



UNIVERSIDAD
DON VASCO, A.C.

UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO CARRETERO ZIRIMÍCUARO “LA LAJA”, KM 3+200 AL 4+501 DEL MUNICIPIO DE ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN.

Tesis

que para obtener título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Jorge Joaquín Mendoza

Asesor: I.C. Guillermo Navarrete Calderón

Uruapan, Michoacán, a 20 de marzo del 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Introducción

Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	4
Pregunta de investigación.....	4
Justificación.....	4
Marco de referencia.....	5

Capítulo 1.- Vías terrestres

1.1.-Antecedentes.....	7
1.2. Factores económicos y regionales de las vías terrestres.....	10
1.3. Proyecto geométrico.....	12
1.4. Materiales de construcción.....	15
1.5. Estructura de una vía terrestre.....	17
1.6. Drenaje de vías terrestre.....	19
1.7. Control de calidad.....	22
1.8. Tránsito y uso de vías terrestres.....	26
1.9. Conservación.....	29

Capítulo 2.- Proceso constructivo de carpetas asfálticas

2.1. Carreteras.....	32
2.2. Desmonte.....	35
2.3. Cortes.....	37
2.4. Préstamos.....	40
2.5. Terraplenes.....	42
2.6. Estructura y obras de drenaje.....	45
2.7. Sub-bases y bases.....	49
2.8. Carpeta asfáltica.....	53
2.9. Señalamiento.....	55

Capítulo 3.- Resumen de macro y microlocalización

3.1. Generalidades.....	59
3.2. Resumen ejecutivo.....	61
3.3. Entorno geográfico.....	62
3.3.1. Macro y microlocalizacion.....	62
3.3.2 Geología de la zona.....	63
3.3.3. Condiciones climáticas y principales ecosistemas.....	64
3.3.4. Antecedentes de la zona.....	64
3.4. Informe Fotográfico.....	65
3.5. Conservación del camino.....	67

3.6. Procesos de análisis.	69
---------------------------------	----

Capítulo 4.- Metodología

4.1. Método de empleo.	70
-----------------------------	----

4.1.1.- Método matemático.....	72
--------------------------------	----

4.2.- Enfoque de la investigación.	72
---	----

4.2.1.- Alcance de la investigación.	73
---	----

4.3.- Diseño de la investigación.....	73
---------------------------------------	----

4.4.- Instrumentos de recopilación de datos.	74
---	----

4.5.- Descripción del proceso de investigación.....	75
---	----

Capítulo 5.- Cálculo, análisis e interpretación de resultados

5.1.- Catalogo de conceptos.	76
-----------------------------------	----

5.2.- Programa de obra.	82
------------------------------	----

5.3.- Proceso constructivo.....	87
---------------------------------	----

5.3.1.- Desmonte.	87
------------------------	----

5.3.2.- Despalme.....	88
-----------------------	----

5.3.3.- Excavaciones (cortes).....	88
------------------------------------	----

5.3.4.- Excavaciones para estructuras.	89
---	----

5.3.5.- Relleno de estructuras.	90
--------------------------------------	----

5.3.6.- Mampostería.	90
---------------------------	----

5.3.7.- Zampeados.	92
-------------------------	----

5.3.8.- Concreto hidráulico.	92
5.3.9.- Acero para concreto hidráulico.....	93
5.3.10.- Filtro.....	93
5.3.11.- Terraplenes.....	94
5.3.12.- Base hidráulica.	96
5.3.13.- Recubrimiento de cunetas.....	97
5.3.14.- Carpeta asfáltica.	98
5.3.15.- Bordillos.	100
5.3.16.- Lavaderos.	101
5.3.17.- Arropes de talud.....	102
5.3.18.- Señalamiento vertical.	103
5.3.19.- Señalamiento horizontal.....	103
5.4.- Revisión del proceso constructivo	104
5.4.1.- Desmonte.	104
5.4.2.- Cortes (Despalme).	104
5.4.3.- Cortes (Excavaciones).	105
5.4.4.- Excavaciones para estructuras.	105
5.4.5.- Relleno para estructuras.	105
5.4.6.- Mampostería.	106
5.4.7.- Zampeados.	106

5.4.8.- Concreto hidráulico.	106
5.4.9.- Acero para concreto hidráulico.....	107
5.4.10.- Filtro.....	107
5.4.11.- Terraplenes.....	108
5.4.12.- Base hidráulica.	108
5.4.13.- Recubrimiento de cunetas.....	109
5.4.14.- Carpeta asfáltica.	109
5.4.15.- Bordillos.	110
5.4.16.- Lavaderos.	110
5.4.17.- Arropes de talud.....	111
5.4.18.- Señalamiento vertical.....	111
5.4.19.- Señalamiento horizontal.....	111
Conclusiones.	113
Bibliografía	116
Otras fuentes	118
Anexos	

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Tomando como referencia a Olivera Bustamante (1991), los caminos en sus inicios fueron de tipo peatonal, que se formaban por medio del paso de las tribus nómadas, que se dirigían para conseguir alimentos, luego estas tribus se convirtieron en sedentarias, estos caminos sólo se utilizaban con la fines de comercio, religiosos y de conquista.

Posteriormente la rueda fue inventada, con esta invención se creó después la carreta, con este nuevo invento fue necesario acondicionar los caminos para que el trayecto se convirtiera en rápido y cómodo como fuera posible.

Las vías terrestres en México, como anteriormente se mencionó existían caminos peatonales, pero con la llegada de los españoles se implementaron las carreteras, para que existiera comunicación entre las principales ciudades del país.

Las terracerías es el volumen que es necesario excavar y lo que se necesita rellenar para formar una obra. Las terracerías cuentan con dos clasificaciones: el cuerpo inferior de terraplén y parte superior subrasante, debe tener un espesor mínimo de 30cm y se colocará de manera independiente de la sección tipo que se tenga.

Los pavimentos son el conjunto de capas de materiales que reciben la carga de tránsito y las cuales se deben conducir adecuadamente al suelo. Los pavimentos se clasifican en dos: flexibles, en este tipo de pavimentos la superficie de rodamiento

es una carpeta asfáltica la cual transmite las cargas hacia el suelo debidamente. En los rígidos está formado por losas hidráulicas de concreto que conducen las cargas de los vehículos.

El concreto asfáltico se ha utilizado mucho en las últimas décadas, aunque tiene una falla frágil, y su resistencia relativamente es más baja que la del concreto hidráulico y por eso entra en la clasificación de pavimentos flexibles.

Anteriormente se realizaron investigaciones sobre este tema en la Universidad Don Vasco de las cuales encontré tres tesis: la primera esta titulada “Revisión Del Proceso Constructivo Para La Carretera San Juan Nuevo Parangaricutiro – Las Ruinas Del Volcán Paricutín, Michoacán, Del Km 0+000 al 2+500” realizada por Cesar David Guerrero Chávez en el 2008, la cual cuenta con los siguientes objetivos: definir que es un camino, definir la estructura por la que deben estar compuestos los caminos, definir los tipos de pavimentos que existen y sus características, y definir los alineamientos de un camino, se puede concluir que con la revisión completa de la tesis, faltó un riego de agua en la capa de base y los otros objetivos se cumplieron.

En la segunda tesis titulada: “ Revisión Del Proceso Constructivo Del Tramo Carretero Patamban – La Cantera, del Km. 9+700 al 14+660, En El Estado De Michoacán” realizada por Misael Medina Chávez en el 2008, la cual cuenta con los siguientes objetivos: definir qué es un procedimiento constructivo en un tramo carretero, señalar cuántos tipos de procedimientos constructivos hay, establecer qué es una vía terrestre, y mencionar cómo se clasifican las vías terrestres, se puede concluir que todos los objetivos se cumplieron de manera adecuada.

En la tercera tesis titulada: “Revisión del proceso de construcción del tramo carretero “El Tepehuaje – Las Guacamayas” en el municipio de Caracuaró, Mich.” Realizada por Hugo Enrique Salgado Mora en el 2008, la cual cuenta con los siguientes objetivos: definir qué es una vía terrestre, utilidad de un proceso constructivo, definir las características geográficas del lugar, y establecer las ventajas de la elección de un buen proceso constructivo, se puede concluir que no se cumplieron los objetivos al revisar proceso de construcción que se empleó.

Planteamiento del problema.

Es necesario contar con carreteras que cumplan con las normas y requisitos necesarios para la comodidad y seguridad de los conductores que transiten por dicha vialidad.

Con la presente investigación se revisará de manera muy cuidadosa y detallada el proceso constructivo que se utilizó en el tramo carretero Zirimícuaro “La laja” Km 3+200 al 4+501 municipio de Ziracuaretiro, Michoacán.

De no haberse realizado esta investigación, nunca se despejaría la duda sobre el proceso constructivo que se llevó a cabo para la construcción y finalización de la obra, que beneficiará principalmente al municipio de Zirimícuaro, Michoacán.

Objetivo general.

Revisar si el proceso constructivo del tramo carretero Zirimícuaro “La laja” Km 3+200 al 4+501 municipio de Ziracuaretiro, Michoacán, se realizó siguiendo todos los lineamientos conforme a las normas necesarias para su construcción.

Objetivos específicos.

- 1) Revisar que la estructura empleada fue la óptima
- 2) Revisar las condiciones climáticas a las que se enfrentaron
- 3) Revisar la calidad de los materiales que se emplearon
- 4) Verificar que la culminación de la carpeta asfáltica fue la óptima.

Pregunta de investigación.

Esta investigación resolverá la siguiente pregunta ¿Revisar si el proceso constructivo es el adecuado según las normas para el tramo carretero Zirimícuaro “La Laja” Km. 3+200 al 4+501 del municipio de Ziracuaretiro, Michoacán.?

Además de la pregunta principal, se despejarán las siguientes preguntas:

¿Qué estructura se utilizó?

¿Qué condiciones climáticas existían?

¿Cuál fue la calidad de los materiales?

¿Revisar la terminación de la carpeta asfáltica?

Justificación.

La siguiente investigación tiene una gran importancia, debido a que se revisará el proceso constructivo del tramo carretero Zirimícuaro “La Laja” km. 3+200 al 4+501 del municipio de Ziracuaretiro, Michoacán, esta revisión beneficiará a la comunidad, a las personas que aportaron económicamente para la realización de la

obra, a las dependencias de gobierno que son las encargadas de la revisión. Pero en lo personal beneficiará a su servidor, porque con la realización de este trabajo, se amplían los conocimientos sobre el proceso constructivo de un tramo carretero. A la Universidad Don Vasco le beneficiará debido, a que es una nueva investigación sobre este tema, a los estudiantes de la misma y a la sociedad en general, debido a que este trabajo podrá ser visto por cualquier persona que lo requiera en la biblioteca de la Universidad Don Vasco.

También esta investigación beneficiará a los parceleros debido a la gran cantidad de producción que se realiza en la zona por la zarzamora, esta revisión beneficiará a los comerciantes que visiten las parcelas con la finalidad de comprar grandes cantidades de producto, ya sea para vender alrededor de todo el país o incluso para exportar.

Marco de referencia.

Zirimícuaro es una localidad perteneciente al municipio de Ziracuaretiro, en el estado de Michoacán. Está situada a 1.340 metros de altitud sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son Longitud: 19° 24' 24", Latitud:-101° 57' 27".

Zirimícuaro tiene 1.075 habitantes. 525 (48.84%) son hombres y 550 (51.16%) son mujeres, la población mayor de 18 años es de 598, para alojar a sus habitantes Zirimícuaro cuenta con 229 viviendas, el 0.44% de las cuales están rentadas por sus moradores.

La mayoría de los habitantes se dedican al corte de la zarzamora, ya que esta localidad cuenta con una gran abundancia de parcelas de zarzamora, debido a sus

condiciones climáticas esta fruta se produce de manera óptima, la recolección de esta fruta se realiza por la mañana y en el atardecer, uno de sus usos principales es la realización de mermelada.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se desarrollará el tema de las vías terrestres, de manera específica sobre cada una de sus divisiones, cabe mencionar que se abordarán los siguientes subtemas como el proyecto geométrico, tipos de materiales, estructura de una vía terrestre, control de calidad, etc.

1.1.- Antecedentes.

De acuerdo con Olivera Bustamante (1991) los primeros caminos fueron de tipo peatonal que las tribus nómadas formaban al momento de caminar de un lado a otro en busca de alimentos, después de un tiempo estas tribus se convirtieron en sedentarias lo cual provocó que estos caminos tuvieran funciones diferentes como religiosas, comerciales y de conquista. Un ejemplo de estos caminos fue en América específicamente en México, con las civilizaciones mayas y aztecas.

Después de la invención de la rueda apareció la carreta, que podía ser jalada por humanos o por bestias; fue necesario acondicionar los caminos para que a su vez el viaje se convirtiera en el más rápido y cómodo posible. Los espartanos y fenicios fueron los primeros en construir caminos y los romanos después para extender su dominio a lo largo de Europa.

Cuando surgieron las máquinas de vapor en el siglo XVIII, apareció el ferrocarril el cual tenía un peso considerable contra la terracería y por lo mismo se usaban durmientes como refuerzo.

Los autos fueron creados a finales del siglo XIX, su rápido desarrollo y provocó que los caminos se modificaran de acuerdo a su uso, con grandes transformaciones geométricas y en su estructura, debido a que hay muchos tipos de pesos de los vehículos.

Hablando de lo que es la República Mexicana, en la época precortesiana había un sin número de caminos peatonales, pero con la llegada de los españoles se introdujeron las carreteras, esto produjo que hubiera una comunicación entre el puerto de Veracruz pasando por Puebla y de Acapulco a las principales ciudades de México.

De acuerdo con Olivera Bustamante (1991) se puede definir como pavimento a una serie de capas de materiales que reciben el peso del tránsito y lo distribuyen de manera adecuada a las capas inferiores, la superficie de rodamiento debe tener un terminado correcto, para que el trayecto sea rápido y cómodo. La calidad de los materiales debe ser la óptima, pero a medida que las capas son más profundas su calidad puede disminuir y directamente tiene que ver con la cantidad de esfuerzo que recibirán y la calidad de los materiales, pero lo más importante es que el pavimento pueda transmitir de manera adecuada los esfuerzos a las capas inferiores. Los materiales requeridos para la construcción de una obra deben cumplir con ciertas normas, las cuales nunca se cumplen en su totalidad, y si la calidad de los materiales no es la adecuada tendrá repercusión directa en el pavimento y su resistencia; el ingeniero siempre debe utilizar materiales de la región para afrontar los problemas que presente dicha obra.

De acuerdo con Olivera Bustamante (1991) hay dos tipos de pavimentos: los flexibles y los rígidos, en los primeros la capa de rodamiento es una carpeta asfáltica y la distribución de las cargas se hace por medio de la fricción y cohesión de los materiales, la carpeta asfáltica se pliega a las deformaciones de las capas inferiores, sin que la estructura se rompa. Los pavimentos rígidos trabajan con una losa de concreto, que distribuye las cargas por todas las superficies de las losas y de las adyacentes a las capas inferiores. En este tipo de pavimentos las deformaciones no se pueden pegar a los pliegues, debido a que provocaría una falla estructural. Aunque en teoría las losas se podrían colocar de manera directa en la subrasante, se coloca una capa de sub-base para evitar que los finos sean bombeados a la superficie de rodamiento.

El concreto asfáltico ha sido muy utilizado en las últimas décadas, aunque tiene una falla frágil parecida a la del concreto hidráulico su resistencia es mucho menor. Para evitar que se agriete la carpeta debido a las deformaciones de la base, esta se debe construir rígida con cemento Portland o cal, para que sus módulos de elasticidad sean semejantes.

Para la realización de un pavimento para una carretera o un aeropuerto se tienen que tomar en cuenta las cargas máximas de cada uno, la carga de los aviones puede ser hasta diez veces mayor a la carga máxima de los automóviles, la cantidad de automóviles que pasan por un día son 8000, de los aviones es 200000 en su vida útil. Las carreteras para automóviles tienen la misma estructura en todos sus kilómetros, la de los aeropuertos cambia según se requiera y podrá tener diferentes espesores de la capa.

1.2. Factores económicos y regionales de las vías terrestres.

“Las obras de ingeniería civil deben construirse en la forma más económica posible, pero cumpliendo cabalmente con las finalidades para las cuales fueron proyectadas; se debe entender que una obra es económica cuando la suma de los costos de construcción y operación son mínimos en relación con otras alternativas consideradas.” (Olivera Bustamante; 1991:21)

De acuerdo con Olivera Bustamante (1991), la misión de un ingeniero civil es tener una serie de variantes de proyecto, para hacerlo más económico y de mejor calidad posible. Las vías terrestres forman parte de la infraestructura de un país, así como el agua potable, electricidad, etc. Se considera que los caminos son la infraestructura de la infraestructura, debido a que cuando éstos ya se realizaron es más fácil llevar los otros servicios.

Los caminos se pueden dividir de acuerdo a su utilidad en: caminos de integración nacional, son los que sirven básicamente para comunicar a todo un país; caminos de tipo social, son los que permiten la integración de las comunidades marginales con toda la república; caminos para el desarrollo, son los que ayudan al crecimiento de una población aumentando el auge turístico, comercial, ganadero, agrícola, etc., y por último, caminos entre zonas desarrolladas, son los que nos ayudan a disminuir los costos de operación, mejorando notablemente el tránsito.

Hay distintos tipos de transportes como el marítimo que es lento, pero relativamente barato y el aéreo es muy rápido pero costoso; de igual manera sucede con el ferrocarril y el transporte por carretera, el primero es lento pero barato

sabiéndolo administrar y el segundo no es adecuado, para llevar grandes volúmenes, se debería usar solamente para transporte de cantidades pequeñas y traslado de personas. Para un proyecto siempre se tiene que tomar en cuenta que puede haber alguna falla, en cualquier momento y en base a eso se deben tomar factores de seguridad.

Según el tipo de tránsito, debe cumplir con una serie de clasificaciones como en el caso de las carreteras; éstas deben tener una curvatura, pendiente, según las especificaciones y con estas mismas se obtendrá el tipo de maquinaria a utilizar y los costos finales de la obra. Se debe de tomar muy en cuenta las condiciones del terreno donde se desplantará la carretera con los siguientes aspectos: obras de drenaje, topografía del terreno, zonas blandas, capacidad de carga del terreno, zonas de inundación, etc.

En la construcción de vías terrestres es fundamental el acarreo de materiales de acuerdo con Olivera Bustamante (1991); debido a esto se debe de estudiar de manera adecuada la mejor opción de acarreo, el tipo de maquinaria que será el correcto para la extracción del material y los tiempos en el traslado del mismo. Los contratistas deben de tener muy en cuenta los precios de las obra, si éstos son muy bajos, no deben de compensarlo con materiales de mala calidad y de igual manera con las obras por concurso, se deberán otorgar al contratista que presente los precios más reales. Todo lo anterior deja en claro que es necesario tener en cuenta el factor económico desde la planeación de la obra, proceso y finalización de la misma.

Los factores regionales que intervienen según Olivera Bustamante (1991) son: la geología, principalmente ayuda a conocer el tipo de suelo que se estudia y que drenaje será el adecuado según sea el terreno, así como los accidentes que ha tenido a lo largo del tiempo. La topografía será de vital importancia debido a que facilita la colocación del drenaje y de la línea de rasante. La geotecnia ayudará a elegir la cimentación adecuada de alcantarillas y puentes, así como en el uso de los materiales. Es muy importante saber la temperatura de la zona por lo que, si hay temperaturas altas, se deberán tomar en cuenta para la realización de la carpeta asfáltica, y si la temperatura es muy baja se debe colocar concreto, con espesor importante, para que el agua no ascienda y debilite la resistencia del mismo.

