



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL KM. 0+000 AL
2+800 DEL TRAMO CARRETERO, SAN ANTONIO DE VIÑITA-
LOMA CEÑIDA, MUNICIPIO DE TACÁMBARO, MICHOACÁN.**

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Anacleto Romero Santos.

Asesor

Ing. Sandra Natalia Parra Macías.

Uruapan, Michoacán, 05 de Mayo de 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Con respeto y admiración.

Agradezco a Dios por haberme dado la voluntad y la oportunidad de terminar este proyecto de mi vida, que con tanto anhelo tenía desde que era pequeño.

Agradezco a mis padres, Celia Santos y Jesús Romero, las personas más importantes en mi vida y a quienes les debo todo, les agradezco por apoyarme siempre en las decisiones que he tomado. Que Dios los bendiga por siempre.

A mis hermanos, que sin ellos no habría logrado terminar este capítulo de mi vida, les agradezco con todo mi corazón todo este tiempo que me han apoyado, Leocadia Romero, Hermelinda Romero, María Del Carmen Romero, Fernando Romero, Guillermo Romero y Jesús Romero, gracias a la familia de cada uno de ellos por tener confianza en mí. Que Dios los bendiga por siempre.

A mis tíos, Florentino Santos y Raquel Lagunas por apoyarme en todo momento, buenos y malos. Por los consejos que me han dado en el transcurso de esta agradable estancia que he tenido con ustedes y gracias por soportarme durante este tiempo. Que dios los bendiga por siempre.

A mis primos, Sandra Santos y Daniel Santos por el apoyo que me proporcionaron, por los agradables momentos que he pasado con ustedes y por haberme soportado todo este tiempo con ustedes. Que Dios los bendiga por siempre.

ÍNDICE

Introducción	
Antecedentes	1
Planteamiento del problema	2
Objetivos	3
Pregunta de investigación	3
Justificación	4
Marco de referencia	5
Capítulo 1.- Vías terrestres	
1.1 Historia del desarrollo de los caminos	6
1.2 Historia de los caminos en México	7
1.3 Caminos y carreteras	8
1.4 Clasificación de las carreteras	9
1.4.1 Clasificación por transitabilidad	9
1.4.2 Clasificación administrativa	10
1.4.3 Clasificación técnica oficial	11
1.5 Inventario de caminos.	11
1.6 Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto	13
1.6.1 El problema del tránsito.	13
1.6.2 Que soluciones puede darse al problema del tránsito	14
1.7 Velocidad de proyecto.	15
1.8 Velocidad de tránsito	17
1.9 Derecho de vía.	19
1.10 Capacidad y nivel de servicio.	21

1.11 Espaciamiento e intervalo entre vehículos.	22
1.12 Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio	22
1.13 Factores relativos al camino.	23
1.14 Caminos de dos carriles.	25
1.15 Caminos de varios carriles	25
1.16 Distancia de visibilidad	26
1.17 Distancia de visibilidad de parada	26
1.18 Distancia de visibilidad de rebase	27
1.19 Distancia de visibilidad de decisión	28

Capítulo 2.- Proceso constructivo

2.1 Terracerías	30
2.1.1 Desmonte	30
2.1.2 Despалme	32
2.1.3 Cortes	32
2.1.4 Terraplenes	35
2.2 Pavimentos	38
2.2.1 Revestimiento	38
2.3 Sub-bases y bases	39
2.4 Carpetas Asfálticas	41
2.4.1 Carpetas asfálticas por el sistema de riegos	43
2.5 Compactación de los materiales en el camino	45
2.5.1 Compactación de los materiales en el campo	46

2.6 Conservación de caminos	52
2.6.1 Conservación de pavimentos	52
2.6.2 Conservación de obras de drenaje	52

Capítulo 3.- Resumen ejecutivo de macro y microlocalización

3.1 Generalidades	55
3.2 Resumen ejecutivo	57
3.3 Entorno geográfico	57
3.4 Geología regional y de la zona en estudio	60
3.5 Hidrología regional y de la zona en estudio	60
3.6 Uso de suelo regional y de la zona en estudio	61
3.7 Informe fotográfico	61

Capítulo 4.- Metodología

4.1 Método empleado	66
4.1.1 Método matemático	67
4.2 Enfoque de la investigación	67
4.2.1 Alcance de la investigación	68
4.2.2 Alcance de la investigación	68
4.3 Instrumento de recopilación de datos	68

Capítulo 5.- Análisis e interpretación de resultados

5.1 Ruta crítica	71
----------------------------	----

5.2 Actividades principales y procesos constructivos	.	.	.	73
5.3 Programa de obra	.	.	.	93
Conclusiones	.	.	.	100
Bibliografía	.	.	.	103
Anexos				

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Desde tiempos remotos ha sido esencial construir vías terrestres que conecten una población con otra, buscando el beneficio de la sociedad y tratando de reducir tiempos de traslado.

Las obras de ingeniería, principalmente las que corresponden a la infraestructura se encuentran a cargo del gobierno, sirven para provocar un desarrollo importante al país, por ello deben ser eficientes y económicas. Así mismo, deben satisfacer las necesidades para las cuales fueron construidas y tener un menor costo económico, de mantenimiento y desarrollo del proyecto.

Las vías terrestres son funcionales de acuerdo a su tipo o características, como son: las características geométricas, tipo de vehículos que transitarán por dicha vía, volumen de tránsito y la velocidad con la cual se llevará a cabo el proyecto.

En las tesis consultadas en la Universidad Don Vasco A.C. se encuentran algunas relacionadas con el tema de esta investigación como son: Diseño del “Proyecto Geométrico para el Tramo Carretero del Camino Viejo a la Hidroeléctrica de la CFE, en Uruapan, Michoacán”. Realizada por Omar Jerzain Vargas Martínez, en el año 2012, el objetivo fue el diseño del proyecto geométrico para dicho tramo. Otra investigación es: “Propuesta de Diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro-Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo, del Tramo 5+000 a Km 11+000 del Municipio de Nuevo Parangaricutiro,

Michoacán”. Realizada por Jesús Alberto Cuara Isidro, en el año 2008. Su objetivo fue diseñar una propuesta de un procedimiento constructivo para dicho tramo y determinar los costos de ejecución de dicha obra. También fue encontrada la tesis de “Revisión del proceso de construcción del tramo carretero “El Tepehuaje-Las Guacamayas” en el municipio de Carácuaro, Michoacán. Realizada por Hugo Enrique Salgado Mora en el año 2008. El objetivo fue determinar si el proceso constructivo fue el adecuado para la construcción de dicho tramo.

Planteamiento del problema.

En esta investigación se trata de conocer si el proceso constructivo es óptimo para la construcción del tramo carretero, San Antonio de Viñita-Loma Ceñida, municipio de Tacámbaro, Michoacán, del KM 0+000 al KM 2+800.

Para llegar a la respuesta de dicha pregunta se analizarán las variables siguientes transitividad del camino, las dimensiones del camino, la capacidad que tendrá el camino y el tipo de vehículos que transitarán. Ya que el municipio de Tacámbaro cuenta con actividades que son una atracción para el turismo. Así mismo cuenta con la producción del aguacate, entre otras, tanto como agrícolas como culturales, que son de gran beneficio económico, para el municipio el estado y el país.

Objetivos.

Objetivo general:

Diseñar el proceso constructivo del km 0+000 al 2+800 del tramo carretero San Antonio de Viñita-Loma Ceñida, municipio de Tacámbaro, Michoacán.

Objetivos específicos:

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Definir qué son las vías terrestres
2. Analizar los tipos de vías terrestres
3. Clasificar las vías terrestres
4. Definir el proceso constructivo
5. Establecer los tipos de procesos constructivos
6. Analizar las normas para el proceso constructivo

Pregunta de investigación.

Con esta investigación la pregunta a responder es: ¿El diseño del proceso para la construcción del km 0+000 al 2+800 del tramo carretero, San Antonio de Viñita-Loma Ceñida, municipio de Tacámbaro, Michoacán, será el óptimo para su buen funcionamiento? Llegando a obtener la respuesta al final de esta investigación.

Justificación.

Hoy en día, la infraestructura de las vías terrestres es muy importante para el desarrollo de un país, ya que con ello se eleva el comercio, el transporte de mercancías y de personas de una ciudad, pueblo o región rural, de un lugar a otro, en un menor tiempo.

Por esta misma razón, es necesario tener una buena calidad en el proceso de la construcción de las vías terrestres, para evitar problemas futuros de transitabilidad, de pérdidas económicas o incluso de pérdidas humanas.

Este camino permitirá el transporte de gran parte de la población de los alrededores, habrá un mejor comercio, tanto importado como exportado, beneficiará al turismo ya que sus alrededores son un lugar rico en cultura.

Al llevar a cabo esta investigación también se beneficiará a gran parte de los alumnos de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C. o de algunas otras instituciones que requieran consultar información sobre el tema investigado.

Al consultar esta investigación, los alumnos conocerán el funcionamiento y proceso de construcción de una vía terrestre, que lleva a cabo la Secretaria De Comunicaciones y Transporte (SCT), ya que podrán ver ejemplos reales, aplicados a la Ingeniería Civil, lo cual en clases se ve de forma teórica y esto lleva a una perspectiva diferente que a la que se ve campo.

Marco de referencia.

Tacámbaro es una de las áreas más hermosas y cautivadoras de Michoacán. Se localiza en el umbral de tierra caliente, un diminuto valle que abarca, al norte, la parte baja de la Sierra y al sur, los bordes de la enorme cordillera denominada Sierra Madre, que se extiende paralela a la costa del Pacífico.

Se localiza al centro del Estado, en las coordenadas 19°14' de latitud norte y 101°28' de longitud oeste, a una altura de 1,640 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Santa Clara, Huiramba y Acuitzio, al este con Madero y Nocupétaro, al sur con Turicato, y al oeste con Ario. La población total es de 69 955 mil habitantes de los cuales 35 945 mil son mujeres y 34 010 son hombres, según datos del INEGI, edición 2010.

En el municipio dominan el bosque mixto con pino, encino y cedro, el bosque tropical deciduo, con parota, cueramo, ceiba y huizache y el bosque de coníferas, con pino y oyamel.

Por su importante localización geográfica, Tacámbaro cuenta con atractivos paisajes silvestres, los cuales cautivan a los habitantes del lugar y a los que visitan estas tierras purépechas. Ejemplos de estos parajes, valiosos por su naturaleza pura, son: el Parque “Cerro Hueco”, la Alberca, la Laguna de Magdalena, la cascada de Santa Paula. Para los aficionados al turismo cultural, Tacámbaro destaca por atractivos, como la Plazuela del Santo Niño, la Catedral, la Plaza central, con sus antiguos portales y el Santuario de Fátima

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se estudiarán conceptos correspondientes al estudio de las vías terrestres, así como definiciones de conceptos que tratan directamente sobre el tema.

1.1 Historia del desarrollo de los caminos.

Según Mier (1987), algunos antropólogos, en base a estudios que realizaron en restos humanos y reliquias arqueológicas, llegaron a la conclusión que el hombre ha existido desde hace unos 100,000 años. Mediante el transcurso del tiempo el hombre dejó de ser nómada y a causa de las necesidades que él fue adquiriendo logró la forma de cultivar los alimentos, se llegó a esta conclusión gracias a los vestigios encontrados en algunos ríos como el Nilo, entre algunos otros. Gracias al descubrimiento de la agricultura se conocieron las primeras civilizaciones hace unos 6000 años.

Partiendo de que se descubre en Asia hace más de 5000 años, se establece que los primeros en aprovechar este gran descubrimiento fueron los egipcios y asirios, los cuales eran dos grandes pueblos y los primeros en desarrollar grandes caminos, esto se llevó a cabo por la necesidad de transportarse de Asia a Egipto; lo cual provocaría que los cartaginenses llevaran a cabo construcciones de caminos de piedra para facilitar el transporte, a su vez el imperio romano aplicaría esa técnica alrededor de más de 500 años.

De acuerdo con Mier (1987), los más grandes constructores de caminos del mundo antiguo fueron los romanos, que llevaron a cabo una construcción de una red de vía de comunicación muy eficiente y hasta el momento no se ha comparado con ninguna otra de la actualidad. Una característica del imperio romano fue la capacidad que tenían sus ingenieros militares para construir caminos en distancias cortas para transportarse en un menor tiempo de un lugar a otro y con más seguridad.

1.2 Historia de los caminos en México.

En México la construcción de los primeros caminos se llevó a cabo por dos grandes civilizaciones “los aztecas y los mayas, quienes por sus actividades comerciales, religiosas y bélicas, utilizaban ampliamente los caminos; de algunos perduraban aun los vestigios, como los famosos caminos blancos de los mayas, esto se manifestaron tanto para construir como para consérvalos”. (Mier; 1987:2)

Partiendo de lo dicho por Mier (1987), señala que al arribar los españoles al nuevo mundo, encontraron que sus pobladores desconocían la rueda pero contaban con un gran número de veredas y caminos, por los cuales se transportaban, pero no tenían ningún tipo de vehículo donde utilizaran la rueda para transportarse. Así mismo, con el tiempo y la llegada de los grandes gobernantes se realizaron las primeras modificaciones a los caminos existentes y así llegó la necesidad de construir más y nuevos caminos para la comunicación de los nuevos países.

Al llevarse a cabo la guerra de Independencia se creó una situación que impidió la realización de nuevos caminos para el beneficio de México. El 19 de noviembre de 1867 el presidente de la república en ese entonces, el Lic. Benito Juárez, creó el impuesto dedicado a la conservación de los caminos, sustituyendo el de peaje.

Fue hasta 1891 cuando el General Porfirio Díaz presidente de la república en ese tiempo creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, en 1958 a consecuencia del crecimiento y demanda de nuevos y más veloces automóviles se hizo la división de esta secretaría en dos: una sería la Secretaría de Obras Públicas y la otra desde 1982 hasta hoy en día la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

1.3 Caminos y carreteras.

Según Crespo (2005), hoy en día se acostumbra llamar a las vías rurales como CAMINOS, mientras que a las CARRETERAS se les conocen como aquellas vías por las cuales viajan un gran número de vehículos y cuentan con características modernas en comparación a las vías rurales.

