviendo, si la temperatura está por debajo de los 15° C o cuando la velocidad del viento impida que su aplicación sea uniforme, el equipo con el cual se realiza será una petrolizadora y que primeramente se utilizará una barredora autopropulsada para dejar libre de cualquier contaminación a la base.

Se ajustara la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico de manera uniforme, de tal manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble).

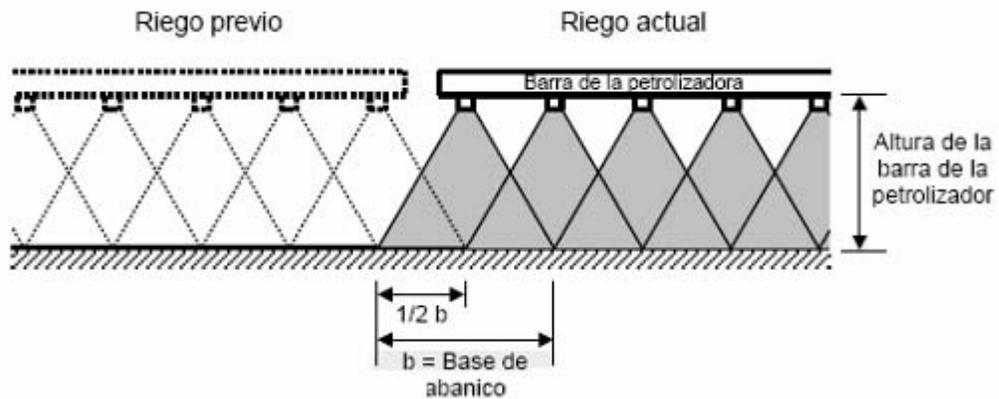


Figura 5.6.1. Recubrimiento doble

5.7 Riego de liga.

Una vez aceptados los trabajos del riego de impregnación se procede a realizar el siguiente concepto que es riego de liga como lo marca la norma N-CTR-CAR-1-04-005/00.

El riego de liga se aplicará una vez fraguado el riego de impregnación que nos servirá para que exista una adherencia adecuada entre el suelo de la base y la carpeta, se realizará el riego de liga con una petrolizadora equipada con odómetro, medidores de presión, medidores adecuados para el volumen aplicado y su termómetro teniendo la emulsión a una temperatura constante de 60° C dentro del tanque y teniendo un flujo uniforme del material asfáltico. Se aplicara uniformemente el riego con emulsión asfáltica de rompimiento rápido tipo ECR-60 con un contenido de cemento asfáltico de sesenta por ciento 60% en una cantidad aproximada de 0.5 lts/m², como se ve en la foto 12; El riego no se aplicara sobre superficies con agua,

cuando exista amenaza de lluvia ó esté lloviendo, cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del asfalto sea uniforme y cuando la temperatura de la superficie por impregnar, esté por debajo de los 15°C.

Se ajustara la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico de manera uniforme, de tal manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), la superficie cubierta por el riego de liga, permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que se construya la carpeta asfáltica.

5.8 Carpeta Asfáltica

Continuando con el proceso constructivo de la Rampa de Emergencia se realiza el concepto carpeta asfáltica en frío y son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y un material modificado.

Se inician los trabajos de suministro de material y emulsión para preparar la carpeta asfáltica en frío, posteriormente se da inicio con la planta mezcladora como se muestra en la foto num. 8 y se revisa que la superficie en la cual se va a colocar es debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de materia extraña polvo grasa o encharcamiento del material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido, se da inicio con el equipo que extenderá el material que es una extendedora móvil, se compactara la carpeta al

95% de su peso volumétrico máximo determinado en el laboratorio, realizándose la compactación de las orillas hacia el centro en las tangentes teniendo un traslape de la mitad del ancho del compactador en cada pasada, se iniciara con un rodillo liso ligero tipo tandem de cuatro (4) a seis (6) toneladas, para lograr el acomodo de las partículas; posteriormente se compactará con el compactador de neumáticos autopropulsado y al final con un rodillo liso tipo tandem con un peso de ocho (8) a diez (10) toneladas, el cual borrarán las huellas dejadas por el neumático, Al terminar la compactación. No se tenderá carpeta asfáltica sobre charcos de agua, ni se programará tendido cuando exista amenaza de lluvia, tampoco cuando la temperatura ambiente este por debajo de los quince grados centígrados (15° C).



FOTO NÚM. 9

5.9 Concreto en muro $F_c=250\text{kg/cm}^2$.

Continuando con el proceso constructivo se realiza la actividad de concreto en muros como la marca la norma N-CTR-CAR-1-02-003/04, es una mezcla de cemento Pórtland, agregados pétreos, agua y aditivos, para formar una mezcla moldeable que

al fraguar forma un elemento rígido y resistente, utilizando una revolvedora para realizar la mezcla del concreto agregándole cemento Pórtland, grava-arena y agua libre de materia orgánica o de cualquier otra sustancia que afecte la calidad del concreto en una proporción adecuada para alcanzar, una resistencia de 250kg/cm², después de colocado el concreto en la cimbra se realizara el vibrado del mismo para eliminar cualquier vació que pueda existir, obteniendo un concreto compactado y con textura uniforme, realizando las pruebas de calidad a concreto, estos muro servirá para confinar el materia que se depositara dentro de ellos como se muestra en la foto numero 10, así mismo su función es detengan los automóviles, tráiler y cualquier tipo de vehiculo que se queden sin frenos.



FOTO NÚM. 10

5.10 Acero de refuerzo con varillas de 3/8.

Se realiza la actividad de acero de refuerzo en base a norma N-CTR-CAR-1-02-004/00 cumpliendo con las características establecidas en regla antes menciona.

El acero para concreto hidráulico lo constituyen las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se utilicen dentro o fuera del concreto hidráulico, instalados en ductos o no, para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, se utilizo en este concepto solamente se mano de obra especializada que se les conocen como fierros, en el habilitado de la varilla todos los dobles que realizaron fueron en frío, el acero deberá estar limpio al momento de colocarlo en su lugar deberá estar libre de oxido y grasa.

5.11. Comparativa del programa de proyecto y del programa real ejecutado.

 UNIVERSIDAD DON VASCO	FECHA DE INICIO 16 DE ABRIL DEL 2008	FECHA DE TERMINO 13 DE AGOSTO DEL 2008	PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE EJECUCION DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL TRAMO: PATZCUARO - ULLIAPAN
	OBRA: CONSTRUCCION DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM. 84+380 DEL C.D. PATZCUARO-ULLIAPAN		

PROGRAMA DE EROGACIONES DE LA EJECUCION GENERAL DE LOS TRABAJOS

Código	Descripción	Unidad	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	Total
TERRACERIAS								
E.P.1.1	TRAZO Y NIVELACION	M2	1,592.98	4,891.44	5,301.71	4,022.55	1,891.28	18,000.76
E.P.1.4	CORTE	M3	8,403.58	17,540.45	7,245.99			32,490.02
E.P.1.6	TERRAPLEN	M3		4,243.38	3,084.68			7,328.06
E.P.1.8	ACARRIO A 14º KILOMETRO	M3	8,941.80	18,131.87	7,498.33			34,572.00
E.P.1.9	ACARRIO A KILOMETROS SUBSECUENTES	M3-KM	80,479.21	183,188.80	87,484.88			311,148.00
PAVIMENTO DE CALLES DE SERVICIO								
E.P.2.1	SUB-BASE	M3			340.57	290.43		631.00
E.P.2.2	BASE HIDRAULICA	M3			317.33	242.67		560.00
E.P.2.3	RIEGO DE IMPREGNACION	M3			737.18	1,319.08	849.54	2,865.80
E.P.2.4	RIEGO DE LIGA	L.T				2,118.00	1,627.85	3,745.85
E.P.2.5	CARPETA ASFALTICA	M3				180.38	128.61	308.99
MURO DE CONFINAMIENTO								
E.P.4.3	CONCRETO EN MURO Fc=250 kg/cm2	M3			95.20	72.80		168.00
E.P.4.5	ACERO DE REFUERZO CON VARILLA DE 38'	TON			8.40	4.90		13.30
PROGRAMA DE PROYECTO								

PROGRAMA DE OBRA REAL

 UNIVERSIDAD DON VASCO	FECHA DE INICIO 16 DE ABRIL DEL 2007	FECHA DE TERMINO 13 DE AGOSTO DEL 2007	PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE EJECUCION DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL TRAMO: PATZCUARO - URUAPAN
	OBRA: CONSTRUCCION DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM. 84+380 DEL C.D. PATZCUARO-URUAPAN		

