

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727-15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

PROPUESTA DE DISEÑO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CARRETERA NUEVO PARANGARICUTIRO – ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN NUEVO. DEL TRAMO 5+000 A KM 11+000 DEL MUNICIPIO DE NUEVO PARANGARICUTIRO, MICHOACAN.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Jesús Alberto Cuara Isidro.

Asesor:

Ing. Guillermo Navarrete Calderón.

Uruapan, Michoacán, 2008.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme permitido primeramente terminar la carrera y ahora esta tesis.

A mis padres, por darme su apoyo incondicional.

A mis hermanos, por su paciencia y apoyo.

A mi esposa, por su comprensión y paciencia.

A mis maestros, por compartirme sus conocimientos.

A mis asesores:

Ing. Blanco.

Lic. Juan Luis.

Ing. Guillermo Navarrete.

Ing. Sandra Parra.

Y a todas las demás personas que intervinieron en la realización de esta tesis.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes.	1
Planteamiento del problema.	4
Objetivos.	4
Pregunta de investigación.. . . .	5
Justificación.. . . .	5
Delimitación.. . . .	6
Marco de referencia.	7

Capítulo 1. Factores que intervienen para la realización de un proyecto

carretero .

1.1.- Antecedentes de los caminos.	8
1.2.- Inventario de caminos.	9
1.3.- Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto.	9
1.4.- Velocidad.	13
1.5.- Volumen de tránsito.	14
1.6.- Densidad de tránsito.. . . .	14
1.7.- Derecho de vía.	15
1.8.- Capacidad y nivel de servicio.	15
1.9.- Distancia de visibilidad.	17
1.10.- Mecánica de suelos.	18

Capítulo 2. Características físicas de un camino.

2.1.- Tipos de carretera	30
2.2.- Alineamiento vertical.. . . .	31
2.3.- Alineamiento horizontal.	33
2.4.- Sección transversal.	38
2.5.- Elementos que forman un pavimento.	43
2.5.1.- Sub-base.	43
2.5.2.- Base hidráulica.	45
2.5.3.- Carpetas asfálticas.	47
2.6.- Materiales asfálticos.	50
2.7.- Tipos de compactación en caminos.	54
2.8.- Control de calidad.	57

Capítulo 3. Resumen Ejecutivo de Macro y Microlocalización.

3.1 Generalidades.	59
3.2 Resumen ejecutivo.	61
3.3 Entorno geográfico.	62
3.4 Informe fotográfico.	63
3.5 Estudios de tránsito.	65
3.6 Alternativas de solución.	66

Capítulo 4. Metodología.

4.1 Método empleado.	67
4.1.1 Método Matemático.	68

4.2 Enfoque de la investigación.	69
4.2.1 Alcance.	70
4.3 Diseño de la investigación.	72
4.3.1 Investigación transeccional o transversal.	72
4.4 Instrumentos de recopilación de datos.	75
4.5 Descripción del procedimiento de Investigación.	76

Capítulo 5. Proceso constructivo.

5.1 Preliminares (Trazo y nivelación).	77
5.2 Terracerías.	77
5.3 Pavimento.	81
5.3.1 Base hidráulica.	81
5.3.2 Producto asfáltico (riego de impregnación).	83
5.3.3 Carpeta asfáltica.	83
5.4 Propuesta de presupuesto.	85

Conclusiones.	99
----------------------	----

Bibliografía..	101
-----------------------	-----

Anexos.

RESUMEN

En la presente tesis titulada Propuesta de diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo. Del tramo 5+000 a km 11+000 del Municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán se presentan los factores que intervienen en la realización de un proyecto carretero, las características físicas que presentan los caminos, el resumen ejecutivo de Macro y Microlocalización, la metodología que se utilizó para llevar a cabo esta investigación y finalmente se da la propuesta de diseño del proceso constructivo de dicha carretera para concluir con el trabajo de tesis.

El tramo en estudio se encuentra en un área forestal y se pretende continuar en el sentido del camino ya existente, solo ampliando las curvas mas cerradas.

El proceso constructivo esta formado por los conceptos de trazo y nivelación, cortes y terraplenes, sub-base del banco de materiales de la alberca, base hidráulica formada del mismo banco que el concepto anterior, el riego de impregnación y la carpeta asfáltica.

Cabe mencionar que el proceso constructivo esta basado en las normas de Secretaría de Comunicaciones y Transportes y por el sistema de riego de sellos en dos capas que da un espesor de 2.5centímetros.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

En la historia de las carreteras encontrada en la página de Internet <http://www.arqhys.com/contenidos/carreteras-historia.html> se encontró que las carreteras surgieron de la necesidad de transportar suministros alimenticios de las ciudades de las primeras civilizaciones a otros consumidores, creando los primeros signos de una civilización avanzada.

Según la página de Internet <http://www.monografias.com/trabajos/transporte/transporte.shtml>, en 1930 empezó a mejorar notablemente el sistema carretero en Latinoamérica, sin embargo, debido a las fuertes lluvias en Sudamérica, en las zonas tropicales causaron que el mantenimiento fuese muy costoso e intransitable en épocas de lluvias.

En conformidad con Wright (1993), los sistemas de carreteras que existen en la actualidad se originan en la antigüedad, desde que se inventó la rueda. Los primeros viajes eran a pie, y como fue pasando el tiempo se utilizó una carreta impulsada por animales, de esta forma las grandes distancias se acortaron y se cubrieron grandes extensiones de tierra.

Como los caminos son un sinónimo de desarrollo, diferentes civilizaciones tomaron conciencia de la gran importancia que tienen y se dieron la tarea de mejorarlos.

Por otra parte, en la Universidad Don Vasco A.C. se encontraron varias tesis con relación a los procesos constructivos las cuales menciono a continuación:

En la tesis denominada revisión del programa de ejecución de obra del proceso constructivo del entronque Caracha km 92+739 del C.D. Pátzcuaro-Uruapan, del año 2008, realizada por Hugo Alejandro Magaña Madrigal, en la cual su objetivo fue determinar la importancia de un programa de ejecución de obra de un proceso contractivo, en la que encontró que no coinciden los volúmenes de obra reales con los de catálogo.

Otra tesis con el nombre de Proceso Constructivo de la estructura del pavimento del camino que conduce de los Fresnos a Uringuitiro en el municipio de Tancítaro Michoacán, realizada por Ricardo Estrada Hurtado en el año 2008, en la cual su objetivo principal es de proponer un proceso constructivo de dicha carretera y llegando a la conclusión de que sus preguntas fueron respondidas.

En la tesis de Armando Chapa Villagómez realizada también en el año 2008 y que se denomina Análisis comparativo del proceso de construcción para el pavimento del tramo: Zicuirán – Churumuco del km 42+300 a km 46+300, en el estado de Michoacán, se encontró que su objetivo general fue el de realizar un buen procedimiento de construcción para un mejor desarrollo en la elaboración y construcción del camino concluyendo que cumplió con su objetivo satisfactoriamente.

En la biblioteca de la Universidad están otras tesis como son la de Procedimientos constructivos de tercerías para la autopista Morelia – Lázaro Cárdenas del subtramo Uruapan – Nueva Italia del km 11+000 al 18+000 realizada por Ignacio Quintero Vizcarra y Rigoberto Cervantes Zamora en el año

de 1999, Análisis comparativo de la pavimentación del camino Jucutacato – Cutzato tramo del km 0+000 al km 3+500, localidad de jucutacato municipio de Uruapan en el estado de Michoacán realizada por Jorge Alberto López Villanueva en el año del 2008, Proceso de construcción y revisión del programa de ejecución de obra ubicado en el km 84+380 del tramo Pátzcuaro – Uruapan realizada por Luís Manuel Ramos Ávila en el año 2008.

Planteamiento del problema.

En esta tesis se trata de conocer el costo de la obra en estudio para lo cual es importante determinar ¿Cuál sería una propuesta de diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo. Del tramo 5+000 A km 11+000?

Para poder contestar la pregunta es importante conocer ciertas variables como son en este caso los vehículos que transitarán por ésta carretera serán de dimensiones grandes y pesados ya que el camino se localiza en una zona de alta potencialidad forestal, agrícola y ganadera, así como una fuerte afluencia turística.

Objetivo.

Objetivo general:

El objetivo general de esta tesis es el de diseñar una propuesta del proceso constructivo de la construcción de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo. Del tramo 5+000 A km 11+000 del municipio de Nuevo Parangaricutiro Michoacán para determinar los costos de ejecución.

Objetivos particulares:

Los objetivos particulares son:

1. Determinar lo que es un proceso constructivo.
2. Definir lo que es una carretera.
3. Conocer los tipos de carreteras.

4. Conocer las características que deben de presentar las carreteras.
5. Tipos de camiones a utilizar.
6. Maquinaria a utilizar para lograr una mejor eficiencia en los trabajos.

Pregunta de investigación.

En esta tesis la pregunta básica para guiar la investigación es: ¿Cuál será una posible propuesta de diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo, del tramo 5+000 A km 11+000 del Municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán? Quedando como la duda a responder con la investigación.

Justificación.

En la actualidad es de suma importancia la construcción de infraestructura carretera porque eleva la calidad de vida de los beneficiarios directos y estimula el crecimiento de las poblaciones cercanas debido al desplazamiento de un lugar a otro en tiempos mas cortos y eficientes, por lo que es importante realizar la propuesta de diseño del proceso constructivo de ésta carretera.

Este camino permitirá el transporte y comunicaciones en la zona forestal, huertas y además el abastecimiento de los productos agrícolas a los lugares de procesamiento o consumo.

Con esta investigación también serán beneficiados los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco porque podrán consultar la tesis y ver ejemplos reales, la misma Ingeniería Civil porque es una nueva

aportación a la investigación, los usuarios y habitantes vecinos porque elevaran su nivel de vida, a los investigadores por que les servirá de actualización.

Delimitación.

La investigación que se realiza en ésta tesis es del tramo que va del km 5+000 al km 11+000 de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo del Municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán, en los meses de julio a noviembre del año 2008, investigando únicamente una propuesta del proceso constructivo de dicha carretera.

La investigación y propuesta serán en base a la normatividad marcada por la SCT (Secretaria de Comunicaciones y Transportes), la Secretaria de Comunicaciones y Obras Publicas (SCOP) y por los programas de cómputo AutoCad y OPUS OLE.