El significado de carreteras se le da a la “adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada”. (Crespo; 2005: 1)

1.4 Clasificación de las carreteras.

Partiendo de lo dicho por Crespo (2005), las carreteras pueden ser clasificadas de acuerdo al lugar donde se encuentran en cualquier parte del mundo, ya sea por la actividad de la región o por el tipo de transitabilidad.

En México se pueden distinguir varias clasificaciones que en ocasiones algunas coinciden con las que se les da en otros países, estas son: Clasificación por Transitabilidad, Clasificación Administrativa y Clasificación Técnica Oficial.

1.4.1 Clasificación por transitabilidad.

La clasificación por transitabilidad corresponde a las etapas de la construcción de una carretera y se dividen en:

1. Terracerías: es cuando se construye la sección del proyecto hasta el nivel de la subrasante y la cual se puede transitar en el tiempo de secas.
2. Revestida: es cuando sobre la subrasante se ha construido una o varias capas de material granular y que puede ser transitada en cualquier tiempo ya sea en lluvias, secas, etc.
3. Pavimentada: es cuando sobre la subrasante ya se ha construido totalmente el pavimento, lo cual se puede decir que ya está terminado.

La clasificación anteriormente mencionada es casi universal en cartografía y es representada de la siguiente manera:

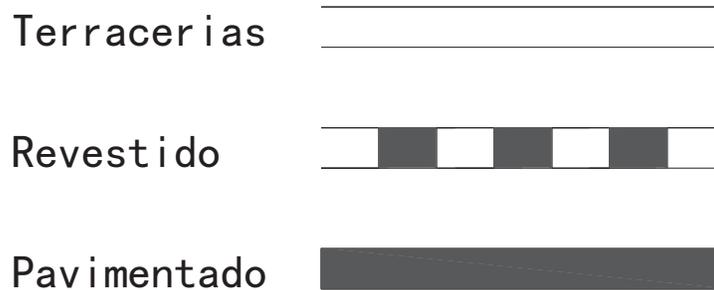


Fig. 1.1 Clasificación por Transitabilidad.

Fuente: <http://infoconstrucivil.blogspot.mx/>

1.4.2 Clasificación administrativa.

En este aspecto se clasifican de la siguiente manera:

1. Federales: cuando el financiamiento para la construcción se realiza por la federación, por lo tanto se encuentran a cargo de ellas.
2. Estatales: cuando el 50% del financiamiento para la construcción es aportado por el Estado y el otro 50% por la Federación. Estos caminos se quedan a cargo de las antes llamadas Juntas Locales de Caminos.
3. Vecinales o Rurales: cuando un tercio del valor total de la construcción es aportada por los vecinos beneficiados, otro tercio por la Federación y el tercio restante por el Estado. Su conservación se hace por medio de los Sistemas de Caminos.
4. De cuota: estas son como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado. La cual recupera su inversión por medio de cuotas de paso.

1.4.3 Clasificación técnica oficial.

Esta clasificación permite tomar en cuenta las características físicas de los caminos y a si mismo distinguirlas, ya que se toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo económico del mismo (20 años), y el proyecto y características geométricas aplicadas.

1.5 Inventario de caminos.

De acuerdo con Mier (1987), para la obtención del inventario de caminos de una entidad, existe un método eficiente y sencillo el cual es recorrer el camino en un vehículo tomando el kilometraje con el odómetro y llevando la anotación de la información que se obtenga y se presente a simple vista, o con la ayuda de instrumentos topográficos para tener una mayor exactitud de la información.

Uno de los procedimientos que es preciso, económico y rápido, y con el cual se obtiene el perfil por medio de un sistema barométrico y anexando el levantamiento directo del aspecto del camino es el método de odógrafo-giroscópico-barométrico. Los datos obtenidos en este método son: perfil, configuración del terreno por el que se cruza, características de la superficie del camino, la sección transversal, el alineamiento horizontal y vertical, la visibilidad, el señalamiento, las obras de drenaje, cruces y entronques con otras vías de comunicación, las características de los poblados, el uso de tierra a los lados de los caminos y demás datos que se consideran importantes para la construcción de un camino.

Una de las principales aplicaciones inmediatas que puede llegar a tener el inventario de caminos, es la obtención de la capacidad de los caminos que integran una red. Las principales características geométricas de un camino, que influyen en su capacidad del transporte en cuanto a vehículos, son su sección transversal. Comprendiendo el ancho de los carriles, distancia y obstáculos laterales, el ancho y el estado de los acotamientos, el alineamiento vertical, alineamiento horizontal y la distancia de visibilidad. Todos estos datos se obtienen al realizar el inventario y por lo tanto pueden ser aplicados de inmediato para el cálculo de la capacidad de los diferentes tramos, se precisan también las condiciones en que se estará trabajando el camino en el transcurso de ese tiempo y se podrán llevar a cabo las modificaciones necesarias para el buen funcionamiento del tramo o tramos que sean afectados y así evitar el congestionamiento y mal funcionamiento que conduzca a grandes incidencias de accidentes.

Una de las aplicaciones también importantes que es necesaria para el inventario de caminos consiste en señalar las obras necesarias y sus prioridades en los programas de construcción, conservación y reconstrucción de cierto camino.

Ya obtenidos los datos necesarios y terminando el inventario de caminos se debe mantener al día, mediante el registro adecuado de los cambios hechos. Para ello se llevará a cabo la obtención de datos sobre las modificaciones, en las dependencias correspondientes, que se lleven a cabo en fechas posteriores a la realización del inventario del tramo, con el objetivo de tener únicamente las

revisiones periódicas, el estado real y verdadero en que se encuentre la red de camino construido.

1.6 Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto.

La Ingeniería Civil es una de las disciplinas más importantes para el desarrollo de un país, así mismo tiene subdivisiones como es “la Ingeniería de Tránsito que es la rama de la ingeniería que se dedica al estudio del movimiento de personas y vehículos en las calles y los caminos, con el propósito de hacerlo eficaz, libre, rápido y seguro.” (Mier; 1987:21).

1.6.1 El problema del tránsito.

Según Mier (1987), uno entre varios problemas de tránsito es básicamente la disparidad existente entre el vehículo moderno y los caminos anacrónicos por los cuales tiene que desplazarse.

En la actualidad las ciudades son trazadas igualmente como las de las antiguas civilizaciones, ya que los caminos de la actualidad sólo son un mejoramiento de las rutas antiguas seguidas por las diligencias, mientras que otros fueron diseñados para vehículos de hace unos cuarenta años, lo cual es muy desfavorable para los vehículos modernos. Sobre las calles el vehículo moderno no puede moverse naturalmente, ya que está diseñado para desplazarse en curvas más o menos amplias, lo cual ocasiona congestionamiento y por lo tanto accidentes.

El vehículo por su parte ha sufrido grandes cambios en estos últimos 50 años, en comparación con los antiguos. Los principales factores que intervienen en el problema de tránsito son: la diversidad de vehículos en un camino, como automóviles, camiones, bicicletas etc. vías de comunicación que no son adecuadas para los vehículos modernos, calles y caminos angostos, torcidos y con grandes pendientes y con banquetas insuficientes, no existe una planeación del proyecto sólo se construye sin tener una mejor visión, no existe un diseño óptimo para el camino y existe una falta de educación vial a los conductores, incluyendo ausencia de leyes y reglamentos de tránsito que sean aptos para las necesidades de los usuarios.

1.6.2 Que soluciones puede darse al problema del tránsito.

De acuerdo a Mier (1987), es necesario resolver los problemas de tránsito lo más rápido posible y a la disponibilidad económica que se tenga. Existen tres soluciones que se le puede dar al problema del tránsito que son: solución integral, solución parcial de alto costo y solución parcial de bajo costo.

La solución integral consiste en construir nuevos caminos que sean aptos para los vehículos modernos y que estén dentro de un tiempo óptimo de vida útil. Se deben proyectar caminos en las ciudades donde el nuevo trazo sea el apto, donde puedan alojar vehículos automotores modernos, caminos en donde el usuario pueda viajar con seguridad de acuerdo a las exigencias de los nuevos vehículos. Lo mencionado anteriormente es algo casi imposible en las ciudades actuales, porque se tendría que hacer el rediseño y remover grandes edificaciones

lo cual es algo demasiado costoso y por lo tanto imposible. Afortunadamente algunos de los nuevos proyectos urbanísticos a realizar ya están aplicando los conceptos mencionados.

Por otro lado la solución parcial de alto costo trata de tener el mejor beneficio de los caminos existentes realizando cambios que requieren grandes inversiones económicas, tales como el ensanchamiento de las calles existentes; “construcción de intersecciones canalizadas, rotatorias o a desnivel; arterias de acceso controlado, mayor cantidad de estacionamientos públicos y privados; sistemas de control automático del tránsito con semáforos; etcétera.” (Mier; 1987:22).

La solución parcial de bajo costo consiste en aprovechar lo más posible las construcciones de caminos existentes con el mínimo de obras materiales: “deben dictarse leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tránsito; realizar campañas de educación vial, hacer cambios en la circulación de vehículos para lograr calles con circulación en un sentido, estacionamiento con tiempo limitado, canalización del tránsito a bajo costo, proyecto estandarizado de señales y semáforos, etcétera”. (Mier; 1987:22).

1.7 Velocidad de proyecto.

Partiendo de lo dicho por Mier (1987), la velocidad es un elemento importante para la realización de un proyecto de un camino, ya que si cumple con el buen funcionamiento para el cual fue creado, contará con una rapidez y seguridad con la que los usuarios y mercancías transportadas se muevan en él.

La velocidad de proyecto “es la máxima velocidad sostenida que ofrece seguridad en un tramo a lo largo de un camino y que gobierna las características de proyecto mismo”. (Mier; 1987:39).

Esta misma debe ser congruente con el tipo de terreno y de camino. La elección de la velocidad de un camino es diseñada de acuerdo a la topografía del terreno, al tipo de camino y a la cantidad de vehículos que transitarán por dicho camino, así mismo por el tipo y uso de la tierra.

Una vez elegida la velocidad de proyecto para el camino, ésta debe estar directamente relacionada con las características geométricas de dicho camino para tener la seguridad de que será un proyecto equilibrado.

Un camino plano o en lomerío justifica una velocidad de proyecto mayor que un camino en un lugar montañoso. Un camino que tiene una gran demanda de tránsito o un gran volumen de tránsito es de justificar que requiera una mayor velocidad de proyecto, que uno que es poco transitable y de menor importancia de topografía semejante al de mayor, principalmente cuando la economía de operación de vehículos y otras actividades es grande.

Existen casos en que la proyección de un camino es difícil ya sea por la topografía del terreno o por que se encuentra en lugares muy poblados y por lo tanto es muy difícil ser construidos o modificados, esto requiere que los conductores se den cuenta de la situación y acepten de buena manera velocidades bajas, que de otra manera no se permitirían.

Menciona Mier (1987), que es necesario que en el diseño de un camino la velocidad de proyecto sea constante. En ocasiones esto es algo que no se puede cumplir, ya sea por la topografía o por el uso de terreno, por lo cual es necesario hacer cambios en la velocidad del proyecto. Cuando esto suceda es necesario hacer los cambios requeridos de velocidad mediante transiciones suaves en las cuales les permita a los conductores tener un cambio de velocidad gradual evitando un cambio brusco de la misma.

La velocidad asignada para un camino debe ajustarse a las necesidades de circulación de los conductores. Cuando las condiciones de tránsito y de rodamiento de la superficie de un camino, tales que los conductores que transitan pueden llevar la velocidad que deseen, se puede notar la variación de velocidades de acuerdo a cada conductor.

La mayoría de los caminos construidos son proyectados para tener una vida útil de 15 a 20 años, sin embargo las características horizontales y verticales que van muy relacionadas con la velocidad de proyecto se prevén en un mayor tiempo y si los elementos del camino son construidos adecuadamente, este puede durar en funcionamiento mucho más tiempo del previsto, ya que pueden ser modificados en el futuro sin ningún problema.

1.8 Velocidad de tránsito.

La definición más representativa del volumen de tránsito es “el número de vehículos que se mueven en una dirección o direcciones específicas sobre un carril o carriles dados y que pasan por un punto determinado del camino durante

un cierto periodo de tiempo. Los periodos más usados son la hora y el día”. (Mier; 1987:45).

De acuerdo con Mier (1987), la velocidad de tránsito tiene muchos tipos de variantes como son:

El Volumen Promedio Diario Anual (VPDA), es el número de vehículos que pasan por un determinado lugar de un camino, durante un año dividido entre 365 que son los días con los que cuenta un año.

“El Volumen Máximo Horario Anual (VMHA) es el volumen horario más alto que acontece para un determinado año”. (Mier; 1987:45)

El volumen promedio diario anual no es apropiado para la proyección de un camino o construcción del mismo, ya que este no señala la cantidad de vehículos que pasan por dicho camino durante los meses del año, los días de las semanas y las horas del día, lo cual afectaría la vida útil del camino.

Mientras tanto el volumen máximo horario anual aunque es el más indicado para llevar acabo las proyecciones del camino, su aplicación da como resultado obras sobradas y por lo tanto perdidas económicas.

Según Mier (1987), el volumen horario usado para la proyección de un camino no debe ser muy excedido para evitar problemas en la estructura del camino. Una manera segura de obtener el volumen horario más adecuado para la proyección del camino es formar una gráfica en la que muestren las variaciones del volumen horario durante un año.

Al llevarse a cabo la proyección de un camino es necesario conocer todos los volúmenes de tránsito que ocurren durante la hora del proyecto, esta información es esencial tanto para la hora máxima de la mañana como para la de la noche, pues el tipo y la cantidad de tránsito puede variar de una hora a otra.

1.9 Derecho de vía.

Se le conoce derecho de vía “a la franja de terreno, de un ancho suficiente, que se adquiere para alojar una vía de comunicación y que es parte integrante de la misma”. (Mier; 1987:57)

El ancho de derecho de vía se establece de acuerdo a las necesidades y especificaciones relacionadas con la seguridad, la utilidad y la eficiencia del camino, lo cual debe cumplir los objetivos por los cuales son creadas las vías de comunicaciones.

En México se ha establecido un derecho de vía de cuarenta metros, veinte metros a cada lado del eje como mínimo, reduciendo el ancho de calles en zonas urbanas muy transitables. Hay casos especiales donde se necesite aumentar o disminuir el ancho indicado, por ejemplo, en una autopista o una brecha de un carril de circulación, ya que el volumen de tránsito es alto.