PROGRAMA DE EROGACIONES DE LA EJECUCION GENERAL DE LOS TRABAJOS

Código	Descripción	Unidad	abr-07	may-07	jun-07	jul-07	ago-07	Total
TERRACERIAS								
E.P.1.1	TRAZO Y NIVELACION	M2	15,807.70					15,807.70
E.P.1.4	CORTE	M3	32,423.20		67.80			32,491.00
E.P.1.6	TERRAPLEN	M3		3,628.60	3,679.40			7,308.00
E.P.1.8	ACARREO A 1er. KILOMETRO	M3	33,965.20		608.80			34,572.00
E.P.1.9	ACARREO A KILOMETROS SUBSECUENTES	M3-KM	275,116.12		36,029.89			311,146.00
PAVIMENTO DE CALLES DE SERVICIO								
E.P.2.1	SUB-BASE	M3			137.13	463.87		601.00
E.P.2.2	BASE HIDRAULICA	M3				560.00		560.00
E.P.2.3	RIEGO DE IMPREGNACION	M2				2,601.80		2,601.80
E.P.2.4	RIEGO DE LIGA	LT				3,842.50		3,842.50
E.P.2.5	CARPETA ASFALTICA	M3				259.00		259.00
MURO DE CONFINAMIENTO								
E.P.4.3	CONCRETO EN MURO F'c=250 kg/cm2	M3			168.00			168.00
E.P.4.5	ACERO DE REFUERZO CON VARILLA DE 3/8"	TON		8.30	3.00			11.30

	PROGRAMA REAL EJECUTADO	
--	--------------------------------	--

PROGRAMA DE OBRA REAL EJECUTADO

Se observa que en el programa de la propuesta y el nuevo programa ejecutado se obtuvieron beneficios importantes ya que un buen proceso constructivo se ve reflejado en el tiempo de ejecución de los trabajos, dándole a los usuarios que transitan por el camino directo Pátzcuaro – Uruapan menos demoras, ya que por la realización de los trabajos de corte era necesario tener bandero en los dos carriles las 8 horas de trabajo en los momento de realizar el concepto de corte, ya que era continua la salida de volteos y se tenia que detener al usuario para que saliera el volteo y se incorporará a la carretera para ir a tirar el material al banco de desperdicio, de igual manera y la mas importante son los transportistas que circulan por este camino directo estan directamente beneficiados ya que al terminar antes de tiempo los trabajos contratados por parte de la dependencia, y tener un desperfecto en los frenos de su vehiculo podrá ingresar de manera segura a la Rampa de Emergencia y salvando su vida. También la seguridad de las personas que trabajan en la plaza de cobro de San Ángel Zurumucacio como los usuarios que transitan por ella se ve incrementada, ya que la plaza de cobro se ubica en una zona de pendiente constante haciendo muy peligrosa su ubicación, lo cual hace indispensable una rápida ejecución de los trabajos así como una buena calidad de los mismos, por tal motivo se ve reflejado los beneficios de un buen proceso constructivo en cuestión de calidad y beneficios para los personas que trabajan y que utilizan el tramo Pátzcuaro - Uruapan.

5.12. Presupuesto y Programación de la Obra.

Enseguida se mostrará el presupuesto, siendo que se compone del análisis de los precios unitarios, así mismo los precios se dividen en el costo directo de la obra, que este se compone de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, dentro de los precios unitarios se cargan lo que es la utilidad, los indirectos, financiamiento y los cargos adicionales de la obra como se muestra enseguida:

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Presupuesto				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN				
TRAZO Y NIVELACION	M2	15,607.70	2.35	36,678.10
EXCAVACION	M3	32,491.00	28.52	926,643.32
TERRAPLEN	M3	7,308.00	227.51	1'662,643.08
ACARREO EN CAMION 1er KM MATERIAL	M3	34,572.00	53.63	1'854,096.36
ACARREO A KILOMETRO SUBSECUENTES	M3-KM	311,140.00	10.74	5'830,913.52
SUB BASE	M3	601.00	209.76	126,065.76
BASE	M3	560.00	255.99	143,354.40
RIEGO DE IMPREGNACION	M2	2,601.80	5.58	14,518.04
RIEGO DE LIGA	LT	3,642.50	6.53	23,785.53
CARPETA DE CONC. ASFALTICO	M2	259.00	126.52	32,768.68
CONCRETO EN MURO	M3	168.00	1,852.80	311,270.40
ACERO DE REFUERZO CON VARILLA DE 3/8"	TON	11.30	17,514.00	197,908.20
Total de PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN				11'160,645.39
Subtotal de Presupuesto				11'160,645.39
			IVA	1'674,096.81
			Total	12'834,742.20

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario

Descripción

TRAZO Y NIVELACION Unidad : M2
Cantidad : 15,607.70
Precio U. : 2.35
Total : 36,678.10

Comp.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	MADERA DE PINO DE SA. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	0.0000	14.00	0.13
	CALHIDRA EN SACO	TON	0.0001	1,000.00	0.10
	CARRETE DE HILO DE PLASTICO PARA TRAZO CALIBRE 10	ROL	0.0000	25.00	0.05
	PINTURA ESMALTE COMEX 100	LT	0.0000	65.00	0.13
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.0000	20.00	0.00
Total de Materiales					0.41
Mano de Obra					
+	CUADRILLA No 92 (1 AUXILIAR DE TOPOGRAFO + 4 CADENEROS)	JOR			
	AUXILIAR DE TOPOGRAFO	JOR	1.0000	230.58	230.58
	CADENERO	JOR	4.0000	230.58	922.32
	CABO	JOR	0.2500	376.82	94.20
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0833	523.36	43.60
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	1,290.70	51.63
					Suma
					1,342.35
Total de Mano de Obra					1.48
Equipo					
H	NIVEL PARA MEDICION K-E, TIPO DUMPY, MODELO 503	Hora	0.0080	2.87	0.03
H	TRANSITO PARA MEDICION K-E, MODULO CH5	Hora	0.0080	6.71	0.06
Total de Equipo					0.09

Costo Directo	1.98
Indirectos (2.77%)	0.05
Indirectos de Campo (2.79%)	0.05
Subtotal	2.09
Financiamiento (0.36%)	0.01
Subtotal	2.10
Utilidad (11.32%)	0.24
Cargos Adicionales (0.50%)	0.01
Precio Unitario	2.35

** DOS PESOS 35/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario

Descripción		Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
EXCAVACION		M3			
					32,491.00
					28.52
					926,643.32

Compt	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Equipo					
H	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 235 CAPACIDAD DE 880 A 2100 LITROS MOTOR DIESEL DE 195 H.P.	Hora	0.02000	1,202.98	24.06
Total de Equipo					24.06

Costo Directo	24.06
Indirectos (2.77%)	0.67
Indirectos de Campo (2.79%)	0.67
Subtotal	25.40
Financiamiento (0.36%)	0.09
Subtotal	25.49
Utilidad (11.32%)	2.89
Cargos Adicionales (0.50%)	0.14

Precio Unitario 28.52

** VEINTIOCHO PESOS 52/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
TERRAPLEN					
				Unidad : M3	
				Cantidad : 7,308.00	
				Precio U. : 227.51	
				Total : 1'662,643.08	
Compi	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	MATERIAL DE BANCO PARA FORMACION DE TERRAPLENES	M3	1.30000	120.00	156.00
	AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA	M3	0.25000	50.00	12.50
Total de Materiales					168.50
Equipo					
H	COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-FACTOR 30 TON 105 H.P. CON TAMBORES DE CUCHILLAS DE 1.28 M	Hora	0.00833	456.32	3.80
H	MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120G, MOTOR DIESEL DE 125 H.P.	Hora	0.01667	525.38	8.76
H	CAMION PIPA FAMSA DE 8000 LITROS MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.00500	368.50	1.84
Total de Equipo					14.40
Conceptos					
+	ACARREO EN CAMION 1er KM MATERIAL	M3			
H	CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 14 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.05500	427.17	23.49
H	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS CATERPILLAR 910 MOTOR DIESEL 65 H.P.	Hora	0.05500	395.64	21.76
				Suma	45.25
				Cantidad : 0.20000	Total
Total de Conceptos					9.05
					Costo Directo 191.95
					Indirectos (2.77%) 5.32
					Indirectos de Campo (2.79%) 5.36
					Subtotal 202.63
					Financiamiento (0.36%) 0.73
					Subtotal 203.36
					Utilidad (11.32%) 23.02
					Cargos Adicionales (0.50%) 1.13
					Precio Unitario 227.51
** DOSCIENTOS VEINTISIETE PESOS 51/100 M.N. **					

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
ACARREO EN CAMION 1er KM MATERIAL				Unidad :	M3
				Cantidad :	34,572.00
				Precio U. :	53.63
				Total :	1'854,096.36
Compi	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Equipo					
H	CAMION DE VOLTEO FANSA DE 14 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.05500	427.17	23.49
H	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS CATERPILLAR 910 MOTOR DIESEL 85 H.P.	Hora	0.05500	395.64	21.76
Total de Equipo					45.25
Costo Directo					45.25
Indirectos (2.77%)					1.25
Indirectos de Campo (2.79%)					1.26
Subtotal					47.76
Financiamiento (0.36%)					0.17
Subtotal					47.93
Utilidad (11.32%)					5.43
Cargos Atcionales (0.50%)					0.27
Precio Unitario					53.63

** CINCUENTA Y TRES PESOS 63/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
ACARREO A KILOMETRO SUBSECUENTES	M3-KM	311,148.00	18.74	5'830,913.52