1.3. Proyecto geométrico.

Una ruta, según Olivera Bustamante (2006), es una porción de terreno donde se construirá el proyecto y tiene diferentes anchos, según como sea su topografía. La elección de la ruta es la fase más importante para una vía terrestre, debido a que si hay un error en la elección de la misma, asegura el fracaso casi inmediato de la obra, cualquiera de los procesos subsecuentes es más fácil y económico solucionarlo, pero la elección de la ruta es vital. Para la realización de dicho análisis es necesario que intervengan especialistas en la materia como: ingenieros especialistas en proyectos e ingenieros geólogos, se necesitan recabar una serie de información como: mapas de la zona, curvas de nivel, mapas del clima, fotografías aéreas, etc.

En México se llevan a cabo fotografías y planos aéreos que son muy importantes para la elección de la ruta, a una escala de 1:50 000, realizados por el

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI). Los especialistas utilizan estas fotografías para después hacer reconocimientos por medio de helicópteros a diferentes alturas, y estos aparatos tienen la facilidad de aterrizar en puntos reducidos y posteriormente hacer las pruebas necesarias en la zona.

Para poder conocer el anteproyecto de una obra vial, de acuerdo con Olivera Bustamante (2006), es necesario hacer una serie de estudios, los cuales se agrupan de la siguiente manera: alineamiento vertical, es el centro de una línea del plano vertical y cuyos elementos son tangentes y curvas verticales, el alineamiento horizontal, es el centro de la línea del plano horizontal y sus elementos son tangentes y curvas horizontales, la sección transversal de una obra vial, es un corte de acuerdo al plano vertical y normal al centro de la línea con el alineamiento horizontal.

Para obtener el anteproyecto y el proyecto definitivo, se pueden realizar por medio de brigadas terrestres o de fotografías aéreas, para conocer el tipo de topografía del terreno, nubosidad, accesos y su debido programa de trabajo. Ya con lo anterior resuelto se traza una poligonal abierta, lo más parecida a la alternativa del trabajo. Se localiza la topografía de cuando menos 100 metros a cada lado de la poligonal. Con ayuda de un compás se traza sobre la topografía una línea a pelo de tierra con líneas de nivel a cada 2 metros. Una vez obtenida la línea anterior se trazan curvas, para saber qué grado de curvatura tiene. Para trazar las curvas horizontales se puede dibujar con o sin espiral en la cartulina. Por último se dibuja un perfil del proyecto, que tendrá estaciones a cada 20 metros.

El proyecto definitivo es el estudio tanto de campo, como de pruebas o estudios recabados de la zona, que ayudarán a obtener los planos definitivos, presupuestos y volúmenes de la misma. Con apoyo de la poligonal abierta se debe trazar la línea definitiva de campo, la cual se puede realizar con distintos métodos como distancias y deflexiones. La línea definitiva se traza, y de tener algún error se hacen las correcciones necesarias en el eje x o z.

Cuando ya se tiene la línea de proyecto definitivo según Olivera Bustamante (2006), se inicia el estudio de movimiento de terracerías, para obtener la subrasante definitiva, esto ayudará para que la obra sea mucho más económica y que tenga similitud con el anteproyecto. La subrasante debe pasar una serie de normas, así como tener estudios de drenaje para las pendientes verticales y la rasante por supuesto debe cumplir con la capacidad de carga que se calculó. Cuando la subrasante es la definitiva, prosigue calcular los anchos de corona, pendientes de bombeo, cunetas, contra cunetas, cortes y terraplenes.

Es muy importante calcular los volúmenes de corte y terraplén, los de corte se consideran positivos y los de terraplén negativos, los volúmenes de corte se multiplican por un factor volumétrico, que implica que se asemejen y para realizar las sumas y restas correspondientes, el cálculo de la curva masa se obtiene sumando los volúmenes de corte y terraplén, desde un punto hasta el origen de la sección. Con los datos de la curva masa se plasma en el perfil del proyecto, donde se encuentra la rasante definitiva, y ayudará a conocer cuánto es necesario cortar y terraplenar. Después es necesario tener acarrees de material dependiendo de los volúmenes, se tomarán en cuenta del centro de gravedad a 20 metros, pasando

dicha distancia se cobrará extra, debido a que es necesario llevar a la obra material de distintos bancos.

1.4. Materiales de construcción.

Para la estructuración de una vía terrestre de una sección transversal, según Olivera Bustamante (1991), hay distintos tipos de materiales como: pétreos, térreos, asfálticos e industriales, los cuales deben cumplir con las normas de calidad correspondientes. Para la elaboración de un cuerpo de terraplén se puede hacer por medio de cortes o préstamos de bancos; cuando el terreno es plano, es necesario pedir préstamos a un banco, si por el contrario el terreno es un lomerío es conveniente hacer cortes, y el material que es producto de estos cortes, colocarlo para terraplenar, cuando un acarreo es más lejano de 100 metros del centro de línea, se considera préstamo de un banco. Hay zonas montañosas donde se encuentra un volumen muy considerable de desperdicios, que es necesario llevar a un banco de manejo de dicho material.

Para el material requerido en la capa subrasante, pueden obtenerse de bancos cercanos, que cumplan con los requisitos necesarios, para la estructura vial. Si el material califica todas las normas necesarias se podrá utilizar en todos los terraplenes contiguos. Para los materiales necesarios de los pavimentos, siempre se extraerán de bancos y pueden ser de distintos tipos como conglomerados, es prudente saber que estos materiales siempre requerirán pasar por un proceso, tal como cribado, triturado, etc. Los materiales como el cemento, acero, asfalto, cal, deberán cumplir con los requerimientos necesarios para poder utilizarlos, y se

obtendrán de empresas estatales o de particulares, que cumplan con lo anterior mencionado.

De acuerdo con Mier Suárez (1987), los materiales que deben contener una sub base y base son: materiales que no requieren tratamiento, son poco cohesivos, como arenas y limos, cuando quedan sueltos tienen menos del 5% de partículas mayores de 2"; materiales que requieren disgregación, son tezontles y los cohesivos tepetates, se obtienen de rocas que al someterse al proceso de disgregación, cuentan con menos del 5% de partículas mayores de 2"; materiales que requieren ser cribados, al momento de extraerlos contienen un 5 o 25% de material mayor de 2" y es necesario cribarlos; materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados, son poco o nada cohesivos, más del 25% de sus partículas son mayores de 2"; y por último los materiales que requieren de trituración total y cribado a través de malla 1 ½", simplemente son los que se extraen de mantos de rocas.

El desmonte que se realiza en los bancos debe ser realizado previamente a la utilización de dicho material, cuando un material no requiera de tratamiento, se debe proceder a su transporte mecánico y el desperdicio mayor de 2", no debe ser mayor del 5% y se debe de retirar del camino. Los materiales que requieren disgregación deben ser tratados hasta que alcancen una medida de 40 centímetros, donde depositados en la obra deben ser disgregados con equipo mecánico. Los materiales que requieren cribado deben ser extraídos y cribados por cualquier medio mecánico, deberán asegurarse de la eliminación de partículas mayores de 2". Para el retiro de materiales sueltos debe incluir el pago extra, por la carga y descarga, así como los tiempos de los vehículos que fueron utilizados.

Los materiales que se requieren para una carpeta asfáltica según Mier Suárez (1987), deben ser de los siguientes tipos: materiales que requieren ser cribados, son poco o nada cohesivos, que al extraerlos deben quedar sueltos. Materiales que requieren ser triturados manualmente o cribados, son poco o nada cohesivos, también materiales cohesivos que al extraerlos forman terrones y contiene partículas mayores a las requeridas. Materiales que requieren ser triturados totalmente o cribados, son los provenientes de mantos de rocas y por los desperdicios o depósitos naturales, deben ser cribados conforme a las condiciones establecidas.

En un proyecto siempre se debe especificar, qué materiales deben lavarse para eliminar arcillas, materia orgánica u otros materiales extraños al pétreo. La extracción del material debe medirse por medio del despalme al terminar la explotación, por el método de áreas extremas. Los distintos tipos de cribado y trituración se miden de tres formas distintas: “acamellonando uniformemente y utilizando el sistema del promedio de áreas extremas (PAE); seccionando los depósitos formados por el material tratado cuando es necesarios almacenarlo, utilizando el sistemas del promedio de áreas extremas (PAE); o bien determinando el volumen en los vehículos de transporte en el lugar de descarga, para el caso de carpetas construidas por el sistema de riegos, para el riego de impregnación y para el riego de sello”. (Mier Suárez; 1987:309).

1.5. Estructura de una vía terrestre.

El terreno natural es la porción de suelo según Olivera Bustamante (2006), en donde su esfuerzo original se afectará por la construcción de la obra vial y recibirá

todas las cargas del tránsito, conducidas por la estructura. Cuando un terreno tiene una capacidad de carga de un $1\text{kg}/\text{cm}^2$, y sus cortes o terraplenes no superan los 3 metros, éste será el adecuado. Cuando un suelo no cumple con los requerimientos necesarios para poder ser utilizado, es conveniente realizar estudios de mecánica de suelos, para saber las condiciones y su capacidad de carga.

Las terracerías son los materiales que se pueden extraer o rellenar para la realización de una vía terrestre. Cuando se realiza la extracción de materiales a lo largo de la línea del camino, éstos se utilizarán para la construcción de las terracerías, y si los cortes fueron demasiados, se considera como desperdicio, por el contrario cuando el volumen de corte no fue suficiente para cubrir los terraplenes, se utilizará material de banco que cumpla con las normas necesarias.

Para la construcción del camino sobre la capa subrasante se coloca el pavimento y este lleva una estructura de sub-base, base y carpeta, en ocasiones no es necesario emplear la sub-base. Las sub-bases y base tiene una serie de funciones las cuales son: recibir y distribuir de manera adecuada las cargas que tendrá la capa de rodamiento, para trasmitirlas de manera adecuada al suelo. Evitar que la humedad ascienda a las capas superiores. Cuando la humedad logró ascender, se debe permitir que llegue hasta la capa subrasante, debido a que ésta tiene un bombeo o sobreelevación, que ayudará a la eliminación de dicha humedad.

La carpeta asfáltica es la capa superior según Olivera Bustamante (1991), porque transitarán los vehículos, debe tener la capacidad de distribuir las cargas hacia el suelo. "Las carpetas asfálticas pueden realizarse de cualquiera de las

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

Las losas de concreto según Olivera Bustamante (1991), son la parte superior de los pavimentos rígidos, por donde transitarán los vehículos, y se construye sobre la sub-base. Para la elaboración de este concreto, se utiliza una mezcla de agua y cemento Portland, hasta que tenga la consistencia requerida. Las gravas y las arenas deben tener ciertas características: dureza, sanidad, granulometría, plasticidad y forma de la partícula. Las arenas deben tener un porcentaje de plasticidad de 0, debido a que son materiales inertes, para asegurar la duración y resistencia del concreto.

1.6. Drenaje de vías terrestre.

La función principal del drenaje, según Mier Suárez (1987), es evitar que el agua llegue al camino, y que el agua que circula por éste, tenga una salida fácil. Hay distintos tipos de formas en las que el agua puede llegar al camino: precipitación directa, escurrimiento del agua del terreno adyacente, crecientes de ríos y arroyos, y ascensión capilar a través del suelo. El tipo de drenaje que será el adecuado, se debe seleccionar desde el reconocimiento de la línea, para que posteriormente una mala elección no repercuta en el costo de la obra. Cuando se localice el terreno, se deberán elegir suelos permeables, para que la obra tenga un costo razonable.

“Las aguas pueden afectar la carretera de la siguiente manera:

- Disminución de la adherencia entre llantas de los vehículos y la superficie por la acumulación de agua por la calzada.
- El agua da origen a baches y reblandecimiento de pavimento.
- Si el nivel freático está próximo a la superficie se puede producir el fenómeno de ascenso capilar”. (Morales Sosa; 2006:163)

El drenaje superficial, según Mier Suárez (1987), tiene como función desalojar el agua que cae por medio de la precipitación, invasión de ríos y lagos, por inundaciones, etc. Las cunetas son zanjas que ayudan a recibir el agua pluvial de uno o ambos lados de la carretera, así como de la que escurre por los taludes de cortes y pequeñas zonas cercanas. Las cunetas se calculan para pequeños volúmenes de agua, aproximadamente para 20 o 30 minutos de agua constante. La forma de las cunetas es triangular, debido a que se puede realizar con motoconformadora, es fácil y económico; por seguridad no pasan de 30 centímetros de profundidad.

Las contracunetas son canales que se construyen en las laderas, de los cortes de un tramo carretero y que tienen como objetivo, impedir que el agua llegue a las cunetas. Cuando son zonas montañosas o de lomerío es recomendable seguir la dirección de las curvas, para captar la mayor cantidad de agua de los escurrimientos. El desfogue de las contracunetas se deberá realizar en cañadas, lo más lejos posible de los terraplenes, de ser necesario colocar zampeado.

Los canales auxiliares ayudan a encaminar al agua que fluye paralela o transversalmente en el camino, con la finalidad de evitar desbordamientos, o cualquiera que sea un daño a futuro en la obra. El bombeo es la pendiente que se introduce en ambos lados de un camino, para conducir el agua pluvial hacia los costados de dicha obra. Las alcantarillas de alivio son las encargadas de captar el agua que se acumuló por medio de las cunetas, y los muros transversales generalmente son construidos aguas arriba, para obligar al agua a entrar.

Los bordos se colocan en los hombros del terraplén según Mier Suárez (1987), para evitar que el agua se escurra por los taludes, debido a que un exceso de escurrimiento puede producir, un reblandecimiento de los taludes. Los lavaderos son canales que se emplean en los taludes, para desalojar la corriente y evitar las erosiones, se pueden construir de mampostería, zampeado, suelo-cemento, etc., se colocan a distancias variables, dependiente de la cantidad de agua, las distancias promedios, suelen ser de 100 a 200 metros.

El drenaje trasversal tiene como objetivo, el paso del agua de un lugar a otro, por lo que en muchas ocasiones es imposible desviar la circulación del agua, y por eso es conveniente usar estos drenajes. Tiene dos tipos de estructuras para conducir el agua, como los puentes y las alcantarillas; los primeros son en general mayores a 6 metros, pero la gran diferencia es que las alcantarillas cuentan con una cama entre la estructura y la superficie de rodamiento, en tanto que los puentes no. Las alcantarillas se colocan para permitir el paso de arroyos, zanjas de riego, drenaje superficial y cañadas.

1.7. Control de calidad.

Para garantizar la buena realización de una obra, no basta con gastar mucho dinero en materiales; según Rico Rodríguez (1993), esto no necesariamente indica que se realizó de manera adecuada; la obra debe tener su tiempo de duración, cumplir con los estándares de calidad según las normas y sobre todas las cosas debe tener un costo razonable, o simplemente ser económica. En las vías terrestres, no basta con hacer un solo proceso bien, si no la realización de una serie de procesos, que al estar conjuntados sea más fácil llegar a una finalización óptima de dicha obra; teniendo el cuidado en puntos importantes de la obra, podemos tener un control adecuado.

En estos puntos importantes es necesario, tener un especial cuidado en la vigilancia de los procesos, si se siguen de manera rígida conforme a las norma es muy seguro el éxito del control. Teniendo un control adecuado en los puntos importantes de la obra, se pueden realizar otros, con un poco más de tiempo. Una prueba en campo es muy importante en la mecánica de suelos, que nos ayuda como apoyo, para saber el estado del terreno natural, y cómo empezar a atacar los frentes de trabajo de manera eficaz, tanto para la disminución de tiempos inactivos, como para la reducción de costos de trabajo, que al final de cuentas determinará el éxito de la obra.

Es vital que el ingeniero que se encarga de la supervisión tenga conocimientos de la geotecnia, construcción y conservación de la vías terrestres, es necesario contar con un buen laboratorio de pruebas, para analizar las condiciones del terreno,

también se deberían realizar pruebas a las rocas, pero esto por fines prácticos nunca o casi nunca se lleva a cabo, si se realizan estas pruebas de manera adecuada es casi seguro que la obra cumplirá con las normas según sea la revisión. Un programa de control debe tener como objetivo tres preguntas primordiales: ¿Qué se desea?, ¿la organización y planteamiento para lograr lo esperado?, ¿Cómo determinar que se alcanzaron los objetivos?

Las grandes empresas deben contar con una serie de normas de calidad según Rico Rodríguez (1993), se aplicarán en todas sus obras, así como tener planteamientos necesarios para demostrar que se cumplieron dichas normas. No siempre se podrá llevar a cabo el mismo tipo de programa, para revisar el control de calidad de las obras es conveniente hacer retroalimentaciones con cada culminación de obra, porque ayudará que el margen de error disminuya notablemente.

Es necesario tener en cuenta que otro aspecto importante es pensar en el futuro de la obra, que en este caso es la conservación, tomando las medidas correspondientes para que no tenga un costo importante la conservación. Para tener un buen control de calidad existen varias especificaciones, que regulan y gobiernan la construcción de las obras, teniendo en cuenta distintos métodos para comprobar la efectividad de la obra. Estas especificaciones no siempre se respetan por las empresas encargadas de realizar las vías terrestres, a veces los encargados de la obra son obstáculos para el cumplimiento de las especificaciones, debido a que realizan las obras con métodos no aprobados para culminar rápido y tener un ahorro económico.

Un cuadro completo de especificaciones que debe llevar una obra es muy importante, porque se conocerá de manera clara y detallada como se deben ejecutar los distintos conceptos de la obra; también ayudará para los subcontratos, como a las empresas o contratistas en el proceso constructivo, que más se adecue con dicha vía terrestres. Este cuadro es realizado por un grupo de especialistas que hacen normas razonables y ajustadas con la idea de que el ingeniero las acatará, por desconocimiento de las mismas, y es prudente pensar que si se siguen todas las normas al pie de la letra, no tendrán repercusiones futuras.

Las especificaciones o normas deberán ser acordes a cada tipo de proyecto. Como ya se mencionó anteriormente, se ajustarán de acuerdo a la zona, el tipo de suelo, las necesidades de la región; en ocasiones se cuenta con normas, de otros países, pero esto no indica, que aunque su avance tecnológico sea mejor, nos ayudarán en una obra en especial y deberá hacerse una serie de modificaciones, para adaptarse al tipo de vía que se pretende construir y tenga una finalización óptima.

Los materiales deben cumplir con ciertas normas según Rico Rodríguez (1993), para cumplir con su calidad, pero cuando se trata de normas de otro país que solo se transcriben es muy lógico encontrar problemas, porque el país donde se realizó la norma, puede tener un avance mayor hablando de lo económico, tecnológico e industrial, entonces se deberá corregir o adaptar dicha norma para que sea útil en el campo o mejor dicho en la obra que se pretende construir.

Es necesario contar con una serie de tolerancias que se puedan presentar en obra, como también las consecuencias de sobrepasar esa tolerancia, lo cual se clasifica de la siguiente manera:

- 1) “Crítico: el defecto que puede hacer al concepto muy peligroso, de no corregirse
- 2) Importante: el defecto que puede afectar al comportamiento en forma seria.
- 3) Poco importante: el defecto que puede afectar al comportamiento en forma poco seria.
- 4) De contrato: la transgresión del contrato que no tendrá consecuencias de importancia”. (Rico Rodríguez; 1993:563)

Cuando se utilizan materiales que son mezclados, según Rico Rodríguez (1993), deberá cumplir con las normas, y tendrá que ser visible el material que más influye, en la mezcla. Las pruebas de laboratorio son muy importantes, ya que determinarán si un material se puede emplear en cierta zona o la capacidad de carga. Es necesario que cuenten con las siguientes características: comprobar las características esenciales, tener cierta facilidad y seguir rigurosamente los estándares, realización rápida, fácil comprensión y contar con equipos económicos, de fácil manejo, calibración, y corrección.