Para caminos federales en México el procedimiento a seguir para la adquisición del derecho de vía y de propiedad queda “definido por el artículo de la “Ley de Vías Generales de Comunicación” expedido por decreto de fecha 60 de diciembre de 1939”. (Mier; 1987:57)

En ésta se establece que:

“Artículo 1o. Son vías generales de comunicación.

Los caminos.

- a) Cuando se entronquen con alguna vía de país extranjero.
- b) Cuando comuniquen a dos o más Entidades Federativas, entre sí.
- c) Cuando en su totalidad o en su mayor parte sean construidas por la Federación.

Los puentes.

- a) Los ya construidos o que se construyan sobre las líneas divisorias internacionales.
- b) Los ya construidos o que se construyan sobre la visa generales de comunicación.
- c) La construcción de puentes será previo permiso de las Secretarías de la Defensa Nacional o de Obras Públicas.

Artículo 2o. son partes de las vías generales de comunicación:

- I. Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de las mismas.
- II. Los terrenos y aguas que sean necesarios para el derecho de vía y para el establecimiento de los servicios de obras a que se refiera la fracción anterior. La extensión de los terrenos y aguas y el volumen de éstas se fijará por la Secretaría de Obras Públicas.

Dado su carácter, que establece la cooperación de los particulares beneficiados con la obra, en ningún caso se hará pago por la adquisición de derecho de vía, con cargo al presupuesto de construcción. Este problema deberá ser resuelto por los propios interesados en la construcción del camino, mediante la cesión de derechos de los terrenos por donde pasará el camino". (Mier; 1987:57-58).

1.10 Capacidad y nivel de servicio.

Indica Mier (1987), que la capacidad es sólo una medida del buen funcionamiento que debe tener una calle o un camino. Por otro lado el nivel de servicio es aquel que determina si las condiciones de operación para un conductor son las óptimas para el buen funcionamiento del camino en condiciones de volúmenes bajos de capacidad.

Por lo tanto, en términos generales la capacidad de un camino es el número máximo de vehículos que pueden transitar por él, en condiciones favorables del tránsito y del mismo camino en un periodo de tiempo determinado. Así mismo también se encuentra en ocasiones afectada por las condiciones climatológicas o del ambiente según sea el lugar en donde se encuentre ubicado el camino, tales como la lluvia, el calor, el frío, nevadas, tormentas, etc.

El nivel de servicio es una medida del efecto de algunos factores como, la velocidad, las interrupciones del tránsito, el tiempo de recorrido del camino, la seguridad, la comodidad, la libertad de manejo, los costos de operación, etc. que

determinan diferentes situaciones de operación que ocurren en un camino cuando este presenta diferentes volúmenes de tránsito.

Un camino opera en diferentes niveles de servicio, los cuales dependen de los volúmenes y la composición del tránsito y de las velocidades que se puedan alcanzar.

1.11 Espaciamiento e intervalo entre vehículos.

Refiere Alonzo Salomón (2005), que el espaciamiento entre vehículos es la distancia que existe entre frente y frente de vehículos sucesivos.

Mientras que el intervalo es el tiempo transcurrido entre el paso de dos o más vehículos por un lugar o punto determinado.

El espaciamiento y el intervalo entre vehículos afectan la manera de conducir del conductor dándole una indicación de fluidez o del grado de congestionamiento, que están relacionados muy directamente con el nivel de servicio, por lo cual la reacción de los conductores bajo diversas condiciones, tiene un efecto muy considerable sobre la capacidad de servicio de un camino.

Cuando ocurre una interrupción del tránsito, la circulación que existe al azar deja de realizarse y se reemplaza por un efecto de agrupamiento de vehículos, como ejemplo cuando existe una intersección controlada por algún semáforo.

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

Cuando las condiciones de un camino son ideales la capacidad y el volumen de un camino se dan al máximo y a medida que éstas se alejan de ser

ideales, la capacidad o el volumen de servicio de un camino se reducen drásticamente.

Por lo tanto en la mayoría de los caminos se aplican factores que ajusten la capacidad de servicio en condiciones ideales, las cuales se dividen en otras dos categorías que son: factores relativos al camino y factores relativos al tránsito.

1.13 Factores relativos al camino.

Partiendo de lo dicho por Mier (1987), los factores relativos que se aplican a un camino son: el ancho del carril, los obstáculos laterales, los acotamientos, las condiciones de superficie de rodamiento y las características del alineamiento horizontal y vertical. Los cuales se explican a continuación.

a) El ancho de carril

Los carriles que cuentan con un ancho de 3.65 m tiene una capacidad menor en condicione de tránsito continuo. Cuando un vehículo efectúa una maniobra de rebase en un camino con ese ancho tiene que evadir el carril izquierdo en un periodo de tiempo más largo, que si el ancho fuera más largo.

b) Obstáculos laterales

Estos se encuentran a menos de 1.80 m, en la orilla de un carril de tránsito, lo cual provoca una reducción del ancho de dicho carril. Cabe mencionar que la distancia de 1.80 m a los obstáculos laterales, se considera ideal desde el punto de vista de la capacidad, pero no necesariamente en el punto de vista de la seguridad del conductor.

c) Los acotamientos

Los acotamientos de ancho en ninguna ocasión son muy necesarios que cuando se usan los carriles a su máxima capacidad.

Si en todo caso un vehículo descompuesto obstruye el flujo vehicular en un carril de un ancho de 3.65 m, este provocaría una reducción de capacidad del mismo a un existiendo un acotamiento.

d) Las condiciones de superficie de rodamiento.

Hasta hoy en día no se ha podido determinar los factores que reflejan el efecto del estado de la superficie de rodamiento, cuando ésta se encuentra deteriorada y que reduce la capacidad del camino.

e) Alineamiento.

Los alineamientos vertical y horizontal de un camino ambos afectan la capacidad y el nivel de servicio de un camino. Estos alineamientos se diseñan en base a la velocidad de proyecto, sin embargo puede variar a lo largo del camino debido a la topografía del terreno, lo que conlleva a utilizar un promedio ponderado, que mejore las condiciones que se requieren para un buen nivel de servicio del camino.

En el alineamiento vertical, se consideran restricciones en las distancias de visibilidad de rebase, éstas se consideran a través de un porcentaje en la longitud del tramo en estudio que cuenta con distancias de visibilidad menores de rebase,

lo cual se ha considerado de 500 m con el objetivo de mejorar la capacidad y tener un efecto solamente en los caminos que cuenten con dos carriles.

1.14 Caminos de dos carriles.

Indica Mier (1987), que este tipo de caminos cuenta con dos características básicas. La primera es la distribución del tránsito por sentidos, lo cual no tiene ningún efecto en las condiciones de operación de un camino, en cuanto a los niveles de volúmenes de tránsito, la capacidad de volumen de tránsito no expresa el total de vehículos que transitan por hora, independientemente de la distribución del tránsito por sentidos.

La segunda, indica que las maniobras de rebase por lo regular se efectúan en el carril donde se encuentra más flujo de tránsito, en este caso es el sentido contrario. Cuando se realicen los servicios de volúmenes para caminos de dos carriles, se debe tomar en cuenta la distancia de visibilidad que tiene el conductor para realizar la maniobra de rebase (500 o más).

1.15 Caminos de varios carriles.

En este tipo de caminos entran las autopistas y caminos de carriles múltiples ya que cuentan con una ausencia de la faja central separadora y un acceso de control.

Las capacidades de volumen de operación son bajas en caminos con carriles múltiples en comparación a las autopistas lo cual provoca una reducción en ciertos niveles de servicio.

1.16 Distancia de visibilidad.

Menciona Morales Sosa (2006), que la distancia de visibilidad, es aquella la cual se encuentra frente al conductor permitiéndole poder tomar decisiones oportunas y maniobrar con libertad ante cualquier riesgo que pueda alterar la seguridad.

En las carreteras existen tres tipos de distancia de visibilidad las cuales son: distancia de visibilidad de frenado o parada, distancia de visibilidad de parada o rebase y la de visibilidad de división.

1.17 Distancia de visibilidad de parada.

La distancia de visibilidad de parada o también conocida como de frenado, es la distancia mínima de diseño para que el conductor que va a una velocidad regular pueda reaccionar, frenar y detenerse ante cualquier objeto o percance que se le pueda presentar de repente en la vía.

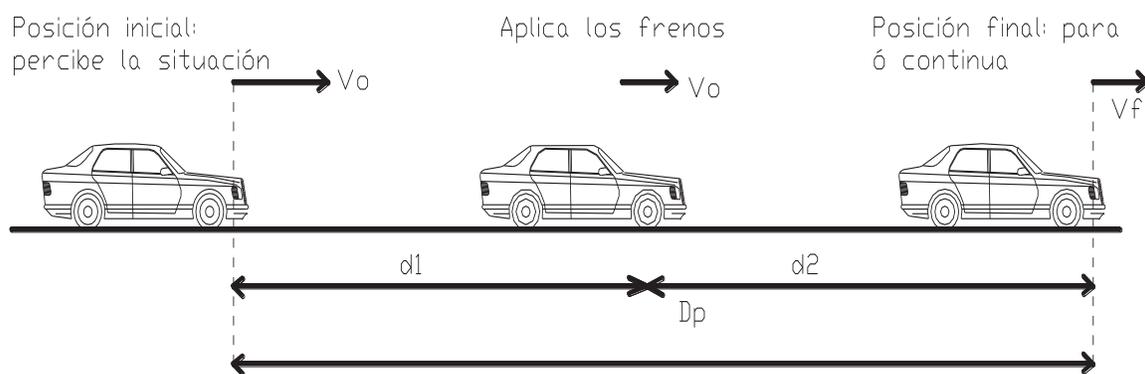


Fig. 1.2 Distancia de visibilidad de parada o frenado.

Fuente: Morales; 2006: 83

La figura anterior muestra cómo se representa la distancia de visibilidad de parada donde se compone de dos distancias d_1 y d_2 , donde d_1 es la distancia la cual recorre el vehículo desde que el conductor observa el objeto y el momento en que aplica los frenos. La distancia depende del tiempo que tiene el conductor para percibir y reaccionar ante el objeto (2.5 seg) y también depende de la velocidad de diseño. Mientras que la distancia d_2 es la que recorre el vehículo cuando el conductor aplica los frenos hasta que el vehículo se detiene totalmente.

1.18 Distancia de visibilidad de rebase.

La distancia de visibilidad de rebase o de paso es aquel punto donde existe una visibilidad en el camino donde el conductor pueda tener una mejor visión al tratar de pasar o rebasar otro vehículo, sin que exista algún riesgo de intersección con otro vehículo que venga en sentido contrario, siempre y cuando vaya a una velocidad moderada para llevar a cabo la maniobra con la mayor seguridad posible.

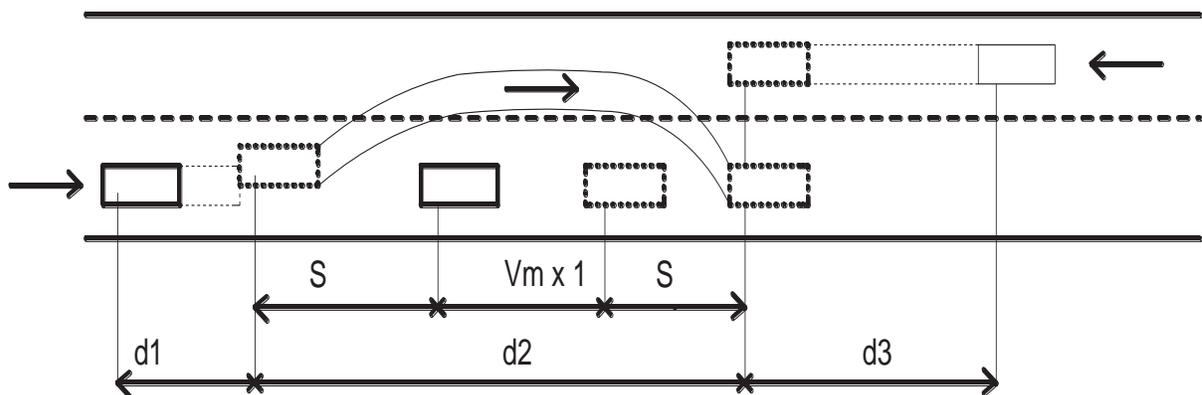


Fig. 1.3 Distancias de visibilidad de rebase.

Fuente: Morales; 2006: 85

En este caso la figura muestra tres distancias de visibilidad d_1 , d_2 , y d_3 , donde la d_1 es la que se recorre durante el tiempo que el conductor percibe y reacciona ante la acción de rebase.

La distancia d_2 , es la que recorre el vehículo cuando lleva acabo la maniobra de rebase.

La distancia d_3 es la distancia que recorre el vehículo que viaja en sentido contrario.

Por lo tanto estas variables son muy importantes para el cálculo de las distancias de rebase, ya que con ello se prevé algún tipo de incidencia que pueda afectar la seguridad del conductor.

1.19 Distancia de visibilidad de decisión.

Esta distancia es la que requiere un conductor para poder detectar algo que se presente inusual e inesperado en el entorno del camino, con el objetivo que el conductor pueda reconocer su trayectoria y poder maniobrar ante ello, con eficiencia y seguridad.

Por lo tanto se llega a la conclusión de que la distancia de visibilidad de decisión es mayor a la distancia de visibilidad de parada, ya que esta tiene que ser más importarte para evitar accidentes.

Existen varias situaciones que se pueden dar con la visibilidad de decisión las cuales son:

- a) Detención en carretera rural.
- b) Detención en vía urbana.
- c) Cambio en la velocidad, trayectoria y dirección en carretera rural.
- d) Cambio en la velocidad, trayectoria y dirección en vía urbana.

En la siguiente figura se muestran los tiempos para poder hacer maniobras en las diferentes situaciones de visibilidad.

Velocidad de Diseño (Km/hr)	Distancia de decisión para evitar maniobras (mts)				
	a	b	c	d	e
50	70	155	145	170	195
60	95	195	170	205	235
70	115	235	200	235	275
80	140	280	230	270	315
90	170	325	270	315	360
100	200	370	315	355	400
110	235	420	330	380	430
120	265	470	360	415	470
130	305	525	390	450	510

Evitar Maniobra a: Parada en caminos rurales: $t = 3.0$ seg.