Compu	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Equipo					
H	CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 14 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.03700	427.17	15.81
	Total de Equipo				15.81
				Costo Directo	15.81
				Indirectos (2.77%)	0.44
				Indirectos de Campo (2.79%)	0.44
				Subtotal	16.69
				Financiamiento (0.36%)	0.06
				Subtotal	16.75
				Utilidad (11.32%)	1.90
				Cargos Adicionales (0.50%)	0.09
				Precio Unitario	18.74

** DIECIOCHO PESOS 74/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
SUB BASE					
				Unidad : M3	
				Cantidad : 601.00	
				Precio U. : 209.76	
				Total : 126,065.76	
Compr	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	SUB BASE	M3	1.30000	120.00	156.00
Total de Materiales					156.00
Equipo					
H	COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-FACTOR 30 TON 105 H.P. CON 1 AMBOS DE CUCHILLAS DE 1.20 M	Hora	0.00933	456.32	3.80
H	CAMION PIPA FAMSA DE 8000 LITROS MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.00500	368.50	1.84
H	MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120G, MOTOR DIESEL DE 125 H.P.	Hora	0.01200	525.38	6.30
Total de Equipo					11.94
Conceptos					
*	ACARREO EN CAMION 1er KM MATERIAL	M3			
H	CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 14 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.05900	427.17	23.49
H	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS CATERPILLAR 910 MOTOR DIESEL 85 H.P.	Hora	0.05900	366.64	21.76
				Suma	45.25
				Cantidad : 0.20000	9.05
Total de Conceptos					9.05
				Costo Directo	176.99
				Indirectos (2.77%)	4.90
				Indirectos de Campo (2.79%)	4.94
				Subtotal	186.83
				Financiamiento (0.36%)	0.67
				Subtotal	187.50
				Utilidad (11.32%)	21.22
				Cargos Adicionales (0.50%)	1.04
				Precio Unitario	209.76
** DOSCIENTOS NUEVE PESOS 76/100 M.N. **					

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario

Descripción					
BASE					
				Unidad : M3	
				Cantidad : 560.00	
				Precio U. : 255.99	
				Total : 143,354.40	
Compi	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	BASE	M3	1.30000	150.00	195.00
Total de Materiales					
Equipo					
H	COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-PACTOR 30 TON 105 H.P. CON 1AMBORES DE CUCHILLAS DE 1.28 M	Hora	0.00833	456.32	3.80
H	CAMION PIPA FAMSA DE 8000 LITROS MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.00500	368.50	1.84
H	MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120G, MOTOR DIESEL DE 125 H.P.	Hora	0.01200	525.38	6.30
Total de Equipo					
Conceptos					
+	ACARREO EN CAMION 1er KM MATERIAL	M3			
H	CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 14 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.05500	427.17	23.49
H	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS CATERPILLAR 910 MOTOR DIESEL 65 H.P.	Hora	0.05500	395.64	21.76
				Suma	45.25
				Total	9.05
Total de Conceptos					
				Cantidad : 0.20000	
				Suma	45.25
				Total	9.05
				Costo Directo	215.99
				Indirectos (2.77%)	5.98
				Indirectos de Campo (2.79%)	6.03
				Subtotal	228.00
				Financiamiento (0.36%)	0.82
				Subtotal	228.82
				Utilidad (11.32%)	25.90
				Cargos Adicionales (0.50%)	1.27
				Precio Unitario	255.99

** DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS 99/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
RIEGO DE IMPREGNACION				Unidad :	M2
				Cantidad :	2,601.80
				Precio U. :	5.58
				Total :	14,518.04
Compi	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	ASFALTO FM-1 PAVIMENTO Y RIEGO ASFALTICO APLICADO	LT	1.00000	3.50	3.50
Total de Materiales					3.50
Equipo					
H	CAMION PETROLIZADORA FAMSA DE 6000 LTS MOTOR DIESEL 130 H.P.	Hora	0.00300	402.14	1.21
Total de Equipo					1.21
					Costo Directo
					4.71
					Indirectos (2.77%)
					0.13
					Indirectos de Campo (2.79%)
					0.13
					Subtotal
					4.97
					Finarciamiento (0.36%)
					0.02
					Subtotal
					4.99
					Utilidad (11.32%)
					0.56
					Cargos Adicionales (0.50%)
					0.03
					Precio Unitario
					5.58
** CINCO PESOS 58/100 M.N. **					

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
RIEGO DE LIGA				Unidad : LT	
				Cantidad : 3,642.50	
				Precio U. : 6.53	
				Total : 23,785.53	
Compu	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	ASFALTO FM-1 PAVIMENTO Y RIEGO ASFALTICO APLICADO	LT	1.00000	3.50	3.50
Total de Materiales					3.50
Mano de Obra					
*	CUADRILLA No 1 (1 PEON)	JOR			
	PEON	JOR	1.00000	230.58	230.58
	CABO	JOR	0.05000	376.82	18.84
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.01660	523.36	8.69
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.04000	258.11	10.32
				Suma	268.43
				Cantidad : 0.00300	Total
Total de Mano de Obra					0.81
Equipo					
H	CAMION PETROLIZADORA FAMSA DE 6000 LTS MOTOR DIESEL 130 H.P.	Hora	0.00300	402.14	1.21
Total de Equipo					1.21
					Costo Directo 5.52
					Indirectos (2.77%) 0.15
					Indirectos de Campo (2.79%) 0.15
					Subtotal 5.82
					Financiamiento (0.36%) 0.02
					Subtotal 5.84
					Utilidad (11.32%) 0.66
					Cargos Adicionales (0.50%) 0.03
					Precio Unitario 6.53
** SEIS PESOS 53/100 M.N. **					

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario

Descripción		
CARPETA DE CONC. ASFALTICO	Unidad : M2	
	Cantidad :	259.00
	Precio U. :	126.52
	Total :	32,768.68

Compi	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	CONC. ASFALTICO EN PLANTA AGR. 3/4" A FINOS CEM. ASFAL. N.6	M3	0.09700	900.00	87.30
Total de Materiales					87.30
Mano de Obra					
+	CUADRILLA No 1 (1 PEON)	JOR			
	PEON	JOR	1.00000	230.58	230.58
	CABO	JOR	0.05000	376.82	18.84
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.01660	523.36	8.69
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.04000	258.11	10.32
				Suma	268.43
			Cantidad : 0.00100	Total	0.27
Total de Mano de Obra					0.27
Equipo					
H	APLANADORA DOS RODILLOS COMPACTO-HUBER CD-810 8T, 73 H.P.	Hora	0.00500	690.31	4.14
H	PAVIMENTADORA BARBER-GREEN COMPLETA SB-131 130 H.P.	Hora	0.00500	1,090.25	5.45
H	APLANADORA TRES RODILLOS COMPACTO-HUBER CT 1014 DE 10 A 14 T, 73 H.P.	Hora	0.00600	409.12	2.45
H	COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-PACTOR 30 TON 105 H.P. CON TAMBORES DE CUCHILLAS DE 1.28 M	Hora	0.00600	456.32	2.74
Total de Equipo					14.78
Conceptos					
+	ACARREO EN CAMION 1er KM MATERIAL	M3			
H	CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 14 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.	Hora	0.05500	427.17	23.49
H	CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS CATERPILLAR 910 MOTOR DIESEL 65 H.P.	Hora	0.05500	395.64	21.76
				Suma	45.25
			Cantidad : 0.09700	Total	4.39
Total de Conceptos					4.39
Costo Directo					106.74
Indirectos (2.77%)					2.96
Indirectos de Campo (2.79%)					2.98
Subtotal					112.68
Financiamiento (0.36%)					0.41
Subtotal					113.09
Utilidad (11.32%)					12.80
Cargos Adicionales (0.50%)					0.63
Precio Unitario					126.52

** CIENTO VEINTISEIS PESOS 52/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario					
Descripción					
CONCRETO EN MURO					
				Unidad : M3	
				Cantidad : 168.00	
				Precio U. : 1,852.80	
				Total : 311,270.40	
Compu	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.06000	2.21	0.13
Total de Materiales					
0.13					
Mano de Obra					
+	CUADRILLA No 45 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)	JOR			
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.00000	428.11	428.11
	PEON	JOR	5.00000	230.58	1,152.90
	CABO	JOR	0.25000	376.82	94.20
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.08330	523.36	43.60
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.04000	1,718.81	68.75
				Suma	1,787.56
				Cantidad : 0.23800	Total
					425.44
Total de Mano de Obra					
425.44					
Equipo					
H	VIBRADOR PARA CONCRETO DYNAPAC-KOHLER K-91 4 H.P. LONGITUD 14 PIES	Hora	1.90470	15.66	29.83
Total de Equipo					
29.83					
Auxiliares					
+	CONCRETO HECHO EN OBRA F'c=250 KG/CM2, RESISTENCIA RAPIDA, AGREGADO MAXIMO 3/4"	M3			
	CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.41200	1,600.00	659.20
	ARENA	M3	0.53500	200.00	107.00
	GRAVA	M3	0.63700	200.00	127.40
	AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA	M3	0.24300	50.00	12.15
H	REVOLVEDORA PARA CONCRETO MIPSAS-KOHLER R-10 8 H.P. 1 SACO	Hora	0.53330	30.87	16.46
+	CUADRILLA No 103 (1 OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO + 7 PEONES)	JOR	0.06660	2,147.74	143.04
				Suma	1,065.25
				Cantidad : 1.04000	Total
					1,107.86
Total de Auxiliares					
1,107.86					
					Costo Directo
					1,563.26
					Indirectos (2.77%)
					43.30
					Indirectos de Campo (2.79%)
					43.51
					Subtotal
					1,650.17
					Financiamiento (0.36%)
					5.94
					Subtotal
					1,656.11
					Utilidad (11.32%)
					187.47
					Cargos Adicionales (0.50%)
					9.22
					Precio Unitario
					1,852.80