Siguiendo los pasos anteriores se podrá asegurar que las pruebas en el laboratorio del campo, podrá ser dudosa e inclusive no muy exacta, se deberán tomar en cuenta las tolerancias necesarias; las persona que realizan estas pruebas deberán estar conscientes de que la información obtenida, tal vez en el futuro se

revisará, si es necesario proporcionar mantenimiento a la obra, y deberá estar de acuerdo con que la información será expuesta.

Un problema muy común en los programas de control de calidad según Rico Rodríguez (1993), es el retraso en las actividades; lo cual genera una mala terminación de la obra, ciertas penalizaciones, que obviamente repercuten en lo económico. Es necesario dividir en dos aspectos los criterios de control: control y calidad de materiales, es necesario contar con un contrato que asegure, el cumplimiento de la calidad de los materiales, y el otro criterio es la aceptación, con la cual el ingeniero deberá hacerse responsable, de lo que se pactó en el acuerdo.

1.8. Tránsito y uso de vías terrestres.

Para el ingeniero es muy importante saber del tránsito según Wright (1993), porque es necesario para poder empezar tanto el diseño, como el desarrollo de una carretera, así como el comportamiento económico, diseño geométrico, control y manejo de tránsito, evaluar el desempeño de las instalaciones de transporte. La velocidad de viaje es una medida que ayuda a saber la cantidad y calidad de tiempo de llegada, se determina tomando la distancia entre el tiempo de recorrido, y sus unidades son millas o pies por segundo.

El volumen de tránsito, se refiere a la cantidad de vehículos, que pasan por un punto o un carril en un tiempo determinado, se maneja con unidades de vehículos por día, hora, y minuto. Tiene dos métodos principales en los que se puede basar el ingeniero, Tránsito Promedio Anual (TPDA) y el Volumen Horario Máximo (VAM), el primero es la cantidad de vehículos que pasan por un punto en un tiempo de 24

horas consecutivas, durante todo el año y el segundo es la determinación de las millas-vehículo, que transcurren por ciertos tipos o categorías de carreteras.

La densidad de tránsito es la acumulación de vehículos en un momento dado, a lo largo de la carretera, por lo general se mide por vehículos por milla; actualmente se utiliza la densidad para medir la calidad de flujo de vehículos; aunque los ingenieros viales y de tránsito, no la suelen tomar como medida, también ha sido el punto central necesario para el estudio tanto teórico como analítico.

Es conveniente que el ingeniero encargado tenga en cuenta los espaciamientos e intervalos por la necesidad de saber los tiempos de retraso, que pueden tener los conductores como en casetas, semáforos, estacionamientos, más concretamente factores que demoren la llegada del conductor al lugar deseado. El espaciamiento es la distancia de un vehículo con otro sucesivo y se mide de la defensa delantera de un vehículo, con la de trasera del otro, y el intervalo es el tiempo que transcurre entre las llegadas de los vehículos sucesivos.

Aun teniendo carreteras ideales, siempre se puede llegar a presentar un volumen de tránsito relativamente alto; a una velocidad baja la densidad de tránsito tiende a disminuir; conforme la velocidad de los conductores es más elevada, la distancia de los vehículos que circulan detrás es lineal, aunque aumenten la velocidad. Otro factor que puede intervenir es el número de vehículos, lo cual es fácil de percibir en carreteras de dos carriles; cuando el tráfico es reducido, el conductor lento puede elegir un carril, sin interferir a los demás, pero cuando el tránsito es elevado, los vehículos lentos pueden interferir a los demás.

Los accidentes en las carreteras son una de las causas más importantes de muerte de todos los tiempos; en 1983, tan sólo en Estados Unidos, hubo 44 600 muertos, 1.9 millones inválidos, y una derrama económica de 43 300 millones de dólares. Aunque se ha intentado encontrar cuáles son las causas de los accidentes, no se encuentra al 100% las causas concretas. Se realizan medidas para evitar estos accidentes pero no siempre se acatan; un accidente puede tener nueve partes, las cuales cuentan con tres factores que son antes, durante y después de la colisión.

Una factor muy importante en la causa de los accidentes vehiculares es la naturaleza, puede haber desperfectos humanos, vehiculares y de las carreteras para surgir el percance. Sólo basta con un factor para surgir el accidente, como una simple distracción, o que el vehículo sea usado como material de suicidio. Los factores combinados aseguran un eminente accidente, tener un vehículo con llantas lisas, y manejar a velocidades excesivas, sobre una vía peligrosa, será inevitable el accidente.

Como se mencionó anteriormente hay varios factores, para causar un accidente; estos factores pueden tener una cierta tolerancia, pero no es muy grande; un conductor ebrio puede manejar en condiciones ideales como en una calle amplia, que conozca bien, y que no tenga obstáculos inesperados; un conductor experimentado por el contrario, sus reflejos estarán activos, para sobrellevar cualquier percance o falla mecánica que se pueda presentar, al momento de conducir.

En los últimos años se realizaron trabajos para mejorar la seguridad de las carreteras; en Estados Unidos se crearon programas muy costosos para mejorar la calidad de las carreteras. Lógicamente los resultados arrojados por la serie de programas fueron muy positivos, reduciendo los índices de mortalidad históricamente en ese país, sin embargo con todas las atenciones hacia este problema, los accidentes automovilísticos, sigue siendo una de las causas principales de muerte.

1.9. Conservación.

La conservación es muy importante según Crespo (2004), debido a que una buena aplicación de la misma, implicará que la vida útil de la carretera se extienda, y ayude con la conformidad de los conductores que la necesiten. Los trabajos de mantenimiento que se realicen se deben emplear de manera adecuada, o en el tiempo correcto, para que los gastos sean mínimos; si se cuenta con personal negligente, aunque se cuente con la mejor maquinaria, los costos serán elevados y no se garantiza el mantenimiento correcto de la obra.

La conservación normal, es la que se realiza de manera periódica y constante, para mantener en buen estado la carretera y garantizar la duración de la misma. Este programa se realiza de manera rutinaria y consistente de acuerdo al tipo obra, la intensidad de tránsito, características atmosféricas, los mantenimientos pueden ser bacheo y rastreos, limpieza de cunetas y contracunetas, desyerbe de acotamientos y taludes.

Las personas encargadas de hacer la revisión de los pavimentos deben ser muy cuidadosas con todos los aspectos necesarios, para la buena revisión, y que las

conclusiones tengan buenos fundamentos. La primera etapa es la observación de la falla, la cual se realiza de manera minuciosa, para llegar a una hipótesis final, y la cual se corrobora con análisis y mediciones más exactas. Haciendo una observación cuidadosa se puede obtener información valiosa, así como todas las fallas que se muestran a lo largo de todo el tramo carretero. Las fallas funcionales son aquellas que provocan daños a la superficie de rodamiento, afectan el cómodo traslado de los conductores, mas no impide su uso. Las fallas estructurales se dan cuando su capacidad de carga se ve afectada, posteriormente se empieza a observar la falla en su máxima expresión, que es la destrucción de ciertas zonas del pavimento.

La calificación actual según Crespo (2004), es la encargada de revisar que la superficie de rodamiento de una carretera cumpla con lo requerido, esta prueba se puede realizar numéricamente, con el método índice de servicio anual, que es muy costoso. La calificación actual se podría definir como la apreciación, que tiene un observador, para evaluar la calidad de la carretera comparándola, contra lo que se diseñó. Este estudio sólo se debe enfocar en las condiciones de la superficie de rodamiento, los estados de los taludes, su geometría, ni acotamientos, sólo en el pavimento. La calificación se obtendrá de acuerdo con la comodidad de los conductores en una distancia de 500 kilómetros; será desde excelentes, regular e intransitable.

La calificación actual verdadera resulta ser el promedio de una encuesta a una serie de conductores, sobre la calidad de dicho pavimento; pero en el campo práctico, la calificación actual verdadera es aquella que se obtiene juntando a un grupo de observadores, que con sus apreciaciones, formulen un resultado. Para que

estos observadores puedan calificar las condiciones del pavimento, existe una tabla que ayudará a emitir un juicio de la misma. Dicha tabla según Crespo (2004), comenzara en 0 para intransitable, y terminara en 5 para excelente; como la siguiente:

Clasificación	Estado del pavimento
0-1 -----	muy malo
1-2 -----	malo
2-3 -----	regular
3-4 -----	bueno
4-5 -----	muy bueno

Las calificaciones suelen tener muchas variaciones según Crespo (2004), debido a que cada observador tiene un perspectiva diferente; entonces se realiza un promedio de las mismas para llegar a tener una medición consistente, la cual ayudará como medio para evaluar la capacidad de servicio, cuando se realice la medición. Las pruebas se realizan por un grupo de 5 personas donde el margen de error entre ellas es de 0.5, que es perfectamente admisible. Las revisiones deben hacerse cada 10 kilómetros, que se tomarán como longitud base; el ingeniero encargado de la conservación, deberá hacer un recorrido en el tramo, y donde observe un desperfecto, debe dar parte a las personas que se encuentran analizando el tramo, y es necesario que toda la capa de rodamiento sea homogénea.

CAPÍTULO 2

PROCESO CONSTRUCTIVO DE CARPETAS ASFÁLTICAS

En este capítulo se hablará de lo referente en cuanto al proceso constructivo, qué es necesario realizar para tener una carpeta asfáltica, se abordarán los subtemas como: carreteras, desmonte, cortes, terraplenes, estructuras de drenajes, señalamiento, etc. Con la explicación adecuada de cada uno de estos puntos, el lector comprenderá de manera más detallada, las formas de realización del tema a desarrollar.

2.1. Carreteras.

Una carretera, según Crespo (2004), es una superficie que es acondicionada, para la transitabilidad de los vehículos debe cumplir con un ancho, pendiente y alineamiento para poder ser útil. Las carreteras a lo largo del tiempo se han clasificado de varias maneras dependiendo del país una es por su transitabilidad o con el arreglo final que se obtiene. En las vías construidas en México se pueden tener varias clasificaciones, que son muy semejantes a las de otros países las cuales son: clasificación por su transitabilidad, aspecto administrativo y técnico oficial.

La clasificación por transitabilidad consta de varias etapas, las cuales son: terracerías, es el proyecto construido hasta la capa de subrasante, y que se puede transitar solo en tiempo de secas. Revestida, en la que sobre la capa subrasante, se

coloca una o varias capas de materiales, para poder ser transitada todo el tiempo. Pavimentada, es cuando sobre la subrasante, se construyó totalmente el pavimento.

La clasificación administrativa tiene varias divisiones como son: federales, son las que se costean con recursos de la federación, por lo tanto están totalmente bajo su cargo. Estatales, son los caminos que se construyen con recursos del 50% del estado, y el otro 50% es proporcionado por la federación, y la encargada de estas carreteras es la Junta Local de Caminos. Otro tipo son los rurales o vecinales, en los cuales los recursos para su construcción se dividen en tres partes, una de ellas es la que se recolecta por medio de todos los vecinos, la otra parte la pone el estado y por último entra la federación, la encargado de estas carreteras es el Sistema de Caminos. De cuota, son aquellas que están a su cargo la dependencia oficial descentralizada, Caminos y Puentes Federales, las autopistas y carreteras, se realizan por la iniciativa privada, las cuales recuperan su inversión por medio de cuotas.

La clasificación técnica del camino, según Crespo (2004), es aquella que permite conocer la categoría física del camino, tomando en cuenta los volúmenes de tránsito del camino, al final de periodo económico de dicho camino, que por lo general son 20 años, en México la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), tiene la siguiente clasificación:

- “Tipo especial: para Tránsito Promedio Diario Anual superior a 3000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% del T.P.D.). Estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener

corona de dos o de cuatro carriles en un sólo cuerpo, designándoseles A2 y A4, respectivamente o empleando cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles como A4, S.

- Tipo A: para un Tránsito Promedio Diario Anual de 1500 a 3000, equivalente a un Tránsito Horario Máximo Anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).
- Tipo B: para un Tránsito Promedio Diario Anual de 500 a 1500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos (12% del T.P.D.).
- Tipo C: para Tránsito Promedio Diario Anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un Tránsito Horario Máximo Anual de 6 a 60 vehículos (12% del T.P.D.)".
(Crespo; 2004:3)

En la clasificación anterior, que ha sufrido unas modificaciones, según Crespo (2004), considera un 50% de los vehículos como pesados, es decir que pesan de tres toneladas por eje aproximadamente. El número total de vehículos es igual en ambas direcciones, sin considerar la transformación de vehículos comerciales a ligeros. En México se considera que el 50% de los vehículos son comerciales, solo el 15% son remolques, se consideran los factores de conversión de vehículos comerciales a ligeros, en caminos de dos carriles, dos para terreno plano, cuatro en lomeríos y seis en montañosos. En un camino proyectado, siempre es necesario contar con una gama de soluciones, desde los caminos que cuentan con una gran inversión, hasta los caminos de tierra, con máximas pendientes y mínimos radios posibles.

2.2. Desmonte.

El desmonte, según Mier Suárez (1987), se refiere al despeje de materia vegetal sobre el derecho de vía, así como las áreas destinadas a bancos, tiene como objetivo evitar algún percance con dicha materia, como también mejorar la visibilidad. Tiene varias operaciones importantes que se realizan como: tala, consiste en cortar árboles y arbustos. Roza, es la requerida para quitar la maleza, zacate, residuos de cimbra, hierba. Desenraice, es aquel necesario para desprender los troncos de los arboles desde la raíz. Limpia y quema, en la cual se acumulan todo el material del desmonte, se lleva a un lugar donde pueda ser quemado, lo que no sea de utilidad.

Para poder realizar lo anterior se deben considerar las siguientes vegetaciones: manglar, selva o bosque, monte en regiones áridas, monte en zonas desérticas y lugares de cultivo o grandes pastizales. El manglar, son todas aquellas raíces aéreas, que se encuentran en esteros y pantanos, en climas muy cálidos. La selva, está constituida en las zonas bajas y cálidas por: palmeras, ceibas, mangos, cedros, chacas, caobas, etc. En los climas templado o frío se encuentran: pinos, piñoneros, encinos, eucaliptos. El monte de regiones áridas, predominan los árboles poco altos, y diámetros pequeños y por arbustos. Monte de zonas desérticas está constituido, por cultivos y pastizales, así como grandes sembradíos o zacaletas.

Las operaciones mencionadas anteriormente, para realizar el desmonte, se ejecutan casi siempre en el derecho de vía, según como sea conveniente. Las acciones de desenraizar se deben hacer, cuando menos un metro de la línea de trazo de los cerros de corte, en terraplenes con espesor mínimo de un metro, como canales o contracunetas, bancos y otras superficies. El desmonte se puede realizar,

ya sea a mano, o con maquinaria. Si el desmonte se pretende hacer a mano, las raíces de los arboles debe quedar a cuando menos 0.75 metros, y los arbustos a 0.40 metros, la cuadrilla encargada del desenraice debe estar, mínimo a una distancia de un kilómetro, adelante de la cuadrilla de terracerías.

El desmonte, según Mier Suárez (1987), se mide en hectáreas, el terreno se divide en partes que se asemejen entre sí, en cuanto a la vegetación. Las áreas como selva, zonas áridas, bosques, se divide en subtramos, con una densidad de vegetación uniforme. Cuando hay zonas con manglar, regiones desérticas, zonas de cultivo o pastizales, se considera una densidad del 100%, por lo cual no es necesario, hacer los subtramos. Para la densidad de la vegetación de las selvas o bosques, será determinada por cada subtramo, por medio de la sección neta de madera, que se obtiene de troncos y arbustos, en una hectárea, con una densidad máxima del 100%. La sección neta se determina con una altura de 1.50 metros para los troncos, y de 0.60 metros para los arbustos.

El alineamiento se refiere, a mantener la línea del proyecto, en una superficie plana la mayor extensión posible, sin descuidar la ruta general. Aunque esto no siempre es posible debido a la topografía del terreno, en ocasiones se encuentra en una zona cuesta arriba, que no es permitida en el camino y es necesario desarrollar una ruta.

2.3. Cortes.

Los cortes son excavaciones a cielo abierto que se ejecutan en el terreno natural, en ampliar taludes, en rebajar los cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con la finalidad de formar la sección de la obra. Los materiales de corte, según Mier Suárez (1987), se clasifican por la dificultad con la que se extraen y se transportan en los siguientes tipos: el material A es aquel blando o suave que puede ser jalado por un tractor de orugas con una capacidad adecuada, de 90 a 110 caballos de fuerza en la barra (tipo Caterpillar D6) sin auxilio de tractores empujadores. El material B es el que puede ser excavado solo con un tractor de orugas, con cuchilla de inclinación variables, de 140 a 160 caballos de fuerza en la barra (tipo Caterpillar D7), también se pueden emplear palas mecánicas con una capacidad mínima de un metro cubico, sin el uso de explosivos, ya que solo se utilizan para mejorar el rendimiento de la máquina, también se utilizan el tractor de seis toneladas para el arado del material, el tractor deberá contar con una capacidad de 140 a 160 caballos de fuerza en la barra. Las piedras menores de 75 centímetros y mayores de 3 pulgadas son tipo B. El material C solo puede ser excavado con el empleo de explosivos como rocas basálticas, areniscas, conglomerados demasiado cementados, calizas, riolitas, granitos, etc.

Los materiales que presentan mayor dificultad que los descritos como tipo A, pero menor dificultad que los tipo B y a los que tienen mayor dificultad que los tipo B, pero menor dificultad que los tipo C, se realizará una clasificación intermedia A y B o B y C, tomando como referencia la dificultad de extracción y carga, pero siempre

considerando los tres tipos, para determinar de manera clara que tipo de que material se trata.

Cuando se hace un corte que cuenta con varios tipos de materiales, pero sus estratos están bien definidos, se realiza una clasificación para cada uno de ellos tomando en cuenta los volúmenes parciales, teniendo esto se pasa a la computadora para así obtener su clasificación, utilizando los tres tipos de materiales. Cuando se tenga la posibilidad de realizar una clasificación por separado de cada material, a todo el volumen de corte se clasifica representativamente por la dificultad de extracción y carga, siempre utilizando los tres tipos de material.

Las excavaciones, según Mier Suárez (1987), se deben ejecutar tomando como referencia un sistema de ataque que facilite el drenado del corte y los materiales que resulten del corte se pueden emplear para la formación de terraplenes o como desperdicio, según lo que se indique en el proyecto. Todas las rocas y materiales sueltos de los taludes se tendrán que retirar. Cuando se hacen cortes en los materiales tipo C, la excavación deberá ser a una profundidad media de 30 centímetros, debajo de la subrasante de proyecto para formar la cama, sin quedar salientes de rocas a menos de 15 centímetros debajo de la subrasante.

Para la construcción de un corte según la norma N-CTR-CAR-1-01-003-11, donde se utilizan explosivos y artificios, el contratista encargado de la realización de la obra deberá tener los permisos de adquisición, traslado y manejo de los mismos, conforme a las normas de la Secretaría de la Defensa Nacional, teniendo la responsabilidad principal el contratista conforme al inciso D.4.23. de la norma N-

LEG-3, con las siguientes consideraciones: los polvorines que almacenarán los explosivos deberán cumplir, con todos los lineamientos de la Secretaría de la Defensa Nacional; sólo se transportarán los polvorines que sean necesarios en ese día, los explosivos tendrán que transportarse en un vehículo diferente al de los artificios y se depositarán separadamente en el sitio donde se utilizarán; el manejo de todos los explosivos se debe hacer con todos los cuidados, para asegurar la integridad de los trabajadores y de la obra.