Evitar Maniobra b: Parada en caminos urbanos: $t = 9.1$ seg.

Evitar Maniobra c: Cambio de velocidad, ruta, dirección en caminos rurales: t de 10.2 a 11.2 seg.

Evitar maniobra d: Cambio de velocidad, ruta, dirección en caminos sub-urbanos: t entre 12.1 y 12.9 seg.

Evitar maniobra e: Cambio de velocidad, ruta, dirección en caminos urbanos: t entre 14.0 y 15 seg.

Fig. 1.4 Decisión para evitar maniobras.

Fuente: Morales; 2006: 86

CAPÍTULO 2

PROCESO CONSTRUCTIVO

Los procedimientos a seguir para llevar a cabo cualquier tipo de construcción tratándose de una vía terrestre, se menciona en este capítulo, con el objetivo de tener una mejor perspectiva.

2.1 Terracerías.

Partiendo de lo dicho por Mier (1987), las terrecerías son el conjunto de cortes y terraplenes que se llevan a cabo en la construcción de un camino, los cuales se ejecutan hasta la subrasante. En el cual se relaciona el desmonte, cortes, terraplenes, refinamientos, canales y accesos.

2.1.1 Desmonte.

El desmonte se define como el retiro de cualquier tipo de vegetación que se encuentre en el lugar de construcción del camino, como por ejemplo en el derecho de vía, y las áreas donde se van a destinar como bancos de materiales, esto con el objetivo de impedir cualquier tipo de materia vegetal en los materiales de construcción evitando un daño al camino y a la visibilidad del mismo. Este concepto comprende las siguientes formas de ejecución para retirar la vegetación que son:

1. Tala

Este consiste en cortar los árboles y arbustos que se encuentren en el lugar de la construcción.

2. Roza

Es la acción de quitar todo tipo de maleza, hierba, zacate o residuos resultado de las siembras.

3. Desenraice

Esta consiste en retirar todos los troncos o tocones con las raíces o cortando estas.

4. Limpia y quema

Es la acción de retirar el producto del desmonte fuera de la construcción, estibarlos y quemar lo que no es utilizable. Lo que es útil se coloca donde no obstruya la ejecución del camino.

Para efectos generales y los cuales indica la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), que se deben considerar son los siguientes tipos de vegetación:

- a) Manglar
- b) Selva o bosque
- c) Monte de regiones áridas o semiáridas
- d) Monte de regiones desérticas

e) Zonas cultivadas o de pastizales

El desmonte se mide con la unidad Hectárea con un decimal, dividiendo esta con anticipación la superficie en la cual se va a desmontar en tramos donde la vegetación sea la misma.

2.1.2 Despalme.

Es la remoción de la capa superficial del terreno natural que de acuerdo a sus características no es adecuado para la construcción de una obra, siendo el espesor que se recomienda para una sección en corte de 15 a 25 cm. Y el espesor para un terraplén queda en el rango de entre 25 y 35 cms.

Se recomienda que para llevar a cabo el despalme debe hacerse mínimo un metro fuera de los cerros de la sección de camino.

2.1.3 Cortes.

Los cortes son excavaciones las cuales se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación, abatimiento de taludes, en rebajes de corona, en derrumbes, etc. con el objetivo de formar una sección del camino de acuerdo al proyecto. Algunos ejemplos de cortes se muestran en la siguiente figura:

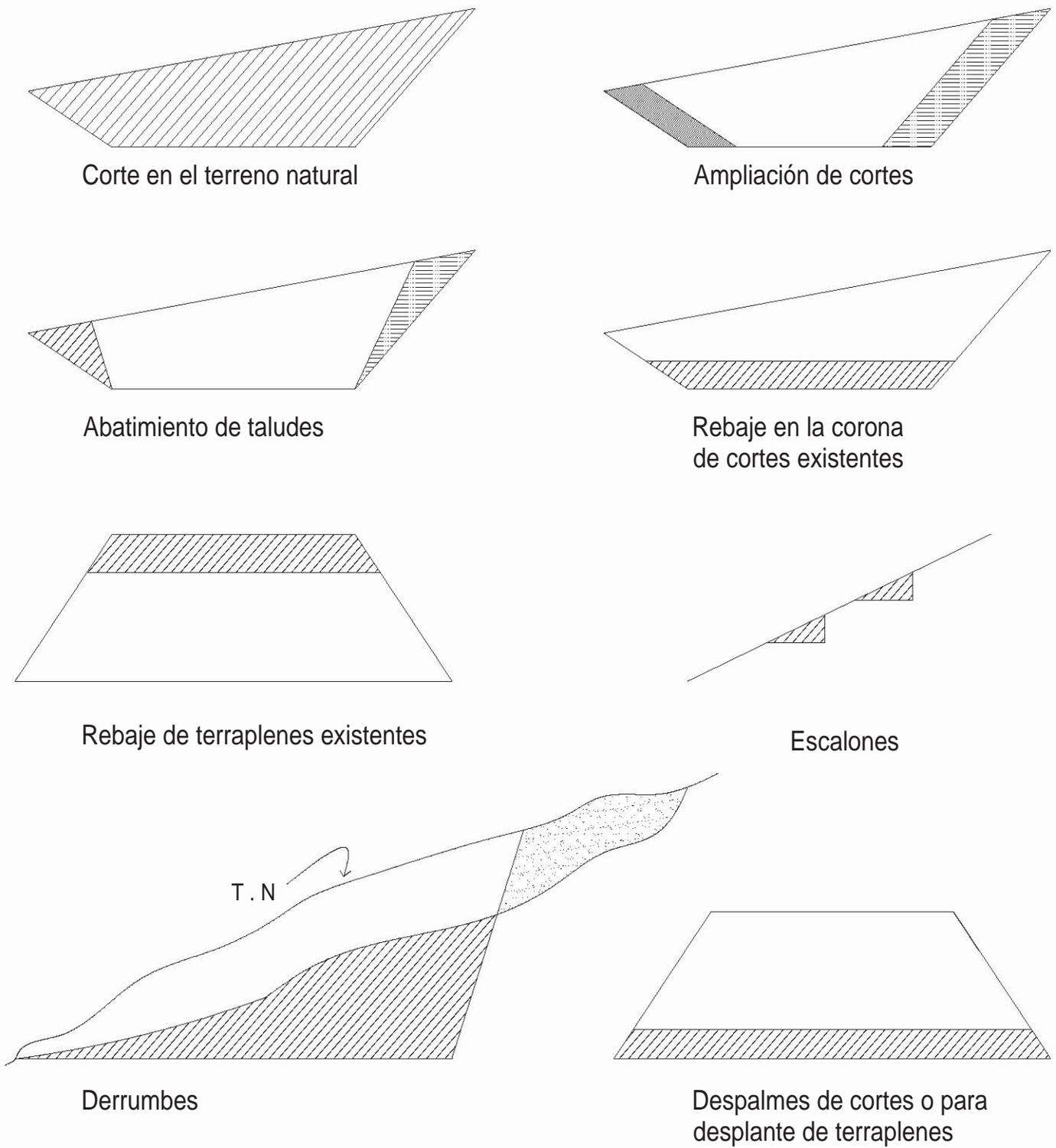


Figura. 2.1 Conceptos que se consideran como cortes.

Fuente: Mier; 1987: 292

I. Excavación en corte: son todos los cortes que se llevan a cabo de acuerdo al proyecto, clasificando el material de acuerdo al grado de dificultad que representa llevar la excavación, esta clasificación se lleva a cabo de acuerdo a la dificultad de extracción y carga considerando siempre los tres tipos de materiales comunes que son:

- 1) Material tipo A
- 2) Material tipo B
- 3) Material tipo C

Se explicara cada uno de los tipos de materiales:

1) Material A.- Es el material blando o suelto, que puede tener mucha facilidad para llevar a cabo cualquier excavación, con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada con tractor de orugas, de 90 a 110 caballos de potencia en la barra, sin la necesidad de utilizar los arados o tractores empujadores, aunque se utilizan ambos para un mejor rendimiento. Se considera como material "A", a los suelos nada cementados, con partículas hasta 3", (7.5 cms). Tales como suelos agrícolas, limos y arenas.

2) Material B.- Es el cual por su dificultad de extracción y carga, solo se puede excavar eficientemente con un tractor de orugas con cuchillas de inclinación variable, de 140 a 160 caballos de potencia en la barra, o con la pala mecánica de capacidad mínima de un metro cubico, sin el uso de explosivos, aunque se emplea para un mejor rendimiento. El material "B", son piedras sueltas menores de 75 cms

y mayores de 3" (7.5 cms), tales como rocas muy alteradas, conglomerados medianamente centrados, areniscas blandas y tepetates.

3) Material C.- Es el material que de acuerdo a su dificultad de extracción solo puede ser excavado mediante la utilización de explosivos. El material "C" son piedras sueltas mayores de 75 cms, tales como rocas basálticas, areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granito y andesitas sanas.

2.1.4 Terraplenes.

Los terraplenes son estructuras formadas por el material óptimo producto de excavaciones, se le considera también terraplenes a las cuñas continuas a los estribos de un puente y a pasos de desnivel, a la ampliación de la corona, tendido de taludes y a la elevación de la sub-rasante. El tipo de material que se utiliza para la construcción de los terraplenes se clasifican como material compactable, material no compactable y agua.

Los materiales compactables son los suelos, fragmentos de rocas muy alteradas, los conglomerados, las areniscas blandas y los tepetates.

Los materiales no compactables son fragmentos de rocas que provienen de mantos sanos como basaltos, conglomerados muy cementados, calizas, riolitas, granitos, andesitas entre otras.

Es muy importante tomar en cuenta que para llevar a cabo la construcción de un terraplén en un lugar determinado, éste debe estar perfectamente

despalmado, desenraizado, escarificando y compactado perfectamente el área de despalme, hasta llegar al grado de compactación adecuado para evitar problemas en un futuro.

Es esencial que para la construcción de los terraplenes este se lleve a cabo por capas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección y de un espesor uniforme. Se lleva a cabo el corte por capas y se extiende compactándose seguidamente, esto para evitar grandes capas de material sin ser compactado. Se continúa rebajándose el terraplén por capas y el material resultante se extiende y se compacta también por capas hasta llegar al nivel del proyecto.

Para tener una compactación adecuada es necesario hacerse uniformemente en todo el ancho del terraplén, teniendo en cuenta la humedad conveniente.

Para lograr que todo el terraplén tenga el grado de compactación adecuado (lo cual en ocasiones es muy difícil obtener en las orillas), los terraplenes deben ser construidos con una corona mucho más ancha que la recomendada en el proyecto y con un talud diferente.

La construcción de los terraplenes debe llevarse a cabo después de que se tenga terminado todo tipo de alcantarillas necesarias y muros de sostenimiento en un frente de trabajo que deberá ir 500 metros delante de las terrecerías.

Para dar por terminado la construcción de un terraplén es necesario verificar su alineamiento del perfil, la forma de su sección, anchura y acabado que

esté de acuerdo al proyecto. Para verificar dichas medidas se toma en cuenta de la siguiente tabla:

Niveles de la subrasante	± 3 cm.
Ancho de la corona, al nivel de la subrasante del centro del camino a la orilla	± 10 cm.
Taludes: Ancho entre el centro línea y las líneas de los ceros, conservando el plano general de los taludes:	
En Material A o B.....	± 30 cm.
En Material C.....	± 75 cm.

Tabla 2.1 Tolerancia en terraplenes.

Fuente: Mier; 1987:302

Los volúmenes de terraplén se miden tomándose en cuenta como metro cúbico, seccionando el terraplén a cada 20 metros o menos según este el terreno, tomando como base la sección de proyecto y llevando acabo las modificaciones necesarias.

Los precios unitarios para la compactación de terreno natural el cual se toma por metro cúbico al grado de compactación que se lleve a cabo, este debe incluir la escarificación, la incorporación de agua empleada y la compactación hasta obtener el grado óptimo.

2.2 Pavimentos.

Lo que hace referencia para la construcción de pavimentos en un camino es necesario el revestimiento. Sub-bases, bases carpetas asfálticas y losas de concreto hidráulico según sea el caso.

2.2.1 Revestimientos.

Los revestimientos son capas de material no compactadas, colocadas en un camino o terracería como base para la superficie de rodamiento.

El tipo de material utilizado como revestimiento son los siguientes:

1. Materiales que no requieren tratamiento. Estos son aquellos que son poco o nada cohesivos, como limos, arenas y gravas, que al extraerlos que dan sueltos y no contienen más del 5% de partículas mayores a 3" (7.62 cm).
2. Materiales que requieren ser disgregados. Estos son los cohesivos como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas muy alteradas, que al extraerlos se crean terrones que pueden ser disgregados por la acción del equipo y ya que se encuentren disgregados no contiene más del 5 % de partículas mayores a 3" (7.62 cm).

3. Materiales que requieren ser triturados y cribados. Estos materiales son los poco o nada cohesivos como mezclas de grava, arena y limos, que al ser extraídos quedan totalmente sueltos y estos contienen entre 5% y 25% de materiales mayores de 3" (7.62 cm), y que requieren ser cribados por la malla 3" para eliminar el material.
4. Materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados. Este material es poco o nada cohesivo como mezcla de grava, arena y limos, que al ser extraídos quedan sueltos y que contienen entre 25% y 75% de partículas mayores a 3" y los cuales deben ser triturados y cribados por la malla 3".

Para llevar a cabo la construcción de los revestimientos es necesario que las terrecerías estén terminadas.

Los materiales que no requieran tratamiento deben ser removidos del camino en cualquier medio mecánicos, los cuales deben ser mayores de 3".

2.3 Sub-bases y bases.

Partiendo de lo dicho por López Álvarez (2006), la sub-base cuando es utilizada se encuentra debajo de la base y está compuesta por material como gravas, arenas naturales y en algunos casos de material de baja calidad. La misión principal de la sub-base es proporcionar un cimiento uniforme para la base.

Por otro lado, la base se sitúa bajo el pavimento, esta es muy importante ya que recibe las presiones de las capas superiores y por lo tanto, debe transmitirla sin deformar a las capas inferiores.