** UN MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y DOS PESOS 80/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Análisis de Precio Unitario

Descripción

ACERO DE REFUERZO CON VARILLA DE 3/8"

Unidad : TON
 Cantidad : 11.30
 Precio U. : 17,514.00
 Total : 197,908.20

Compu	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
	VARILLA FY=4200 KG/CM2 NO. 3 (3/8")	TON	1.08500	10,000.00	10,850.00
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	28.00000	14.00	392.00
Total de Materiales					11,242.00
Mano de Obra					
+	CUADRILLA No 62 (1 FIERRERO + 1 AYUDANTE DE FIERRERO)	JOR			
	FIERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.00000	428.11	428.11
	AYUDANTE DE FIERRERO	JOR	1.00000	230.58	230.58
	CABO	JOR	0.10000	376.82	37.68
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.03330	523.36	17.43
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.04000	713.80	28.55
				Suma	742.35
			Cantidad : 4.76190	Total	3,535.00
Total de Mano de Obra					3,535.00

Costo Directo	14,777.00
Indirectos (2.77%)	409.32
Indirectos de Campo (2.79%)	412.28
Subtotal	15,598.60
Financiamiento (0.36%)	56.15
Subtotal	15,654.75
Utilidad (11.32%)	1,772.12
Cargos Adicionales (0.50%)	87.13

Precio Unitario 17,514.00

** DIECISIETE MIL QUINIENTOS CATORCE PESOS 00/100 M.N. **

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Cálculo de Indirectos						
Descripción	Importe / Periodo Oficina Central	% participa	Importe periodo para of. central	Total para oficina central	Importe / Periodo Oficina Obra	Importe Total Oficina Obra
Cálculo de Indirectos				260,984.00		262,600.00
HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES				105,040.00		262,600.00
Personal Directivo				48,480.00		0.00
Director General	50,000.00	20.00	10,000.00	40,400.00	0.00	0.00
Gerente de Producción	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gerente de Control	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gerente de Planeación	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gerente de la obra	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Secretaría de la Gerencia General	10,000.00	20.00	2,000.00	8,080.00	0.00	0.00
Secretaría de la Gerencia de la Obra	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Subgerente de obra	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Técnico				32,320.00		262,600.00
Jefe del departamento técnico	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jefe de proyectos	25,000.00	20.00	5,000.00	20,200.00	0.00	0.00
Jefe de obras	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jefe de costos	15,000.00	20.00	3,000.00	12,120.00	0.00	0.00
Auxiliar de proyectos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Auxiliar de obras	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Auxiliar de costos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Secretaria del departamento técnico	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Residente de obra local	0.00	20.00	0.00	0.00	25,000.00	101,000.00
Residente de obra foránea	0.00	20.00	0.00	0.00	25,000.00	101,000.00
Residente de urbanización	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Residente de instalaciones electromecánicas	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Topógrafo	0.00	20.00	0.00	0.00	15,000.00	60,600.00
Ayudante de topógrafo	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peón de topografía	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ingeniero de seguridad	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cadenero	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dibujante	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Superintendente de obra	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sobrestante general	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sobrestante de urbanización	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sobrestante de edificación	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sobrestante de instalaciones electromecánicas	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ayudante de sobrestante	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laboratorista	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ayudante de laboratorista	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal Administrativo				24,240.00		0.00
Jefe del departamento administrativo	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Secretaria del departamento administrativo	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jefe del departamento de compras	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jefe del departamento de personal	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Contador	20,000.00	20.00	4,000.00	16,160.00	0.00	0.00
Auxiliar del departamento de personal	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Auxiliar del departamento de compras	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Almacenista general	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Auxiliar del almacenista general	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recepcionista	10,000.00	20.00	2,000.00	8,080.00	0.00	0.00
Mensajero	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Persona de limpieza	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Persona de mantenimiento	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Velador	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vigilante	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Personal de Tránsito	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cuota Patronal del IMSS (del 1 al 4)	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Prestaciones que obliga la ley	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pasajes y Viáticos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consultores y Asesores	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES				105,040.00		262,600.00
DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS				28,280.00		0.00
Edificios y Locales	20,000.00	20.00	4,000.00	16,160.00	0.00	0.00
Locales de Mantenimiento y Guarda	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Instalaciones Generales	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Cálculo de Indirectos						
Descripción	Importe / Periodo Oficina Central	% participa	Importe periodo para of. central	Total para oficina central	Importe / Periodo Oficina Obra	Importe Total Oficina Obra
Bodegas	15,000.00	20.00	3,000.00	12,120.00	0.00	0.00
Muebles y Enseres	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Depreciación o Renta y Operación de Vehículos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Campamentos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS				28,280.00		0.00
SERVICIOS				24,240.00		0.00
Consultores, Asesores, Servicios y Laboratorios	30,000.00	20.00	6,000.00	24,240.00	0.00	0.00
Estudio e Investigación	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE SERVICIOS				24,240.00		0.00
FLETES Y ACARREOS				0.00		0.00
De campamentos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
De Equipo de Construcción	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
De Plantas y Elementos para Instalaciones	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
De Mobiliario	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE FLETES Y ACARREOS				0.00		0.00
GASTOS DE OFICINA				38,784.00		0.00
Papelaría y Útiles de Escritorio	10,000.00	20.00	2,000.00	8,080.00	0.00	0.00
Correos, Teléfonos, Telégrafos, Radio	15,000.00	20.00	3,000.00	12,120.00	0.00	0.00
Situación de Fondos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Copias y Duplicados	8,000.00	20.00	1,600.00	6,464.00	0.00	0.00
Luz, Gas y Otros Consumos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos de Concursos	15,000.00	20.00	3,000.00	12,120.00	0.00	0.00
TOTAL DE GASTOS DE OFICINA				38,784.00		0.00
TRABAJOS PREVIOS AUXILIARES				0.00		0.00
Construcción y Conservación de Caminos de Acceso	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Montajes y Desmantelamiento de Equipo	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL DE TRABAJOS PREVIOS AUXILIARES				0.00		0.00
SEGUROS Y FIANZAS				64,640.00		0.00
Primas por Seguros	20,000.00	20.00	4,000.00	16,160.00	0.00	0.00
Primas por Fianzas	60,000.00	20.00	12,000.00	48,480.00	0.00	0.00
TOTAL DE SEGUROS Y FIANZAS				64,640.00		0.00

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Cálculo de Indirectos

Descripción	Importe / Periodo Oficina Central	% participa	Importe periodo para of. central	Total para oficina central	Importe / Periodo Oficina Obra	Importe Total Oficina Obra
-------------	---	----------------	--	-------------------------------	---	-------------------------------

RESUMEN

HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES				105,040.00		262,600.00
DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS				28,280.00		0.00
SERVICIOS				24,240.00		0.00
FLETES Y ACARREOS				0.00		0.00
GASTOS DE OFICINA				38,784.00		0.00
TRABAJOS PREVIOS AUXILIARES				0.00		0.00
SEGUROS Y FIANZAS				64,640.00		0.00
TOTAL				260,984.00		262,600.00

A) Costo directo de la obra:	9'415,980.10
B) Gastos de oficina central para la obra:	260,984.00
D) Indirectos de la oficina en obra:	262,600.00

E) % indirectos de oficina central = (B / A) 100 =	2.77
F) % indirectos de oficina en obra = (D / A) 100 =	2.79

% DE INDIRECTOS = E + F = 5.56

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Cálculo del porcentaje de utilidad				
Clave	Descripción	Fórmula	Operaciones	Valor
Datos básicos				
A	Costo Directo	C->OBRCOS	9'415,980.10	9'415,980.10
B	Mano de obra sin prestaciones	C- >OBRMOGRA + C- >OBRMOGIND	1'023,612.62 + 65,000.00	1'088,612.62
H	% de utilidad neta propuesta			10.00
Cálculos				
I	Indirectos	A*(C+C1)/100	9'415,980.10000*(2.77000+2.79000)/100	523,528.49
J	Financiamiento	(A+I)*D/100	(9'415,980.10000+523,528.49000)*0.36000/100	35,782.23
K	Costo directo + indirectos +financiamiento	A+I+J	9'415,980.10000+523,528.49000+35,782.23000	9'975,290.82
L	Utilidad neta	k*h/100	9'975,290.82000*10.00000/100	997,529.08
Otras aportaciones				
M	Aportación por concepto de SAR	B*E/100	1'088,612.62000*2.00000/100	21,772.25
N	Aportación por concepto de INFONAVIT	B*F/100	1'088,612.62000*5.00000/100	54,430.63
O	SUBTOTAL	K+L+M+N	9'975,290.82000+997,529.08000+21,772.25000+54,430.63000	11'049,022.78
O1	Aportaciones por concepto de servicio, vigilancia			0.00
P	Inspección y control (SECODAM)	O/(1-G/100)-O	11'049,022.78000/(1-0.50000/100)-11'049,022.78000	55,522.73
Q	Total de utilidad	L+M+N+P	997,529.08000+21,772.25000+54,430.63000+55,522.73000	1'129,254.69
Z	% de utilidad total	Q/K*100	1'129,254.69000/9'975,290.82000*100	11.32