El equipo requerido para los cortes deberá ser el adecuado para cumplir con la geometría del proyecto y la selección adecuada de los materiales, como la cantidad para producir el volumen establecido en el programa de ejecución, detallando concepto y ubicación, así como la utilización de la maquinaria, teniendo el contratista la responsabilidad de la buena elección. El equipo necesario para la realización de la obra deberá contar con el mantenimiento adecuado y ser operado por personal capacitado. Si la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) se percata de que el trabajo tiene un retraso o no se ejecuta de manera correcta, la obra se detendrá hasta que el contratista corrija los defectos o cambie de operador. Los retrasos que tengan que ver con los motivos anteriores, se le imputarán al contratista.

Los barrenadores según la norma N-CTR-CAR-1-01-003-11, pueden ser manuales o mecanizados, para que se adapten con facilidad a la capacidad de barrenación. Tractores de orugas, reversibles, con la potencia y capacidad suficiente para cumplir con las tareas requeridas. Motoescrepas autopropulsadas, reversibles y autorecargables, con una capacidad mínima de 8.4 metros cúbicos. Cargadores

frontales autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la capacidad y potencia para atacar todas las tareas, así como para cargar y transportar el material producto del corte.

Los materiales que son resultado del corte serán transportados al banco de desperdicios, que se haya indicado en el proyecto o el establecido por la Secretaría. Cuando los materiales no se utilizarán posteriormente y se colocaron en un almacenamiento temporal, deben ser transportados lo más rápido posible al banco de desperdicios.

2.4. Préstamos.

Los préstamos, según Mier Suárez (1987), son los materiales obtenidos por la excavación de lugares determinados, para compensar los terraplenes, pueden ser de los laterales o de banco. Los préstamos laterales se hacen en las fajas de los cerros, en uno o ambos lados del eje de las terracerías, estos materiales se utilizan exclusivamente para la formación de terraplenes laterales, pudiendo sobresalir en los extremos unos con otros, en cada caso hasta 20 metros.

Los anchos de las fajas siempre se miden del eje de la terracerías, el acarreo es libre y por lo cual no se mide; el ancho de la faja puede ser de 20, 40, 60, 80 o 100 metros como máximo. Los préstamos que se realicen de banco, se ejecutan fuera de la faja de 100 metros de ancho, las excavaciones que estén situadas en las fajas, con las que se obtiene el material producto de estas, se utilizará para terraplenes que no se encuentren situados lateralmente a dichos préstamos. Las

excavaciones se deben hacer a la profundidad requerida y en seco, no hasta que se haya trazado y seccionados.

Cuando los préstamos son cercanos se deja una berma, entre la línea de ceros de terraplén y la orilla contigua para la excavación del préstamo, cuyo ancho deberá ser de 3 metros. Todos los préstamos según Mier Suárez (1987), deberán estar correctamente drenados, así como procurar que no se destruyan las referencias y los bancos para los seccionamientos. Un préstamo se mide en metros cúbicos, sin considerar abundamientos y redondeando el resultado a la unidad, tomando como referencia estaciones a cada 20 metros o menos, según las características del terreno y se calculan por el promedio de áreas extremas.

Deben de calcularse los volúmenes de acuerdo a cada tipo de material A, B y C. “Los precios unitarios para préstamos laterales deben incluir lo que corresponda por extracción, remoción y carga del material, acarreo efectuado, descarga del material para la formación de terraplenes a cualquier altura y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas”. (Mier Suárez; 1987:296)

“Los precios unitarios para préstamos de banco deben considerar lo que corresponda por extracción, remoción y carga del material, acarreo libre, descarga y el material para la formación de terraplenes a cualquier altura y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante las cargas y las descargas”. (Mier Suárez; 1987:296)

2.5. Terraplenes.

Los terraplenes, según Mier Suárez (1987), son estructuras de tierras que se forman con materiales de corte o de préstamos, de un banco de materiales; los terraplenes también se consideran las cuñas contiguas de los estribos de un puente y de pasos a desnivel, así como la ampliación de la corona, elevación de la subrasante, el tendido de taludes. Los materiales necesarios para la construcción de terraplenes se clasifican en compactables, no compactable y agua.

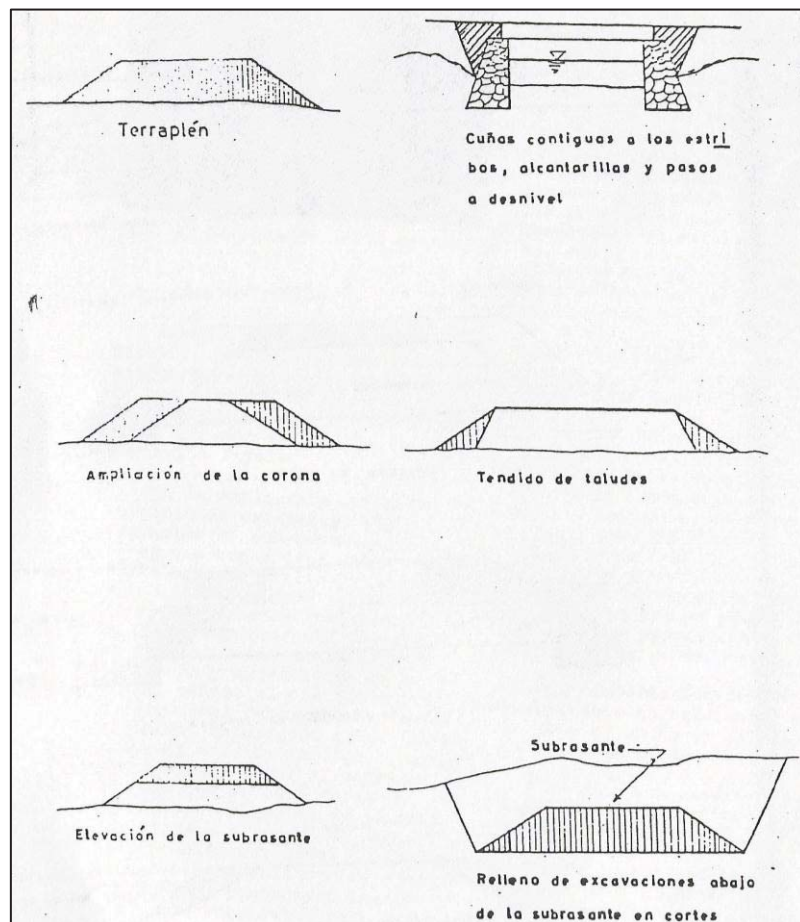


Figura 2.1. Conceptos que se consideran como terraplén.

Fuente: Mier Suárez; 1987: 298.

Los materiales compactados son los suelos, los fragmentos de rocas muy alteradas, los conglomerados medianamente cementados, los tepetates y areniscas blancas; todos estos materiales deben pasar por la prueba que se describe en seguida: se tiende una capa de material con un espesor que no sea menor de 30 centímetros, en una longitud de 20 metros, posteriormente se riega con agua con la cantidad de 100 litros por metro cubico, para que después pase sobre dicha superficie un tractor de orugas con garras y un peso de 20 toneladas.

Los materiales no compactables son fragmentos de rocas que provienen de mantos sanos como conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos, basaltos, y otras; también se consideran materiales no compactables los que no cumplen con la prueba anteriormente descrita. Siempre se debe despalmar el sitio donde se desplantará el terraplén; como los huecos producto del desenraice de los árboles, escarificado y compactado del terreno natural, hasta alcanzar el grado de compactación fijado.

Cuando la topografía lo permite, según Mier Suárez (1987), es conveniente realizar terraplenes con capas horizontales y con un espesor uniforme, para que se alcance una compactación óptima. Cuando se busca una ampliación de corona o la elevación de la subrasante, es necesario contar con una buena liga entre material que se utilizará como terraplén y el material existente debe despalmarse en el sitio; así como extender en todo el ancho de la corona el terraplén y colocando dicho producto al pie del terraplén, también recortando el escalón de liga, cuyo peralte deberá ser igual al de la capa que se está formando; se compacta el material de la capa extendida y se continua rebajando el terraplén de las capas sucesivas.

El material que se obtiene se vacía extendido y compactado, también por capas sucesivas, para conseguir un terraplén uniforme y llegar al espesor que se requiere; no se deben formar escalones cuando el material que se está modificando, se formó por material no compactable. Cuando en el tendido de taludes no se necesita ampliar la corona, para obtener una buena liga entre el material que se utilizara y el existente, se debe considerar lo siguiente: se despalma el sitio de desplante de los terraplenes, recortando el primer escalón de liga al pie del talud del terraplén, el material se deberá colocar por capas y excavando escalones formados en el terraplén existente, cuyo peralte deberá ser aproximadamente igual al espesor de la capa de material suelto que se esté formando.

Cuando el acceso de las maquinas no se puede llevar a cabo según Mier Suárez (1987), debido a que las laderas son muy pronunciadas y depresiones profundas o angostas, se llenara un volteo hasta la altura mínima para formar una planilla constituida por la corona del terraplén parcialmente formado, donde el equipo podrá trabajar y prosiguiendo la construcción por capas compactadas. La compactación de los terraplenes debe hacerse uniformemente por todo el ancho de la corona y con la humedad necesaria.

Para alcanzar la compactación óptima que es muy difícil de conseguir (mucho más en las orillas), es conveniente realizar el ancho de la corona más grande al que teóricamente se debería llegar, así como los taludes se deberán realizar con una inclinación diferente a la teórica, que se encuentre en la línea de ceros obteniendo con ello las cuñas laterales de sobre ancho, en las cuales la compactación puede ser menor que la establecida.

En el proyecto deben estar especificadas las dimensiones de las cuñas de sobre ancho, las que se recortarán después de que se finalice la construcción del terraplén, dejando el talud debidamente afinado. El material que resta del corte de las cuñas de sobre ancho, se podrá extender al pie del talud sin interferir el drenaje que pase por esa zona. Los precios unitarios para la compactación del terreno natural, (por metro cubico compactado) deberá incluir la escarificación, la incorporación del agua empleada y la compactación hasta llegar al grado requerido.

Los precios unitarios, según Mier Suárez (1987), deben considerar la formación y compactación de los terraplenes, de la capa superior de los terraplenes cuya capas inferiores fueron formadas por materiales no compactables, de los terraplenes que fueron necesarios para la construcción de la subrasante y en los cortes donde se realizó excavación adicional, así como de las cuñas de terraplenes contiguas a los estribos de los puentes y estructuras a pasos a desnivel, sumándole las cuñas de los sobre anchos en cada caso donde se utilizaron, en general se considera con todo lo referente a la formación del terraplén como extendido; utilización del agua para la compactación, compactación de las capas fijadas, recorte de las cuñas de sobre ancho con el extendido del material al pie del talud y el afinamiento de toda la sección.

2.6. Estructura y obras de drenaje.

Se puede decir de acuerdo con Olivera Bustamante (2009), que el agua es uno de los elementos que mayor daño le puede provocar a una superficie de rodamiento, debido a que disminuye su resistencia en todas las capas inferiores a la

superficie, es importante realizar un drenaje que evite que el agua permanezca mucho tiempo en el camino, considerando el drenaje como el alma del camino.

Los materiales que se requieren para la construcción del drenaje son los convencionales como el concreto hidráulico, acero estructural y morteros de cal y cemento, siempre se intenta utilizar los materiales de la región, como lo son la madera y la piedra. Las especificaciones y cantidades de material se deben seguir de acuerdo a las normas de construcción en vigor, para saber la calidad de los materiales es necesario que sean revisados por un la unidad de laboratorio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes o por otras instituciones oficiales o particulares.

El bombeo según Olivera Bustamante (2009), tiene como función proporcionar que la corona del camino, ubicada en la tangente del trazo horizontal, tenga una pendiente desde el centro a los hombros. Resumiendo la función del bombeo es dar salida al agua que cae en el pavimento evitando que penetre en las terracerías. En las curvas horizontales, el camino sufre una sobreelevación en el hombro exterior con respecto al interior para evitar la fuerza centrífuga, esta misma sobreelevación también sirve para que el agua tenga salida en el hombro interior.

Los vados se realizan en la superficie del camino, dando paso a pequeños cruces de agua con tirante mínimo. Se usan sólo donde hay régimen torrencial y puede haber paso de vehículos la mayor parte del año, su configuración debe acercarse lo más posible al terreno natural, para que no sufra alteraciones el régimen

hidráulico, es común elegir este tipo de obra cuando los cauces son amplios y la rasante del camino es baja.

En lo referente al diseño hidráulico de acuerdo con Olivera Bustamante (2009), la longitud del vado se debe de regir por el nivel de aguas máximas extraordinarias, ya que no deberá haber obstáculos para el cauce del agua y el arrastre de materiales que provoquen un aumento de ancho de corriente. Es muy importante que el vado se encuentre a pelo de tierra, debido a que si no es así será un obstáculo para el escurrimiento que funciona como vertedor, provocando socavaciones en ese punto.

En el proyecto estructural es conveniente recordar que el vado forma parte de la superficie de rodamiento del camino, la cual se encuentra sujeta a la acción de la carga viva y del agua corriente con cuerpos flotantes y en suspensión. Para que el vado soporte estas acciones es necesario que se diseñe una sección de mampostería de tercera y en la juntas colocar mortero de un espesor mínimo de 0.30 metros. La colocación de la piedra se deberá hacer con especial cuidado, debido a que si quedan orificios provocarán erosión y esto a su vez el colapso de la superficie de rodamiento.

Las alcantarillas son estructuras transversales con formas diversas, que sirven para conducir y desalojar con la mayor rapidez posible el agua de las hondonadas y de las partes más bajas que atraviesan el camino. Por la forma de su sección y el tipo de material que están construidas estas estructuras de drenaje menor se clasifican en tubos, bóvedas, losas sobre estribos y cajones, las alcantarillas siempre

se colocan en el cuerpo de la terracería. A diferencia del vado donde el régimen hidráulico prácticamente no se modifica, en las alcantarillas el cauce se estrecha. Esto sumándole toda la cantidad de agua que se recolecta en cunetas y contracunetas, aumenta notablemente la velocidad del agua, esto puede provocar erosión tanto en la entrada como en la salida de la obra.

Los tubos son alcantarillas de sección interior de forma redonda que requieren un espesor mínimo de 0.60 metros para su óptimo funcionamiento estructural. El material más usado para este tipo de alcantarillas puede ser concreto reforzado o lamina ondulada, en ocasiones es conveniente utilizar mampostería de tercera y mortero de cemento, aunque funcione mejor en bóvedas.

Las bóvedas según Olivera Bustamante (2009), son elementos estructurales cuya sección transversal interior está formada por tres partes principales: el piso, dos paredes verticales y sobre estas se apoya un arco circular de medio punto o rebajado, que es el intradós de un arco estructural de sección variable con un mínimo espesor en la clave. Estas bóvedas se construyen con mampostería de tercera y mortero de cemento 1:5. Para la construcción del arco se requiere un molde de madera, que se aprovecha para colocar la clave a lo largo de la obra. La clave de concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/ m}^2$, cierra el arco en el centro con juntas radiales y tiene un ancho medio mínimo de 35 centímetros. Cuando se use cemento normal para la construcción de la clave el descimbrado se realizará a los catorce días de colado, y después de esto se puede empezar a terraplenar. El zampeado del suelo y de los dentellones se podrá omitir en suelos que son muy rocosos. Para contrarrestar

el empuje hidrostático, se tiene que formar una capa de 30 centímetros de material graduado en el respaldo de cada estribo.

Las losas de concreto de acuerdo con Olivera Bustamante (2009), son estructuras formadas por dos muros de mampostería con mortero de 1:5 y sobre los cuales se apoya una losa de concreto reforzado. Cuando la resistencia del suelo es baja se usan estribos mixtos con el muro de mampostería y el cimiento de concreto, el descimbrado de la losa se deberá hacer a los 21 días, mientras que el terraplén, el zampeado del suelo y los dentellones (solo si el suelo tiende a erosionar), así como también la eliminación del empuje hidrostático en el respaldo de los estribos, se resolverá igual que en las bóvedas.

“Conviene tener presente que en la elección del tipo de alcantarilla intervienen la adecuada funcionalidad hidráulica y estructural, así como el aspecto económico condicionado a los siguientes factores:

- 1) Altura de terraplén.
- 2) Forma de la sección en el cruce.
- 3) Pendiente de la plantilla de la obra.
- 4) Capacidad de sustentación del terreno.
- 5) Materiales de construcción disponibles en la región.
- 6) Tipificación de las obras”. (Olivera Bustamante, 2009:65)

2.7. Sub-bases y bases.

Retomando un poco del capítulo anterior donde se mencionó sobre este tema, las capas de sub-base y base conforman lo que se conoce como pavimento

junto con la carpeta asfáltica. Si los materiales según Olivera Bustamante (2009), que se requieren para conformar las capas de sub-base y base que soportarán un aforo vehicular de 3000 vehículos diarios no tiene el suficiente valor cementante, pueden estabilizarse usando materiales de bajo grado de plasticidad, esto quiere decir que materiales que tengan un límite líquido menor a 18%; tomando siempre en cuenta que no disminuya la resistencia del material, así como tampoco aumente la plasticidad del mismo de acuerdo a lo que indiquen las normas en vigor.

Las bases donde se pretende tender la carpeta deben contar con un módulo de elasticidad semejante, por lo que es conveniente estabilizarlas, realizando una mezcla de cal hidratada o cemento Portland con el procedimiento correspondiente al mejoramiento de suelos, de no hacer lo anterior la carpeta podría sufrir deformaciones o agrietamientos prematuros. Por otro lado también es factible construir bases asfálticas con tamaño máximo de partículas de 5 centímetros.

Los procedimientos de acuerdo con Olivera Bustamante (2009), que se realizan para la construcción de sub-bases y bases son los siguientes:

- a) Exploración. Se requiere explorar totalmente la zona donde se pretende ejecutar la obra vial, con la finalidad de encontrar futuros bancos de materiales. Para esto es muy común usar fotografías aéreas o hacer un recorrido ya sea a pie o en un vehículo.
- b) Muestreo, pruebas de laboratorio y elección de bancos. Una vez que se seleccionaron los posibles bancos de material, se realiza un sondeo preliminar para saber la calidad de los materiales, si los resultados

obtenidos son positivos, se procede con un sondeo definitivo para saber la extensión del banco y la variabilidad de los materiales. Los sondeos pueden ser a cielo abierto, con una profundidad entre 2 y 4 metros en materiales con poco o nulo contenido de cementados, en materiales con regular cementación o rocas se realizan perforaciones con una maquina rotatoria.

- c) Extracción y acarreo de materiales. Para poder extraer los materiales es necesario que estos se encuentren en tamaños accesibles, para una obra vial el tamaño máximo es de 75 centímetros. Para obtener estos materiales, primero se barrena la roca, luego se agregan dinamitas y un producto de nitrógeno para disminuir el costo, se colocan los estopines y se provoca la explosión. El tamaño máximo de los fragmentos estará regido por la cantidad de explosivos colocados y del tipo de roca.
- d) Tratamientos previos. Los trabajos de tratamiento o cribado se ejecutan antes de llegar a la obra, en caso de que estos materiales necesiten ser estabilizados, principalmente en su química, esto se deberá hacer también previo a la obra en una planta para realizar los trabajos de manera eficiente.
- e) Acarreo a la obra. Los materiales que previamente se trataron o los que de forma directa se pueden llevar a la obra, se deberán acamellonar, esto quiere decir que se acordonarán en una sección constante para medir su volumen, en caso de faltar material, se realizarán los recargues necesarios; los materiales deberán acamellonarse con motoconformadora.