La construcción de la sub-base o la base se debe iniciar cuando las terrecerías estén terminadas dentro de las tolerancias fijadas. La descarga de los materiales se debe hacer sobre la sub-rasante o la sub-base, según sea el caso, llevando el control de los volúmenes que sean depositados por estación de veinte metros, de acuerdo al proyecto. Un proceso importante es la compactación, la cual le dará la estabilidad deseada a la capa, el espesor compactado no debe ser inferior de 12 centímetros por capa.

Cada capa se debe compactar hasta alcanzar un 95% de su P.V.S.M. ;(peso volumétrico seco máximo) en el caso de las tangentes, la compactación se lleva a cabo desde las orillas hacia el centro y en las curvas de la parte inferior hacia la exterior.

Para tener en claro el término de la construcción de la sub-base y la base, es necesario verificar el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado según sean las tolerancias dadas en el proyecto. Algunas tolerancias requeridas son las que se muestran en la siguiente tabla:

CONCEPTO	Sub-base	Base
Ancho de la sección del eje a la orilla.	+10 cm	+10 cm
Nivel de la superficie, en sub-bases para losas de concreto hidráulico.	+1 cm	+1 cm

Pendiente transversal.	+1/2 %	+1/2 %
Profundidad de las depresiones, observadas colocando una regla de tres metros de longitud, paralelas y normalmente al eje, máxima.	2 cm	1/2 cm

Tabla 2.2. Tolerancias en sub-bases y bases terminadas.

Fuente: Mier; 1987:312

2.4 Carpetas Asfálticas.

Las carpetas asfálticas pueden realizarse de cualquiera de las siguientes maneras: por sistemas de riegos, sistema de mezcla en el lugar y mediante concreto asfalto elaborado en planta en caliente. Pero independientemente de ello debe cumplir los siguientes requisitos:

1. No debe desplazarse no desintegrarse por la acción del tránsito.
2. Debe tener suficiente resistencia al intemperismo.
3. Soportar pequeñas deformaciones sin agrietarse.

El espesor compactado de la carpeta debe ser mayor o igual a 3 centímetros. Por otro lado, no es recomendable que los camellones sean mayores

de 5 kilómetros de longitud y que no transcurra un lapso de tiempo mayor a 15 días desde la fecha en que inicio el tiro en una estación en especifica hasta que se inicie la colocación del asfalto correspondiente, y que pasen más de 4 días desde la mezcla hasta la iniciación de su tendido.

“Los materiales asfálticos más comúnmente empleados en este tipo de carpetas son cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido y aditivos”. (Mier 1987:320)

Las cantidades de distintos tamaños de materiales pétreos que se emplean, en litro por metro cuadrado, deben estar comprendidos dentro de los siguientes límites que se muestran en la siguiente tabla:

Materiales	Tipos de Carpeta		
	(Cantidades en litros)		
	Tres riegos	Dos riegos	Un riego
Cemento asfáltico Material pétreo 1	0.6-1.1 20-25	-----	-----
Cemento asfáltico Material pétreo 2	1.0-1.4 8-12	0.6-1.1 8-12	
Cemento asfáltico			

Material pétreo 3A			0.7-1.0 8-10
Cemento asfáltico Material pétreo 3B	0.7-1.0 6-8	0.8-1.1 6-8	
Cemento asfáltico Material pétreo 3E			0.8-1.0 9-11

Tabla 2.3 Cantidades de materiales empleados en carpetas asfálticas.

Fuente: Mier; 1987:320

No es recomendable aplicar el material asfáltico en tramos mayores de los que puedan ser cubiertos rápidamente con material pétreo, no debiendo regarse material asfáltico si el material pétreo con que se cubrirá el riego, contiene una humedad superior a la de absorción, o tiene agua superficial, aun cuando se usen aditivos, excepto cuando se empleen emulsiones, en cuyo caso es necesario determinar la humedad en laboratorio.

2.4.1 Carpetas asfálticas por el sistema de riegos.

De acuerdo con Mier (1987), los sistemas de riegos para carpetas asfálticas se construyen mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubriendo sucesivamente con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños triturados o cribados.

Los materiales pétreos se denominan de la siguiente manera como se indica en la tabla:

Denominación del material pétreo	Que pase por malla de	Y se retenga en 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

Tabla 2.4 Denominación de los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riego.

Fuente: Mier; 1987:321

La tabla anterior debe cumplir con la siguiente tabla:

MALLAS	CONDICIONES	DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO				
		1	2	3-A	3-B	3-E
1 1/4"	Debe pasar	100%				
1"	Debe pasar	95% min.				
3/4"	Debe pasar		100%			

1/2"	Debe pasar		95%min.	100%		100%
	Debe retenerse	95% min.				
3/8"	Debe pasar			95% min.	100%	95% min
1/4"	Debe pasar				95% min	
	Debe retenerse		95% min.			
Núm. 4	Debe retenerse					95% min
Núm. 8	Debe retenerse		100%	95% min	95% min	100%
Núm. 40	Debe retenerse			100%	100%	

Tabla 2.5 Granulometría de los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riegos.

Fuente: Mier; 1987:321

2.5 Compactación de los materiales en el camino.

La compactación de los suelos es un proceso mecánico en el cual se busca mejorar la resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación del mismo; con el objetivo principal de obtener un suelo que posea y mantenga un comportamiento adecuado durante toda la vida útil de la construcción.

Para realizar un buen trabajo de compactación es necesario tener el conocimiento necesario sobre el material que se compactara a lo largo de todo el camino que se va a construir, así mismo conocer el material de los bancos que se utilizarán. Un aspecto muy importante que es necesario conocer es el grado de humedad del material que se compactara.

La compactación depende de características y condiciones de acuerdo al método que se utilizara, de las condiciones en las que se encuentre el suelo antes de compactarlo, entre otras. Todo proceso de compactación implica una doble acción sobre la estructura de los suelos. En primer lugar será preciso romper y modificar la estructura original que el suelo tenía en el lugar donde fue recogido; en segundo lugar, habrá que actuar sobre él, modificando la disposición o acomodo de sus grumos o partículas, para hacer que el conjunto adopte una nueva estructura más densa para una mejor resistencia.

2.5.1 Compactación de los materiales en el campo.

De acuerdo con Rico Rodríguez (2005), la compactación del suelo en campo se puede llevar a cabo mediante 4 formas diferentes: por amasado, presión, impacto, y por vibración.

a) Compactación por amasado.

Para llevar a cabo esta compactación es necesario recurrir al compactador pata de cabra, ya que estos concentran todo su peso en una pequeña superficie del terreno complementándose con un conjunto de puntas de forma variada, ejerciendo estas, una presión estática muy grande, penetrando el suelo conforme se llevan a cabo las pasadas, compactando el material. Las patas (puntas), profundizan cada vez menos en el suelo, provocando un momento en el cual ya no penetran el suelo, por lo tanto, ya se encuentra compactado el suelo; en consecuencia el terreno queda distorsionado a causa de las puntas del compactador, pero este se compacta bajo la siguiente capa que se tienda.

La compactación del rodillo es muy importante ya que con ella se progresa muy rápido, compactando las capas del suelo de abajo hacia arriba; en los primeros trabajos de compactación o pasadas que lleva acabo el compactador sobre el suelo, las puntas del compactador penetran el suelo, lo cual permite que la mayoría de la presión se lleve a cabo sobre el lecho inferior de la capa por compactar; para que esto ocurra el espesor de la capa no debe ser mayor a la longitud del vástago. A esta forma de compactar se le conoce como acción de amasado.



Foto 2.1. Rodillo pata de cabra.

Fuente: <http://www.cat.com/>

b) Compactadores por presión.

Partiendo de lo dicho por Rico Del Castillo (2005), para llevar a cabo este tipo de compactación la maquinaria principal son los rodillos lisos y/o neumáticos.

Los rodillos lisos tienen un peso que varía entre 14 a 20 toneladas, estos tienen su campo de aplicación en los materiales que no requieran concentraciones elevadas de presión, por no tener formaciones de grumos o por no necesitar disgregado, por lo general el material que compacta esta máquina es arenas, y gravas relativamente limpias. También tiene una aplicación importante en la superficie superior de las capas compactadas que sería la terminación de la subrasante, base y de carpetas de mezcla asfáltica.

El efecto de compactación que estos rodillos producen se reduce considerablemente a medida que se profundiza en la capa que se está compactando, produciéndose de arriba hacia abajo.

Las características principales de un compactador de rodillo liso es su disposición, diámetro (en el cual aumenta mucho la eficiencia), ancho y el peso total. El espesor suelto de la capa de material que es posible compactarse correctamente con un rodillo liso varía entre 10 a 20 centímetros, si el espesor de la capa es mayor la compactación no será la correcta y por lo tanto ocasionara fallas en la carpeta asfáltica. En la siguiente figura se muestra al rodillo liso en obra aplicando la compactación necesaria al tendido de carpeta que se realizó.



Foto 2.2 Rodillo liso.

Fuente: Propia.

Los rodillos con neumáticos (llantas rellenas de aire), tiene un lugar fundamental por la presión que transmiten a la capa de suelo, la cual será compactada. También producen un cierto efecto de amasado, el cual causa que el suelo tenga deformaciones angulares por las irregularidades que tienen las llantas.

Este tipo de rodillo aplica a la superficie del material la misma presión desde la primera pasada. La superficie que puede abarcar la llanta depende del peso del rodillo y de la presión de inflado, su forma es más o menos elíptica. La presión que ejerce en la capa de material no es uniforme en toda el área de aplicación, pero para simplificar esto suele hablarse una presión media de contacto.

El acabado superficial de las capas de material compactadas por los rodillos de neumáticos suelen tener rugosidades suficientes para garantizar una buena liga con la capa superior.



Foto 2.3. Rodillo de neumáticos.

Fuente: <http://www.cat.com/>

c) Compactadores por impacto.

En la aplicación de compactación por impacto es muy corta la duración de la transmisión de los esfuerzos. Los equipos que realizan este método de compactación son aplicados en áreas pequeñas, estos se clasifican dentro de un grupo de diferentes pisones, los cuales operan a una velocidad mucho mayor que los ya mencionados anteriormente, produciendo un efecto de impacto sobre la capa de material a compactar.

El empleo de este compactador está dedicado a sanjas, despalme de cimentaciones, alcantarillas o estribos de puentes, rellenos de alcantarillas y en donde otros equipos de compactación de mayor rendimiento no pueden ser usados, ya sea por el espacio o por temor al efecto del peso del compactador.



Foto 2.4. Compactador por impacto (pisón).

Fuente: <http://www.mopycsa.com.mx/>

2.6 Conservación de caminos.

De acuerdo con Mier (1987), se proporcionan un conjunto de ideas y labores para llevar a cabo la conservación del camino, dando una base numérica para saber si un camino está recibiendo una conveniente conservación.

2.6.1 Conservación de pavimentos.

En el transcurso del tiempo el pavimento sufre deterioros y fallas, las cuales van disminuyendo la capacidad del camino para un tránsito favorable y cómodo para el usuario.

Estas fallas son producidas por la repetición constante de las cargas en el camino, influyendo también los agentes climatológicos, por lo que es muy importante intervenir en una falla observada, para evitar avances que deterioren más el camino.

2.6.2 Conservación de obras de drenaje.

En cualquier conservación de obras de drenaje, es necesario disponer de un sistema de inspección, el cual establezca un programa de trabajos a realizar. Es necesario hacer dos inspecciones al año, una para programar y llevar a cabo labores antes de la temporada de lluvias y otra después de la temporada de lluvias, con el objetivo de observar las fallas y llevar a cabo labores de reparación en la temporada de secas, así evitando problemas más graves.

Se aconseja también llevar a cabo revisiones durante las lluvias fuertes o tormentas y después de ellas, esto con el objetivo de apreciar si las obras de

drenaje construidas son capaces de soportar el flujo del agua sin tener alguna falla.

a) Limpieza de alcantarillas.

No se recomienda que las alcantarillas alcancen un azolve que obstruya más del 20% de área de la sección transversal o que en altura sobrepase la tercera parte del claro vertical de la alcantarilla. El material que sea extraído debe depositarse en el derecho de vía, evitando que nuevamente sea arrastrado hacia la obra que fue desazolvada, ya sea en la corona del camino, cunetas o contracunetas.

No debe permitirse el crecimiento de arbustos o cualquier tipo de vegetación en la entrada y salida de la alcantarilla o cualquier obra de drenaje. Si llegara a crecer alguna vegetación se deben llevar a cabo labores de limpieza arrancando la vegetación de raíz.

b) Limpieza de cunetas y contracunetas.

En las cunetas y contracunetas no se permite ningún tipo de azolve u otro obstáculo que obstruya un tercio de su profundidad.

Se debe retirar toda la materia que hubiera en la sección de la cuneta, cargándola y depositándola dentro del derecho de vía, donde no vuelva hacer arrastrada a lugares del camino donde cause problemas.

Si en alguna sección de la cuneta o contracuneta presenta socavación, oquedad o grieta que permita filtración de agua, esto puede afectar la estabilidad

del talud del corte. En caso de existir este problema es necesario llevar labores de reparación rellenándolas con concreto hidráulico, mezcla asfáltica o mampostería y recubrir o zampear la zona afectada. Cuando un corte no cuente con una contracuneta y se pretenda construirlas, es muy importante llevar a cabo estudios, ya que en muchos casos el terreno suele tener grietas, fisuras o alguna estratificación inadecuada, el llevar a cabo la construcción de la contracuneta en condiciones desfavorables del terreno puede provocar filtraciones de agua y por lo tanto, inestabilidad en el talud.

CAPÍTULO 3

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se tratará lo referente al tramo carretero en estudio, en el cual, se presenta la localización y todas sus principales características físicas.

3.1 Generalidades.

El tramo carretero que se encuentra en estudio está ubicado en el municipio de Tacámbaro, se localiza al centro del Estado, en las coordenadas 19°14' de latitud norte y 101°28' de longitud oeste, a una altura de 1,640 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Santa Clara, Huiramba y Acuitzio, al este con Madero y Nocupétaro, al sur con Turicato, y al oeste con Ario.

Michoacán se encuentra en la parte oeste de la República Mexicana y se ubica entre los ríos Lerma y Balsas, el lago de Chapala y el Océano Pacífico.