Marco de referencia .

El municipio de Nuevo Parangaricutiro Michoacán, se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas: 19° 25' de latitud norte; y 102° 07' de longitud oeste, cuenta con una superficie de 234.31 km² , su temperatura va de 29 a 13.7 grados y su precipitación es de 1400 milímetros cúbicos anuales.

El municipio forma parte de la meseta purépecha, y se encuentra a 12 km de distancia a la ciudad de Uruapan.

El municipio cuenta con una población de 16,028 habitantes (II Censo Nacional INEGI 2005).

El tramo en estudio se encuentra situado en una fuerte zona forestal, así como de uso agrícola en la que predomina el cultivo del aguacate.

CAPITULO 1

FACTORES QUE INTERVIENEN PARA LA REALIZACIÓN DE UN PROYECTO CARRETERO.

En este capítulo se tratarán asuntos relacionados con las descripciones de los elementos que forman parte importante y decisivas para la proyección y decisión del tipo de camino que es conveniente realizar en cada uno de los casos.

1.1.- Antecedentes de los caminos.

Según Mier (1987), hace algunos 5000 años se inventó la rueda en Asia Menor, lo cual originó la necesidad de caminos.

Los romanos crearon una perfecta red de caminos la cual fue uno de los factores más importantes para el florecimiento de su imperio.

En el año de 1925 en México, se empezaron a desarrollar los caminos de acuerdo a la capacidad económica del país y actualmente se construyen de todo tipo de carreteras desde los caminos de cuota hasta las más pequeñas brechas.

Los aztecas y los mayas utilizaron los caminos para realizar sus actividades comerciales pero con la colonización de la Nueva España hubo una sensible mejora de los existentes y la creación de muchos más.

El presidente de la república, Benito Juárez en el año de 1867 creó un impuesto dedicado a la conservación de caminos, y en 1891 el presidente Porfirio Díaz creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

Debido a la aparición del automóvil se tuvieron que mejorar las carreteras para que fuesen adecuadas para las nuevas exigencias y demandas.

1.2.- Inventario de caminos.

De acuerdo con Mier (1987) se pueden seguir varios procedimientos para conseguir un inventario de los caminos existentes, desde el odómetro de un vehículo y tomando nota de la información que se tiene a simple vista, hasta con los más precisos métodos topográficos los cuales dan en forma directa la información de los caminos.

Existe un método llamado Odógrafo – Giroscopio – Barométrico el cual, cumple los requisitos debido a su precisión, rapidez y economía y del cual se obtienen: la planta del camino, el perfil, itinerario, configuración del terreno, características de la superficie de rodamiento, la sección transversal, alineamiento horizontal y vertical, la visibilidad, señalamientos, obras de drenaje, entre otros factores mas que son de importancia para la realización de los inventarios

Los inventarios de caminos sirven para obtener la capacidad de un camino ya que muestra las características geométricas, también para señalar las obras necesarias y prioridades que presenta un camino, así como la obtención de itinerarios, datos de las poblaciones por las cuales cruza el camino en estudio, el estado en el cual se encuentran los caminos, el estado de las obras de drenaje, etc.

1.3.- Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto.

La ingeniería de tránsito es la encargada de realizar estudios relacionados al “movimiento de personas y vehículos en las calles y caminos, con el propósito de hacerlo eficaz, libre, rápido y seguro”, (Mier 1987: 21)

Los problemas de tránsito son causados por varias cosas que entorpecen la circulación tales como la falta de educación vial, vías de comunicación deficientes, caminos angostos, diferentes tipos de vehículos en un mismo camino, entre otros, causando pérdidas de tiempo y a veces pérdida de vidas humanas.

En su libro, Mier (1987), muestra tres tipos de soluciones que pueden dar solución a los problemas de tránsito.

La solución integral, que es la que consiste en modificar o crear un tipo de camino de acuerdo a los tipos de vehículos modernos, proyectar trazos nuevos en las ciudades, lo cual sería muy difícil y costoso además de que sería muy tardado.

La solución parcial de alto costo que propone adecuar los caminos existentes haciéndolos más eficaces y seguros, ensanchándolos, construyendo intersecciones canalizadas, sistemas de control automático, etc.

La solución parcial de bajo costo, el cual consiste en aprovechar al máximo los caminos existentes y con el mínimo de obras adicionales, creando lo mejor posible una educación vial partiendo de leyes y reglamentos adecuados a las necesidades del tránsito.


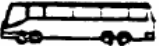
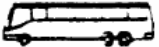
Los elementos del tránsito son: el usuario, el vehículo y el camino.



El usuario es toda la población en general ya sea peatón o conductor; el peatón es el que camina por la banqueta en los casos que haya ya que se adapta con mayor facilidad a cualquier condición que se presente en los caminos, el conductor es el que controla un vehículo, el cual tiene dos limitantes que son la visibilidad y el tiempo de reacción.




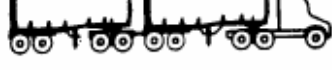
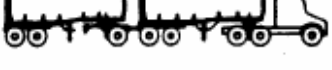

El vehículo ha tenido un gran desarrollo en los últimos años. La relación habitantes por vehículo se ha ido disminuyendo lo cual indica que cada vez hay mas vehículos, también la potencia de estos ha ido en aumento incesantemente.

Los vehículos se clasifican en vehículos ligeros y vehículos pesados.

Tabla 1.1 Tipos de vehículos.

AUTOBUS			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
B2	2	6	
B3	3	8-10	
B4	4	10	

CAMION UNITARIO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	

TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1-R2	5	18	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S2-R2	7	26	
T3-S2-R4	9	34	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S3-S2	8	30	

Los caminos tienen varias clasificaciones como son: clasificación de transitabilidad: se clasifica en camino pavimentado, camino revestido y camino de terracería, clasificación SOP en montañoso, lomerío y plano, clasificación administrativa en caminos federales, caminos de cooperación tripartita y caminos de cuota, y por último también pueden clasificarse por la longitud de los caminos.

1.4.- Velocidad.

Un factor importante para el proyecto de un camino es la velocidad ya que es un factor que se utiliza para el buen funcionamiento a causa de la rapidez y seguridad con la que transitan personas y mercancías.

Existen cuatro tipos de velocidades que se toman en cuenta y que son:

1.- Velocidad de proyecto: es la máxima velocidad sostenida a lo largo de un camino ofreciendo seguridad al conductor. La velocidad de proyecto se elige de acuerdo con diversos factores que influyen como la topografía de la región, por el tipo de camino, por el volumen de tránsito y por los usos de las tierras.

2.- Velocidad de operación: es la que realmente transitan los vehículos por un tramo a lo largo de un camino, se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo recorrido. La velocidad de operación puede verse afectada por el tráfico de un camino.

3.- Velocidad de punto: es la velocidad de un vehículo cuando pasa por un punto determinado del camino. Esta velocidad se puede medir con un enoscopio que funciona como un periscopio observando y midiendo el tiempo cuando un vehículo pase entre dos marcas.

4.- Velocidad específica global: “es el promedio de la velocidad mantenida por un vehículo a lo largo de un camino” (Mier, 1987:44). Sirve para saber la fluidez en los caminos.

1.5.- Volumen de tránsito.

El volumen de tránsito es el que se genera por el número de vehículos que pasan por un punto dado en direcciones específicas sobre un carril o carriles de un camino en un periodo de tiempo.

El volumen de tránsito llamado volumen promedio diario anual (VPDA) es aquel que divide el número de vehículos que pasan por un camino durante un año entre 365, que son los días del año.

El VPDA no indica las variaciones de volumen de tránsito que ocurren durante el mes, el día o las horas de un día, por lo que no es conveniente usarlo para realizar un proyecto de un camino.

Otro parámetro para medir el volumen de tránsito es el denominado volumen máximo horario anual (VMHA) que "es el volumen horario mas alto que acontece para un determinado año. El uso de este parámetro en la elaboración de un proyecto da como resultado obras sobradas".

El volumen horario que debe utilizarse para la elaboración de un proyecto carretero el que no sea excedido muy a menudo.

1.6.- Densidad de tránsito.

Se define como densidad de tránsito al número de vehículos que se encuentran en un mismo tramo carretero en un momento determinado.

Si la velocidad de los vehículos en un camino es constante, existe una relación lineal entre el volumen y la densidad, ya que el volumen de tránsito es igual a la velocidad por la densidad.

1.7.- Derecho de vía .

El derecho de vía según Mier (1987) es una franja de ancho suficiente de terreno adquirido para alojar una vía de comunicación por lo que integra a la misma.

El ancho del derecho de vía debe satisfacer las necesidades de la vía de comunicación, cumpliendo con la seguridad y eficiencia del servicio.

En México se utiliza el derecho de vía de un ancho de 40 metros, 20 metros a cada lado partiendo del eje. En casos como en autopistas o brechas, el derecho de vía puede aumentarse o reducirse según el caso.

1.8.- Capacidad y nivel de servicio .

La capacidad mide la eficiencia que tiene un camino según dice Mier (1987). “El nivel de servicio determina las condiciones de operación que un conductor dado experimenta durante un viaje, cuando los volúmenes de tránsito están por debajo de la capacidad” (Mier, 1987:59).

Capacidad.- Es la cantidad máxima de vehículos que pueden circular en un camino bajo las condiciones que prevalecen de tránsito y del camino en un periodo de tiempo.

Nivel de servicio.- Es una medida cualitativa que se presenta por efecto de ciertos factores que determinan las condiciones de operación en diferentes volúmenes de tránsito.

A continuación se mencionan otros factores que influyen de manera directa para la identificación de la capacidad y el nivel de servicio de los diferentes caminos de acuerdo con Mier (1987).

- 1) Volumen de servicio.
- 2) La capacidad y sus objetivos.
- 3) La operación del tránsito en la capacidad.
- 4) La velocidad en la capacidad.
- 5) Espaciamiento e intervalo entre vehículos.
- 6) Relaciones entre velocidad, volumen y densidad.
- 7) Capacidad para condiciones de circulación continua.
- 8) Capacidades para condiciones de circulación discontinua.
- 9) Niveles de servicio.
- 10) Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio.
- 11) Factores relativos al camino.
- 12) Factores relativos al transito.
- 13) Caminos de dos carriles.
- 14) Caminos de varios carriles.
- 15) Autopistas y otras vías rápidas.
- 16) Rampas.
- 17) Zonas de entrecruzamiento.
- 18) Intersecciones a nivel controladas con semáforos.
- 19) Arterias urbanas y suburbanas.