- f) Tratamientos en la obra. En el tramo se aplican los tratamientos (mayormente se trata de estabilizaciones mecánicas, en muy pocos casos químicas) el material que ocupe mayor volumen se acamellonará y se mide, para posteriormente formar en un parte de la corona una capa. Sobre la capa se coloca material con el que después se mezclará en forma acordonada, se dispersan o disgregan con la motoconformadora para lograr un material homogéneo. Después es prudente que el material se vuelva a acamellonar para comprobar volúmenes, debido a que el material suelto arroja más volumen.
- g) Compactación. El material acamellonado se abre hacia la corona de la obra para que la pipa proceda a realizar su primer riego, posteriormente la motoconformadora abre otra cantidad de material, colocándola sobre la que ya está húmeda y vuelve a pasar la pipa, se repite el proceso hasta tener el nivel óptimo de agua. Luego la motoconformadora homogeniza el material moviéndolo de un lado a otro, hasta que el material tiene la misma humedad en todos sus puntos y posteriormente se extiende una capa con el espesor suelto requerido, una vez hecho esto se compacta el material hasta alcanzar el grado de proyecto.
- h) Riego de impregnación. Una vez obtenido el grado de compactación, se deja secar por varios días la superficie y se procede a limpiar la misma con una barredora manual o automática para eliminar todas las partículas, basuras o polvo que pueda tener. Posteriormente se realiza el riego de impregnación que sirve para tener una zona de transición entre la capa de base y la carpeta asfáltica.

2.8. Carpeta asfáltica.

Retomando lo explicado en el capítulo uno, la carpeta asfáltica según Olivera Bustamante (2009), es la capa final por donde transitarán los vehículos, elaborados con materiales pétreos y productos asfálticos. Los procedimientos para la adecuada construcción de una carpeta asfáltica son los siguientes:

1. Elección de bancos. Es necesario explorar la zona y sus alrededores donde se llevara a cabo la obra, para ubicar los bancos de arroyos y ríos, materiales de mina, bancos de conglomerado y las rocas que puedan servir, después se obtiene el contenido óptimo de asfalto para cada material, para posteriormente con la calidad de los materiales y la economía, elegir el banco adecuado para dicha obra.
2. Ataque de los bancos. Si se trata de materiales conglomerados o rocas duras, es conveniente explosivos y la extracción se llevará a cabo por medio de palas mecánicas o frontales; por otra parte cuando se tienen materiales aglomerados su extracción se puede hacer con palas manuales, frontales o con dagas.
3. Tratamientos previos. Cuando las mezclas se realizan en el lugar, si son necesarios tratamientos previos ya sea cribado o triturado.
4. Transporte a la obra. Una vez concluidos los tratamientos previos en los materiales, se procede a llevar dichos materiales a la obra en donde se acamellonan por medio de una motoconformadora y posterior se mide el volumen que se acarreoó; para saber si la cantidad de volumen fue mayor o menor conforme a los espesores de proyecto, se calcula la cantidad de producto asfáltico que será requerido.

5. Una vez obtenida la cantidad de asfalto que debe regarse en una longitud determinada, el material pétreo se abre por medio de la motoconformadora en una parte de la corona, después de esto se riega el asfalto sobre el material con una petrolizadora. Posteriormente se vuelve a disgregar otra porción de material y de nuevo pasa la petrolizadora, así hasta que se haya incorporado la cantidad suficiente de asfalto en el material.
6. Después de concluir lo anterior, sobre la base ya impregnada y barrida se aplica un riego de liga con rebajado asfáltico, y de inmediato se extiende la mezcla sobre toda la corona con un espesor constante. Para no segregar materiales, es recomendable acamellonar el material al centro de la corona y posteriormente extender hacia las orillas con motoconformadoras a una baja velocidad.
7. Ya extendido el material se prosigue a compactarlo, lo cual se lleva a cabo con un rodillo neumático o liso, o ambos, sus pesos deben estar de 8 a 15 toneladas, hasta alcanzar 95% del peso volumétrico de la prueba Porter estándar. Cuando la carpeta se encuentra totalmente compactada, se borran las huellas por medio de un rodillo liso que cierra toda la superficie.

Para verificar las mezclas de acuerdo con Olivera Bustamante (2009), que fueron elaboradas en el lugar es necesario conocer el contenido de asfalto y el peso volumétrico que se logró alcanzar en la compactación; es muy importante saber si la permeabilidad de la carpeta es menor al 10%, porque de no serlo así se debe aplicar un sello. Los materiales para este tipo de carpetas se pueden mezclar en plataformas, ya sea en el derecho de vía o en un lugar cercano.

Las carpetas de cemento asfáltico son mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico recubierto. Como este último es sólido se debe calentar a una temperatura de 140 ° C en una planta, por consiguiente el material pétreo se calienta a 160°C. Este tipo de carpeta en temperaturas bajas tiende a tener rupturas de tipo frágil y poca resistencia. No es muy recomendable usar esta carpeta en bases naturales debido a que si tiene un módulo de elasticidad bajo presentará deformaciones en el suelo por medio del tránsito y por ende provocará la falla, es preciso colocarlas sobre bases rigidizadas o en bases asfálticas.

“Este tratamiento es similar al de la construcción de la carpeta de un riego, sólo que ésta se hace sobre una base y aquel sobre una capa que se debe impermeabilizar; el riego de sello también sirve como cubierta de desgaste, para mejorar el coeficiente de rugosidad y aun para señalar la superficie de rodamiento que los conductores reconocerán por el ruido de las llantas o por el color de la superficie”. (Olivera Bustamante, 2009:205)

2.9. Señalamiento.

Los usuarios según Mier Suárez (1987), siempre tienen la necesidad de depender de dispositivos de control de tránsito al caminar por las calles y los caminos, debido a esto desde 1929 se tardo de uniformar en el continente Americano, hasta 1952 la Organización de las Naciones Unidas preparo un proyecto que contenía el Sistema de las Señales, a lo que México adoptó las que más le convenían de acuerdo a lo que se necesitaba y después se elaboro un Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito, con la finalidad de que sin importar el idioma

del usuario pueda entender dichas señales en cualquier parte de país y con un carácter comprensible.

Los dispositivos de control de tránsito deben de cumplir con los siguientes requisitos: satisfacer una necesidad de vital importancia, ser llamativos, tener mensaje claro, deben de lograr el respeto de los usuarios y colocarse en un lugar donde sean visibles para tener tiempo de reacción. Las señales son tableros que se colocan en un poste donde se aseguran, los cuales pueden tener leyendas, símbolos o la combinación de ambos, su función es prevenir al momento de transitar una carretera o calle y debido a esto se limitarán las acciones del conductor al circular.

Las señales preventivas de acuerdo con Mier Suárez (1987), son las que avisan al usuario de los peligros que se encontrara en el camino; se usan para indicar que hay intersecciones, semáforos, posible cruce de ganado, cruces de ferrocarril, aumento o disminución en el número de carriles, etc. y cualquier circunstancia que pueda provocar un peligro. Por otro lado las señales restrictivas son aquellas que informan al usuario ya sea limitaciones físicas o prohibiciones que se encuentren en el reglamento de tránsito; los usos más comunes son el peso de los vehículos, restricciones de los peatones, limitaciones del camino, derecho del paso, etc.

Las señales informativas ayudan a que el usuario se encuentre informado del nombre de las poblaciones por las que pasa, la distancia que falta por recorrer y que calles y caminos transita; estas señales se clasifican en cuatro: de identificación: son usadas para saber el número del camino y cuentan con unas flechas de

complemento que indica el sentido a seguir del camino, de destino: las cuales indican el nombre de las poblaciones, de servicios: indican los lugares donde se prestan servicios como gasolineras, teléfonos, etc. y de información general: son las que indican ríos, desviaciones, calles, lugares históricos, etc.

Los semáforos son dispositivos electrónicos que ayudan a controlar el tránsito de los automóviles y peatones que circulen por calles y caminos. Estos dispositivos son muy importantes instalándose de manera adecuada, porque permiten el flujo seguro, si por el lado contrario al tener un proyecto erróneo se pueden colocar muy seguidos, provocando una lentitud considerable en el flujo de vehículos y esto arrojará que los conductores usen vías alternas.

Las marcas según Mier Suárez (1987), son aquellos símbolos, rayas y letras que se colocan ya sea sobre una estructura, pavimento o guarnición, las cuales regulan y canalizan el tránsito a fin de que se indique los riesgos posibles. Tienen tres clasificaciones; las marcas en el pavimento: son las rayas que separan los carriles, las que se encuentran en las orillas de la carretera, rayas de cruce, etc., marcas alojadas en las guarniciones para prohibir que se estacionen vehículos, marcas de alineamiento las cuales se conocen popularmente como fantasmas.

Las obras diversas se colocan en la obra vial o en sus cercanías, con la finalidad de proteger a los vehículos y peatones que circulen por dicha vía y por supuesto para lograr mayor fluidez. Una de las obras diversas son los camellones que funcionan para separar el flujo de tránsito de un sentido en otro o ya sea en el mismo. Por otra parte las barreras centrales se colocan en el eje de una vía que

tenga cuatro o más carriles, para proporcionar mayor seguridad al momento de circular los vehículos y solo se usan cuando las condiciones económicas lo permitan.

Las defensas laterales son colocadas en las orillas del camino en curvas peligrosas, para evitar que los vehículos se salgan, se emplean también en tangentes con terraplenes muy altos o en balcón.

“Los vibradores son acanalamientos de concreto hidráulico simple, construidos normalmente al eje de una vía de circulación y sin sobresalir de la superficie de la carpeta. Su objeto es advertir mediante la vibración y el ruido que se produce al cruzarlos, de ciertas condiciones particulares del camino”. (Mier Suárez; 1987:259)

“Los bordos son elementos de concreto simple de forma alargada y poca anchura, que sobresalen como máximo 7 cm de la superficie de rodamiento y se emplearán en zonas urbanas, para indicar la aproximación a isleta y para encauzar a los vehículos en las salidas de vías de alta velocidad, evitando que se estrellen contra el extremo del camellón o isleta que forme la salida o contra la señal que indique la misma”. (Mier Suárez; 1987:259)

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En este capítulo se hablará de todo lo referente a las generalidades, tanto del Estado como de los alrededores y de la zona de estudio, de esta última se muestra la macro y microlocalización, para identificar por medio de un mapa la localización y los lugares más cercanos del tramo correspondiente a la investigación. Se menciona un poco de los antecedentes del lugar, así como las condiciones climáticas que predominan, el tipo de suelo. Dentro de este capítulo también se agregó un álbum fotográfico, el cual muestra las condiciones actuales del camino y principales problemas que surgieron desde su construcción, los cuales en base a la conservación o un mantenimiento se solucionarían totalmente.

3.1. Generalidades.

Conforme a la página <http://michoacan.gob.mx>, el Estado de Michoacán, México, cuenta con un territorio estimado de más de 5 millones 893 mil hectáreas, con una gran variedad de climas, frío en su región oriente, templado en el centro, y caluroso en tierra caliente y la costa. La entidad se encuentran cordilleras, mesetas, planicies, cuencas y litorales, cabe mencionar las diferentes altitudes que van desde el nivel del mar, en la costa, hasta los 3 mil 840 metros en el pico de Tancítaro. Destaca la presencia de la depresión del río Lerma y la del río Balsas, así como La Porción Central del Sistema Volcánico Transversal, La Sierra Madre del Sur y La planicie Costera del Pacífico.



Imagen 3.1. Ubicación del Estado de Michoacán

(Fuente: <http://inegi.org.mx>)

Según el proyecto ejecutivo de la carretera Zirimícuaro-Las Lajas de la SCT, Ziracuarétiro significa "lugar donde termina el calor y empieza el frío". Se localiza en la parte central del Estado, en las coordenadas 19°26' de latitud norte y 101°55' de longitud oeste, a una altura de 1,380 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tingambato, al este con Santa Clara, al sur con Taretan, y al oeste con Uruapan. Su distancia a la capital del Estado es de 121 kms. Su superficie es de 159.60 Km² y representa el 0.27 por ciento del total del Estado.

3.2. Resumen ejecutivo.

La información que se requiere para la presente investigación fue proporcionada por la SCT, por medio de dicha dependencia se obtendrá todo lo referente a planos, catálogos de conceptos, procesos constructivos aplicados y las normas que se utilizaron para la revisión de cada una de las etapas de construcción.

La población que resultó beneficiada con la obra de forma directa: 2, 368 habitantes e indirecta: 4,026 habitantes.

Las descripciones del proyecto son las siguientes: construcción de pavimentación de la superficie de rodamiento, ampliación del ancho de corona a 7.00 m, abatimiento de pendientes, reducción de grados de curvatura, cambios de trazo, ampliación, rehabilitación y refuerzo de alcantarillas; sustitución de vados por obras definitivas; estabilización de taludes; mejoramiento del señalamiento y dispositivos de protección.

Política de conservaciones: para la conservación de la carretera se tomó como normal cada año, para desazolvar las obras de drenaje, reconstruir terraplenes en mal estado y cosas menores, riego de sello para mantener la carpeta en buen estado, una sobre carpeta a los 6 años y 11 años y se tendrá que reconstruir total a los 15 años de vida útil.

3.3. Entorno geográfico.

3.3.1. Macro y microlocalizacion.

Zirimícuaro; según la página <http://www.foro-mexico.com>, es una localidad perteneciente al municipio de Ziracuaretiro, en el estado de Michoacán, que está situada a 1.340 metros de altitud sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son Longitud: 19° 24' 24", Latitud: -101° 57' 27".



Imagen 3.2. Macrolocalizacion del tramo en revisión

(Fuente: SCT)

Como se observa en la imagen siguiente, anteriormente ya se había modernizado la primera parte del camino, en esta investigación solo se revisará el tramo que se marca en dicha imagen.



Imagen 3.3. Microlocalización del tramo en revisión

(Fuente: SCT)

3.3.2 Geología de la zona.

De acuerdo con la página <http://inegi.org.mx> desde el inicio de la zona costera ubicada en el suroeste hacia el nororiente, predominan las sierras con elevaciones como cerro La Bufa con 2 600 msnm y cerro La Magueyera con 2 120 msnm, conformadas por rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, interrumpidas por una llanura en donde se encuentra Apatzingán de la Constitución, que cuenta con algunas zonas bajas representadas por lomeríos y valles; en uno de ellos se construyó la presa Infiernillo.

Los suelos del municipio de acuerdo con el proyecto ejecutivo de la carretera Zirimicuaro-Las Lajas de la SCT, datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y pradera de montaña, su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

3.3.3. Condiciones climáticas y principales ecosistemas.

Con base en la página <http://inegi.org.mx>, el 54.5% del estado el clima es cálido subhúmedo, localizado en la planicie costera del pacífico y Sierra Madre del Sur, el 29% templado subhúmedo en eje neovolcánico, 15% seco y semiseco, localizado en las partes bajas y medias de la depresión del Balsas y Tepelcatepec, 1 % templado húmedo y el 0.5% cálido húmedo se presentan regiones altas de eje neovolcánico.

Su clima es tropical con lluvias en verano según el proyecto ejecutivo de la carretera Zirimícuaro-Las Lajas de la SCT, tiene una precipitación pluvial anual de 1,200 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.0 y 37.0° centígrados. En el municipio dominan el bosque mixto, con pino y encino y el bosque tropical, con ceiba, cedro, parota y tepeguaje. Su fauna se conforma por venado, conejo, coyote, tejón, zorro, tlacuache, ardilla, cuervo, guacamaya, gorrión, pájaro carpintero y primavera.

3.3.4. Antecedentes de la zona.

La fundación del pueblo se remonta años antes de la llegada de los españoles, es un lugar atractivo en cuanto a su naturaleza y propicio para el cultivo de frutales. En 1554, Don Vasco de Quiroga, plantó 5 especies distintas de plátano traídas de la isla de Santo Domingo y se propagaron los que existen en la región. En 1822, contaba con 327 habitantes, dedicados principalmente a la agricultura.

En 1831, se elevó a la categoría de tenencia, perteneciendo al municipio de Taretan y el 16 de marzo de 1922, se constituye en municipio. En 1930, el estado se dividía en 18 distritos, perteneciendo Ziracuarétiro al distrito de Uruapan, junto con

las municipalidades de Charapan, Cherán, Nahuátzen, Paracho, Parangaricutiro, Peribán, Los Reyes, Tancítaro, Taretan, Tingambato y Uruapan.

3.4. Informe Fotográfico.

En el reporte fotográfico que se presenta a continuación, se observan las condiciones actuales en las se encuentra el camino, en lo referente a carpeta asfáltica, señalamiento, cunetas, bordillos.



Imagen 3.4. Carpeta asfáltica.

(Fuente: Propia)



Imagen 3.5. Carpeta asfáltica.

(Fuente: Propia)

En términos generales se aprecia que la carpeta asfáltica se encuentra en buenas condiciones, aunque es normal que la pintura de las rayas divisorias y las de delimitación de camino necesiten una conservación.



Imagen 3.6. Arrastre de material.
(Fuente: Propia)



Imagen 3.7. Arrastre de material.
(Fuente: Propia)

Se observa que el material acumulado por el arrastramiento, a un costado de la corona de la carretera empieza a invadir dicha vía, por lo cual es necesario realizar una limpieza en los cadenamientos donde se presente este problema.



Imagen 3.8. Cunetas
(Fuente: Propia)



Imagen 3.9. Cunetas
(Fuente: Propia)

Las cunetas en algunos puntos tienen una cantidad de material que impide el flujo adecuado del agua, causado por el arrastre, es conveniente realizar el desazolve de cunetas, así como de las obras de drenaje existentes.



Imagen 3.10. Vegetación.

(Fuente: Propia)



Imagen 3.11. Vegetación.

(Fuente: Propia)

La vegetación que predomina en la zona de estudio, es el cultivo de la planta ave de paraíso y muy abundantemente la zarzamora.

3.5. Conservación del camino.

Cabe mencionar que por lo visto en el recorrido físico el camino todavía se encuentra en condiciones aceptables, pero es importante recalcar que como anteriormente se mencionó, el camino necesita un mantenimiento general, lo cual ayudará a que la vida útil de éste sea mucho más prolongada y proporcione un servicio adecuado a los conductores que transiten por la zona.

A continuación se presentará un aforo vehicular proporcionado por el proyecto ejecutivo de la carretera Zirimícuaro-Las Lajas de la SCT:




















SENTIDO: DE LAS LAJAS - ZIRIMICUARO																Total	%
Tipo de Vehículo	07:00 a 08:00	08:00 a 09:00	09:00 a 10:00	10:00 a 11:00	11:00 a 12:00	12:00 a 13:00	13:00 a 14:00	14:00 a 15:00	15:00 a 16:00	16:00 a 17:00	17:00 a 18:00	18:00 a 19:00	19:00 a 20:00	20:00 a 21:00			
 A (Automovil)	0	0	7	5	7	5	6	6	0	0	0	0	0	0	36	21	
 P (Pick-ups)	0	0	6	5	6	7	6	7	0	0	0	0	0	0	37	22	
 B2 (2 ejes)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	
 B3 (3 ejes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 C2 (2 ejes)	0	0	4	5	6	7	6	6	0	0	0	0	0	0	34	20	
 C3 (3 ejes)	0	0	4	9	6	7	6	7	0	0	0	0	0	0	39	23	
 C4 (4 ejes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T2 - S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T2 - S2	0	0	4	6	5	2	2	2	0	0	0	0	0	0	21	12	
 T2 - S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T2 - S1 - R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S1 - R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S2 - R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S2 - R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S2 - R4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S3 - R4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
 T3 - S3 - R5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total 6 (hrs)															169	100	
Total 12 (hrs)															338		
Mas el 10% noturno															372		

Imagen. 3.12. Aforo vehicular del tramo en revisión

(Fuente: SCT)

Como se aprecia en la imagen anterior, no cuenta con un gran aforo vehicular el tramo en revisión, entonces realizando la conservación adecuada, este cumplirá con su función de manera correcta.