Este estado forma parte del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. Colinda al norte con el estado de Jalisco, Guanajuato y Querétaro de Arteaga; al este con Querétaro de Arteaga, México y Guerrero; al sur con Guerrero y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico, Colima y Jalisco.

La superficie territorial del estado de Michoacán es de 59 928 km², lo que representa un 3% de todo México. De lo cual, el municipio de Tacámbaro cuenta con 787.15 km².



Imagen 3.1. Tacámbaro de Collados en México.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/>



Imagen 3.2. Tacámbaro de Collados en Michoacán.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/>

En la imagen 3.1 se muestra la ubicación del municipio de Tacámbaro en el país, mientras que en la imagen 3.2 se muestra la ubicación en el estado de Michoacán, esto para tener más en claro la ubicación del municipio.

Michoacán tiene un relieve muy accidentado, por lo que sus climas son muy variados: templado con lluvias todo el año, templado con lluvias en verano, cálido con lluvias en verano y cálido con lluvias escasas durante el año.

3.2 Resumen ejecutivo.

Para llevar a cabo el estudio sobre el tramo carretero se tuvieron que realizar varios trabajos de investigación, como recopilación de datos durante el transcurso de la ejecución del proyecto. Un estudio de las necesidades que cubriría dicho camino para la región o para los habitantes que transitaran por el mismo.

Esto para poder llevar a cabo la revisión del proceso constructivo de la obra, teniendo en cuenta que se encuentre en buenas condiciones y esta cumpla el objetivo para el cual fue construida.

3.3 Entorno geográfico.

Macro localización: Tacámbaro se localiza al centro del Estado de Michoacán, en las coordenadas 19°14' de latitud norte y 101°28' de longitud oeste, a una altura de 1,640 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Santa Clara, Huiramba y Acuitzio, al este con Madero y Nocupétaro, al sur con Turicato, y al oeste con Ario de Rosales.

Micro localización: El lugar del proyecto se encuentra en el municipio de Tacámbaro, salida a Pátzcuaro-Morelia por el libramiento norte, pasando por San Antonio de Viña, desviación al Rancho el Durazno, rumbo a Puente de Tierra, con coordenadas de inicio, Latitud 19° 17' 1.5289", Longitud 101° 27' 12.7310" y termino, Latitud 19° 17' 38.8730", Longitud 101° 25' 58.7870". Se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 3.3. Macro localización del municipio de Tacámbaro de Collados, en el estado de Michoacán.

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

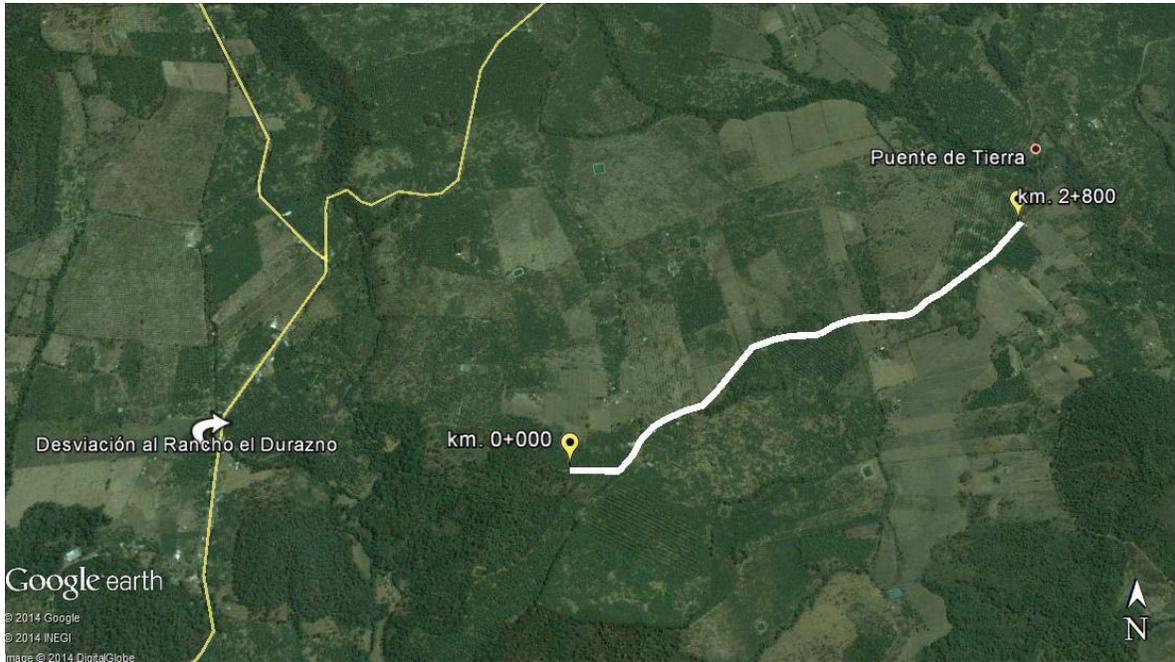


Imagen 3.4. Micro localización del tramo carretero.

Fuente: <https://www.google.es/>



Imagen 3.5. Micro localización del tramo carretero.

Fuente: SCT

3.4 Geología regional y de la zona en estudio.

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

En la zona de Tacámbaro el relieve lo constituye el sistema volcánico transversal, las sierras de Santa Clara, del Coco y de Acuitzio y los cerros Hueco, Colorado, El Jabalí, el Tigre, La Cruz, entre otros.

3.5 Hidrología regional y de la zona en estudio.

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

La hidrografía de Tacámbaro está constituida por los ríos Tacámbaro, Pedernales y Frío el arroyo de Apoyo y la Laguna de la Magdalena.

Su clima es tropical y templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,451.6 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26.9° centígrados.

3.6 Uso de suelo regional y de la zona en estudio.

En el municipio de Tacámbaro dominan el bosque mixto con pino, encino y cedro, el bosque tropical deciduo, con parota, cuéramo, ceiba y huisache y el bosque de coníferas, con pino y oyamel. La superficie forestal maderable es ocupada por pino y encino la no-maderable por matorrales de distintas especies.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y chernozem. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadera.

3.7 Informe fotográfico.

Se presenta un informe fotográfico en el cual se muestra como estaba el camino antes de la construcción de la carpeta asfáltica y de los trabajos posteriores a esta, así como el tipo de vegetación que existe en el lugar de estudio.

Se logran apreciar características particulares del camino, el estado en que se encuentra la carpeta asfáltica al término de su construcción, el señalamiento que en todo camino es esencial para la seguridad del usuario, así como las cunetas que son parte del drenaje del camino el cual no se menciona muy a fondo en esta investigación.



Foto 3.1 Vegetación del camino.

Fuente: Propia.



Foto 3.2 Vegetación del camino.

Fuente: Propia.



Foto 3.3 Terminación del camino.

Fuente: Propia.



Foto 3.4 Carpeta asfáltica.

Fuente: Propia.



Foto 3.5 Señalamiento sobre el camino.

Fuente: Propia.



Foto 3.6 Cunetas del camino.

Fuente: Propia.



Foto 3.7 Cunetas del camino.

Fuente: Propia.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología usada para realizar la presente investigación.

4.1 Método empleado.

El método utilizado para esta investigación, es el método científico ya que, de acuerdo con Tamayo (2000), en este método utiliza un proceso para identificar las circunstancias o condiciones en la cual se presentan sucesos específicos. Entre sus características principales están que son tentativos, verificables, de razonamiento riguroso y de observación.

El método científico es un conjunto de procedimientos que se utilizan para plantear problemas científicos, en los cuales se aplica la lógica a las realidades o hechos observados para llegar a las soluciones más favorables.

Partiendo de lo dicho por Pardinias; “Método de trabajo científico es la sucesión de pasos que debemos dar para descubrir nuevos conocimientos o, en otras palabras, para comprobar o desaprobamos hipótesis que implican o predicen conductas de fenómenos, desconocidos hasta el momento”. (Tamayo; 2000: 35)

Este método permite eliminar el aspecto subjetivo, para poder interpretar la realidad de una manera objetiva.

El método científico se caracteriza principalmente por ser fáctico, hace la verificación empírica, trasciende los hechos, es auto correctivo, hace formulaciones de tipo general y es objetivo. Este método se utiliza para resolver diferentes tipos de problemas, así mismo es muy útil para adquirir conocimientos en las ciencias.

4.1.1 Método Matemático.

Según Mendieta (2005), el método matemático trata de la comparación de números y cantidades para tener una noción de importancia, capacidad o economía.

“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: 48)

En conclusión, en este trabajo de investigación se utilizó el método matemático, debido a que se realizaron cálculos con el objetivo de llegar a resolver las variables que existen en las preguntas de investigación y así poder dar solución a las preguntas.

4.2 Enfoque de la investigación.

Esta tesis lleva un enfoque cuantitativo, ya que este permite obtener un punto de vista basándose en el conteo de magnitudes, además generaliza los resultados de una forma más amplia. De esta forma facilita la comparación de

resultados entre diferentes investigaciones, de acuerdo con Hernández Sampieri (2005).

Puede llegarse a la conclusión de que el método cuantitativo es el más usado en la mayoría de las ciencias como son la Física, la Biología y la Química, incluyendo la ingeniería como tal.

4.2.1 Alcance de la investigación.

Como la investigación se divide en tres tipos, exploratorio, descriptivo y explicativo, en este caso se usa el descriptivo, ya que busca especificar las características y perfiles importantes de personas o cualquier fenómeno que sea objetivo de análisis, además pretende corregir o medir la información de manera conjunta o independiente sobre los conceptos o variables a las que se refiere.

4.2.2 Alcance de la investigación.

Como en general todas las investigaciones se les conocen como experimentales o no experimentales, en este caso la investigación es no experimental, ya que esta se basa en hipótesis existentes y que se encuentran descritas en libros revistas o páginas electrónicas, tomando en cuenta con relación a Hernández y Cols (2005), este tipo de investigación recolecta solo datos.

4.3 Instrumento de recopilación de datos.

Para llevar a cabo una investigación correcta es necesario utilizar diferentes tipos de instrumentos (según sea el tipo de investigación), en los cuales debe existir una confiabilidad y validez de datos, para tener una investigación confiable.

En este caso se recurrió a varios instrumentos de recopilación de datos como son: la observación, la investigación documental y electrónica, la investigación de campo y programas de cómputo.

La observación, de acuerdo con Hernández y Cols (2005), es el registro sistemático, válido y confiable de datos, los principales pasos para llevar a cabo observaciones son: definir con precisión los aspectos que rodean cierta acción, eventos o conductas a observar, extraer una muestra representativa de los aspectos más importantes y finalmente establecer las categorías y subcategorías de observación. Las categorías pueden ser la observación física a distancia, el movimiento corporal que denota tensión, la conducta visual y verbal del objeto; las subcategorías son la unidad de medida con que se mide la categoría y va desde ser nula hasta ser elevada.

La investigación documental y electrónica, en especial debe ser confiable y válida, ya que pueden existir documentos o lugares electrónicos falsos o con información alterada. La investigación documental puede llevarse a cabo en libros o revistas y la electrónica en páginas de internet aclarando que sean páginas confiables.

La investigación de campo no es más que dar un recorrido por el lugar donde se lleva a cabo la investigación para tener un conocimiento físico del lugar y conocer sus características principales como son el clima, tipo de suelo, flora y fauna entre otros; así como llegar a obtener muestras del lugar para tener una

mejor visión del problema y llegar a las soluciones al momento de llevar a cabo la investigación.

Es esencial mencionar que existen diferentes tipos de programas de cómputo que son de gran ayuda al momento de llevar a cabo una investigación, en este caso se usaron los programas que en la actualidad son de gran certeza y confiabilidad, como son: AutoCAD, Word y Excel.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se presentan los cálculos realizados para el proyecto, teniendo un resultado óptimo en los resultados finales de la construcción.

5.1 Ruta crítica.

Para iniciar cualquier proyecto se elabora una ruta crítica, la cual es un método que se emplea para calcular los tiempos en la planificación del mismo. En el presente proyecto se propone la siguiente ruta crítica, con los tiempos correspondientes de obra:

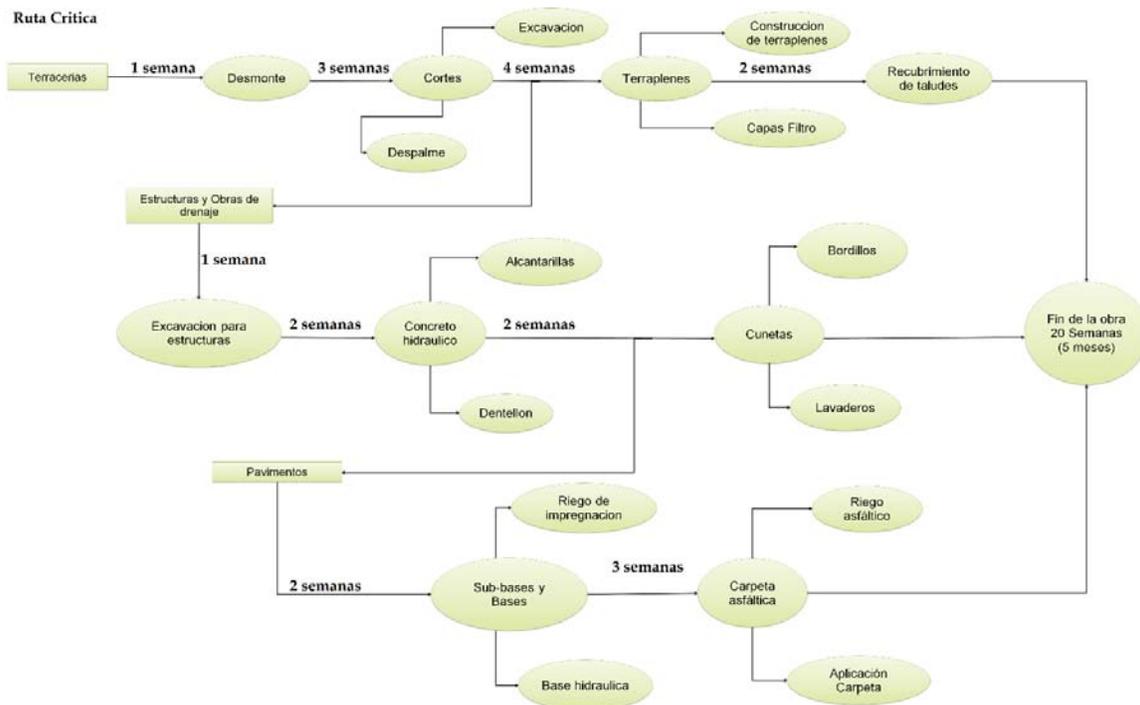


Fig. 5.1 Ruta crítica del proyecto.