1.9.- Distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad se define como la longitud continua que el conductor ve enfrente de él, siendo favorables las condiciones atmosféricas y de tránsito.

Se consideran dos diferentes tipos de distancia de visibilidad que son la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase.

Se le llama distancia de visibilidad de parada a la mínima distancia que el conductor necesita para pararse desde que ve un objeto hasta antes de llegar a él. La distancia de visibilidad se divide en dos partes o dos distancias: la distancia de reacción que es la distancia que tarda el conductor desde que ve el objeto hasta que pone el pie en el pedal, y la distancia de frenado que es la distancia que recorre el vehículo desde la aplicación de los frenos hasta que se detiene.

La distancia de visibilidad de rebase es la que el conductor necesita en un tramo de carretera para poder adelantar a otro vehículo que transita delante de él por el mismo carril sin peligro de interferir con un tercer vehículo que circule en sentido contrario. Esta distancia de visibilidad solo aplica en carreteras de dos carriles ya que en caminos de cuatro carriles o más el rebase se puede lograr en el carril interior de cada sentido sin interferir con el sentido contrario.

La distancia de visibilidad de rebase en pendientes ascendentes fuertes es menor que en terrenos planos debido a que los vehículos en bajada aceleran más rápidamente disminuyendo el tiempo de la maniobra en el rebase. De igual manera en pendientes ascendentes fuertes es mayor la distancia de visibilidad de rebase por lo que se reduce el poder de rebase en subidas.

1.10.- Mecánica de suelos.

La mecánica de suelos, según menciona Arias (1984), es una rama de la ingeniería civil encargada del estudio de la aplicación de las leyes de la mecánica e hidráulica a los problemas de ingeniería que trata con partículas sólidas que se producen por la desintegración de las rocas.

Los suelos se forman por diferentes causas como son:

- 1) Congelación de agua
- 2) Cambios de temperatura
- 3) Efectos de los organismos
- 4) Esfuerzos tectónicos
- 5) Efectos abrasivos del agua y del viento
- 6) Efectos telúricos
- 7) Efectos de la gravedad.

Existen diferentes tipos de suelos:

- Suelos residuales.- Son los suelos que se encuentran en el mismo lugar en donde se crearon. Generalmente son suelos con una gran capacidad de carga.
- Suelos transportados.- Los suelos transportados son aquellos que se encuentran en un lugar diferente al de su origen, siendo transportados principalmente por el agua, el viento, los glaciares, la gravedad, etc. y se dividen en:

- 1) Suelos aluviales.- Este tipo de suelos son transportados por el agua, formando depósitos de arenas, gravas, cantos rodados dependiendo de la velocidad del agua.
- 2) Suelos lacustres.- Son formados cuando un río pierde su velocidad depositando las partículas finas que arrastra en un lago.
- 3) Suelos eólicos.- Son suelos que son transportados por el viento creando dunas, loes, etc.
- 4) Depósitos de pie de monte.- Son suelos formados por la acción directa de la gravedad, constituidos por una gran diversidad de materiales, gravas, arcillas, arenas, limos, siendo la heterogeneidad y la baja compacidad una característica de este tipo de suelos.

Estructura de los suelos gruesos.

La estructura de un suelo es la ubicación, orientación y arreglo de las partículas que lo integran. Dividiéndose en suelos gruesos y suelos finos de la siguiente manera:

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

Existen varios factores que intervienen en el comportamiento de un suelo grueso como son:

- 1) Condiciones de drenaje.- Disminuye la resistencia al corte y aumenta la compresibilidad.
- 2) Compacidad del suelo.- Un suelo compacto es más útil que un suelo suelto.
- 3) Estratigrafía.- Por las capas horizontales que lo forman.

- 4) Granulometría.- Es el tamaño de las partículas que lo componen, así como su distribución granulométrica.
- 5) La dureza de las partículas.
- 6) La forma de las partículas.- Puede ser redonda, alargada, angulosa, equidimensional.
- 7) La rugosidad de las partículas.- Los movimientos de los granos

La estructura de los suelos finos es mucho más compleja que la estructura de los suelos gruesos debido a que intervienen fuerzas electromagnéticas que son propias de estas partículas.

Propiedades volumétricas y gravimétricas

Los suelos pueden estar totalmente saturados de agua o parcialmente saturados definiendo éstos como un sistema de partículas cuyos espacios libres pueden estar parcial o totalmente saturados, teniendo tres fases: sólido, líquido y gas.

Relaciones entre volúmenes y pesos

Relación de vacíos.- Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen de sólidos en un suelo, siendo su medida adimensional.

Porosidad.- La porosidad representa el porcentaje de huecos que tiene una muestra, siendo la relación entre el volumen de vacíos y el volumen de la masa.

Grado de saturación.- Es la relación del volumen de agua y el volumen de vacíos, dividiéndose en suelos secos, suelos parcialmente saturados y suelos totalmente saturados.

Contenido de agua.- Es el resultado de la relación del peso del agua entre el peso de la fase sólida de un suelo.

Pesos específicos o volumétricos

Peso específico húmedo.- Es el que resulta del peso total de la muestra entre el volumen de la misma expresada en ton/m³.

Tabla 1.2 Peso volumétrico en suelos.

TIPO DE SUELO	PESO VOLUMETRICO (ton/m ³)		
	MAXIMO	MINIMO	
Tepetates	Secos	1.60	0.75
	Saturados	1.95	1.30
Arena de grano en Tamaño uniforme	Seca	1.75	1.40
	Saturada	2.10	1.85
Arena bien graduada	Seca	1.90	1.55
	Saturada	2.30	1.95
Arcilla típica del valle de México en condiciones naturales.		1.5	1.20

Peso específico seco.- Es el cociente del peso de los sólidos entre el volumen total de la muestra, o sea sin tomar en cuenta el peso del agua.

Tabla 1.3 Relaciones de vacíos y pesos específicos típicos de estructuras de contacto.

Descripción del suelo	Relación de vacíos		Peso específico (kg/m ³)	
	Máx.	Mín.	Min.	Máx.
Arena subangular uniforme	0.85	0.50	1 890 sat.	2 100 sat.
Arena subangular de buena graduación	0.70	0.35	1 970 sat. 1 550 sec.	2 230 sat. 1 950sec.
Grava arena limosa de muy buena graduación	0.65	0.25	2 000 sat. 1 600 sec.	2 320 sat. 2 110 sec.
Arena y limo micáceos	1.25	0.80	1 760 sat. 1 200 sec.	1 950 sat. 1 510 sec.

Peso específico sumergido.- Es el empuje hacia arriba experimentado al ser sumergido un suelo en agua que es igual al peso del volumen de agua expulsado.

Tabla 1.4 Pesos específicos sumergidos.

Suelo	γ_d (ton/m ³)	γ_{sat} (ton/m ³)	γ' (ton/m ³)
Arena uniforme suelta	1.43	1.89	0.89
Arena uniforme compacta	1.75	2.09	1.09
Arcilla blanda	-	1.43	0.43
Arcilla muy blanda	-	1.27	0.27

Peso específico relativo.- Es un número adimensional definido por la relación entre el peso específico de una sustancia y el peso específico del agua.

A continuación se presentan algunos ejemplos de minerales de rocas de sus propiedades físicas y pesos específicos relativos:

Tabla 1.5 Principales minerales de rocas y suelos.

Grupo mineral	Variedad	Dureza	Color	Exfoliación	Peso esp. Rel.
Sílice	Cuarzo	7	Incoloro-blanco	Ninguna	2.66
	Pedernal	7	Claro	Ninguna	2.66
Feldespato	Ortoclasa, microlina	6	Blanco-rosado	Ángulo recto	2.56
	Plagioclasas	6	Blanco-gris	Ángulo recto Sup. estriada	2.6-2.75
Mica	Moscovita	2 – 2.5	Plateado	Escamosa fina	2.75-3.0
	Biotita	2.5 – 3	Oscuro	Escamosa fina	
Ferromagnesiano	Piroxena: augita	5 – 6	Negro	Ángulo recto	3.1-3.6
	Anfíbol: hornablenda	5 – 6	Negro	Ángulo oblicuo	2.9-3.8
	Olivino	6 – 5.7	Verdoso		3.3
Oxidos de hierro	Limonita, magnetita	5 – 6	Rojo, ama, neg.		5.4
Calcita**	Cristalina a terrosa	3	Blanco-gris	3 caras del paralelogramo	2.7
Dolomita***	Cristalina a terrosa	4	Blanco-gris		2.8
Minerales arcillosos	Caolinita, Illita Montmorilonita	1	Blanco	Terrosa	2.2-2.6
Celulosa				Fibrosa	1.5-2

Compacidad relativa.- La compacidad relativa presenta, conforme a los diferentes grados de compactación de un suelo, tendencias a ser mas grandes conforme son mas compactos.

Granulometría de los diferentes tipos de suelos.

En la mecánica de suelos existe la granulometría que estudia lo relativo a las formas de distribución de tamaños de las gravas o granos que forman un suelo.

En conformidad con Arias (1984), los suelos gruesos tienen formas equidimensionales, las arcillas y micas tienen formas en placas y las menos comunes que son la forma tubular en algunas arcillas.

El análisis granulométrico en suelos gruesos son los que su tamaño varía entre 0.074 y 76.2 mm. Un suelo grueso con una amplia gama de tamaños tiene un comportamiento más propicio que algunas granulometrías uniformes.

Para realizar una granulometría o alguna medición de los granos pueden utilizarse dos métodos: el directo o con mallas.

El método directo consiste en tomar una grano de forma manual y medirla con un aparato de precisión como el Vernier, este método puede hacerse en partículas con tamaños de 3 pulgadas.

El método con mallas consiste en utilizar una serie de mallas descendentes de tamaños, ya que están establecidas se les deposita el suelo, el cual debe estar seco y libre de materia orgánica, el juego de mallas se agita en forma horizontal y vertical en un lapso de tiempo de 5 o 10 minutos, luego es pesado el material retenido en cada malla con cuidado para no tener pérdidas, se calcula el porcentaje retenido en cada malla con respecto al peso total de la muestra, y al final se grafica de forma semilogarítmica el por ciento del material que pasa, en peso, y el diámetro de la malla, una vez graficados los resultados se obtiene la Curva de Distribución Granulométrica.