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Cálculo del Porcentaje de Financiamiento									
Mes.	Ob. ejecutada	Anticipo	Estimación	Amort. Atcpo.	Cobros	Gastos	Cobro - Gasto	Dif. Acumul.	Int. a P
1	40,138.39	3'348,193.62	0.00	0.00	3'348,193.62	35,747.36	3'312,446.26	3'312,446.26	
2	8'608,192.91	0.00	40,138.39	12,041.52	28,096.87	7'666,480.96	-7'638,384.09	-4'325,937.83	35,76
3	961,848.01	0.00	8'608,192.91	2'582,457.87	6'025,735.04	856,624.56	5'169,110.48	843,172.65	
4	1'209,973.67	0.00	961,848.01	288,554.40	673,293.61	1'077,605.97	-404,312.36	438,860.29	
5	340,492.41	0.00	1'209,973.67	362,992.10	846,981.57	303,243.50	543,738.07	982,598.36	
6	0.00	0.00	340,492.41	102,147.73	238,344.68	0.00	238,344.68	1'220,943.04	
Totales:		11'160,645.39	3'348,193.62	11'160,645.39	3'348,193.62	11'160,645.39	9'939,702.35		35,76

Int. a Pagar = 9.92% anual

Interés Neto = 35,761.09

% Financiamiento = Interés Neto / Gastos de Obra = 35,761.09 / 9'939,702.35 = 0.36%

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo								
Descripción								
Clave: 03-4010						Unidad: Hora		
VIBRADOR PARA CONCRETO DYNAPAC-KOHLER K-91 4 H.P. LONGITUD 14 PIES						Fecha:		
Datos Generales								
Potencia (p):	4.00 hp	Años de vida útil (V):	3.00					
Motor:	Gasolina	Horas al año (Ha):	1600.00					
Costo base (Cb):	10960.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	4800.00					
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %					
Adquisición (Va=Cb- VLL):	10960.00 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %					
Porcentaje rescate (r):	0.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	1.00					
Valor de rescate (Vr = Va*r):	0.00 \$	Número de llantas (NLL):	0.00					
		Vida eco. llantas (Hv):	0.00 hrs					
Cantidad de combustible (c):	1.2000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.0518 lts/h					
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera	
Cargos Fijos								
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(10960.00+0.00)/(2*1600)$	0.27	100.00	0.27	100.00	0.27	
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(10960.00-0.00)/4800.00$	2.28	15.00	0.34	15.00	0.34	
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(10960.00+0.00)/(2*1600)$	0.10	100.00	0.10	100.00	0.10	
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.00*2.28$	2.28	0.00	0.00	15.00	0.34	
Otros:			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Total de Cargos Fijos	4.93		0.71		1.05	
Consumos								
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=1.2000*7.00$	8.40	5.00	0.42	0.00	0.00	
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.0518*45.00$	2.33	5.00	0.12	0.00	0.00	
		Total de Consumos	10.73		0.54		0.00	
		Costo Horario	15.66		1.25		1.05	

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo								
Descripción								
Clave: 03-4050 REVOLVEDORA PARA CONCRETO MIPS-KOHLER R-10 8 H.P. 1 SACO						Unidad: Hora	Fecha: -	
Datos Generales								
Potencia (p):	8.00 hp	Años de vida útil (V):						3.00
Motor:	Gasolina	Horas al año (Ha):						1400.00
Costo base (Cb):	18220.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):						4200.00
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):						7.92 %
Adquisición (Va=Cb- VLL):	18220.00 \$	Prima de seguro anual (s):						3.00 %
Porcentaje rescate (r):	0.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):						0.90
Valor de rescate (Vr = Va*r):	0.00 \$	Número de llantas (NLL):						0.00
		Vida eco. llantas (Hv):						0.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	2.4000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):						0.1133 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera	
Cargos Fijos								
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(18220.00+0.00)/(2*14$	0.52	100.00	0.52	100.00	0.52	
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(18220.00-0.00)/4200.00$	4.34	15.00	0.65	15.00	0.65	
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(18220.00+0.00)/(2*14$	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20	
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.90*4.34$	3.91	0.00	0.00	15.00	0.59	
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Total de Cargos Fijos	8.97		1.37		1.96	
Consumos								
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=2.4000*7.00$	16.80	5.00	0.84	0.00	0.00	
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.1133*45.00$	5.10	5.00	0.26	0.00	0.00	
		Total de Consumos	21.90		1.10		0.00	
		Costo Horario	30.87		2.47		1.96	

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-4280						Unidad: Hora	
NIVEL PARA MEDICION K-E, TIPO DUMPY, MODELO 503						Fecha:	
Datos Generales							
Potencia (p):	0.00 hp	Años de vida útil (V):	10.00				
Motor:		Horas al año (Ha):	1100.00				
Costo base (Cb):	15000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	11000.00				
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	15000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	25.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.90				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	3750.00 \$	Número de llantas (NLL):	1.00				
		Vida eco. llantas (Hv):	0.00 hrs				
Cantidad de combustible (c):	0.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.0000 lts/h				
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(15000.00+3750.00)/1100$	0.67	100.00	0.67	100.00	0.67
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(15000.00-3750.00)/1100$	1.02	15.00	0.15	15.00	0.15
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(15000.00+3750.00)/1100$	0.26	100.00	0.26	100.00	0.26
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.90*1.02$	0.92	0.00	0.00	15.00	0.14
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	2.87		1.08		1.22
		Costo Horario	2.87		1.08		1.22

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-4290						Unidad: Hora	
TRANSITO PARA MEDICION K-E, MODELO CH5						Fecha:	
Datos Generales							
Potencia (p):	0.00 hp	Años de vida útil (V):	10.00				
Motor:		Horas al año (Ha):	1100.00				
Costo base (Cb):	35000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	11000.00				
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	35000.00 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	25.00 %	Coficiente de mantenimiento (Q):	0.90				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	8750.00 \$	Número de llantas (NLL):	0.00				
		Vida eco. llantas (Hv):	0.00 hrs				
Cantidad de combustible (c):	0.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.0000 lts/h				
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(35000.00+8750.00)/;$	1.57	100.00	1.57	100.00	1.57
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(35000.00-8750.00)/1100$	2.39	15.00	0.36	15.00	0.36
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(35000.00+8750.00)/i$	0.60	100.00	0.60	100.00	0.60
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.90*2.39$	2.15	0.00	0.00	15.00	0.32
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	6.71		2.53		2.85
		Costo Horario	6.71		2.53		2.85

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-4400 CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 14 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P.						Unidad: Hora	Fecha:
Datos Generales							
Potencia (p):	140.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00				
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	1400.00				
Costo base (Cb):	600000.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	8400.00				
Valor de llantas (VLL):	60966.54 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	539033.46 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	15.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	1.10				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	80855.02 \$	Número de llantas (NLL):	6.00				
		Vida eco. llantas (Hv):	1800.00 hrs				
Cantidad de combustible (c):	25.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.6750 lts/h				
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(539033.46+80855.02)$	17.53	100.00	17.53	100.00	17.53
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(539033.46-80855.02)/84$	54.55	15.00	8.18	15.00	8.18
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(539033.46+80855.02)$	6.64	100.00	6.64	100.00	6.64
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.10*54.55$	60.01	0.00	0.00	15.00	9.00
Otros:			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	138.73		32.35		41.35
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=25.0000*6.00$	150.00	5.00	7.50	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.6750*45.00$	30.38	5.00	1.52	0.00	0.00
LLANTAS	$Li=VLL*NLL/Hv$	$Li=60966.54*6/1800.00$	33.84	15.00	5.08	0.00	0.00
		Total de Consumos	214.22		14.10		0.00
Operación							
02-1110	$O=So/H$	$O=593.76/8.00$	74.22	100.00	74.22	100.00	74.22
		Total de Operación	74.22		74.22		74.22
		Costo Horario	427.17		120.67		115.57