3.6. Procesos de análisis.

Enfocados totalmente en el tema de la investigación, la revisión del proceso constructivo se lleva a cabo, por medio de las normas de la SCT, las cuales rigen con una serie de especificaciones los cumplimientos que debe de tener cada una de las etapas del proceso a seguir, en el capítulo posterior se hablara sobre este tema, explicando mucho más a detalle lo aquí mencionado.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En este capítulo se explica qué compone a una metodología, así como los subtemas siguientes: el método empleado donde interviene directamente el método científico; también el método matemático que nos ayuda a involucrar los datos numéricos; así como el enfoque de la investigación en este caso cuantitativo, porque se busca resolver un problema; alcance de la investigación donde se requiere el método descriptivo; diseño de la investigación en la cual se involucra el método experimental, debido a que no se modificarían las variables intencionalmente del proyecto; instrumentos de recopilación de datos y por último descripción del proceso de investigación.

4.1. Método de empleo.

El método requerido para la investigación es el método científico, de acuerdo con Tamayo (2000), este método es un procedimiento que se necesita para conocer los sucesos específicos, que se categoriza por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica. El método de trabajo científico es el seguimiento de los pasos que nos ayudan a tener nuevos conocimientos, en otras palabras se pueden comprobar hipótesis relacionadas con fenómenos, que hasta ese momento eran desconocidas. El método científico es la aplicación de la lógica en las realidades o hechos observados. El método científico tiene los siguientes componentes:

- Los conceptos. La ciencia estudia los aspectos de la realidad para poder comunicar sus hallazgos, cada una de estas ciencias utiliza conceptos propios. Se puede decir que cada ciencia tiene su sistema conceptual.
- El concepto como abstracción. Los conceptos son construcciones lógicas creadas a partir de las impresiones, experiencias y percepciones. No es correcto pensar que las percepciones existen realmente como fenómenos. Los conceptos son abstracciones y tienen significado dentro de un marco teórico.
- Conceptos y comunicación. Los conceptos de la teoría deben ser conocidos y deben estar contruidos de tal manera que todos conozcan sus características. Cada estudiante debe tener un vocabulario científico, para que sea comprensible en su propio campo de actividad.
- Definición operacional. Puede definir un fenómeno de un modo más preciso, debido a que las instrucciones son muy detalladas para tener una experiencia con la que otros ya contaban.
- La hipótesis. Es aquello que buscamos al analizar logicamente una teoría, pueden encontrarse distintas relaciones en ellas, porque todavía se desconoce si dichas deducciones son ciertas.

Las características del método científico de acuerdo con Tamayo (2000). Es factico, se basa en los hechos que son experimentales; trasciende los hechos, los científicos analizan toda la teoría para tener más información; verificación empírica, apoya sus afirmaciones con las teorías empíricas; autocorrección, es autocorrectivo porque siempre puede estar corrigiendo sus teorías y progresivo ya que acepta nuevas aportaciones aparte de las que se establecieron; formulación de tipo general,

la cosa en particular o el hecho singular interesa a medida que sea clase o caso de una ley; es objetivo, evita que se mal entienda el sujeto que se conoce por medio de circunstancias concretas.

4.1.1.- Método matemático.

El método en las matemáticas es el genético que indica el origen del objeto, el número entero es originado por la adición indefinida de la unidad a sí misma. Los modelos matemáticos son formales que utilizan el lenguaje de las matemáticas para describir un sistema, expresando parámetros, variables, relaciones. El lenguaje matemático no se limita a la expresión de los números y operadores aritméticos que los relacionan.

En esta investigación se utilizará el método matemático, porque es necesario realizar cálculos para despejar las variables que se plantearon en las preguntas de investigación y por lo tanto cumplir con los objetivos planteados.

4.2.- Enfoque de la investigación.

En este trabajo se utilizó la investigación cuantitativa, este enfoque de acuerdo con Hernández y Cols. (2005), representa un conjunto de procesos, que es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente no se pueden saltar pasos, aunque se pueden redefinir estas etapas. Cuando se tiene una idea se le asignan objetivos y preguntas de investigación, se construyó con la información un marco o perspectiva teórica.

Es una investigación cuantitativa, porque se plantea una problemática la cual después se le genera un marco teórico para saber las variables del problema, se generan hipótesis antes de recabar los datos, para obtener un resultado a dicho problema.

4.2.1.- Alcance de la investigación.

Para este trabajo se utilizó la investigación descriptiva, donde de acuerdo con Hernández y Cols. (2005), el investigador tiene como objetivo describir los fenómenos, situaciones, eventos y contextos, detallar como son y se comportan. Los estudios descriptivos tienen como objetivo estudiar, analizar, revisar el comportamiento de una persona, objeto, comunidad o cualquier fenómeno que se esté analizando. Solo se recolecta información ya sea de manera independiente o conjunta sobre las variables que se estudien, por lo que su objetivo no es buscar la relación entre ellos.

4.3.- Diseño de la investigación.

Hay tres tipos de diseño de la investigación el experimental, casi experimental y no experimental, en este caso en concreto será el no experimental. El diseño no experimental de acuerdo con Hernández y Cols. (2005), es la investigación que se realiza sin manipular las variables, es decir del estudio donde no se modifican las variables de manera intencional, para que estas tengan un efecto sobre otras variables. En la investigación no experimental se pretende observar los fenómenos tal y como se dan de manera natural, para posteriormente analizarlos.

También es un estudio transeccional o transversal, pues en donde se recolectan datos en un solo momento y tiempo único. Su objetivo es revisar las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento establecido, se podría decir que es como tomar una fotografía de algo que sucede.

4.4.- Instrumentos de recopilación de datos.

Para poder realizar un trabajo de investigación, es necesario utilizar una serie de instrumentos, para poder verificar la validez de todo lo presentado en dicho trabajo. Los instrumentos aplicados en esta investigación son los siguientes: investigación documental y electrónica, investigación de campo, por último programas de computación.

La investigación documental y electrónica debe tener un sustento, para que la información recabada tenga una validez confiable, la primer investigación se obtiene por medio de los libros, que su material está certificado y la segunda investigación se extrae de páginas de internet, que tengan un sustento y comprobación de la información encontrada, para que pueda ser plasmada en la investigación.

La investigación de campo es obtenida al llevar a cabo un recorrido, del lugar donde se realizará la investigación, para poder determinar las condiciones en que este se encuentra como el tipo de suelo, clima, accesos al lugar, flora y fauna, también ayuda a conocer todas las problemáticas y dudas que al momento del recorrido se presenten y resolverlas.

En la actualidad hay una gran variedad de programas de computación, que ayudan para agilizar los cálculos, pero estos programas deben tener sustento y ser

confiables, para comprobar su efectividad se realizan cálculos a mano, teniendo que llegar al mismo resultado y así demostrar que se datos obtenidos son ciertos. Los programas que se aplicaron en esta investigación, teniendo una gran base y efectividad son: AutoCAD, Excel y Word.

4.5.- Descripción del proceso de investigación.

Para poder realizar esta investigación es necesario seguir una serie de pasos, para obtener una buena culminación de la misma, partiendo de la selección de un tema para investigar, ya obtenido el tema se procede a investigar la información correspondiente, teniendo esta información se comienza una introducción que las componen un conjunto de subtemas como lo son: antecedentes, planteamiento del problema, objetivo general, objetivos específicos, pregunta de investigación, justificación y marco de referencia, del lugar donde se realizará la investigación, para obtener todos estos datos es necesario usar varios instrumentos de investigación como lo son libros o por medio de vías electrónicas, así como tesis anteriores y visitas al campo de estudio.

Para poder hacer los capítulos uno, dos y cuatro, se utilizaron los instrumentos de investigación como: la investigación documental y electrónica; utilizandando también el programa de computación Word.

CAPÍTULO 5

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1.- Catálogo de conceptos.

Un catálogo de conceptos es un listado de los trabajos, las características y las cantidades de cada uno de ellos. Para poder entender de manera más fácil que trabajo se realizará y cuánto costará cada uno.

En dicho catálogo se pueden consultar las cantidades, volúmenes y unidades que intervienen en cada uno de los conceptos que están enlistados conforme a su clasificación, esto ayuda a entender de manera fácil todas las actividades que se realizarán en la obra, para que el cliente pueda observar cómo se manejó el dinero y también la SCT pueda verificar en campo que en realidad se requirieron las cantidades proyectadas, para cumplir con cada una de las etapas de la obra. Otro dato importante es que cada concepto cuenta con su Norma de la SCT a un costado, por tal motivo si se encuentra una duda con la descripción de un trabajo se puede consultar en las Normas antes mencionadas, para la total satisfacción del cliente.



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

O B R A :

MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO:

CAMINO:

ZIRIMICUARO-LA LAJA-EMILIANO ZAPATA

TRAMO:

DEL KM 3+200 AL KM 4+501

E S T A D O :

MICHOACAN

IMPORTE : \$ 5,022,358.68 C/I.V.A.

HOJA 1/5

CATALOGO DE CONCEPTOS

Nº	INCISO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
	3.01.01	TERRACERÍAS				
		DESMONTE				
1	N.CTR.CAR.1.01.001/11	Desmonte, P.U.O.T.	0.8	Ha	\$ 3,999.03	\$ 3,199.22
		CORTES				
2	N.CTR.CAR.1.01.002/11	Despalmes en corte y terraplén, P.U.O.T. desperdiciando el material, incluye el acarreo al depósito del material de desperdicio.	1,900	M3	\$ 27.00	\$ 51,300.00
3	N.CTR.CAR.1.01.003/11	Excavaciones, P.U.O.T. incluye excavaciones en cortes y adicionales debajo de la subrasante, en ampliaciones de corte, en abatimiento de taludes, en rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes existentes, considerando que el material se desperdiciara.	4,629	M3	\$ 48.62	\$ 225,061.98
		TERRAPLENES				
4	N.CTR.CAR.1.01.009/11	Formación y compactación de terraplenes, P.U.O.T. para terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreebancho, terraplenes de relleno para formar la subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional, de ampliación de la corona adicionada con sus cuñas de sobreebancho en terraplenes existentes, de elevación de subrasante adicionada con sus cuñas de sobreebancho en terraplenes existentes y tendido de taludes adicionado con sus cuñas de sobreebancho en terraplenes existentes. Incluye el material de préstamo de banco o lateral, el acarreo del material del banco al sitio para su tendido,	4,465	M3	\$ 140.12	\$ 625,635.80
5	N.CTR.CAR.1.03.011/00	Capa drenante con material seleccionado (filtro), P.U.O.T. incluye material de préstamo de banco y el acarreo del banco de préstamo al sitio para su tendido.	3,000	M3	\$ 148.72	\$ 446,160.00
6	N.CTR.CAR.1.01.009/11	Mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado, P.U.O.T. incluye el material de préstamo de banco y el acarreo del banco de préstamo al sitio para su tendido.	3,266	M3	\$ 152.49	\$ 498,032.34
		CANALES Y CONTRACUNETAS				
7	N.CTR.CAR.1.01.005/11	Excavación para canales (contracunetas), P.U.O.T.	20	M3	\$ 48.74	\$ 974.80
8	N.CTR.CAR.1.01.012/00	Arroje de talud, P.U.O.T., incluye el material de préstamo de banco, el acarreo a cualquier distancia, el tendido y la conformación. A cualquier altura.	2,000	M3	\$ 32.29	\$ 64,580.00
		SUMA DE TERRACERIAS				\$ 1,914,944.14

ELABORO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

REVISO

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

O B R A : _____

MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO:

CAMINO: _____

ZIRIMICUARO-LA LAJA-EMILIANO ZAPATA

TRAMO: _____

DEL KM 3+200 AL KM 4+501

IMPORTE : _____

\$ 5,022,358.68 C/I.V.A.

E S T A D O : _____

MICHOACAN

HOJA 2/5

CATALOGO DE CONCEPTOS

N°	INCISO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE	
	3.01.02	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE					
		EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS					
9	N.CTR.CAR.1.01.007/11	Excavación para estructuras, P.U.O.T.cualesquiera que sean su clasificación y profundidad	127	M3	\$ 37.93	\$ 4,817.11	
		RELLENOS					
	N.CTR.CAR.1.01.011/11	Rellenos para estructuras, P.U.O.T.					
10		d) Para la protección de las obras de drenaje.	200	M3	\$ 224.10	\$ 44,820.00	
		MAMPOSTERIAS					
	N.CTR.CAR.1.02.001/00	Mampostería de tercera clase, a cualquier altura, P.U.O.T.					
11		a) Con mortero de cemento 1:5	51.8	M3	\$ 1,627.47	\$ 84,302.95	
		SUBDRENAJE					
	N.CTR.CAR.1.03.009/00	Subdrenes,P.U.O.T., Incluye Excavacion en zanja para subdrenes cualquier profundidad y clasificacion, cama de filtro, suministro e instalacion de tuberia perforada de 15 cm de diametro,material de capa de filtro, relleno de protección.					
12			1,300	ML	\$ 145.93	\$ 189,709.00	
		ALCANTARILLAS TUBULARES DE POLIETILENO					
	N.CTR.CAR.1.03.014/09	Tuberia de Polietileno de Alta Densidad con doble banda de cerámica, P.U.O.T.					
13		1) De 122 (ciento veintidos) cm de diámetro (48"), P.U.O.T.	20.2	ML	\$ 4,441.85	\$ 89,725.37	
14		2) De 150 (ciento cincuenta) cm de diámetro (59"), P.U.O.T.	9.9	ML	\$ 5,389.74	\$ 53,358.43	
		TRABAJOS DIVERSOS.					
	N.CTR.CAR.1.03.003/00	Recubrimiento de cunetas, P.U.O.T.					
15		a) Con concreto hidráulico simple de f'c= 150 kg/cm².	120	M3	\$ 1,896.07	\$ 227,528.40	
	N.CTR.CAR.1.03.006/00	Lavaderos, P.U.O.T.					
16		b) De concreto hidraulico simple de f'c= 150 kg/cm2	1.3	M3	\$ 1,901.23	\$ 2,471.60	
	N.CTR.CAR.1.03.007/00	Bordillos de concreto hidráulico simple f'c=150kg/cm². P.U.O.T.					
17		a) De sección trapezoidal de 150 cm², de acuerdo a proyecto.	509	ML	\$ 59.98	\$ 30,529.82	
		SUMA DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE				\$ 727,262.68	

ELABORO

REVISO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

O B R A :

MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO:

CAMINO:

ZIRIMICUARO-LA LAJA-EMILIANO ZAPATA

TRAMO:

DEL KM 3+200 AL KM 4+501

E S T A D O :

MICHOACAN

IMPORTE : \$ 5,022,358.68 C/I.V.A.

HOJA 4/5

CATALOGO DE CONCEPTOS

Nº	INCISO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
	3.01.04	SEÑALAMIENTO				
	N.CTR.CAR.107.005/00	SEÑALAMIENTO VERTICAL				
		Señales metálicas reflejantes, P.U.O.T.				
		a) Señales restrictivas (SR) de 71 X 71 cm. Calibre 16 con ceja.				
20	a.1)	SR - 18	1	PZA	\$ 1,949.79	\$ 1,949.79
21	a.2)	SR - 14	1	PZA	\$ 1,949.79	\$ 1,949.79
22	a.3)	SR - 34	1	PZA	\$ 1,949.79	\$ 1,949.79
		c) Señales informativas de identificación (SII) de 30 X 76 cm. , calibre 16 con ceja.				
23	b.1)	SII-15	1	PZA	\$ 1,708.88	\$ 1,708.88
		c) Señales informativas de destino (SID) de 40 X 239 cm. , calibre 16 con ceja.				
24	c.1)	SID-11	1	PZA	\$ 2,778.22	\$ 2,778.22
		c) Señales informativas generales (SIG) de 40 X 178 cm. , calibre 16 con ceja.				
25	d.1)	SIG-7	1	PZA	\$ 2,161.35	\$ 2,161.35
		SEÑALAMIENTO HORIZONTAL				
	N.CTR.CAR.107.009/00	Pintura blanca para marcas en pavimento, P.U.O.T. incluye microesfera en proporción de 700 g/l.				
26	1)	Raya lateral de 15 cm. de ancho.	2,602	ML	\$ 6.50	\$ 16,913.00
	N.CTR.CAR.107.001/00	Pintura amarilla para marcas en pavimento, P.U.O.T. incluye microesfera en proporción de 700 g/l.				
27	1)	Raya central de 15 cm. de ancho.	1,301	ML	\$ 6.50	\$ 8,456.50
	N.CTR.CAR.107.004/02	Violetas retrorreflejantes plastico inyectado 10x10x1.9 cm con cuerpo en plastico ABS modificado en una pza, con esferas reflejantes de vidrio de cristal, incluye suministro y colocación.				
28	a)	Violetas de una sola cara,P.U.O.T.	176	PZA	\$ 49.83	\$ 8,770.08
29	b)	Violetas de dos caras, P.U.O.T.	88	PZA	\$ 49.83	\$ 4,385.04
	N.CTR.CAR.107.007/00	Suministro y colocación de indicadores de alineamiento OD-6 (fantasmas), P.U.O.T.				
30	a)	De Concreto hidráulico f'c= 150 kg/cm2 y alma de varilla de 3/8".	16	PZA	\$ 270.82	\$ 4,333.12
		SUMA DE PAVIMENTOS				\$ 55,355.56

ELABORO

REVISO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

O B R A : MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACION Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO:
 CAMINO: ZIRIMICUARO-LA LAJA-EMILIANO ZAPATA
 TRAMO : DEL KM 3+200 AL KM 4+501
 E S T A D O : MICHOACAN

IMPORTE : \$ 5,022,358.68 C/I.V.A.

HOJA 5/5

CATALOGO DE CONCEPTOS

N°	INCISO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	IMPORTE
		RESUMEN				
	3.01.01	TERRACERIAS				\$ 1,914,944.14
	3.01.02	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE				\$ 727,262.68
	3.01.03	PAVIMENTOS				\$ 1,632,057.17
	3.01.04	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL				\$ 55,355.56
					SUMA :	\$ 4,329,619.55
					(-) AMORTIZACIÓN 30% :	\$ 1,298,885.87
					SUB TOTAL :	\$ 3,030,733.69
					(+) 16% IVA :	\$ 484,917.39
					SUMA :	\$ 3,515,651.07
					ANTICIPO 30% :	\$ 1,506,707.60
					TOTAL :	\$ 5,022,358.68

ELABORO

REVISO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

OBRA: MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACION Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO. CAMINO: ZIRIMICUARIO-LA LAJA-EMILIANO ZAPATA TRAMO: DEL KM 3+200 AL KM 4+501 ESTADO: MICHOACAN

HOJA 1/5

MONTO: \$ 5,022,358.68 C/I.V.A.

PROGRAMA

Table with columns: N°, CONCEPTO, CANTIDAD, UNIDAD, MES 1, MES 2, MES 3, MES 4, 2013, TOTAL. Rows include items like DESMONTE, P.U.O.T., DESPALMES EN CORTE Y TERRAPLEN, PUOT., EXCAVACIONES, PUOT., etc.

ELABORO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

REVISO

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON

5.2.- Programa de obra.

El programa de obra es aquel que nos ayuda a tener el seguimiento de los trabajos con el transcurso del tiempo, para verificar los avances fisicos de la obra.



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

OBRA: MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE
TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACION Y
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO:

HOJA 2/5

CAMINO: ZIRIMICUARO-LA LAJA-EMILIANO ZAPATA
TRAMO: DEL KM 3+200 AL KM 4+501
ESTADO: MICHOACAN

MONTO: \$ 5,022,358.68 C/I.V.A.