Para determinar la granulometría en suelos finos que son partículas con tamaños menores a 0.074 mm. Se utiliza el procedimiento llamado hidrómetro, este método consiste en establecer una mezcla homogénea de suelo-agua y es utilizado para observar la velocidad de sedimentación de las partículas grandes que es mayor que el de las partículas pequeñas, si se realiza esta prueba varias veces se obtienen resultados mas precisos.

La propiedad de un material que es conocida como plasticidad, el cual es capaz de soportar deformaciones sin agrietarse ni variación volumétrica apreciable.

Existen varios criterios para medir la plasticidad en las arcillas, el mas aplicado es el de los limites de Atterberg quien dice que “la plasticidad no es una propiedad permanente de las arcillas, sino puramente circunstancial y dependiente de su contenido de agua” Arias (1984). Existen diferentes estados de los suelos finos de acuerdo a su contenido de agua y se llaman límites de consistencia.

Tabla 1.6 Estados de consistencia.

ESTADOS DE CONSISTENCIA	LIQIDO	SEMILIQIDO	PLASTICO	SEMISOLIDO	SÓLIDO
PROPIEDADES Y CARÁCTER DEL SUELO	SUSPENSION	COMPORTAMIENTO DE UN FLUIDO VISCOSO	COMPORTAMIENTO PLASTICO	DISMINUCION DEL VOLUMEN AL PERDER HUMEDAD (CONTRACCION)	NO DISMINUYE SU VOLUMEN AL SECARSE

Los límites de consistencia son:

- 1) Límite líquido (LL).- Es el contenido de agua de un suelo fino
- 2) Límite plástico (LP).- Es el contenido de agua de un suelo en el momento que empieza a perder sus propiedades de plasticidad, pasando a un estado semisólido.

- 3) Límite de contracción (LC).- Es el contenido de agua en el momento en el que el suelo no cambia de volumen y permanece constante aunque disminuya su contenido de agua.
- 4) Índice de fluidez (FW).- Es la variación del contenido de agua para un ciclo de la escala logarítmica.
- 5) Índice de tenacidad (TW).- Su valor varía entre 1 y 3 generalmente, siendo este un índice poco útil.

Según Arias (1984), el criterio mas destacado acerca de la clasificación de suelos es la de A. Casagrande al que denominó Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) distinguiendo los suelos gruesos y los suelos finos de la siguiente manera:

a) suelos gruesos

Si más del 50% de las partículas en peso son gruesas, puede decirse que es un suelo grueso.

Los suelos gruesos se representan con dos letras mayúsculas:

Con la letra "G" que son las gravas

Con la letra "S" que son las arenas y los suelos arenosos

Las gravas y las arenas se dividen por la maya No. 4 siendo gruesas si mas del 50% es retenido en la maya y finos si pasa por la maya mas de la mitad.

Las gravas y las arenas se clasifican también por las siguientes características:

Con el símbolo "W" el material limpio de finos, bien graduado

Con el símbolo “P” el material limpio de finos mal graduado

Con el símbolo “M” el material con finos no plásticos

Con el símbolo “C” el material con suelos plásticos

Estos símbolos antepuestos de la grava o de la arena forman los siguientes grupos:

GW y SW.- son “suelos bien graduados y con pocos finos o bien limpios” Arias (1984).

GP y SP.- son suelos de apariencia uniforme pero mal graduados.

GM y SM.- en estos suelos, los finos afectan la resistencia de los gruesos en la resistencia, en el esfuerzo-deformación, y en el drenaje.

GC y SC.- en este tipo de suelos los finos son de media a alta plasticidad conteniendo más del 12% de peso en finos.

b) suelos finos.

Al igual que los suelos gruesos, los finos también se representan por letras mayúsculas:

Con el símbolo “M” los limos inorgánicos.

Con el símbolo “C” las arcillas inorgánicas.

Con el símbolo “O” los limos y las arcillas orgánicas.

Y dependiendo de su compresibilidad se le asignan las letras “L” o “H” que significan media o baja compresibilidad o alta compresibilidad respectivamente.

En seguida se muestra la tabla del sistema unificado de clasificación de suelos conocida como la tabla del SUCS.

Tabla 1.7 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos			
<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>	
<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>		<p>Indicador de grupo (ICG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arenas y arenas limosas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para arcillas)</p> <p>Indicador de grupo (IG) = $\frac{C_u - C_L}{U_{cl}}$ (para limos)</p>	



Gráfico de plasticidad para la clasificación en laboratorio de suelos de grano fino

Según Skempton (1957).
 *Clase de arena. Los suelos que poseen características de dos grupos se clasifican con la combinación de los dos términos. Por ejemplo, GP-GC, arenosa (GP) y arcillosa (GC).
 **Todos los suelos de arcillas se refieren al U.S. Standard.

Indicaciones (continuación de la aplicación).
 Después de haber establecido de promedio de 10 cm³ de arena, se prepara una muestra de suelo húmedo para su análisis.
 Colocando la muestra en la palmeta de la prensa y agitando lentamente, se prepara una muestra seca.
 Se vuelve a la muestra. Una reacción positiva consiste en la aparición de agua en la superficie de la palmeta, la cual aparece una consistencia plástica y de aspecto brillante. Cuando se agita se vuelve a la muestra y se repite el proceso. La aparición de agua en la palmeta y de desmenuzamiento de la muestra para determinar el contenido de los líquidos de un suelo.
 Las arenas limosas muy húmedas dan la reacción más rápida y clara al estar que una arena plástica no presenta reacción. Los limos arcillosos, como se puede ver en la tabla (Fig. 1), muestran una reacción más débil.

Indicaciones (continuación de la aplicación).
 Después de haber establecido de promedio de 10 cm³ de arena, se prepara una muestra de suelo húmedo para su análisis.
 Colocando la muestra en la palmeta de la prensa y agitando lentamente, se prepara una muestra seca.
 Se vuelve a la muestra. Una reacción positiva consiste en la aparición de agua en la superficie de la palmeta, la cual aparece una consistencia plástica y de aspecto brillante. Cuando se agita se vuelve a la muestra y se repite el proceso. La aparición de agua en la palmeta y de desmenuzamiento de la muestra para determinar el contenido de los líquidos de un suelo.
 Las arenas limosas muy húmedas dan la reacción más rápida y clara al estar que una arena plástica no presenta reacción. Los limos arcillosos, como se puede ver en la tabla (Fig. 1), muestran una reacción más débil.

Tabla 1.8 Uso de los suelos para terracerías de acuerdo a la clasificación SUCS.

TIPO	SUBTIPOS		SIMBOLO DE GRUPO	CARACTERISTICAS PARA SU ACOMODO	PRUEBAS ESPECIFICADAS PARA LA DETERMINACION DE LOS PESOS VOLUMETRICOS SECOS MAXIMOS	RECOMENDACIONES DE USO		
						CUERPO DE TERRAPLEN	CAPA DE SUBRASANTE EN TERRAPLENES Y CORTES	
SUELOS Partículas menores de 7.6cm (3 pulgadas)	GRUESOS	GRAVAS	GW	Susceptible de compactarse con equipo especial.	PORTER	90% DE COMPACTACION	95% DE COMPACTACION	
			GP		PORTER			
			GM		PORTER			
			GC		PORTER			
		ARENAS	SW		PORTER			
			SP		PORTER			
			SM		PORTER			
			SC		Proctor SOP			
			LIMITES LIQUIDO MENOR DE 50		ML			Porter para $lp < 5$
					CL			Porter para $lp > 6$
	OL	Proctor SOP						
	FINOS	LIMITES LIQUIDO ENTRE 50 Y 100			MH1	Proctor SOP		
			CH1		Proctor SOP			
			OH1		Proctor SOP			
		LIMITES LIQUIDO MAYOR DE 100	MH2					
			CH2					
			OH2					
	ALTAMENTE ORGANICOS	TURBA	PI				NO DEBEN USARSE	NO DEBEN USARSE

En los casos de suelos que por su baja cementación no se han definido la prueba que debe aplicarse para el determinarse el peso volumétrico seco máximo. Se efectúan las pruebas Proctor SOP y Porter, optando por aquella que de un peso volumétrico seco máximo más alto.

EL PROYECTO DEBERA ESPECIFICAR AQUELLOS CASOS EN QUE NO SEA POSIBLE CONSTRUIR POR CUANTO UNA PARTE DEL CUERPO DE TERRAPLENES DE LOS SUELOS EN LOS PASEOS DEBIERAN SER COMPACTADOS EN OcasIONES SE SUSCEPTIBLES DE COMPACTARSE CON EQUIPO ESPECIAL AUNQUE NO PUEDA DETERMINARSE EL GRADO DE COMPACTACION. ESTO SOLO PODRA HACERSE EN EL CUERPO DEL TERRAPLEN Y EL PROYECTO MARCARA EL PROCESO A SEGUIR EN ESTOS CASOS

NO DEBERAN USARSE MATERIALES CON VALOR RELATIVO DE SOPORTE SATURADO MENOR DE 5% O EXPANSION MAYOR DE 5%

NOTA: EN CUANTO A LOS PORCENTAJES DE COMPACTACION Y DE EXPANSION DE LOS SUELOS, QUE APARECEN EN EL PRESENTE CUADRO, SE HACE NOTAR QUE PUEDE HABER ALGUNAS EXCEPCIONES, EN MAS O EN MENOS, QUE DEBERAN SER OBJETO DE ESTUDIOS ESPECIALES Y ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO

En este capítulo se analizarán las características físicas de un camino, así como los tipos de carreteras, el alineamiento horizontal y vertical, la sección transversal y los elementos que forman un pavimento, en conjunto se da la definición del concepto de lo que son las carreteras.

2.1.- Tipos de carretera.

En este apartado se darán a conocer los principales tipos de carreteras así como su ancho de corona, calzada, acotamientos y faja separadora.

Tabla 2.1 tipos de carreteras.

Tipo de carretera		Anchos de				
		Corona (m)	Calzada (m)	Acotamientos (m)		Faja separadora central (m)
E		4	4	--		--
D		6	6	--		--
C		7	6	0.5		--
B		9	7	1		--
A	(A2)	12	7	2.5		--
	(A4)	22.00 mínimo	2 x 7.00	EXT	INT	1.00 mínimo
				3	0.5	
(A4S)	2 x 11.00	2 x 7.00	3	1	8.00 mínimo	

2.2.- Alineamiento vertical

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le conoce como línea subrasante.