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-4410 CAMION PIPA FAMSA DE 8000 LITROS MOTOR DIESEL 140 H.P.				Unidad : Hora Fecha :			
Datos Generales							
Potencia (p) :	140.00 hp	Años de vida útil (V):	6.00				
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	1400.00				
Costo base (Cb):	372086.93 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	8400.00				
Valor de llantas (VLL):	60966.54 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	311120.39 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	15.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	1.10				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	46668.06 \$	Número de llantas (NLL):	6.00				
		Vida eco. llantas (Hv):	1800.00 hrs				
		Cantidad de lubricante (a):	0.6750 lts/h				
Cantidad de combustible (c):	25.0000 lts/h						
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(311120.39+46668.06)$	10.12	100.00	10.12	100.00	10.12
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(311120.39-46668.06)/84$	31.48	15.00	4.72	15.00	4.72
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(311120.39+46668.06)$	3.83	100.00	3.83	100.00	3.83
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.10*31.48$	34.63	0.00	0.00	15.00	5.19
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	80.06		18.67		23.86
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=25.0000*6.00$	150.00	5.00	7.50	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.6750*45.00$	30.38	5.00	1.52	0.00	0.00
LLANTAS	$LI=VLL*NLL/Hv$	$LI=60966.54*6/1800.00$	33.84	15.00	5.08	0.00	0.00
		Total de Consumos	214.22		14.10		0.00
Operación							
02-1110	$O=So/H$	$O=593.76/8.00$	74.22	100.00	74.22	100.00	74.22
		Total de Operación	74.22		74.22		74.22
		Costo Horario	368.50		106.99		98.08

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo

Descripción							
Clave: 03-4420				Unidad: Hora			
CAMION PETROLIZADORA FAMSA DE 6000 LTS MOTOR DIESEL 130 H.P.				Fecha:			
Datos Generales							
Potencia (p):	140.00 hp	Años de vida útil (V):					6.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):					1400.00
Costo base (Cb):	502775.56 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):					8400.00
Valor de llantas (VLL):	60966.54 \$	Tasa interés anual (i):					7.92 %
Adquisición (Va=Cb-VLL):	441809.02 \$	Prima de seguro anual (s):					3.00 %
Porcentaje rescate (r):	15.00 %	Coficiente de mantenimiento (Q):					1.10
Valor de rescate (Vr = Va*r):	66271.35 \$	Número de llantas (NLL):					6.00
		Vida eco. llantas (Hv):					1800.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	25.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):					0.6750 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(441809.02+66271.35)$	14.37	100.00	14.37	100.00	14.37
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(441809.02-66271.35)/84$	44.71	15.00	6.71	15.00	6.71
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(441809.02+66271.35)$	5.44	100.00	5.44	100.00	5.44
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.10*44.71$	49.18	0.00	0.00	15.00	7.38
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	113.70		26.52		33.90
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=25.0000*6.00$	150.00	5.00	7.50	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.6750*45.00$	30.38	5.00	1.52	0.00	0.00
LLANTAS	$LI=VLL*NLL/Hv$	$LI=60966.54/1800.00$	33.84	15.00	5.08	0.00	0.00
		Total de Consumos	214.22		14.10		0.00
Operación							
02-1110	$O=So/H$	$O=593.76/8.00$	74.22	100.00	74.22	100.00	74.22
		Total de Operación	74.22		74.22		74.22
		Costo Horario	402.14		114.84		108.12

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-4560				Unidad: Hora			
MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120G, MOTOR DIESEL DE 125 H.P.				Fecha:			
Datos Generales							
Potencia (p):	125.00 hp	Años de vida útil (V):	11.00				
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	1400.00				
Costo base (Cb):	1638383.49 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	15400.00				
Valor de llantas (VLL):	121027.50 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	1517355.99 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	10.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	1.20				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	151735.60 \$	Número de llantas (NLL):	6.00				
		Vida eco. llantas (Hv):	4000.00 hrs				
Cantidad de combustible (c):	18.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.5625 lts/h				
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(1517355.99+151735.60)$	47.21	100.00	47.21	100.00	47.21
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(1517355.99-151735.60)/15400$	88.68	15.00	13.30	15.00	13.30
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(1517355.99+151735.60)$	-17.88	100.00	17.88	100.00	17.88
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.20*88.68$	106.42	0.00	0.00	15.00	15.96
Otros:			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	260.19		78.39		94.35
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=18.0000*6.00$	108.00	5.00	5.40	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.5625*45.00$	25.31	5.00	1.27	0.00	0.00
LLANTAS	$LI=VLL*NLL/Hv$	$LI=121027.50*6/4000.00$	30.26	15.00	4.54	0.00	0.00
		Total de Consumos	163.57		11.21		0.00
Operación							
02-1130	$O=So/H$	$O=812.95/8.00$	101.62	100.00	101.62	100.00	101.62
		Total de Operación	101.62		101.62		101.62
		Costo Horario	525.38		191.22		195.97

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo

Descripción							
Clave: 03-4650 RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 235 CAPACIDAD DE 880 A 2100 LITROS MOTOR DIESEL DE 195 H.P.						Unidad: Hora	
						Fecha:	
Datos Generales							
Potencia (p):	195.00 hp	Años de vida útil (V):					7.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):					1400.00
Costo base (Cb):	4402951.79 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):					9800.00
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):					7.92 %
Adquisición (Va=Cb- VLL):	4402951.79 \$	Prima de seguro anual (s):					3.00 %
Porcentaje rescate (r):	10.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):					0.80
Valor de rescate (Vr = Va*r):	440295.18 \$	Número de llantas (NLL):					0.00
		Vida eco. llantas (Hv):					0.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	25.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):					0.7700 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(4402951.79+440295.18)/1400$	136.99	100.00	136.99	100.00	136.99
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(4402951.79-440295.18)/9800$	404.35	15.00	60.65	15.00	60.65
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(4402951.79+440295.18)/1400$	-51.89	100.00	51.89	100.00	51.89
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.80*404.35$	323.48	0.00	0.00	15.00	48.52
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	916.71		249.53		298.05
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=25.0000*6.00$	150.00	5.00	7.50	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.7700*45.00$	34.65	5.00	1.73	0.00	0.00
		Total de Consumos	184.65		9.23		0.00
Operación							
02-1130	$O=So/H$	$O=812.95/8.00$	101.62	100.00	101.62	100.00	101.62
		Total de Operación	101.62		101.62		101.62
		Costo Horario	1,202.98		360.38		399.67

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo								
Descripción								
Clave: 03-5000 COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-PACTOR 30 TON 105 H.P. CON TAMBORES DE CUCHILLAS DE 1.28 M							Unidad: Hora Fecha:	
Datos Generales								
Potencia (p):	105.00 hp	Años de vida útil (V):						5.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):						1100.00
Costo base (Cb):	601834.86 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):						5500.00
Valor de llantas (VLL):	110337.78 \$	Tasa interés anual (i):						7.92 %
Adquisición (Va=Cb- VLL):	491497.08 \$	Prima de seguro anual (s):						3.00 %
Porcentaje rescate (r):	10.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):						1.20
Valor de rescate (Vr = Va*r):	49149.71 \$	Número de llantas (NLL):						2.00
		Vida eco. llantas (Hv):						2500.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	14.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):						0.5063 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera	
Cargos Fijos								
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(491497.08+49149.71)$	19.46	100.00	19.46	100.00	19.46	
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(491497.08-49149.71)/55$	80.43	15.00	12.06	15.00	12.06	
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(491497.08+49149.71)$	7.37	100.00	7.37	100.00	7.37	
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.20*80.43$	96.52	0.00	0.00	15.00	14.48	
Otros:			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total de Cargos Fijos			203.78		38.89		53.37	
Consumos								
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=14.0000*6.00$	84.00	5.00	4.20	0.00	0.00	
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.5063*45.00$	22.78	5.00	1.14	0.00	0.00	
LLANTAS	$LI=VLL*NLL/Hv$	$LI=110337.78*2/2500.00$	44.14	15.00	6.62	0.00	0.00	
Total de Consumos			150.92		11.96		0.00	
Operación								
02-1130	$O=So/H$	$O=812.95/8.00$	101.62	100.00	101.62	100.00	101.62	
Total de Operación			101.62		101.62		101.62	
Costo Horario			456.32		152.47		154.99	

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-5000							
COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-PACTOR 30 TON 105 H.P. CON TAMBORES DE CUCHILLAS DE 1.28 M							
						Unidad :	Hora
						Fecha :	
Datos Generales							
Potencia (p) :	105.00 hp	Años de vida útil (V):					5.00
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):					1100.00
Costo base (Cb):	601834.86 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):					5500.00
Valor de llantas (VLL):	110337.78 \$	Tasa interés anual (i):					7.92 %
Adquisición (Va=Cb- VLL):	491497.08 \$	Prima de seguro anual (s):					3.00 %
Porcentaje rescate (r):	10.00 %	Coficiente de mantenimiento (Q):					1.20
Valor de rescate (Vr = Va*r):	49149.71 \$	Número de llantas (NLL):					2.00
		Vida eco. llantas (Hv):					2500.00 hrs
Cantidad de combustible (c):	14.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):					0.5063 lts/h
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(491497.08+49149.71)$	19.46	100.00	19.46	100.00	19.46
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(491497.08-49149.71)/55$	80.43	15.00	12.06	15.00	12.06
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(491497.08+49149.71)$	7.37	100.00	7.37	100.00	7.37
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.20*80.43$	96.52	0.00	0.00	15.00	14.48
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	203.78		38.89		53.37
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=14.0000*6.00$	84.00	5.00	4.20	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.5063*45.00$	22.78	5.00	1.14	0.00	0.00
LLANTAS	$LI=VLL*NLL/Hv$	$LI=110337.78*2/2500.00$	44.14	15.00	6.62	0.00	0.00
		Total de Consumos	150.92		11.96		0.00
Operación							
02-1130	$O=So/H$	$O=812.95/8.00$	101.62	100.00	101.62	100.00	101.62
		Total de Operación	101.62		101.62		101.62
		Costo Horario	456.32		152.47		154.99