PROGRAMA

N°	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	2013								TOTAL
				MES 1	MES 2	MES 3	MES 4					
ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE												
9	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS, PUOT.	127			127.00							127.00
10	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS, PUOT.	200			200.00							200.00
11	MAMPOSTERIA TERCERA CLASE, PUOT.	51.80			51.80							51.80
12	SUBDRENES P.U.O.T.	1,300				1300.00						1300.00
TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD												
13	1) DE 122 CM DE DIAMETRO (48"), PUOT	20.20			20.20							20.20
14	2) DE 150 CM DE DIAMETRO (59"), PUOT	9.90			9.90							9.90
15	RECUBRIMIENTO DE CUNETAS, PUOT	120					120.00					120.00
16	LAVADERO, PUOT	1.30					1.30					1.30
17	BORDILLOS DE CONCRETO HIDRAULICO, PUOT	509					509.00					509.00

ELABORO

REVISO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

OBRA: MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE
TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO:

HOJA 3/5

CAMINO: ZIRIMICUARO-LA LAJA- EMILIANO ZAPATA
TRAMO: DEL KM 3+200 AL KM 4+501
ESTADO: MICHOACAN

MONTO: \$ 5,022,358.68 C/I.V.A

PROGRAMA

Nº	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	2013								
				MES 1	MES 2	MES 3	MES 4				TOTAL	
PAVIMENTOS												
18	BASE HIDRAULICA COMP. AL 95%. PUOT.	1,981				456	1,525					1981.00
19	CARPETA ASFALTICA, PUOT.	466					466					466.00

ELABORO

REVISO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

OBRA: MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO:

HOJA 4/5

CAMINO: ZIRIMICUARO- LA LAJA- EMILIANO ZAPATA
 TRAMO: DEL KM 3+200 AL KM 4+501
 ESTADO: MICHOACAN

MONTO: \$ 5,022,358.68 C/I.V.A.

PROGRAMA

N°	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	2013							TOTAL
				MES 1	MES 2	MES 3	MES 4				
SEÑALAMIENTO											
SEÑALAMIENTO VERTICAL											
SEÑALES METALICAS REFLEJANTES P.U.O.T											
20	a) SEÑALES RESTRICATIVAS (SR - 18)	1					1				1.00
21	a) SEÑALES RESTRICATIVAS (SR - 14)	1					1				1.00
22	a) SEÑALES RESTRICATIVAS (SR - 34)	1					1				1.00
23	SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACION (SI- 15)	1					1				1.00
24	c) SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO (SID- 11)	1					1				1.00
25	c) SEÑALES INFORMATIVAS GENERALES (SIG-7)	1					1				1.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL											
26	PINTURA BLANCA	2,602					2,602				2602.00
27	PINTURA AMARILLA	1,301					1,301				1301.00
28	a) VIALETAS DE UNA SOLA CARA P.U.O.T.	176					176				176.00
29	b) VIALEAS DE DOS CARAS P.U.O.T.	88					88				88.00
30	INDICADORES DE ALINEAMIENTO OD-6 (FANTASMAS)	16					16				16.00

ELABORO

REVISO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

OBRA: MODERNIZACION A BASE DE AMPLIACION DE
TERRACERIAS, OBRAS DE DRENAJE,
PAVIMENTACION Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y
VERTICAL DEL CAMINO:

HOJA 5/5

CAMINO: ZIRIMICUARO-LA LAJA-EMILIANO ZAPATA
TRAMO: DEL KM 3+200 AL KM 4+501
ESTADO: MICHOACAN

MONTO: \$ 5,022,358.68 C.I.V.A.

PROGRAMA

Nº	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	2013								TOTAL	
				MES 1	MES 2	MES 3	MES 4						
	RESUMEN												
	TERRACERIAS	19,280.80		326.8	8180	8735	2039						19280.80
	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE	2,339.20			408.9	1300	630.3						2339.20
	PAVIMENTOS	2,447.00				456	1991						2447.00
	SEÑALAMIENTO	4,189.00					4189						4189.00

ELABORO

REVISO

JORGE JOAQUIN MENDOZA

ING. GUILLERMO NAVARRETE CALDERON

5.3.- Proceso constructivo.

Previo al inicio de los trabajos de la obra se aplicarán las medidas de protección necesarias para garantizar la seguridad del personal contratado y de los actuales usuarios de los caminos existentes, empleando señalamientos preventivos de protección de obra, en los tramos en que se vaya a trabajar.

5.3.1.- Desmante.

Posteriormente se realizará el desmante a lo largo del camino, de acuerdo a las normas de SCT (N-CTR-CAR-1-01-001/11), el desmante es la remoción de vegetación en el derecho de vía, así como de los bancos, áreas cercanas y diferentes tipos de edificaciones, con la finalidad de ayudar a tener mejor visibilidad y evitar daños en la obra, que los provoque el material vegetal.

Cuando en su caso el proyecto o la dependencia encargada en este caso la SCT, lo indique es necesario hacer el traslado de las distintas especies vegetales de un sitio a otro. Para el desmante se considera:

“B.1. Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.

B.2. Roza, que consiste en cortar y retirarla maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.

B.3. Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.

B.4. Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmante al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la secretaría.” (N-CTR-CAR-1-01-001/11).

El desmonte 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, dependiendo de las condiciones del terreno y de lo requerido por la dependencia se ejecutara por medios manuales o mecánicos.

5.3.2.- Despalme.

Después del desmonte se continua con los trabajos de despalme, el cual de acuerdo con la Norma (N-CTR-CAR-1-01-002/11), es la remoción de materiales que se encuentran dentro del derecho de vía, lo cual se realiza para evitar que se mezcle el material de las terracerías con el material orgánico, solo se debe hacer la remoción que se indique en el proyecto o por la SCT. Se realizará y trasladará por medios mecánicos, al sitio designado por el proyecto o en su defecto por el representante de la dependencia, de acuerdo a las características del mismo y del uso que planea dársele posteriormente, se procederá a asignar los tiros del material producto del despalme. 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.

5.3.3.- Excavaciones (cortes).

Como paso siguiente en la obra se ejecutarán los trabajos de corte, que según la Norma (N-CTR-CAR-1-01-003/11), son excavaciones que se ejecutan a cielo abierto con el propósito de ampliar la corona, definir o disminuir los taludes, así como rebajar los terraplenes y derrumbes existentes, con el objeto de formar y preparar las secciones de obra, como se especifica en el proyecto y lo que rige la SCT.

La profundidad de excavación dependerá de lo establecido en el proyecto o en su defecto lo que señale la persona que representa a la SCT, este proceso se realizará por medios mecánicos, con la maquinaria especificada en dicha Norma.

El material resultado de la excavación se retirará mediante de volteos de diferentes capacidades, a la zona designada en el proyecto aprobado por la SCT, o en su defecto se buscará un tiro adecuado para no afectar la ejecución de la obra.

Dependiendo de las características del material y de lo que se establezca por la SCT, se desechará el material completamente o se utilizará en cierta medida, para terraplenes o arropes de talud.

5.3.4.- Excavaciones para estructuras.

De acuerdo al proceso constructivo de una carretera, se prosigue con las excavaciones para estructuras, que de acuerdo con la Norma (N-CTR-CAR-1-01-007/11), son las excavaciones que se ejecutan en el terreno natural a cielo abierto, con la finalidad de alojar las estructuras y obras de drenaje. El equipo utilizado para la realización de las mismas será el adecuado para conseguir la calidad requerida por la SCT, el que se encuentre dentro de las Normas establecidas por la misma.

La profundidad y el ancho necesario para las excavaciones dependerán del tipo de estructura que alojara será especificada en el proyecto, o de acuerdo a los requerimientos de las SCT.

Los residuos producto de la excavación para estructuras se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe

la SCT. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, deberán ser trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible, para el transporte y disposición de los residuos.

5.3.5.- Relleno de estructuras.

Posterior al proceso anterior, se continua con el relleno de las excavaciones que se realizaron para las estructuras y obras de drenaje. El relleno según la Norma (N-CTR-CAR-1-01-011/11), es la colocación de material seleccionado, para las excavaciones realizadas, en estructuras y obras de drenaje, así como también en trincheras estabilizadoras y cuñas de terraplenes.

Los materiales requeridos para conformar los rellenos, así como sus características deberán ser los indicados en la Norma, para que cumplan con dichos lineamientos y con las especificaciones del proyecto.

El equipo y la maquinaria requerida para la elaboración de los rellenos, deberá cumplir con todas las especificaciones para la ejecución de los trabajos, tanto con la preparación de los operadores, para que la calidad sea la esperada por la SCT.

Al igual que en el caso de la excavación en el relleno, la cantidad o dimensiones del mismo dependerán del tipo de excavación para el cual sea usado.

5.3.6.- Mampostería.

Con la finalidad de proteger las estructuras u obras de drenaje, se utiliza la mampostería en el caso de las estructuras como cimentación o parte de las mismas.

La mampostería de acuerdo con la Norma (N-CTR-CAR-1-02-001/00), es el acomodo de las rocas ya sea por medio de mortero o no. “La mampostería de piedra se clasifica en:

B.1 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.

B.2 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.

B.3 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. ” (N-CTR-CAR-1-02-001/00). Por lo regular se utiliza la mampostería de tercera clase, ya que es la más adecuada para lo requerido por la SCT y por lo regular es la más usada en los proyectos.

El material usado cumplirá con las condiciones necesarias para satisfacer las condiciones de la dependencia, así como el correcto acomodo de la piedra para conformar una estructura estable y resistente.

5.3.7.- Zampeados.

Para proteger aún más las estructuras y obras de drenaje, se utiliza el zampeado el cual según la Norma (N-CTR-CAR-1-02-002/00), es el recubrimiento de las superficies de mampostería, por medio del concreto hidráulico o suelo-cemento, con el objetivo de proteger contra la erosión.

Al igual que en los conceptos anteriores se usará un material que cumpla con las condiciones establecidas en el proyecto que fue aprobado por las SCT. En el caso del equipo utilizado deberá ser el adecuado para tener las condiciones óptimas para la realización de los zampeados. Las dimensiones de los mismos, dependerán de las especificaciones que se requieran en las obras o estructuras que se desee proteger.

5.3.8.- Concreto hidráulico.

Otro elemento utilizado para las estructuras en las terracerías, es el concreto hidráulico, con un uso variado en las mismas, en este caso se usará en las distintas obras de drenaje.

El concreto hidráulico de acuerdo con la Norma (N-CTR-CAR-1-02-003/04), es una combinación que se logra por medio de cemento Portland, agregados pétreos, agua y aditivos, por medio de la cual se logra una mezcla que se puede moldear y después de fraguar se rigidiza.

Como se mencionó anteriormente el material usado para las estructuras, deberá cumplir con lo establecido en proyecto o en su defecto lo que la SCT especifique.

El equipo utilizado será el que cumpla con las condiciones necesarias y requeridas en el proyecto entregado a la SCT.

Las dimensiones de los elementos colados, se establecerán en el proyecto aceptado por la SCT.

5.3.9.- Acero para concreto hidráulico.

Como refuerzo para el concreto hidráulico se usa el acero, ya que ayuda a que el concreto obtenga una mayor resistencia a la tensión, por tal motivo se lo conoce como concreto reforzado comúnmente.

El acero para concreto hidráulico según la Norma (N-CTR-CAR-1-02-004/02), se puede conformar por barras, soleras, varillas, cables, alambres, etc. y muchos más como elementos estructurales que se colocan dentro o fuera del concreto hidráulico, con la función principal de ayudar a los esfuerzos internos, por las cargas y temperaturas.

Se deberá verificar la procedencia del acero, para que cumpla con lo establecido en los requerimientos de la SCT, así como el equipo usado para trabajarlo deberá ser el que cumpla las condiciones necesarias y el adecuado para el trabajo a realizar.

5.3.10.- Filtro.

Siguiendo el proceso constructivo de la obra y como lo indicada el proyecto aprobado por la SCT, se especifica si es necesario o no la colocación de esta capa, en los distintos cadenamientos de la carretera. La capa drenante según la Norma (N-

CTR-CAR-1-03-011/00), es una capa construida por medio de materiales granulares, con una granulometría específica, con la función de permitir el flujo del agua subterránea y evitar las presiones neutras.

Los materiales utilizados para la construcción de la capa drenante, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Normas del libro CMT, donde se especifica la calidad de materiales y el tipo.

El equipo utilizado deberá ser el adecuado conforme a la Norma, para que los trabajos se realicen de forma correcta. Los operadores deberán contar con la capacidad técnica para que la conformación de la capa se lo que indica el proyecto y las Normas.

En caso de ser necesaria la capa de filtro, se tiene que tener especial cuidado en la misma ya que esta protege la estructura del pavimento de cualquier posible afectación por el paso de fluidos en la estructura. Su espesor dependerá de lo marcado en el proyecto, ya que a partir del estudio realizado por los proyectistas, se definirá el espesor que tendrá la capa drenante (filtro).

5.3.11.- Terraplenes.

Una vez que todo lo relacionado a estructuras, obras de drenaje y los cadenamientos donde se colocará el filtro, se procede con las capas que conformaran la estructura del pavimento, aunque previamente habrá zonas donde se requiera primero llegar a la altura inicial de la estructura del pavimento, que es llamado terraplén.

Según la Norma (N-CTR-CAR-1-01-009/11), los terraplenes son las estructuras que se conforman del material producto de los cortes o también de los bancos de materiales, con el objetivo de llegar al nivel de subrasante que se indica en el proyecto brindado por la SCT.

Los materiales requeridos para la estructura de la capa, deberán cumplir con las calidades especificadas en el proyecto. Si los materiales utilizados son provenientes de cortes se tendrán que realizar pruebas a dichos materiales para su aprobación, de igual forma al ser obtenidos de bancos de materiales.

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. En el caso del terraplén no tiene una altura definida ya que varía dependiendo del tipo de proyecto a construir y sus peculiaridades, entonces si tiene que conformar en capas de 20 cm de espesor para

El equipo requerido para conformar el terraplén deberá ser el que proporcione las características que se muestran en el proyecto o en las Normas de la SCT. Dicho equipo debe estar en óptimas condiciones de operación, así como también el personal encargado de su manejo, contará con la capacidad para cumplir con los requerimientos de la Norma.

En el caso de la capa de subrasante se maneja un espesor de 30 cm. por lo general, como se menciona anteriormente por la SCT, se tiene que tener mucho cuidado en el uso de los materiales y el equipo, ya que de estos dependerá en gran medida la calidad de la capa mencionada y por consecuente 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 SCT.

5.3.12.- Base hidráulica.

Ya que se conformó la capa de subrasante, se llega a la penúltima capa de la estructura del pavimento y la segunda más importante y con la que se tiene que tener aún más cuidado que con la anterior, porque sobre de esta capa se alojará la carpeta asfáltica y se debe proporcionar una estructura adecuada para recibir la misma, ya que dependiendo de eso así mismo transmitirá las cargas a las capas inferiores.

La base hidráulica es una “capa de materiales pétreos seleccionados que se construye 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 la carpeta de concreto hidráulico; soportar las cargas que éstas le transmiten 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.” (N-CTR-CAR-1-04-002/11).

De acuerdo con la Norma (N-CTR-CAR-1-04-002/11), los materiales utilizados para la construcción de estas capas, deberá ser el que se establezca en la Normas de la SCT, al menos que el proyecto indique un material diferente. Si los materiales son provenientes de un banco de materiales deberán ser aprobados por la SCT.

El equipo requerido para la conformación de estas capas, tiene que ser el que garantice la calidad final especificada en el proyecto, dicho equipo se debe encontrar en condiciones óptimas para su operación, así como con operados especializados para cada una de las maquinas, debido a que si no se cuenta con estos aspectos anteriores, se pueden sufrir retrasos muy notables en la obra, y por lo tanto impactar el tiempo de terminación que se estableció por la SCT.

Esta capa por lo regular tiene un espesor de 20 cm., el proceso de realización no es muy diferente de las anteriores, solo que debe completarse con más precaución para que al momento de realizar el tendido de la carpeta asfáltica, no presente variaciones en su nivel, lo que pueda provocar deficiencias en funcionamiento de la carpeta. El porcentaje de compactación dependerá de lo solicitado por la SCT o definido en proyecto aprobado por la misma, cuyo valor es del 100% de la prueba AASTHO modificada.

5.3.13.- Recubrimiento de cunetas.

Como medida de prevención y cuidado de la estructura de pavimento, así como evitar una posible impregnación de la carpeta con concreto hidráulico, las cunetas se ejecutan antes de tirar la carpeta asfáltica, ya que las mismas pueden servir como un parte aguas para el nivel donde llegará la carpeta y como se mencionó anteriormente dejar a la misma lo menos contaminada posible, estas obras de protección se perfilan durante los cortes para dejar su forma establecida en el terreno natural, para su posterior colado.

Las cunetas de acuerdo con la Norma (N-CTR-CAR-1-03-003/00), son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona, en uno o ambos lados, con la finalidad de conducir el agua procedente de la superficie de la corona, del terreno contiguo, de los taludes, para llevarla hacia un lugar donde sea captada y no haga daño tanto a la vía, como a terceros.

Los materiales necesarios para la construcción de las cunetas, deben cumplir con las calidades especificadas por la SCT, así como sus características, las cuales se especifican en las Normas o en el proyecto.

El equipo deberá ser el indicado en las Normas o en el proyecto, para asegurar que la calidad del mismo sea la óptima, así como asegurar que la cantidad de material sea la necesaria, para proporcionar el avance programado de obra y que evitar el incumplimiento del mismo.

Las cunetas deberán establecerse en zonas donde sea requerida, dependiendo de lo que marque el proyecto o lo aprobado por la SCT. El concreto usado en las mismas, será un concreto simple con una resistencia de 150 kg/cm², ya que es suficiente para el tipo de uso que se le dará a la cuneta, dependiendo de las necesidades del contratista se podrá realizar el concreto en campo o suministrarse premezclado.

5.3.14.- Carpeta asfáltica.

Según la Norma (N-CTR-CAR-1-04-006/09), las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son las que se construyen por medio de una mezcla de materiales con una granulometría densa y cemento asfáltico, con la finalidad de brindar al

usuario un terminado uniforme, bien drenado, resistente a los derrapes, muy importante debe ser cómoda y segura. Estas carpetas, por lo general se realizan con espesores superiores a 4 centímetros, y con la función de distribuir las cargas aplicadas por los vehículos, a las capas inferiores de la estructura 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.

Los materiales requeridos para la conformación de dicha carpetas, deben cumplir con una serie de Normas de la SCT, para que los controles de calidad obtenidos sean los adecuados, como lo indique en el proyecto o en las ya mencionadas Normas, la obtención de los materiales será solamente en los bancos que sean aprobados en el proyecto y las Normas.

“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. los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al contratista de obra”. (N-CTR-CAR-1-04-006/09)

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 la prueba Marshall, 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 SCT, en todos los aspectos, para que otorgue un correcto funcionamiento.

5.3.15.- Bordillos.

De acuerdo con la Norma (N-CTR-CAR-1-03-007/00), los bordillos son elementos que ayudan a conducir e interceptar el agua, que se corre en la corona del camino, con el propósito de alojarla en los lavaderos, evitando que exista erosión en los taludes de los terraplenes.

Como medida de protección adicional se construyen los bordillos para proteger al pavimento en zonas estratégicas, para dar desalojo al agua y como se menciona en el párrafo anterior descargar la misma a los lavaderos.

El equipo utilizado para la realización de los trabajos, será el establecido en las Normas de la STC, para que se cumplan todas las condiciones descritas en las mismas.

Los materiales necesarios para la elaboración de los bordillos, deberán ser los especificados en las Normas o en su defecto por el proyecto, pasando todos los controles de calidad pertinentes, para la óptima utilización de los mismos. Es necesario tener mucho cuidado en la limpieza ya que afectara la presentación de la carpeta; el concreto usado será simple con una resistencia de 150 kg/cm²

5.3.16.- Lavaderos.