El alineamiento vertical se forma de tangentes y curvas:

Tangentes

Se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia media horizontalmente que se encuentra entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente, se representa como T . La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia ubicada entre dos puntos de la misma.

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le conoce como PIV , y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se representa con una A .

A) Pendiente Gobernadora. Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno; la mejor pendiente gobernadora para cada caso, será aquella que al conjugar esos conceptos, permita lograr el menor costo de construcción, conservación y operación.

B) Pendiente máxima. Es la mayor pendiente que se aprueba en el proyecto. Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la proporción del terreno. Dicha pendiente se usara cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos locales como cantiles, fallas y zonas inestables, siempre y cuando no rebase la longitud crítica.

C) Pendiente mínima. Esta se fija para permitir el drenaje. En terraplenes puede ser nula; para los cortes se sugiere 0.5% como mínimo, para garantizar un buen funcionamiento de las cunetas; en algunos casos la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podrá aumentar la pendiente mínima.

D) Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical. Los elementos que determinan la longitud de crítica de una tangente son principalmente el vehículo de proyecto, la distribución del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

El vehículo con su relación peso/potencia, fija la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente dada. La configuración del terreno asigna condiciones al proyecto que obligan la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que estos transfieran con los vehículos ligeros. El volumen y la composición del tránsito son elementos primordiales para el estudio económico del tramo.

Se han desarrollado dos criterios para determinar la longitud crítica de una tangente vertical:

1. Cuando se trata de caminos con volúmenes de tránsito se considera que la longitud crítica de cualquier pendiente es aquella que disminuye 25 Km/h en la velocidad de marcha del vehículo.

2. La secretaría de Obras Publicas ha desarrollado otro criterio basado en el tiempo de recorrido, que se aplica a caminos con bajos volúmenes de tránsito y alojados en terrenos clasificados, en donde se tiene que tomar en cuenta una pendiente gobernadora con valor previamente especificado.

Cuando interviene la pendiente gobernadora, la longitud crítica de tangentes para las diferentes pendientes no debe tener valores rígidos y fijos, ya que su valor varía en función de los diferentes tramos.

2.3.- Alineamiento horizontal.

Se define como la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los elementos que lo integran son:

Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. PI es el punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas y el símbolo Δ es al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente. La longitud de una tangente es la distancia ubicada entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente. Al punto sobre

tangente se le representa por *PST* y es cualquier punto preciso del alineamiento horizontal ubicado en el terreno sobre una tangente.

La longitud máxima de una tangente está limitada por la seguridad, es decir que las tangentes largas tienden a causar accidentes, debido a que ocasionan al conductor una distracción en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal motivo es necesario proyectar en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de una tangente entre dos curvas sucesivas esta formada por la longitud requerida para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas.

Curvas Circulares

Son los arcos de círculo que integran la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes contiguas; dichas curvas pueden ser simples o compuestas, dependiendo de que se emplee uno o dos arcos de círculo.

A) Curvas Circulares Simples. Cuando dos tangentes están unidas por una sola curva circular, y pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha. Dichas curvas se calculan como:

1. Grado de curvatura. Es el ángulo subtendido por un arco de 20 m. y se representa con G_c .

El grado máximo de curvatura, es aquel que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobreelevación máxima a la velocidad de proyecto.

2. Radio de la curva. Es el radio de la curva circular. Se expresa con R_c .

3. Angulo Central. Es el ángulo subtendido por la curva circular. Se representa con θ_c . En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

4. Longitud de curva. Es la longitud del arco entre el PC y el PT . Se representa con l_c .

5. Subtangente. Es la distancia entre el PI y el PC o PT , medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con ST .

6. Externa. Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con E .

7. Ordenada media. Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Su símbolo es M .

8. Deflexión a un punto cualquiera de la curva. Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto considerado. Se expresa como Δ .

9. Cuerda. Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva. Se expresa con C . Si los puntos son PC y el PT , a la cuerda resultante se le llama cuerda larga.

10. Ángulo de la cuerda. Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada. Su símbolo es ϕ .

B) Curvas circulares compuestas. Aquellas que se componen por dos o más curvas circulares simples de igual sentido y de distinto radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas.

En caminos debe evitarse este tipo de curvas, porque provocan cambios de curvatura peligrosos.

Curvas de transición

Se define como la que liga una tangente con una curva circular, teniendo como característica primordial, que en su longitud se efectúa el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular.

Se le llama curvatura de una curva en un punto A , al límite de las curvaturas medias de los arcos de dicha curva que tienen el mismo extremo A , cuando el segundo extremo tiende a A ; siendo la curvatura media de un arco el cociente del ángulo de contingencia del arco de y de su longitud. De igual modo, se llama radio de curvatura de una curva en un punto al valor recíproco de la curvatura en dicho punto.

Para ciertos valores de la velocidad de proyecto, grado de curvatura y deflexión, ocurre que la suma de las deflexiones de la espiral sobrepasa a la deflexión entre las tangentes traslapándose entonces las espirales. Como esto es inadmisibles habrá un valor de deflexión, abajo del cual no se podrán insertar espirales para una curva de grado dado, o inversamente.

La expresión necesaria para que las espirales no se traslapen es: $\theta_o = 0$

Distancia de visibilidad en curvas de alineamiento horizontal

En curvas del alineamiento horizontal que parcial o totalmente queden alojadas en corte o que tengan obstáculos en su parte interior que limiten la distancia de visibilidad, debe tenerse presente que esa distancia sea cuando menos equivalente a la distancia de visibilidad de parada.

2.4.- Sección transversal.

Se conoce como la sección transversal al corte vertical normal al alineamiento horizontal en cualquier punto de un camino. Define la posición y dimensiones de los elementos que forman el camino.

Elementos que integran una sección transversal son:

- a) Sub-Corona

Es la superficie que limita a las terracerías y sobre las que se apoyan las capas del pavimento.

Por terracerías se entiende, el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta la sub-corona.

Al pavimento se le conoce como la capa o capas de material seleccionado y/o tratado, comprendida entre la sub-corona y la corona.

Los elementos que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción del camino y que definen a la sub-corona son:

1. Ancho

El ancho de subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte.

2. Subrasante

Se define como la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Es decir es un punto cuya diferencia de elevación con la rasante está determinada por el espesor del pavimento.

3. Pendiente Transversal

Es semejante que la de la corona, consiguiendo mantener uniforme el espesor del pavimento; puede ser bombeo o sobreelevación dependiendo del tipo de sección.

b) Corona

Se define como la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del mismo.

En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que describen la corona son:

1. Rasante

Es la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino.

2. Pendiente Transversal

“Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje”. Se representan tres casos:

1.- Bombeo

Es la pendiente que se da a la corona en tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante.

2.-Sobreelevación

La Sobreelevación de las curvas horizontales se genera de igual manera que el alineamiento horizontal.

3.-Transición de Bombeo a la sobreelevación.

Dicha transición se proyecta como se menciona en el alineamiento horizontal.

c) Acotamientos

Son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Sus funciones son:

1.- Brindar seguridad al usuario del camino brindándole un ancho adicional fuera de la calzada.

2.- Protección contra la humedad y posibles erosiones de la calzada, además de dar confinamiento al pavimento.

3.- Corregir la visibilidad de los tramos en curva.

4.- Optimizar los trabajos de conservación.

5.- Mejorar la apariencia del camino.

El ancho de los acotamientos depende en primera parte del volumen del tránsito y del nivel de servicio del camino.

d) Calzada

Es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos e integrada por uno o varios carriles.

Las medidas más frecuentes para los anchos de carril son: 2.75m. , 3.05 m., 3.35 m., y 3.65 m. Y normalmente se emplean dos, cuatro o más carriles;

e) Cunetas y Contra cunetas

Son las obras de drenaje que, debido a su naturaleza son integradas en la sección transversal.

1. Cunetas.

Son zanjas construidas en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona, junto a los hombros.

La sección normal de la cuneta es triangular con un ancho de 1.00 m.

2. Contra cunetas

Son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con la finalidad de mantener una interceptación eficiente del escurrimiento laminar.

f) Taludes

Se define como la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes. Los taludes se determinan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forma.

g) Partes Complementarias

Son elementos de la sección transversal con los cuales se pretende mejorar la operación y conservación del camino. Son las guarniciones, bordillos, banquetas, fajas separadoras defensas y dispositivos para el control del tránsito.

1.- Guarniciones y Bordillos

Las guarniciones son elementos parcialmente enterrados, generalmente son de concreto hidráulico que se emplean principalmente para delimitar las banquetas, camellones e isletas.

Los bordillos son elementos habitualmente de concreto asfálticos que se construyen sobre los acotamientos, a fin de procesar el agua que se escurre por la corona.

2.- Banquetas

Son fajas destinadas a la circulación de peatones las cuales están ubicadas en zonas urbanas y suburbanas.

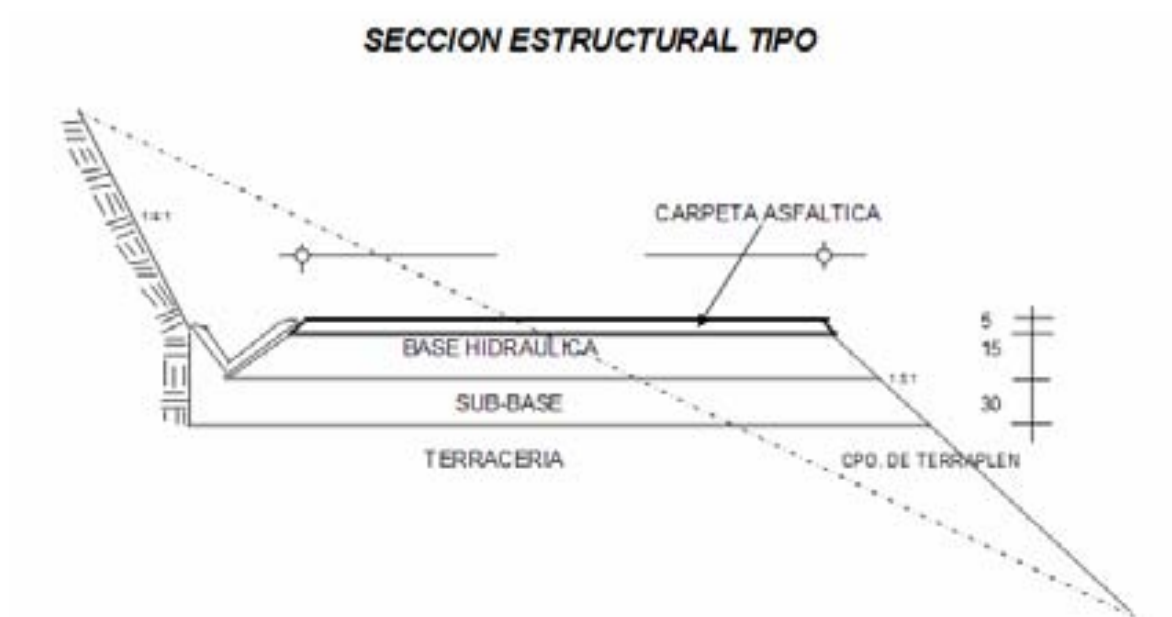
3.- Fajas Separadoras y Camellones

Aquellas zonas que se disponen para separar los carriles de tránsito de otros de sentido opuesto.