Fuente: Propia.

Una vista más clara de la ruta crítica.

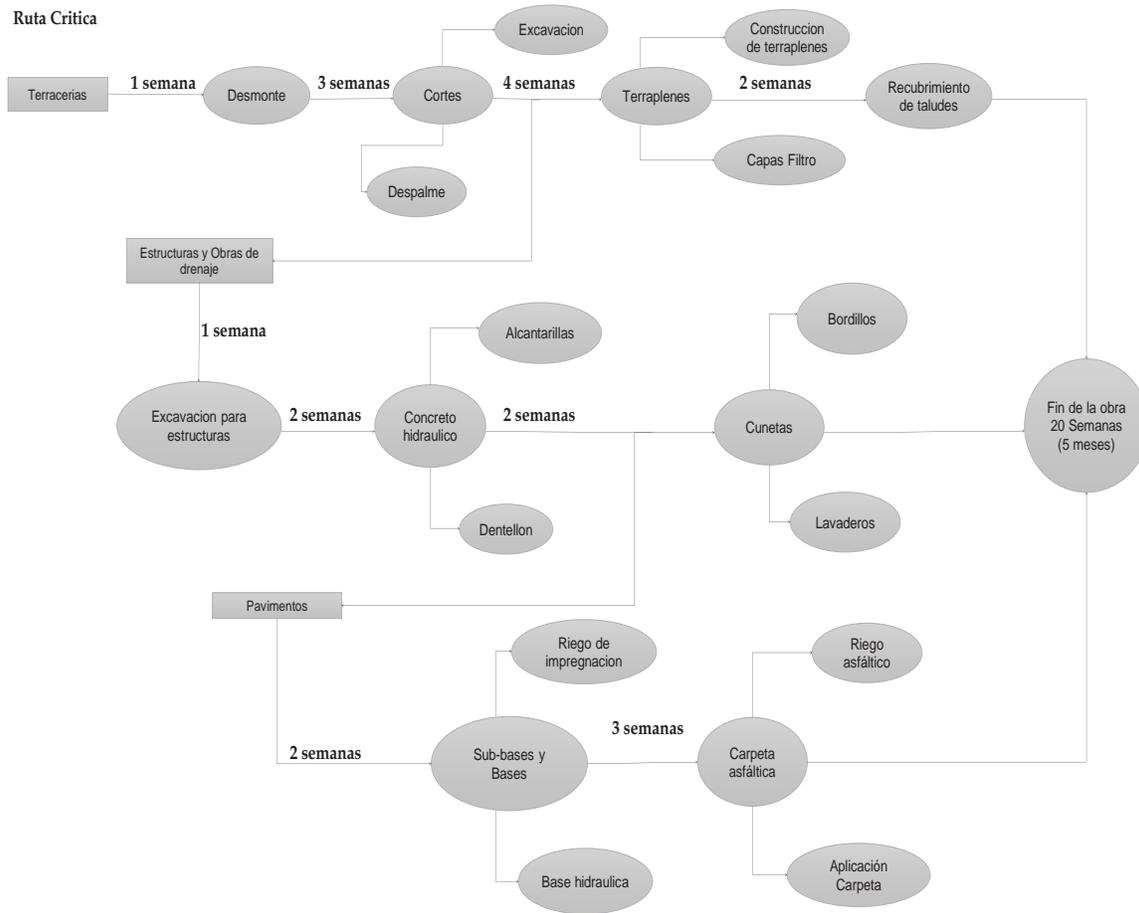


Fig. 5.2 Ruta crítica.

Fuente: Propia.

5.2 Actividades principales y procesos constructivos.

Al inicio de cualquier construcción de un camino es necesario tener en claro las actividades principales a realizar dentro del proceso constructivo. En este proyecto las actividades principales se realizan de la siguiente manera:

- Terracerías
 - Desmonte
 - Cortes
 - Terraplenes
- Estructuras y obras de drenaje
 - Excavación para estructuras
 - Mamposterías
 - Zampeado
 - Concreto hidráulico
 - Acero para concreto
- Pavimentos
 - Sub-bases y bases
 - Carpeta asfáltica
- Señalamiento
 - Vertical
 - Horizontal

El proceso constructivo que se lleva a cabo en la realización de un camino se explica a continuación y de la siguiente manera:

Desmante.

Dentro del proceso constructivo la primera actividad a realizar es el desmante, que de acuerdo a la normativa SCT (N-CTR-CAR-1-01-001/11), es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, ya sea en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a las instalaciones o edificaciones, entre otras, con el objetivo de eliminar cualquier presencia vegetal para impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad.

Cuando así lo indique el proyecto o lo ordene la Secretaría, el desmante se complementa con el trasplante de especies vegetales, a que se refiere la norma N.CTR.CAR.1.O9.0D3, y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo.

El desmante comprende la tala, roza, desenraice, limpia y disposición final, el cual se hará en la hierba de más de 30 centímetros de altura, a un ancho de 5 metros a partir de donde termine la corona del asfalto. Los residuos producto del desmante se trasladarán al banco de desperdicios que haya sido asignado por el proyecto o apruebe la Secretaria, estos se trasladaran en vehículos que se encuentren en buenas condiciones y protegidos con lonas, así impidiendo la contaminación del entorno.

Para que el concepto desmante quede más claro se muestran las siguientes imágenes, en las cuales se puede apreciar el antes y después de aplicar el desmante, así como las diferencias de las mismas y los trabajos realizados.



Foto. 5.1 Tramo carretero con vegetación o monte, (Antes).

Fuente: Propia



Foto. 5.2 Tramo carretero sin vegetación, (Después).

Fuente: Propia

En la primera imagen se muestra de lado derecho la vegetación que se encuentra en el lugar y la cual es un inconveniente para la construcción del camino, posteriormente en la imagen dos se muestra la aplicación del desmonte retirando toda la vegetación del lugar para llevar a cabo los trabajos previos.

Despalme.

Después de llevarse a cabo el desmonte se procede a realizar el despalme que de acuerdo con la norma SCT (N-CTR-CAR-1-01-002/11), es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. Este tendrá un espesor de 20 cm, ya que su finalidad es simplemente retirar la capa vegetal existente para no afectar el desarrollo de las excavaciones y los terraplenes, así como contaminar los mismos. No siempre tendrá este espesor, este cambiara de acuerdo al proyecto o a lo que indique la Secretaria, tomando como base el tipo de material que se encuentre en el lugar de acuerdo a la estratigrafía del terreno.

Al igual que el desmonte el material resultado del despalme se trasladara al banco que haya sido asignado por el proyecto o la Secretaria, en vehículos que se encuentren en buen estado y cubiertos con lonas para evitar el derrame y evitando así la contaminación del entorno.

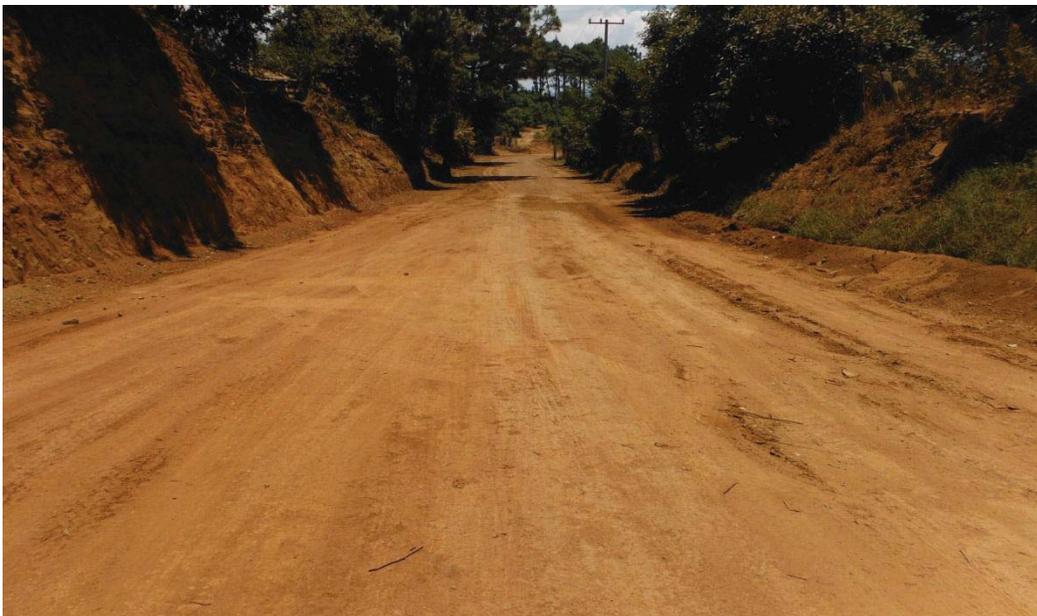


Foto. 5.3 Despalme aplicado en el tramo carretero.

Fuente: Propia.

En esta imagen se muestra el despalme que se llevó a cabo en el tramo siendo para este de 20 cm de espesor de acuerdo al proyecto, así eliminando la vegetación que impedía seguir con los trabajos previos a realizar.

Cortes.

En la construcción de cualquier obra es necesario llevar a cabo cortes en el terreno para facilitar los trabajos, entre otras cosas. De acuerdo a la norma SCT (N-CTR-CAR-1-01-003/11), menciona que los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con el objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo que indique el proyecto o la Secretaría.

La maquinaria que se utiliza para realizar este tipo de trabajos son tractores, motoescrepas o cargadores frontales, ya sea en llantas u orugas según sea el caso y lo indique el proyecto. En algunos casos en particular cuando en el terreno se encuentren estratos muy impermeables o duros y la maquinaria no es factible para llevar a cabo los cortes, se recurre al uso de los explosivos y artificios, el traslado y la colocación de los mismos será responsabilidad del contratista. En este caso no se usaron explosivos.

Los cortes se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte. Si así lo indica el proyecto o lo ordena la Secretaría, los materiales producto del corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes.



Foto. 5.4 Cortes realizados en el tramo.

Fuente: Propia.



Foto. 5.5 Corte realizado en el km. 2+800.

Fuente: Propia.

En la parte derecha de la imagen se muestra uno de los cortes realizados en el camino, esto fue necesario para ampliar el camino teniendo el espacio requerido para aplicar la carpeta asfáltica, así facilitando los trabajos.

Terraplenes.

En la construcción de tramos carreteros es muy común realizar terraplenes esto de acuerdo a la forma del terreno. Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la secretaría, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes, de acuerdo con la norma SCT(N-CTR-CAR-1-01-009/11).

El equipo que se utilice para conformar las capa del terraplén, será el que proporciones todas las características mostradas en el proyecto o en su defecto establecidas por la normas de SCT. El equipo más óptimo para la construcción de un terraplén son motoconformadoras, tractores, motoescrepas, cargadores frontales y compactadores según sea el caso o el tipo de terreno o lo indique el proyecto. En el caso del terraplén no tiene una altura definida ya que varía dependiendo del tipo de proyecto a construir y sus peculiaridades.

En la siguiente figura se muestra la sección transversal de un terraplén de acuerdo a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, con el objetivo de tener más en claro la estructura de un terraplén. Las medidas pueden cambiar de acuerdo al proyecto o a lo que establezca la Secretaria.

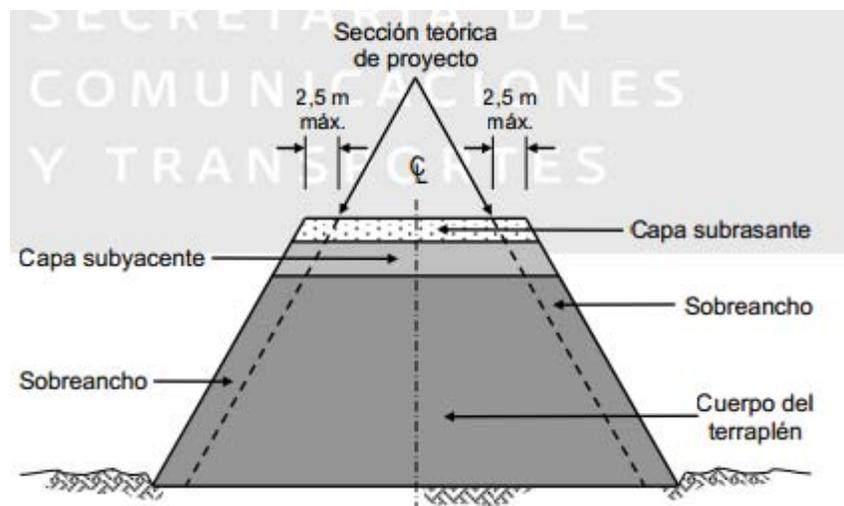


Fig. 5.3 Sección transversal de un terraplén.

Fuente: <http://normas.imt.mx/>

En el caso de la capa de subrasante se maneja un espesor de 30 cm por lo general, se debe tener mucho cuidado en uso de los materiales y el equipo, ya que de estos dependerá en gran medida la calidad de la capa mencionada y por consiguiente de la estructura del camino en general. Como en el caso de los terraplenes no se podrán conformar capas de más de 20 cm para así poder llegar al porcentaje de compactación establecido por la Secretaria.

Estructuras y obras de drenaje.

Ya mencionadas las actividades preliminares de un proyecto respecto a la construcción de un tramo carretero, lo que sigue es la realización de los trabajos para evitar daños ocasionados por el agua, los cuales en la investigación no se tomaron muy a fondo pero se mencionan de la siguiente manera.

Excavaciones para estructuras.

De acuerdo con la norma SCT(N-CTR-CAR-1-01-007/11), las excavaciones para estructuras son las que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje, entre otras. La profundidad y el ancho necesario para las excavaciones dependerán del tipo de estructura que alojara la cual se en el proyecto, o de acuerdo a los requerimientos de la SCT.

Los residuos producto de la excavación se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe la Secretaría. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

Mampostería.