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-5060 CARGADOR FRONTAL DE RUEDAS CATERPILLAR 910 MOTOR DIESEL 65 H.P.						Unidad : Hora	
						Fecha :	
Datos Generales							
Potencia (p) :	65.00 hp	Años de vida útil (V):	4.90				
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	2000.00				
Costo base (Cb):	759724.83 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	9800.00				
Valor de llantas (VLL):	156582.40 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	603142.43 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	10.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	1.20				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	60314.24 \$	Número de llantas (NLL):	4.00				
		Vida eco. llantas (Hv):	2000.00 hrs				
Cantidad de combustible (c):	10.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.3500 lts/h				
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(603142.43+60314.24)$	13.14	100.00	13.14	100.00	13.14
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(603142.43-60314.24)/98$	55.39	15.00	8.31	15.00	8.31
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(603142.43+60314.24)$	4.98	100.00	4.98	100.00	4.98
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.20*55.39$	66.47	0.00	0.00	15.00	9.97
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	139.98		26.43		36.40
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=10.0000*6.00$	60.00	5.00	3.00	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.3500*45.00$	15.75	5.00	0.79	0.00	0.00
LLANTAS	$LI=VLL*NLL/Hv$	$LI=39145.60*4/2000.00$	78.29	15.00	11.74	0.00	0.00
		Total de Consumos	154.04		15.53		0.00
Operación							
02-1130	$O=So/H$	$O=812.95/8.00$	101.62	100.00	101.62	100.00	101.62
		Total de Operación	101.62		101.62		101.62
		Costo Horario	395.64		143.58		138.02

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-5040				Unidad: Hora			
APLANADORA DOS RODILLOS COMPACTO-HUBER CD-810 8T, 73 H.P.				Fecha:			
Datos Generales							
Potencia (p):	73.00 hp	Años de vida útil (V):	5.00				
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	1200.00				
Costo base (Cb):	1599899.00 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	6000.00				
Valor de llantas (VLL):	0.00 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	1599899.00 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	10.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	0.80				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	159989.90 \$	Número de llantas (NLL):	2.00				
		Vida eco. llantas (Hu):	0.00 hrs				
Cantidad de combustible (c):	10.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.3700 lts/h				
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(1599899.00+159989.90)$	58.08	100.00	58.08	100.00	58.08
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(1599899.00-159989.90)/6000$	239.98	15.00	36.00	15.00	36.00
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(1599899.00+159989.90)$	-22.00	100.00	22.00	100.00	22.00
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=0.80*239.98$	191.98	0.00	0.00	15.00	28.80
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Total de Cargos Fijos	512.04		116.08		144.88
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=10.0000*6.00$	60.00	5.00	3.00	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*PI$	$L=0.3700*45.00$	16.65	5.00	0.83	0.00	0.00
		Total de Consumos	76.65		3.83		0.00
Operación							
02-1130	$O=So/H$	$O=812.95/8.00$	101.62	100.00	101.62	100.00	101.62
		Total de Operación	101.62		101.62		101.62
		Costo Horario	690.31		221.53		246.50

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

PROCESO CONSTRUCTIVO Y REVISION DEL PROGRAMA DE OBRA DE RAMPA DE EMERGENCIA UBICADA EN EL KM 84+380 DEL CAMINO DIRECTO PATZCUARO-URUAPAN

Costo Horario de Equipo							
Descripción							
Clave: 03-5190 PAVIMENTADORA BARBER-GREEN COMPLETA SB-131 130 H.P.						Unidad :	Hora
						Fecha :	
Datos Generales							
Potencia (p) :	130.00 hp	Años de vida útil (V):	7.00				
Motor:	Diesel	Horas al año (Ha):	1000.00				
Costo base (Cb):	2409450.49 \$	Vida económica (Ve=Ha*V):	7000.00				
Valor de llantas (VLL):	38016.00 \$	Tasa interés anual (i):	7.92 %				
Adquisición (Va=Cb- VLL):	2371434.49 \$	Prima de seguro anual (s):	3.00 %				
Porcentaje rescate (r):	10.00 %	Coefficiente de mantenimiento (Q):	1.20				
Valor de rescate (Vr = Va*r):	237143.45 \$	Número de llantas (NLL):	8.00				
		Vida eco. llantas (Hv):	3500.00 hrs				
Cantidad de combustible (c):	19.0000 lts/h	Cantidad de lubricante (a):	0.6157 lts/h				
Clave	Fórmula	Operaciones	Activa	% Ina.	Inactiva	% Esp.	En espera
Cargos Fijos							
Inversión:	$I=i(Va+Vr)/2Ha$	$I=0.08(2371434.49+237143.45)/$	103.30	100.00	103.30	100.00	103.30
Depreciación:	$D=(Va-Vr)/Ve$	$D=(2371434.49-237143.45)/$	304.90	15.00	45.73	15.00	45.73
Seguro:	$S=s(Va+Vr)/2Ha$	$S=0.03(2371434.49+237143.45)/$	39.13	100.00	39.13	100.00	39.13
Mantenimiento:	$M=Q*D$	$M=1.20*304.90$	365.88	0.00	0.00	15.00	54.88
Otros :			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de Cargos Fijos			813.21		188.16		243.04
Consumos							
COMBUSTIBLES	$E=c*Pc$	$E=19.0000*6.00$	114.00	5.00	5.70	0.00	0.00
LUBRICANTES	$L=a*Pl$	$L=0.6157*45.00$	27.71	5.00	1.39	0.00	0.00
LLANTAS	$LI=VLL*NLL/Hv$	$LI=38016.00*8/3500.00$	10.88	15.00	1.63	0.00	0.00
Total de Consumos			152.59		8.72		0.00
Operación							
02-1140	$O=So/H$	$O=995.59/8.00$	124.45	100.00	124.45	100.00	124.45
Total de Operación			124.45		124.45		124.45
Costo Horario			1,090.25		321.33		367.49

ELABORO

LUIS MANUEL RAMOS AVILA

CONCLUSIONES

Cabe mencionar que se realiza un gran esfuerzo para concluir trabajos de muy buena calidad, y finalmente quien se ve completamente beneficiados es la sociedad, sus poblados vecinos de este camino directo y todo el personal que trabaja en la plaza de cobro de San Ángel Zurumucapio, Michoacán. Al realizar con procedimientos constructivos adecuados y de calidad, se fortalece la infraestructura de redes carreteras del país.

Referente a la construcción de la Rampa de Emergencia se forjan actividades importantes como son: la generación de empleos y al tener en funcionamiento la obra mejora la calidad de circulación de los usuarios con seguridad así como la de los trabajadores y que su principal objetivo es salvar la vida de todas las personas.

Al terminar los trabajos de esta rampa de emergencia se llegó a la conclusión, de que se cumplió el objetivo, que el procedimiento constructivo de la rampa de emergencia si se construyó de acuerdo a la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), cumpliendo con todos los requisitos solicitados por esta dependencia, teniendo una Rampa de Emergencia confiable para el usuario y de buena calidad, además se concluye que el presupuesto es razonable, teniendo un buen análisis de la maquinaria, materiales y de mano de obra, mejorando el tiempo de ejecución de los trabajos proyectados.

En base a la pregunta de investigación, ¿Qué es un proceso constructivo?; se puede decir que son los pasos a seguir de cómo debe realizarse cualquier trabajo para que su ejecución sea la correcta en cuanto a la calidad de los materiales,

equipo idóneo para realizar los trabajos, la mano de obra adecuada y una buena administración por parte del encargado de la obra.

En cuanto a, ¿Cuál es la ventaja de un procedimiento constructivo para la Rampa de Emergencia ubicada en el km 84+380 del tramo: Pátzcuaro – Uruapan?; Dentro el procedimiento constructivo la ventaja es que se entregan trabajos de calidad con una cronología correcta para que no se traslapen ningún trabajo no se deba realizar y no se vea repercutido en cuestión económica de la obra, una de las ventajas más importante es que el tiempo de ejecución se ve reducido por un proceso constructivo viéndose reflejado en los usuarios que transitan por este tramo carretero, las poblaciones vecinas a este tramo, ya que del km 80+000 al 92+500 es de pendiente constante de aproximadamente del 7%, quedando San Ángel Zurumucapio ubicado un poco mas de la mitad de esa pendiente, así como la plaza de cobro de San Ángel Zurumucapio que se ubica en el km 87+500, incrementando la seguridad de los usuarios ya que al entregar los trabajos anticipadamente los usuarios que circulan con cualquier tipo de vehículo y presenten una falla en sus frenos podrán utilizar la rampa de frenado salvando la vida del usuario, la vida de las personas que transitan en ese momento que se suscite la falla así como del personal que trabaja en la plaza de cobro.

Dentro del transcurso de la obra se llevó a cabo un buen control de calidad, teniendo en la obra un laboratorio de planta, llevando a cabo un buen análisis tanto del material empleado como la compactación de las capas de la estructura, teniendo una gran ventaja llevando este análisis del pavimento, por lo que es necesario hacerle pruebas de laboratorio a las capas de la subbase, base hidráulica, carpeta

asfáltica y el riego de sello, para así mismo garantizar el buen funcionamiento de la rampa de emergencia y darle una buena seguridad al usuario que transita por esta vía tan importante, cumpliendo con todos los requisitos y normas de calidad para la construcción.