Los camellones centrales se usan en caminos de cuatro o más carriles.

2.5.- Elementos que forman un pavimento.

Figura 2.1 Sección estructural tipo.



Los elementos que forman un pavimento generalmente son: la sub-base, la base y la carpeta asfáltica.

2.5.1.- Sub-base .

De acuerdo con la SCT(N-CTR-CAR-1-04-002-03) la sub-base es la capa de materiales pétreos construida sobre la subrasante, la cual sirve para proporcionar un apoyo uniforme a la capa de base hidráulica y soportar las cargas que se le transmiten distribuyendo los esfuerzos inducidos adecuadamente a la capa inferior, así como evitar que suban los finos a las capas superiores.

Según SCT(N-CMT-4-02-001-04) los materiales que se pueden emplear para la elaboración de la capa de sub-base dependen según el tratamiento que recibieron:

1.- Materiales naturales

Son las arenas, gravas, limos, rocas fragmentadas y alteradas que al extraerlos quedan sueltos o se pueden desbaratar mediante el uso de maquinaria. No deben de contener más del 5% de granos mayores de 75mm ni más de 25% de material que pase por la maya No. 200.

2.- Materiales cribados

Son materiales que requieren un tratamiento de cribado para que cumplan con la composición granulométrica

3.- Materiales parcialmente triturados

Son los materiales con poca o nula cohesión, como son las mezclas de grava, arenas y limos que al ser extraídos quedan sueltos o se pueden disgregar, y que contienen del 25% al 75% de partículas mayores a 75mm y que para poder ser utilizadas requieren de un tratamiento de trituración y cribado para satisfacer la composición granulométrica.

4.-Materiales totalmente triturados

Son materiales extraídos de un banco que requieren una trituración total por medios mecánicos y cribado para satisfacer su composición.

5.-Materiales mezclados

Son los obtenidos de la mezcla de dos o más materiales en proporciones necesarias para dar satisfacción a los requisitos de calidad.

Tabla 2.2 Requisitos de granulometría de los materiales para sub-bases de pavimentos asfálticos.

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

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

2.5.2.- Base hidráulica.

La base hidráulica de acuerdo con la SCT (N-CTR-CAR-1-04-002-03) es una capa de materiales pétreos seleccionados construida sobre la capa de sub-base, la cual tiene las funciones de proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica y aminorando los esfuerzos producidos distribuyéndolos a la capa inferior, de igual manera proporciona la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas en la estructura del pavimento, así mismo sirve para drenar el agua que se pueda infiltrar e impide el ascenso capilar del agua subterránea.

La clasificación de los materiales para la realización de la base hidráulica según la SCT(N-CMT-4-02-002-04) es la siguiente:

- 1.- Materiales cribados
- 2.- Materiales parcialmente triturados
- 3.- Materiales totalmente triturados
- 4.- Materiales mezclados

Tabla 2.3 Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos

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

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

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

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

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

2.5.3.- Carpetas asfálticas.

En conformidad con Mier (1987), las carpetas asfálticas se pueden realizar de las siguientes maneras:

1.- Por el sistema de riegos

Este sistema se construye mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos cubiertos con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños.

Tabla 2.4 Materiales pétreos para carpetas por el sistema de riegos.

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

Para la realización de carpetas de un riego se hace primeramente barrer la base impregnada, sobre la base superficialmente seca se da un riego de material asfáltico del tipo y de la cantidad necesaria cubriéndolo con uno de los materiales pétreos 3-A o 3-E y en la cantidad fijada en el proyecto, se rastrea y se plancha.

En las carpetas de dos riegos se barre la base impregnada, sobre la base superficialmente seca se da un riego de material asfáltico del tipo y de la cantidad necesaria cubriéndolo con el material pétreo del numero 2 en la cantidad fijada se rastrea y se plancha el material, se da un segundo riego de material asfáltico cubriéndolo enseguida con material pétreo 3-B, se rastrea y se plancha.

Tabla 2.5 Dosificación de materiales pétreos y asfálticos para carpeta de dos riegos.

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

Para la construcción de carpetas de tres riegos se aplica el primer riego asfáltico, se cubre con material pétreo de No. 1, se rastrea, se compacta, se da el segundo riego, se cubre con material pétreo del No. 2, se rastrea, se compacta nuevamente, después de seis horas se abre el tránsito durante 15 días, se barre para quitar el material no adherido y se aplica el tercer riego asfáltico, se cubre con material pétreo 3-B, se compacta, se rastrea, se compacta nuevamente y se barre.

Tabla 2.6 Dosificación para sistema de tres riegos.

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

Y para los tres casos en un tiempo no menor a tres días se barre el material que no se haya adherido.

2.- por el sistema de mezcla en el lugar

“Estas carpetas se construyen mediante el mezclado, tendido y compactación de materiales pétreos y un material asfáltico” Mier (1987)

Antes de dar inicio a la construcción de la carpeta, la base debe de estar preparada e impregnada dando un riego de liga en toda la superficie.

3.- Por el sistema de concreto asfáltico elaborado en planta estacionaria en caliente.

Se hacen mediante el tendido y comparación de mezclas hechas en caliente.

El material pétreo se debe calentar y secar para que su humedad sea menor a 1%. El material debe de estar a una temperatura entre 120°C y 160°C en el momento de agregarle el cemento asfáltico, quedando la mezcla entre 120°C y 150°C al salir de la planta.

La temperatura del concreto asfáltico debe ser de 100°C a 110°C al iniciarse el acomodo y terminarse a una temperatura mínima de 70°C .

Todas las carpetas deben de cumplir los requisitos siguientes: no correrse ni disgregarse por la acción del tránsito, tener suficiente resistencia al intemperismo y resistir pequeñas deformaciones sin agrietarse.

Los materiales asfálticos que se emplean mas comúnmente para este tipo de carpetas son los cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido y aditivos.

2.6.- Materiales asfálticos.

El asfalto es un material graso, con propiedades aglutinantes; se licua gradualmente al calentarse y se constituye por asfáltenos, resinas, y aceites dándole características de ductilidad, consistencia y poder de aglutinación.

Tabla 2.7 Clasificación de los materiales asfálticos.

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

Existen varios tipos de materiales asfálticos:

A) Cementos asfálticos:

Son los obtenidos del proceso de destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles así como parte de sus aceites. Su viscosidad se modifica con la temperatura, las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, pues al ser calentados se diluyen, lo que les permite cubrir totalmente los granos del material pétreo.

Los cementos asfálticos se clasifican según su viscosidad dinámica a 60°C según se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2.8 Clasificación de los cementos asfálticos según su viscosidad dinámica a 60°C

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

[1] Poises

B) Emulsiones asfálticas

Las emulsiones asfálticas pueden ser de tipos diferentes como son:

1.- de rompimiento rápido.- se emplea principalmente para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos, con excepción de la emulsión ECR-60, que no podrá ser utilizada en la elaboración de carpetas por riegos.

2.- de rompimiento medio.- son generalmente utilizadas para elaborar carpetas de mezcla en frío, material para bacheo, revelaciones y sobre carpetas.

3.- de rompimiento lento.- se emplean comúnmente para realizar carpetas de mezcla en frío y para estabilizaciones asfálticas.

4.- para impregnación.- se utilizan para impregnación de bases y sub-bases.

5.- superestables.- se emplean principalmente en estabilizaciones de materiales y en trabajos de recuperación de pavimentos.

C) Asfaltos rebajados

Los asfaltos rebajados son los utilizados regularmente en la elaboración de carpetas de mezcla en frío, compuestos por cemento asfáltico y un solvente, se clasifica según su velocidad de fraguado como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2.9 Clasificación de emulsiones asfálticas.

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

2.7.- Tipos de compactación en caminos.

La compactación es un proceso mecánico con el propósito de mejorar las características de resistencia del suelo.

Según Mier(1987) los parámetros para determinar el proceso de compactación son:

- Naturaleza del suelo
- Método de compactación empleado (por impactos, por amasado, por aplicación de carga estática y por vibración.
- Energía de compactación
- Contenido de agua en el suelo
- Recompactación
- Temperatura

Un suelo no saturado es aquel que se compacta en circunstancias normales.

Compactación en campo.

La compactación de los materiales en campo se logra mediante cuatro diferentes formas: por amasado, por presión, por impacto y por vibración.

Por amasado

Los rodillos pata de cabra son principalmente los compactadores por amasado ya que concentran su peso sobre una pequeña superficie, ejerciendo presiones estáticas muy grandes en los puntos donde penetran las protuberancias de este equipo. La superficie del suelo siempre queda distorsionada, pero se compacta con la siguiente capa que se tienda.

La compactación por amasado es de abajo hacia arriba. El espesor de la capa a compactar no debe de ser mucho mayor que la longitud del vástago. Los rodillos que más son usados tienen de 20 a 25 centímetros de longitud en los vástagos.

Las compactaciones por amasado producen dos resultados deseables: una distribución uniforme de energía de compactación y una buena liga entre capas continuas. Los mejores resultados en estas compactaciones se dan en suelos finos.

Por presión

Los rodillos lisos y los rodillos neumáticos son los que principalmente logran una compactación por presión.