La mampostería de piedra es uno de los trabajos más comunes en las obras de drenaje, que de acuerdo a la norma SCT(N-CTR-CAR-1-02-001/00) son elementos estructurales, contruidos con fragmentos de roca acomodados, junteados o no con mortero. La mampostería de piedra se clasifica de la siguiente forma:

- Mampostería de primera clase.

La mampostería de primera clase es la que se construye con piedra labrada, acomodada para obtener una forma geométrica regular con acabado a dos caras, formando hiladas regulares y junteada con mortero de cemento.

- Mampostería de segunda clase.

La mampostería de segunda clase es la que se construye con piedra toscamente labrada para obtener aproximadamente la forma geométrica requerida, con acabado a una sola cara, sin formar hiladas y junteada con mortero de cemento.

- Mampostería de tercera clase.

La mampostería de tercera clase es la que se construye con piedra sin labrar, junteada con mortero de cemento o de cal, sin formar hiladas regulares.

- Mampostería seca.

La mampostería seca es la que se construye con piedra sin labrar, debidamente acomodada para dejar el menor volumen de vacíos, sin emplear morteros.

Los materiales que se utilicen en la construcción de mampostería de piedra deberán cumplir con las especificaciones del proyecto o las que proporcione la Secretaria, según sea el caso. Si el material no cumple con lo establecido no se aceptara y se llevara a cabo la utilización de otros materiales.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de la construcción de mampostería, en este caso se construye una alcantarilla para el paso de agua pluvial que podrían causar las lluvias, así evitando daños a la estructura del camino.



Foto. 5.6 Construcción de alcantarilla de mampostería.

Fuente: Propia.

Zampeado.

El zampeado se define como el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra o tabique, concreto hidráulico o suelo-cemento, con el fin de protegerlas contra la erosión. De acuerdo a la norma SCT(N-CTR-CAR-1-02-002/00)

Este se construirá en el lugar, del tipo, con las dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la secretaria. Las dimensiones de los mismos, dependerán de las dimensiones de las obras o estructura que se desee proteger.

Concreto hidráulico.

El concreto hidráulico es una combinación de cemento Pórtland, agregados pétreos, agua y aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente.

Las dimensiones de los elementos colados, se establecerán en el proyecto aceptado por la dependencia. El equipo que se utilice para la elaboración y colocación del concreto hidráulico, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución. Existen cuatro clasificaciones de concreto, para este proyecto se utilizó el concreto normal el cual se elaboró con agregados pétreos densos, para alcanzar una masa volumétrica seca mayor a dos mil (2 000) kilogramos por metro cubico, esto una vez compactado.

Acero para concreto hidráulico.

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 utilizan 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, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

Previo al habilitado y colocación del acero, se limpiara para que esté libre de aceite, grasa, tierra, óxido, escamas, hojeaduras o cualquier otra sustancia extraña. Antes de su utilización, se verificara que el acero no tenga quiebres o deformaciones de la sección.

Sub-bases y bases.

Este es uno de los trabajos principales de la construcción de un camino ya que es la estructura que alojara el camino en sí. De acuerdo con la norma SCT(N-CTR-CAR-1-04-002/11) es el conjunto de actividades que se requieren para construir subbases y bases hidráulicas, para pavimentos de carreteras nuevas.

Sub-base hidráulica.

Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la base de un pavimento asfáltico, soportar las cargas que éste le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente

a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia capas superiores.

Base hidráulica.

Capa de materiales pétreos seleccionados que se construyen generalmente sobre la subbase o la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, la capa de rodadura asfáltica o carpeta de concreto hidráulico; soportar las cargas que estas le tramiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior y proporcionar a la estructura del pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Los materiales que se utilicen para la construcción de subbases y bases hidráulicas, cumplirán con lo establecido en las normas N-CMT-4-02-001, materiales para subbases y N-CMT-4-02-002, materiales para bases hidráulicas, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la secretaría.

El equipo que se utilizará en la construcción de la subbases y bases serán motoconformadoras, extendedoras y compactadores, de acuerdo a lo que indique el proyecto.



Foto. 5.7 Construcción de la base en el km 2+000.

Fuente: Propia.



Foto. 5.8 Construcción de la base en el km 2+200.

Fuente: Propia.

En las imágenes anteriores se muestra la construcción de la base del camino, así como la maquinaria que se utilizó para extender el material logrando una correcta distribución.

Carpeta asfáltica con mezcla en caliente.

De acuerdo con la norma SCR(N-CTR-CAR-1-04-006/09) las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de un mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Generalmente las carpetas tiene espesores mayores a cuatro (4) centímetro por lo que tienen la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

Una vez que se terminaron las cunetas, se procede con el tendido de la carpeta asfáltica, como se menciona anteriormente es una composición de agregados pétreos y cemento asfáltico, normalmente se maneja un espesor de cinco (5) centímetros.

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del contratista de obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación

durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el contratista de obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador.

Para ligar la carpeta con la base, primeramente se realiza un riego de impregnación, que también sirve como protección a la base, posteriormente se tiende el asfalto mediante una finisher, que va conformando la capa y el espesor de la misma, seguida de un compactador, cuya función es alcanzar el valor de 95% de compactación, finalmente se integra al proceso un compactador neumático, que da uniformidad a la carpeta levantando los finos para conformar la superficie de rodamiento. La carpeta asfáltica deberá cumplir con todas las condiciones establecidas por la secretaría, en todos los aspectos, para que logre un correcto funcionamiento.



Foto. 5.9 Aplicación de la carpeta asfáltica.

Fuente: Propia.



Foto. 5.10 Carpeta asfáltica.

Fuente: Propia.

En las imágenes anteriores se muestra el proceso de la aplicación de la carpeta asfáltica de granulometría densa con materiales procedentes de bancos y el después de aplicada y compactada al 95 %.

Señalamiento.

El señalamiento es una pieza fundamental en el camino ya que con ello, se logra transmitir al usuario cierta información requerida para el buen uso del camino y la seguridad del mismo. En esta investigación no se tomó a fondo el señalamiento por ello se hace la mención de las características del mismo.

Señalamiento vertical.

Las señales verticales bajas son el conjunto de tableros instalados en postes, marcos y otras estructuras, con leyendas o símbolos que tienen por objeto regular el uso de la vialidad, indicar los principales destinos, la existencia de algún

sitio turístico o servicio, o transmitir al usuario un mensaje relativo a la carretera. Según su finalidad, pueden ser señales preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicios, o diversas; según su estructura de soporte, pueden ser fijadas en uno o dos postes, o bien en estructuras existentes. Como proceso final de las terracerías, si instalaran los dispositivos de seguridad, tanto verticales como horizontales, que deben de cumplir con lo solicitado por la dependencia, para que se obtenga un correcto funcionamiento de las mismas.

Señalamiento horizontal.

Las marcas en el pavimento son el conjunto de rayas, símbolos y letras, que se pintan o colocan sobre el pavimento, que tienen por objeto delinear las características geométricas de las vialidades con el regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información visual o auditivamente a los usuarios.

Las marcas pueden aplicarse con pintura convencional o termoplástica, o bien pueden ser materiales plásticos preformados, adheridos a la superficie de pavimento utilizando adhesivos. Finalmente se realizará una limpieza general en todo el tramo, para otorgar una excelente presentación al mismo.

A continuación se muestra el camino con la señalización correspondiente, tanto vertical como horizontal, necesaria en el camino para la seguridad del usuario y la cual es obligatoria de acuerdo a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).



Foto. 5.11 Señalamiento horizontal y vertical

Fuente: Propia.



Foto. 5.12 Señalamiento vertical indica la localidad.

Fuente: Propia.

5.3 Programa de obra.

El programa de obra muestra todas las actividades a realizar en el proyecto, así como los volúmenes de obra que se generan para llevar un control adecuado de los trabajos realizados y por realizar dentro del proceso constructivo de un proyecto.

En resumen las siguientes tablas de programa de obra muestran todos los volúmenes de las actividades principales que ya fueron mencionadas anteriormente. Se muestran en el siguiente orden terracerías, estructuras y obras de drenaje, pavimentos y señalamiento:

El programa de obra muestra que los trabajos se realizaron en su totalidad en un lapso de 5 meses. Mostrando los que requieren más tiempo para su correcta realización, como son los de terracerías, entre desmonte, despalme, terraplenes, capa subrasante, etc. Ya que son la base para el buen funcionamiento de un camino, esto llevado de la mano con una constante supervisión del encargado de la obra.

Podemos observar que los trabajos que se llevaron a cabo con mayor rapidez fueron las obras de drenaje, esto para agilizar los trabajos de pavimentación que son el fuerte de un tramo carretero, pasando posteriormente al señalamiento que es esencial en cualquier camino y que por lo regular no toma mucho tiempo colocarlos en los lugares que se requieren.

El programa de obra es importante en cualquier tipo de trabajo que se vaya a realizar, ya que se lleva un buen control registrando el volumen de trabajo que se realiza en determinado tiempo. También ayuda a corroborar que los trabajos que se realizaron fueron los correctos y que se hayan llevado a cabo en el tiempo que se determinó por el proyecto.

CONCLUSIONES

La necesidad de construir vías de comunicación ha existido desde años antepasados, con el objetivo de trasladarse de un lugar a otro, transportar mercancía, entre otras actividades que requiere el ser humano, ya sea por medio de carreteras, aeropuertos, ferrocarriles o puertos.

El principal interés de esta investigación es el Diseño del proceso constructivo del km 0+000 al 2+800 del tramo carretero, San Antonio de Viñita-Loma Ceñida, municipio de Tacámbaro, Michoacán. Obteniendo un resultado satisfactorio al término de la construcción de dicho camino, al cumplir con el correcto diseño del proceso constructivo para el buen funcionamiento del mismo.

Para que el objetivo fuera cumplido, fue necesario llevar una correcta y constante revisión de las actividades principales de la construcción del camino, asistiendo constantemente a los trabajos que se realizaban en obra, evitando errores y aplicando correcciones donde fuera necesario.

Así mismo, se logró definir cada uno de los objetivos específicos: Qué son las vías terrestres, los tipos y la clasificación de las mismas. Se analizaron los procesos constructivos que se llevan a cabo para una correcta construcción de un camino, así como las normas que rigen y que se deben cumplir de acuerdo a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), llegando a un satisfactorio resultado de cada uno de los objetivos. Concluyendo que lo mencionado anteriormente es algo esencial para una buena planeación de cualquier proyecto carretero, así como las normas que por ley se tienen que cumplir y que son

indispensables para el buen diseño y coordinación de los trabajos realizados en el proceso constructivo de un tramo carretero.

En lo referente a la interrogante que se presentó al inicio de la investigación: ¿El diseño del proceso para la construcción del km 0+000 al 2+800 del tramo carretero San Antonio de Viñita-Loma Ceñida, municipio de Tacámbaro, Michoacán. Será el óptimo para su buen funcionamiento?. Se dedujo que el proceso constructivo que se llevó a cabo fue el más adecuado, ya que se pudo observar que los trabajos realizados fueron los más convenientes y económicos que se pudieron realizar, llegando a una correcta funcionabilidad del camino sin presentar algún problema en su estructura o en cualquier parte del mismo. Concluyendo con esto que el proceso constructivo es una manera en que se planea una obra y así su ejecución, además de que tiene la ventaja de llevar con ello una buena planeación de los trabajos que se ejecutarán y que impactan directamente en la ejecución de la obra. Las ventajas al elegir un correcto diseño del proceso constructivo son ejecutar los trabajos que se requieren con el presupuesto autorizado sin rebasar el mismo y haciendo más solvente la obra, llevando los trabajos de acuerdo al programa de obra sin rebasar tiempos ya que esto provoca pérdidas para el contratista, lo cual en este caso no sucedió.

Finalmente, con la realización de esta investigación se pudo obtener conocimientos más a detalle que complementan la teoría que proporcionan las escuelas de ingeniería civil y que por lo general en su mayoría se adquiere ya laborando en campo, también se pudo establecer que el procedimiento constructivo de una vía terrestre es sumamente importante, ya que cuando se

cuenta con las herramientas necesarias se pueden reducir tiempos de ejecución, disminuir los costos y optimizar los recursos.

BIBLIOGRAFÍA

Alonzo Salomón, Lauro Ariel y Rodríguez Rufino, Gabriel J. (2005)

Carreteras.

Ed. Universidad Autónoma De Yucatán (UADY). México.

Crespo Villalaz, Carlos (2005).

Vías de comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos.

Ed. Limusa. México.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2005)

Metodología de la Investigación.

Ed. McGraw-Hill. México.

López Álvarez, José Luis (2006).

Temario y Test Peón Especializado de Carreteras.

Ed. MAD, S.L. España.

Mendieta Alatorre (2005)

Métodos de investigación y manual académico.

Ed. Porrúa. México.

Mier Suárez, José Alfonso (1987).

Introducción a la ingeniería de camino.

Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). México.

Morales Sosa, Hugo Andrés (2006).

Ingeniería Vial I.

Ed. Búho. Santo Domingo. República Dominicana.

Olivera Bustamante, Fernando (1991)

Estructuración de Vías Terrestres.

Compañía Editorial Continental. México.

Olivera Bustamante, Fernando (2006)

Estructuración de Vías Terrestres.

Compañía Editorial Continental. México.

Olivera Bustamante, Fernando (2006)

Estructuración de Vías Terrestres.

Grupo Editorial Patria. México.

Rico Rodríguez, Alfonso (2005).

La ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, ferrocarriles y
Aeropistas. Volumen 1.

Ed. Limusa. México.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la investigación científica.

Ed. Limusa. México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:

<http://infoconstrucivil.blogspot.mx/2009/03/carretera.html>

http://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/compactors/soil-compactors/14133405.html

http://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/compactors/pneumatic-rollers/18350755.html

http://es.wikipedia.org/wiki/Tac%C3%A1mbaro#/media/File:Mexico_location_map.svg

http://es.wikipedia.org/wiki/Tac%C3%A1mbaro#/media/File:Mexico_Michoacan_location_map.svg

<http://normas.imt.mx/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Tac%C3%A1mbaro>

<https://www.google.com.mx/maps>

<https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

<http://normas.imt.mx/barra.php?tm=1>

http://www.mopycsa.com.mx/ProductsDocs/fam_com/com_ff.jpg

<http://infoconstrucivil.blogspot.mx/2009/03/carretera.html>

ANEXOS