Otra de las situaciones importantes en este camino, es el buen manejo de la topografía, ya que con esta misma se llevo a cabo un buen procedimiento del mismo, llegando a resultados adecuados del alineamiento, perfil, secciones transversales, por lo que se cumple con todas las características confiables para esta carretera.

Por último, se puede dar a conocer, que la reconstrucción de este camino se llevo a cabo con un buen procedimiento de construcción, un buen control de calidad, un proceso topográfico de calidad y un buen análisis del presupuesto, cumpliendo así mismo con todos los requisitos solicitados por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), y dejando en buen funcionamiento la Rampa de Emergencia.

BIBLIOGRAFIA

Alfonso Mier S. José (1987)

Introducción a la Ingeniería de Caminos.

UMSNH.

Arias Rivera G. Carlos (1984)

Cuaderno de Comportamiento de Suelos.

Fac. Ingeniería UNAM.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2004)

Metodología de la Investigación.

Ed. Mc Graw Hill. México.

Jurado Rojas, Yolanda. (2005)

Técnicas de Investigación Documental.

Ed. Thomson. México.

Mendieta Alatorre, Angeles (2005)

Métodos de Investigación y manual académico.

Ed. Porrúa, México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1974)

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:

[//www.arqhys.com/construccion/subbase-construccion.html](http://www.arqhys.com/construccion/subbase-construccion.html)

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/de_u_jm/

<http://documentos.arq.com.mx/Detalles/2356.html>

http://www.michoacan-travel.com/fiprotur/imagen/mapa_michoacan.gif

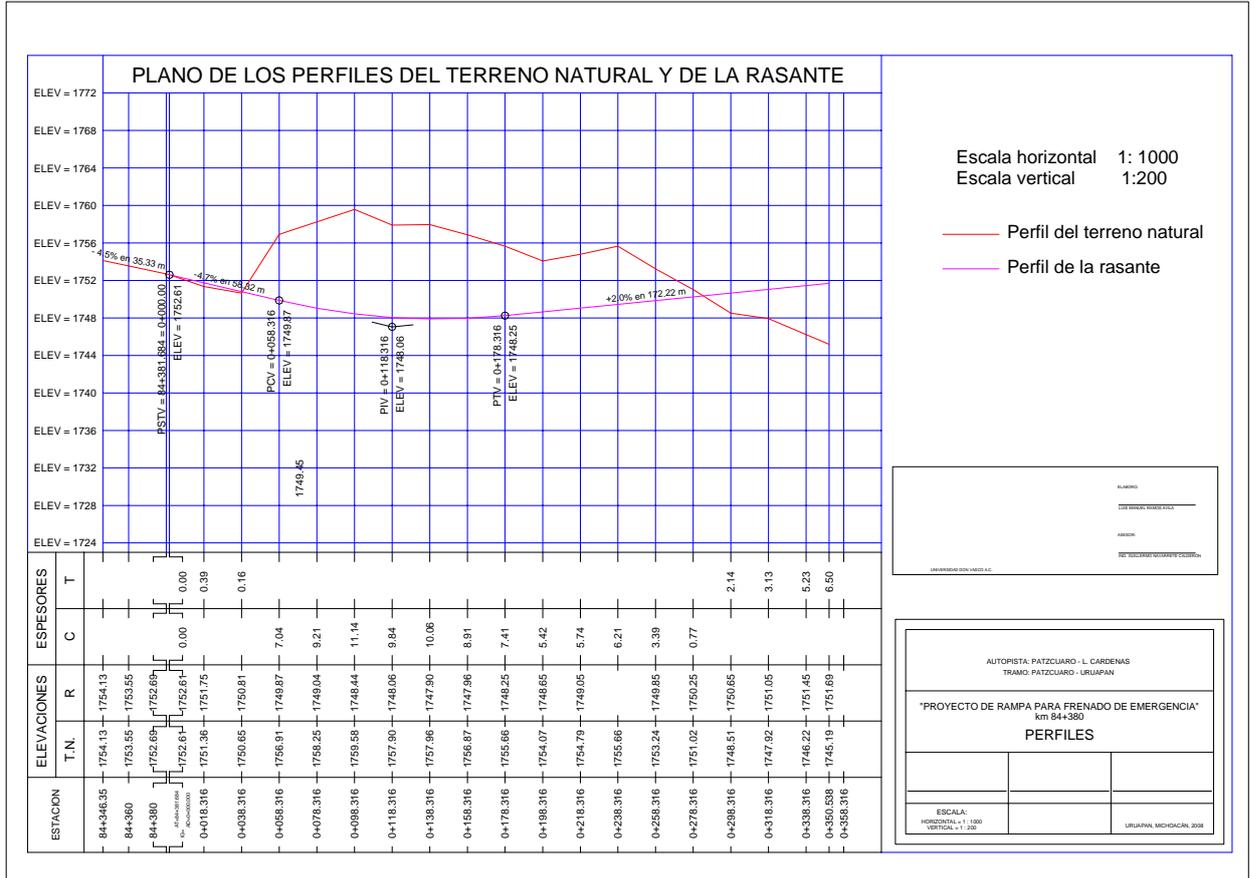
Normativa Para la Infraestructura del Transporte (Normativa SCT)

http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/Estado%20de%20Michoacan.pdf

Programa Satelital Google Heart

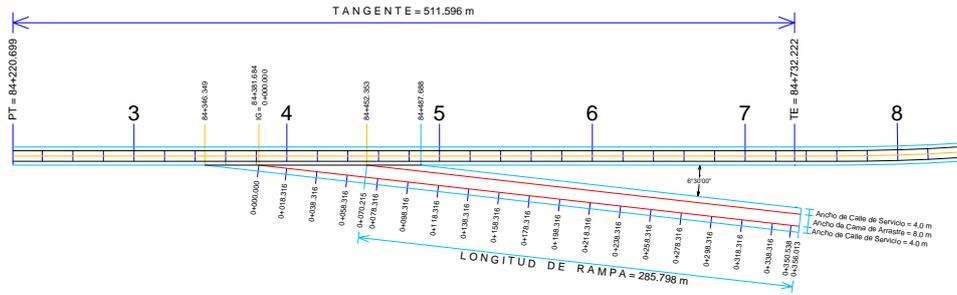
<http://uicdr.sct.gob.mx/index.php?id=440>

ANEXO A



ANEXO B

PLANTA GENERAL DE LA RAMPA PARA FRENADO DE EMERGENCIA
UBICADA EN EL km 84+380 DEL C.D. PÁTZCUARO - URUAPAN

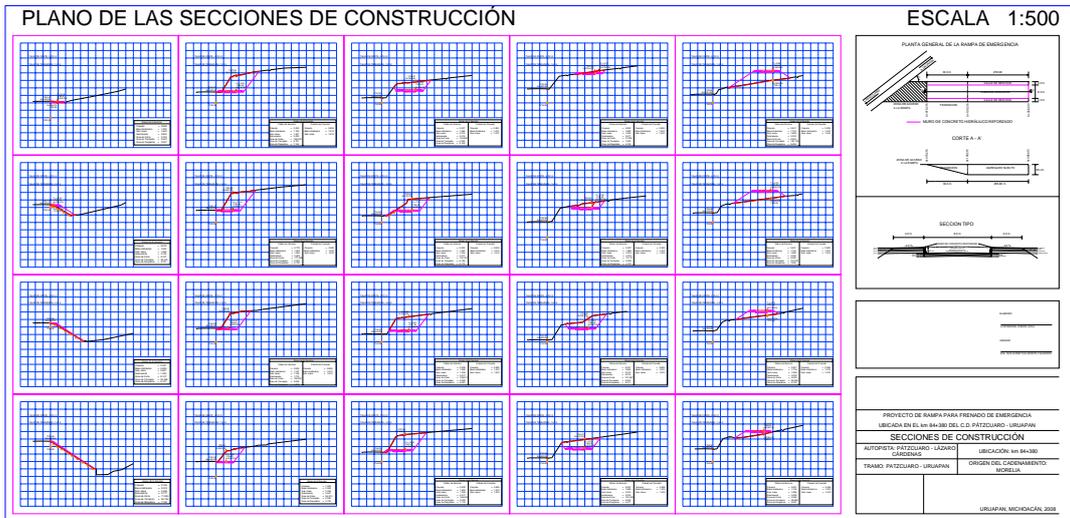


ELABORO	_____ LUIS MANUEL RAMOS AVILA
ASISOR	_____ RIC GALLERONI NAVARRETE CALZADON
UNIVERSIDAD DON VASCO S.C.	



AUTORIDAD PATZCUARO - L. CALZADAS RUMBO PATZCUARO - URUAPAN	
"PROYECTO DE RAMPA PARA FRENADO DE EMERGENCIA" km 84+380	
PLANTA GENERAL	
ESCALA:	_____ AUTOR: PATZCUARO, L. CALZADAS

ANEXO C



ANEXO E