Los rodillos se dividen en dos grupos: remolcados y autopropulsados. Los primeros constan de dos tambores montados en un marco al que se sujetan los ejes. Los segundos constan de una rueda delantera y una o dos traseras que pesan de 3 a 13 toneladas.

La compactación se produce de arriba hacia abajo y se reduce el efecto a medida que se profundiza en la capa.

Los rodillos neumáticos producen un efecto de amasado pero en una menor escala que los rodillos pata de cabra, la presión aplicada es casi igual al del inflado de las llantas.

“Se usan principalmente en suelos arenosos con suelos poco plásticos y en limos poco plásticos” (Mier, 1987:342)

Por impacto

este tipo de compactación se logra por medio de varios tipos de pisones ya que están empleadas en áreas pequeñas, por ejemplo en zanjas, desplantes de cimentaciones, estribos de puentes, rellenos de alcantarillas, entre otros lugares en los cuales es imposible el uso de compactadores con dimensiones mas grandes.

Por vibración

La vibración influye de manera sorprendente en el proceso de compactación.

Las compactaciones por vibración son más eficientes que compactaciones por otro método ya que no se requiere que el contenido de agua en el suelo sea el óptimo y se pueden utilizar capas de mayor espesor.

Compactadores mixtos

En la actualidad se usan varias combinaciones de los 4 diferentes sistemas para la compactación para garantizar un resultado mas optimo para cada caso en específico.

El compactador neumático vibratorio es aplicado en suelos arenosos bien graduados, arenas limosas y arenas arcillosas.

Los rodillos pata de cabra con accesorio vibratorio se recomiendan para la compactación de suelos finos arcillosos, permitiendo así utilizar capas más gruesas para su compactación.

2.8.- Control de calidad.

El control de calidad según SCT (N-CAL-1-01-05), es el conjunto de actividades que se orientan al cumplimiento de los requisitos de calidad que se establecen en el proyecto. Las actividades comprenden esencialmente el examen de los resultados obtenidos del proceso de producción, mediante mediciones, pruebas y muestreo, tanto de campo como de laboratorio, permitiendo evaluar las propiedades a un concepto de obra.

Las principales pruebas que se realizan para el control de calidad en los caminos son las siguientes:

1.- Pruebas en rocas; que constan de:

1.-Humedad actual y peso volumétrico

2.-Humedad de absorción

3.-Compresión simple

2.- Pruebas en agregados pétreos

1.-Cuarteo de gravas y arenas.

2.-Contenido total de humedad por secado.

3.-Masa específica y absorción de agua del agregado fino.

4.-Masa específica y absorción de agua del agregado grueso.

5.-Módulo de finura de los agregados.

6.-Resistencia a la abrasión en el agregado grueso o desgaste de los Ángeles.

3.- Pruebas de laboratorio

1.- Prueba proctor estándar

2.- Prueba proctor modificada

3.- Prueba porter

CAPÍTULO 3

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN.

En este capítulo se hace referencia a las características más relevantes del tramo carretero en estudio para determinar la propuesta del diseño del proceso constructivo, así como la localización del mismo.

3.1 Generalidades.

En la página de Internet: [http://enciclopedia.us.es/index.php/Michoac%C3%A1n_\(M%C3%A9xico\)](http://enciclopedia.us.es/index.php/Michoac%C3%A1n_(M%C3%A9xico)) se encuentra que:

El estado de Michoacán colinda al norte con los estados de Jalisco, Guanajuato y Querétaro; al este con los estados Querétaro, el Estado de México y Guerrero; al sur con los estados de Guerrero y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico, y los estados de Colima y Jalisco.

Al norte 20°24', al sur 17°55' de latitud norte; al este 100°04', al oeste 103°44' de longitud oeste.

Michoacán cuenta con 3,979,177 habitantes distribuidos en 113 municipios; el 15.9% de ellos se encuentra en el municipio de Morelia. (INEGI 2000)

Representa aproximadamente el 3 % de de la superficie total de la republica

El camino Nuevo Parangaricutiro – Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo, se ubica geográficamente en las coordenadas 19° 22' y 19° 40' de latitud Norte y los meridianos 102° 07' y 102 15' de longitud Oeste.

El proyecto del camino corresponde a un camino TIPO “D” mejorado, con las siguientes características principales:

- Longitud total ----- 6.0 km
- Ancho de corona ----- 6.5 m
- Ancho de calzada ----- 6.5 m
- Pendiente máxima ----- 12.0 %
- Grado máximo de curvatura ----- 60 Grados
- Velocidad de proyecto ----- 40-60 km/hr.



http://www.emexico.gob.mx/work/EMM_1/Michoacan/Mpios/16058a.htm

El Municipio de Nuevo Parangaricutiro se localiza al oeste del estado, bajo las siguientes coordenadas: 19° 25' de latitud norte; y 102° 07' de longitud oeste.

El Municipio cuenta con una superficie de 234.31 km², que representa el 0.39% de la totalidad del estado (59,864 km²); se encuentra a una altitud de 1,880 metros sobre el nivel de mar cuenta con una temperatura máxima de 29 grados y una mínima de 13.7 grados. La precipitación pluvial media anual es de 1,400 milímetros cúbicos y la temporada de lluvias se sitúa entre los meses de junio a octubre.

El Municipio forma parte de la Meseta Purepecha y se encuentra a 12 km de la ciudad de Uruapan con una población de 16,028 habitantes (II Censo Nacional INEGI 2005 donde la mayor concentración está en la cabecera municipal un 80 % y el resto en diferentes rancherías y comunidades).

3.2 Resumen ejecutivo.

El camino sigue un desarrollo que se aproxima al eje del camino actual (ver anexos A1 y A2), pero rectificando algunas curvas para que el alineamiento horizontal del proyecto geométrico se ajuste a lo que en el se establece, o en su caso, a la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.)

Esta investigación consta de observar y medir físicamente el tramo en estudio para conocer los volúmenes reales de cortes o terraplenes en las zonas en las que habrá cambios por ampliación de curvas según el proyecto.

También es de suma importancia conocer la distancia a la que se encuentra ubicado el banco de materiales pétreos que serán utilizados en la elaboración de de la sub-base y base.

3.3 Entorno geográfico.

El terreno por el que se desarrolla el camino, particularmente el subtramo en proyecto corresponde a una zona de lomerío suave, por lo que la sección transversal tendrá secciones de construcción en terraplén en un 10% aproximadamente, mientras que en el 90% restante la sección transversal será del tipo mixta o en cajón alojando cortes con alturas variables del orden de 1.50 a 3.0 metros aproximadamente.

La zona donde se ubica el tramo en estudio pertenece a la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcanico Transmexicano.

Las rocas que surgen corresponden a las ígneas extrusivas tipo basalto, y a conglomerados volcánicos; los suelos son residuales, formando depósitos aluviales en las partes bajas. Estos suelos, regionalmente conocidos como "Topuri" presentan características de resistencia en estado poco compacto.

En la región por donde se desarrolla el camino, tiene las características siguientes:

- Semi-frío con lluvias en verano e invierno seco.
- Régimen pluviométrico veraniego
- Precipitación pluvial promedio anual de: 1,500 mm
- Temperatura media anual de : 9.5°C
- En esta región predomina la actividad forestal, así como la agricultura que principalmente es la producción de aguacate.

3.4 Informe fotográfico.



FOTO 1: Estación 5+000 vista hacia adelante



FOTO 2: Zona en la que habrá terraplén por ampliación de curva



FOTO 3: Zona en la cual habrá corte para ampliación de curva según proyecto.



FOTO 4: Estación 11+000 vista hacia atrás



FOTO 5: Banco de materiales a utilizar situado en el Km 10+540 con desviación izquierda de 900 m.

3.5 Estudios de tránsito.

De acuerdo a los datos tomados de la información de la Secretaria de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP), según lo estimado sobre la base del estudio, el volumen de tránsito del 2006 para este camino se considera un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 1400 vehículos en ambos sentidos, con la composición vehicular siguiente (anexo A3):

A= 89.1%

B= 2.4%

C= 8.5%

Los vehículos del tipo (A) son aquellos que cuentan con dos ejes y cuatro ruedas. Los vehículos del tipo (B) son aquellos que cuentan con dos ó más ejes y 6 o más llantas, algunos vehículos de carga pueden ser tipo (B).

Para este volumen de tránsito se ha determinado que al final de la vida útil del proyecto, estimada en 20 años y con una tasa de crecimiento anual del 6 % se acumularán del orden de 2,900,150 repeticiones de carga equivalente a un eje sencillo de 8.2 toneladas (eje estándar)

3.6 Alternativas de solución.

En este apartado se mencionarán posibles soluciones del proceso constructivo del tramo carretero en estudio.

Para el proceso constructivo de esta carretera se busca solucionar problemas como son: de curvas muy cerradas o pendientes forzadas, esto se debe al cambio de camino a carretera.

De acuerdo al proyecto, existen zonas en las que se ampliarán las curvas con terraplenes como se muestra en la foto número 2 y con cortes como en la foto número 3.

El proyecto generalmente en la mayor parte de este tramo carretero sigue por el camino actual, cortando o terraplenando lo mas mínimo para tener pendientes constantes.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En este capítulo se explica la metodología que se sigue en el presente trabajo de investigación de tesis para dar a conocer el proceso de investigación.

4.1 Método Empleado.

En el presente trabajo de tesis se utilizó el método científico, el cual se encuentra entre la investigación científica y el conocimiento científico, cuyos elementos son cíclicos. Es decir que pueden ser tomados o analizados en distintos ciclos.

El método científico es una serie de pasos que se deben seguir para encontrar nuevos conocimientos, o para demostrar hipótesis que implican conductas desconocidas hasta el momento.

El método científico es, pues, la aplicación de la lógica a las realidades o hechos observados. Y por lo tanto es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo.

Lo fundamental en el método científico no es el descubrimiento de verdades, sino el determinar cuál ha sido el procedimiento para demostrar el resultado.

El método científico lleva a eliminar el plano subjetivo en la interpretación de la realidad, permitiendo la objetividad en el proceso investigativo. Es decir que elimina todo aquel procedimiento que busque manipular la realidad, tratando de aplicar creencias o deseos que no encajen con la realidad y los problemas que se investigan.

Los investigadores emplean el método científico para resolver diversos problemas. Se usa para lograr nuevos conocimientos, hasta para encontrar un producto que mejore las condiciones de vida.