Los lavaderos según la Norma (N-CTR-CAR-1-03-006/00), son los elementos que nos ayudan a desalojar en agua, que se recolecta por medio de las cunetas, bordillos y guarniciones, a lugares donde no le provoque daño a la carpeta. Los lavaderos cuando son construidos con concreto hidráulico, generalmente son de forma triangular, con el propósito de ayudar la entrada del agua.

Ya que se construyeron los bordillos, se prosigue con la ejecución de los lavaderos cuya función como se mencionó anteriormente es desalojar el agua que se encuentra sobre la estructura del pavimento, para proteger de cualquier daño la misma.

Los materiales necesarios para la elaboración de los lavaderos, se especifican en las Normas o en el proyecto, en necesario que cumplan con una serie de requisitos para que sea válida su aplicación. El equipo usado debe ser el establecido

o aprobado por la secretaria, para que cumpla con todos los requerimientos; el concreto hidráulico más usado será simple con una resistencia de 150 kg/cm².

5.3.17.- Arropes de talud.

“El recubrimiento de taludes es el conjunto de trabajos que tienen el objeto de proteger de la erosión al material que forma los taludes de cortes o terraplenes. Los recubrimientos más comunes son:

- siembra de especies vegetales.
- mallas vegetales.
- mallas geosintéticas
- mallas metálicas.
- riego asfáltico.
- zampeados”. (N-CTR-CAR-1-01-012/00)

El equipo requerido para la elaboración del trabajo, deberá ser el establecido en las Normas, para cumplir con las especificaciones necesarias, además de ser operado por personal capacitado, garantizando la correcta realización de los trabajos.

Los materiales utilizados deberán cumplir con lo establecido en Norma, para asegurar que el buen funcionamiento de los mismos. Con la finalidad de proteger el tramo se conforman arropes de talud en los terraplenes, como medida de protección adicional a las estructura de drenaje para dar mayor estabilidad a la estructura.

5.3.18.- 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”. (N-CTR-CAR-1-07-005/00)

Como proceso final de las terracerías, se instalarán los dispositivos de seguridad, tanto verticales como horizontales, que deben de cumplir con lo solicitado por la SCT o como lo indique el proyecto, para que se obtenga un correcto funcionamiento de las mismas.

5.3.19.- 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”. (N-CTR-CAR-1-07-001/00)

Las marcas en el pavimento, se tienen que realizar con el material que indique la Norma, para cumplir con los controles de calidad, es necesario utilizar el equipo adecuado, ya que de esto dependerá la seguridad que se tenga en la carretera, colocando todas señales especificadas en el proyecto.

Finalmente se realizará una limpieza general en todo el tramo, para otorgar una excelente presentación al mismo. Como se describió anteriormente estos son los pasos a seguir para la realización de una carretera. Para la aprobación de cada una de las etapas, es lo más lógico seguir al pie de la letra, las consideraciones y requisitos que se describen en cada una de las Normas de la SCT, para lograr el terminado satisfactorio de la vía, y lograr que dicha vía se transitable y muy segura.

5.4.- Revisión del proceso constructivo

5.4.1.- Desmonte.

En lo que se refiere a este concepto, que se rige con la Norma de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), N.CTR.CAR.1.01.001/11, como se mencionó en el proceso constructivo, el desmonte es la remoción de vegetación en el derecho de vía. Dicha remoción se realizó de manera adecuada siguiendo todos los lineamientos que se describen en la Norma, con lo referente a la maquinaria la Norma no especifica para ninguno de los conceptos cual utilizar, por lo cual se selecciona la más adecuada para el trabajo en base a la experiencia del contratista y la aprobada por la Secretaría, se utiliza herramienta menor y retroexcavadora; por lo cual el Residente de la Obra autorizó y verifico.

5.4.2.- Cortes (Despalme).

Este concepto se rige bajo la siguiente Norma de la SCT: N.CTR.CAR.1.01.002/11, donde por medio de lo descrito en el proceso constructivo, el despalme es la remoción del material superficial del terreno. En esta obra se ejecutó de manera adecuada, en cuanto a la maquinaria utilizada es la

motoconformadora y el bulldozer; por lo que se aceptaron los trabajos por parte del Residente de la Obra.

5.4.3.- Cortes (Excavaciones).

En este concepto donde de acuerdo con la SCT es la Norma: N.CTR.CAR.1.01.003/11, las excavaciones se realizan a cielo abierto en el terreno natural. Los trabajos se realizaron de buena manera, la maquinaria necesaria para la ejecución del trabajo es la retroexcavadora y la excavadora, de acuerdo a las condiciones que se especifica en el proyecto, por lo cual se aprobó por parte del Residente de la Obra.

5.4.4.- Excavaciones para estructuras.

En lo referente a este concepto de acuerdo con la SCT la Norma, N.CTR.CAR.1.01.007/11, en las excavaciones para estructuras de drenaje, según como lo especifica la obra se llevaron a cabo de manera correcta, la maquinaria requerida para este trabajo es la retroexcavadora y la herramienta menor, siguiendo las dimensiones que se especifiquen en el proyecto, dichos trabajos que se revisan por parte del Residente de la Obra y el cual deliberó la aprobación de este concepto.

5.4.5.- Relleno para estructuras.

En este concepto interviene la Norma: N.CTR.CAR.1.01.011/11, de la SCT donde se refiere a la colocación de materiales seleccionados con el fin de rellenar las estructuras de drenaje, lo cual verifica el Residente de obra y se encuentra especificado en el proyecto. El relleno de estructuras se puede realizar por medio de

la mano de obra, herramienta menor y bailarina para la compactación del relleno o la colocación del material con una retroexcavadora y los materiales especificados en la Norma, por lo cual de acuerdo con el Residente se ejecutó de manera óptima el trabajo.

5.4.6.- Mampostería.

De acuerdo con la Norma N.CTR.CAR.1.02.001/00 de la SCT, en este caso se utilizó mampostería y en las juntas mortero de cemento-arena proporción de 1:5, además de contar la herramienta adecuada para la ejecución del trabajo, la colocación de la mampostería se realiza de manera manual y con herramienta menor, cumpliendo todo lo anterior el Residente de la Obra autorizo los trabajos realizados.

5.4.7.- Zampeados.

En este concepto se utiliza la Norma: N.CTR.CAR.1.02.002/00 de la SCT, como se mencionó en el proceso constructivo el zampeado es un recubrimiento que se utiliza, en la piedra o tabiques, con concreto hidráulico o con suelo-cemento, la maquinaria necesaria para la colocación del zampeado es la mano de obra y la herramienta menor; los trabajos se aceptaron de manera adecuada por el Residente de la Obra.

5.4.8.- Concreto hidráulico.

Para este concepto se utilizó la Norma: N.CTR.CAR.1.02.003/04 de la SCT, ya antes mencionado en el proceso constructivo el concreto hidráulico tiene una gran

variedad de usos, hablando de esta obra se aceptaron los controles de calidad necesarios para cada tipo de trabajo, para la ejecución de este trabajo se utiliza la mano de obra para elaborar el concreto o de igual forma con la revolvedora; por lo cual se aprobó por parte del Residente de la Obra.

5.4.9.- Acero para concreto hidráulico.

De acuerdo al concepto se utilizó la Norma: N-CTR-CAR-1-02-004-02 de la SCT, como se mencionó en el proceso constructivo, dicho acero ayuda a que el concreto tenga mayor resistencia a la tensión. En el caso de esta obra se seleccionó el acero adecuado a las especificaciones de la Norma y se colocó conforme a la misma, para la colocación del acero es necesaria la herramienta menor solamente; por lo que se autorizó por parte del Residente de la Obra.

5.4.10.- Filtro.

Para este concepto se utiliza la Norma: N-CTR-CAR-1-03-011-00 de la SCT, en la cual como se mencionó en el proceso constructivo, el filtro o capa drenante es una capa de materiales con una determinada granulometría, que permite el flujo de agua subterránea. El equipo utilizado para el tendido de la capa de filtro es la motoconformadora y posteriormente se necesita un compactador, los espesores varían de acuerdo a lo proyectado en las secciones, dependiendo del tipo de material de cada cadenamiento; se utilizó el material óptimo para este tipo de terreno, como se indica en la Norma y al final se aceptó por el Residente de la Obra.

5.4.11.- Terraplenes.

En lo referente a este concepto se utilizó la Norma: N-CTR-CAR-1-01-009-11 de la SCT, retomando lo mencionado en el proceso constructivo, los terraplenes son capas formadas por el producto del corte o bancos de material, esta capa tiene diferentes espesores de acuerdo a cada cadenamiento, los materiales que se requieran deberán cumplir con la características que se especifican en la norma, así como la maquinaria para este tipo de trabajos son la motoconformadora y un compactador; el material que se utilizó para conformar la capa de terraplén, paso el control de calidad que se pacta en la Norma. En esta obra la capa subrasante se fijó con un espesor de 30 centímetros de acuerdo con el proyecto y el Residente a cargo, además cumplió los controles de calidad requeridos y con el grado de compactación de la prueba AASHTO estándar arrojando como resultado un 100%, para obtener el grado de compactación mencionado se realizan muestreos de calidad cada 1000 m3 de material; el Residente de la Obra autorizó los trabajos ejecutados.

5.4.12.- Base hidráulica.

En este concepto se requirió de la Norma: N-CTR-CAR-1-04-002-11 de la SCT, de acuerdo a lo mencionado en el proceso constructivo, la función principal de la base hidráulica es proporcionar el apoyo uniforme para la carpeta asfáltica, todos los materiales pétreos que se necesitan para conformar la capa, deben ser los especificados por la Norma; en esta obra se definió una capa de base hidráulica de 20 centímetros, la cual cumplió con el control de calidad que se requiere en la Norma, también cumpliendo con la prueba AASHTO modificada, obtenido como resultado de la compactación un 100%, para obtener dicho grado de compactación

mencionado se realizan muestreos de calidad cada 400 m³ de material. La maquinaria y equipo utilizado son la motoconformadora y un compactador, para su óptima terminación, con todo lo anterior el Residente de la Obra aprobó lo anterior ejecutado.

5.4.13.- Recubrimiento de cunetas.

Conforme a este concepto se utilizó la Norma: N-CTR-CAR-1-03-003-00 de la SCT, de acuerdo con lo que se mencionó en el proceso constructivo las cunetas son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona, con la finalidad de conducir el agua que escurre por la corona, antes de colocar la carpeta asfáltica es necesario realizar la cunetas, para que el concreto hidráulico no se mezcla con la carpeta. Con respecto a la obra se utilizó el concreto especificado en la Norma, además el equipo que se utiliza es la herramienta menor y la mano de obra para dicho recubrimiento, finalizando con la autorización del Residente de la Obra.

5.4.14.- Carpeta asfáltica.

Referente al este concepto se acató a la Norma: N-CTR-CAR-1-04-006-09 de la SCT, retomando lo dicho en el proceso constructivo, la carpeta asfáltica es una mezcla en caliente con materiales pétreos de granulometría densa y con cemento asfáltico, esta capa es la final de una vía terrestre, en la cual circulan directamente los vehículos. Todos los materiales usados tuvieron su control de calidad como lo indica la Norma, el equipo y herramienta necesario para la elaboración del tendido de carpeta asfáltica son la motoconformadora y el compactador, en esta obra como tal la carpeta tiene un espesor de 5 centímetros (por lo general este espesor es para

todas las modernizaciones regidas por la SCT), por otro lado la compactación con la prueba Marshall fue satisfactoria, ya que arrojó un resultado de 95% como lo indica la Norma, dicho muestreos de calidad se realizan cada 50 m³ de material, para que el Residente de la obra aceptará este concepto.

5.4.15.- Bordillos.

Para este concepto se utilizó la Norma: N-CTR-CAR-1-03-007-00 de la SCT, lo cual recordando lo mencionado en el proceso constructivo, los bordillos son los encargados de interceptar y conducir el agua con el efecto del bombeo que tiene la corona. En esta obra se empleó concreto hidráulico que se especifica en las normas, el cual fue aprobado por medio de un control de calidad, en cuanto a la maquinaria necesaria se requiere de herramienta menor y también ayuda de la bordillera; el Residente de la obra aprobó los trabajos ejecutados.

5.4.16.- Lavaderos.

En este concepto se empleó la Norma: N-CTR-CAR-1-03-006-00 de la SCT, retomando lo dicho en el proceso constructivo, los lavaderos son las obras que conducen el agua recolectada por las cunetas, bordillos y guarniciones a un lugar donde no causen daños en el pavimento. En este proyecto se utilizó el concreto hidráulico que se describe en la Norma, además de también pasar por el control de calidad pertinente, el equipo utilizado y la herramienta son simplemente herramienta menor y en de ser necesario cimbra; por lo cual el Residente de la Obra aceptó los trabajos.

5.4.17.- Arropes de talud.

Para este concepto se utilizó la Norma: N-CTR-CAR-1-01-012-00 de la SCT, de acuerdo con lo dicho en el proceso constructivo, el arropo de talud es una serie de trabajos que se realizan para proteger los taludes de cortes y terraplenes contra la erosión. Se empleó el equipo y las herramientas requeridas para el arropo las cuales son retroexcavadora y también la motoconformadora, en este caso el material que se aplicó cumplió con el control de calidad pertinente, así que el Residente de la Obra autorizo los trabajos ejecutados.

5.4.18.- Señalamiento vertical.

En lo referente a este concepto se aplicó la Norma: N-CTR-CAR-1-07-005-00 de la SCT, retomando lo mencionado en el proceso constructivo 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. Para la colocación del señalamiento se requiere la herramienta menor y la mano de obra. En el caso de la obra se colocaron las señales como lo especifica el proyecto y de acuerdo a la Norma, por lo cual el Residente aprobó los trabajos.

5.4.19.- Señalamiento horizontal.

Dentro de este señalamiento se encuentra varias Normas, la primera N-CTR-CAR-1-07-001-00 de la SCT, la cual menciona las rayas que se realizan en el pavimento y su objetivo es delinear la figura geométrica de la carretera, todos estos

trabajos se ejecutaron, de acuerdo a la Norma. Otra Norma es N-CTR-CAR-1-07-004-02 de la SCT, que se trata de las viletas y botones que se colocan según indica el proyecto, las cuales se colocaron como especifica la Norma. Y la última Norma N-CTR-CAR-1-07-007-00 de la SCT, que son los indicadores de alineamiento, que se colocan donde el proyecto lo indique; dichos alineamientos se colocaron de manera como indica la Norma, lo cual a todos los señalamientos antes mencionados, para la colocación del señalamiento es necesaria herramienta menor y para pintar la rayas se utiliza una camioneta equipada con una pinta rayas; el Residente de la Obra aprobó los trabajos.

En este capítulo se obtuvieron los resultados de la investigación, como lo son el presupuesto y programa de obra, además de los procesos constructivos y la revisión que es la parte fundamental de la investigación, para determinar que todos los trabajos que se especifican en el presupuesto, se llevaron a cabo de manera correcta de acuerdo al Residente encargado de la obra por parte de la SCT, el cual se encargó de verificar cada uno de los pasos a seguir, conforme a cada una de las Normas mencionadas en este capítulo, para la finalización exitosa del tramo carretero en estudio.

CONCLUSIONES

El motivo de realizar este trabajo de investigación, fue que el campo de las vías terrestres es muy amplio y en lo personal es de mi agrado. Poco antes de elegir el tema de la investigación, estuve trabajando en dicha carretera: Tramo carretero Zirimícuaro “La laja”, km 3+200 al 4+501 del Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán. En la cual desempeñé el cargo de sobrestante y lo cual provocó en mí, una serie de aprendizajes de todos los trabajos que se ejecutan en campo. Fue una forma de llevar todo lo aprendido teóricamente a la práctica.

Con fines para la investigación se realizó el siguiente objetivo general: “Revisar si el proceso constructivo del tramo carretero Zirimícuaro “La laja” Km 3+200 al 4+501 Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán.” El proceso constructivo se realizó siguiendo todos los lineamientos conforme a las normas necesarias para su construcción. En el cual se puede decir que se realizó de manera correcta conforme a lo descrito en las Normas de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). Para poder llegar a esta conclusión, se revisó cada una de las Normas empleadas en la construcción de dicha carretera, para poder verificar que en realidad se llevaron a cabo tal y como ahí se especifican los trabajos ejecutados.

Después del objetivo general se despliegan una serie de objetivos llamados específicos como lo son:

- 1) De acuerdo a lo referente con la estructura empleada para esta carretera, se concluye que se utilizaron tanto los materiales como los espesores adecuados, conforme a lo especificado en el proyecto y además también en la Normas.

2) Las condiciones climáticas del entorno donde se realizó la carretera, son muy variadas, debido a que se presentaban cambios bruscos del clima, muchas veces impidiendo la realización de los trabajos. Así que era necesario realizar una buena planeación para que este impedimento no interfiriera con la obra.

3) La calidad de los materiales debe cumplir con las Normas de la SCT, así que el tipo de material y la calidad del mismo se especifican ahí, como se mencionó en el proceso constructivo se utilizaron los materiales adecuados para cada capa y que esto resulte en el cumplimiento de los controles de calidad pertinentes, para la correcta culminación.

4) La capa final de una carretera es la carpeta asfáltica, por lo que es muy importante que esta se realice de manera adecuada y eficiente, pero esto solo se logra si las capas inferiores se encuentran realizadas de manera correcta, de acuerdo a la Norma y como se mencionó en la revisión, se utilizaron los materiales correctos y por lo tanto los controles de calidad arrojaron un resultado positivo. Además de que actualmente el estado de la carpeta es muy bueno, aun después de haber transcurrido más de un año de su terminación.

Para esta investigación se realizó una pregunta: ¿Revisar si el proceso constructivo es el adecuado según las normas para el tramo carretero Zirimícuaro “La Laja” Km. 3+200 al 4+501 del municipio de Ziracuaretiro, Michoacán?. De acuerdo con lo descrito en el proceso constructivo, el método empleado para la ejecución de la obra fue el correcto, ya que la obra se ejecutó conforme a lo programado en el contrato y cumpliendo con todas las Normas. Esto indica que los pasos a seguir para

la culminación de la obra, se realizaron conforme lo indica el proceso, en cuanto a la calidad y tipos de materiales requeridos para la misma.

Para la realización de este trabajo de investigación, se tuvieron que hacer una serie de investigaciones, lo cual desde mi punto de vista ayudó a que el criterio fuera mucho más amplio. Es decir la teoría vista en la escuela es bastante buena, pero al momento de buscar información, encontré mucha y muy completa, para que dicha información plasmada en este trabajo sea confiable. Las fuentes necesarias para encontrar la información, son los libros de los cuales obtuve la mayor información y de algunas páginas de internet. También necesite las Normas de la SCT, las cuales se obtienen por medio de su página de internet. En términos generales se puede decir que al realizar un trabajo de investigación de esta magnitud, es mucho más amplio el campo de visión que se tiene de la carrera de Ingeniería Civil, lo cual obviamente ayudará en mi futuro, al momento de llevar a la práctica toda la información vista aquí.

Bibliografía.

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 (2009)

Estructuración de Vías Terrestres

Grupo editorial patria. 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.

Crespo Villalaz Carlos (1996).

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

Ed. Limusa. México.

Rico Rodríguez Alfonso (2005).

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

Volumen 2

Ed. Limusa. México.

Wright, Paul H (1993)

Ingeniería de carreteras

Ed. Limusa. México.

Otras fuentes

Norma de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)

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

Generalidades de Michoacán

<http://michoacan.gob.mx/index.php/gobierno-y-estado/118-climas>

Ubicación del Michoacán

<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/default.aspx?tema=me&e>

=16

Macro y Microlocalización

<http://www.foro-mexico.com/michoacan-de-ocampo/zirimicuaro/mensaje-217008.html>

ANEXOS