El método científico ha demostrado ser un medio útil para adquirir conocimientos en las ciencias de la naturaleza, poco a poco aplicable a las soluciones de los problemas en el mundo moderno.

4.1.1 Método Matemático.

Uno de los primeros conocimientos que capta el ser humano, es la de la cantidad. Ya que sin darse cuenta se aplica un procedimiento científico, al comparar cantidades para obtener nociones del valor económico y capacidad.

El método en las matemáticas es el genético que indica el origen del objeto.

En cualquiera investigación que asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y éstas se tomen en cuenta para afirmar o negar algo, se está aplicando el método cuantitativo.

Otra forma usual es el método comparativo, ésta se da cuando se advierten matices diferenciales, cambios graduales, referencias de tiempo, análisis de unos factores por otros.

4.2 Enfoque de la Investigación.

Dentro de la investigación existen dos tipos de enfoques. El cuantitativo y el cualitativo.

El método empleado en este trabajo de tesis es el cuantitativo. Este método ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, y da un punto de vista de conteo y magnitud de éstos. De igual manera brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares.

Los métodos cuantitativos han sido los más usados por ciencias como la Física, Química y Biología. Por lo tal motivo son más propios para las ciencias llamadas "exactas".

4.2.1 Alcance.

Una vez que se ha decidido llevar a cabo la investigación, el siguiente paso consiste en visualizar el alcance de estudio a realizar.

En estudios cuantitativos esto ocurre antes de elaborar la(s) hipótesis, definir o elegir un diseño de investigación y recolectar los datos.

Diversos autores de la metodología de la investigación clasificaron los tipos de investigación en tres: exploratorios, descriptivos y explicativos. Dicha clasificación es muy importante, ya que el tipo de estudio depende de la estrategia de investigación. El diseño, los datos que se recolectan, la manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación son distintos para cada tipo de investigación. Ya sean investigaciones cuantitativas, cualitativas o mixtas.

El propósito de esta investigación es describir situaciones, eventos y hechos. Es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de cualquier fenómeno que se someta a un análisis. Miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga.

Los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren. Pueden integrar las mediciones o información de cada una de dichas variables o conceptos para decidir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés; su objetivo no es indicar cómo se relacionan las variables medidas. Si no que se centran en recolectar datos que muestren un evento, un fenómeno, hecho, o situación que ocurre. Este es su valor máximo.

En este tipo de investigación se debe ser capaz de definir, o por lo menos visualizar, qué se va a medir o sobre qué se habrán de recolectar los datos. Del mismo modo es necesario especificar quiénes deben estar incluidos en la medición, o recolección o qué contexto, hecho, ambiente, comunidad o equivalente habrá de describirse.

La descripción puede ser más o menos profunda, aunque en cualquier caso se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno descrito si fuese cuantitativa, o por el contrario en la recolección de datos sobre éste y su contexto, si es cualitativa, o en ambos aspectos, si fuese mixta o multimodal.

4.3 Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación no experimental, se puede clasificar por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, en los cuales se recolectan datos.

En algunas ocasiones la investigación se centra en:

- Analizar cuál es el nivel, estado o la presencia de una o diversas variables en un momento dado.
- Evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo y
- determinar o ubicar cuál es la relación entre un conjunto de variables en un momento. En estos casos el diseño apropiado (bajo un enfoque no experimental) es el transversal o transeccional. Dependiendo del enfoque ya sea cuantitativo, cualitativo o mixto; y su alcance inicial o final sea exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.

Los diseños no experimentales se clasifican en transeccionales y longitudinales.

4.3.1 Investigación Transeccional o Transversal.

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Estos diseños se esquematizan de la siguiente manera:

Recolección de datos única. Se llama así porque la recolección de los datos (medición bajo el enfoque cuantitativo) ocurre en un momento único.

A su vez, los diseños transeccionales se dividen en tres: exploratorios, descriptivos, y correlacionales/casuales.

Diseños transeccionales descriptivos

Estos diseños tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o una situación. El procedimiento consiste en medir o ubicar a un grupo de personas, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, en una variable o concepto y proporcionar su descripción. Son por lo tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas.

Los estudios transeccionales descriptivos presentan un panorama del estado de una o más variables en uno o más grupos de personas, objetos o indicadores en determinado momento o el panorama de una comunidad, un contexto, una situación, un fenómeno o un evento en un punto en el tiempo.

En este tipo de diseños queda claro que ni siquiera cabe la noción de manipulación, ya que cada variable o concepto se trata individualmente: no se vinculan variables.

Cada vez con mayor regularidad se manifiesta una tendencia a describir cuantitativa y cualitativamente una o más variables, grupos, objetos, comunidades, eventos, fenómenos o situaciones, esto es un enfoque mixto.

Observación cuantitativa

Consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta visible. Puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversos acontecimientos. Se dice que es el método más usado por quienes están orientados conductualmente. Este método es una forma de observación del contenido de comunicaciones verbales y no verbales.

Los pasos para construir un sistema de observación son:

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

4.4 Instrumentos de Recopilación de Datos.

Para la determinación de requerimientos existen algunas técnicas para encontrar datos, entre las que se encuentran entrevistas, cuestionarios, recolección de datos y la observación.

La correcta aplicación de estas técnicas genera una base sólida para el análisis.

En los estudios cuantitativos es frecuente que se incluyan varios tipos de cuestionarios al mismo tiempo que pruebas estandarizadas y recopilación de contenidos para análisis estadístico. De la misma forma pasa con las investigaciones cualitativas que usan entrevistas, observaciones y documentos para tener diferentes consideraciones sobre las variables.

En las modalidades del enfoque bimodal o mixto de la investigación, se acostumbra utilizar varios métodos cuantitativos y cualitativos de recolección de los datos.

Observación cualitativa

Se trata de una técnica de recolección de datos, cuyos propósitos son explorar ambientes, contextos, subculturas y la mayoría de los aspectos de la vida social, describir comunidades, contextos o ambientes, y las actividades que se

desarrollan en éstos, las personas que participan en tales actividades y los significados de las actividades.

La observación cualitativa no es mera contemplación, esta implica adentrarse en profundidad a situaciones sociales y mantener un rol activo, así como una reflexión permanente, y estar pendiente de los detalles de los sucesos, los eventos y las interacciones.

4.5 Descripción del procedimiento de Investigación.

El procedimiento de esta investigación partió de seleccionar un tema relacionado con las vías terrestres desde el punto de vista del proceso constructivo de una carretera.

Teniendo la visión de lo que se pretendía hacer se recurrió a la investigación documental para recopilar información teórica para el diseño de una propuesta del proceso constructivo del tramo en cuestión.

Enseguida se capturaron los datos usando programas de cómputo como son el Word, Excel, Opus Olé y Autocad. Se resolvieron dudas y se dio la respuesta a la pregunta de investigación de esta tesis.

CAPÍTULO 5

PROCESO CONSTRUCTIVO

En este capítulo se analizarán cada uno de los conceptos que integrarán el catálogo para saber cómo se realiza cada uno de ellos y que es lo que se toma en cuenta para realizar correctamente el análisis de precios unitarios.

Antes de analizar los costos que generan cada uno de los conceptos, se describirán cada uno de ellos para saber el procedimiento de construcción basándose en las especificaciones de la SCT y de la SCOP.

5.1 Preliminares (Trazo y nivelación).

El trazo y nivelación se realizará de acuerdo al proyecto tomando de referencia los bancos de nivel existentes. Para el trazo del camino se manejarán referencias a cada veinte metros en las líneas rectas y a cada diez metros en curvas. En las estacas se marcarán los cortes o terraplenes según sea el caso las veces necesarias hasta terminar la obra.

5.2 Terracerías.

Los cortes y terraplenes se construirán de acuerdo a los datos de construcción del proyecto geométrico. Cuando la sección de construcción se apoye en forma total o parcial fuera del camino actual, se procederá a realizar el despalle correspondiente en el espesor requerido de acuerdo a la capa existente de material

con materia orgánica, compactando la superficie descubierta al 90% del peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material, de la prueba AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) estándar, en un espesor de 15 centímetros.

Para dar por terminado un corte, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, ancho y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto:

- a) Niveles en la subrasante

- b) Ancho de la excavación, a nivel de la capa subrasante, del centro de línea a la orilla. + 10 cm

- c) Salientes aisladas, con respecto a la superficie teórica del talud:
 - 1) En material A o B 10 cm

 - 2) En material C 50 cm

Para dar el ancho de corona de 6.50 m mínimo en tangente de acuerdo a proyecto geométrico, en los casos que se requiera ampliar la sección transversal se procederá a la construcción de un escalón de liga, mismo que se deberá construir de acuerdo a lo indicado en la sección de construcción correspondiente, recomendándose que se realice por capas no mayores de 30 centímetros compactos al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material.

La descarga de los materiales que se utilicen en la construcción de sub-bases deberá hacerse sobre la sub-rasante en la forma y en los volúmenes por estación de veinte metros.

La superficie actual del camino que formará parte del proyecto geométrico, se afinará y compactará al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material, en un espesor de 20 centímetros antes de iniciar la formación de terraplenes o la colocación de la capa Subrasante .

En donde la capa Subrasante quede apoyada en corte y la superficie sea irregular por existir roca, se recomienda aplicar una capa reniveladora de 15 centímetros de espesor, previo a la colocación de la capa Subrasante; para lo cual se utilizará material compactable al 90 % de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) del material.

La superficie descubierta de ampliaciones de cortes y terraplenes susceptibles de compactarse, se hará al 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material, en un espesor de 20 centímetros.

De acuerdo a las características físicas del material que predomina no es factible la compensación longitudinal, es decir, el producto de los cortes no se puede usar para la construcción de terraplenes y rellenos.

En la construcción de Terraplenes, se recomienda hacerlo por capas no mayores de 30 centímetros compactos al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material, para materiales compactables.

Cuando se utilice material no compactable en la formación de los terraplenes, estos se construirán en capas del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm y para darle un mejor acomodo se aplicará agua sobre la capa en cantidad aproximada de 100 litros por metro cúbico de material, sobre cada una de las capas formadas con dicho material se deberá recorrer un tractor de orugas del tipo D-7 ó de mayor peso, pasándolo no menos de tres veces por el mismo punto.

Para la construcción de las capas de terracerías se recomienda utilizar material pétreo del Banco “La Alberca” ubicado en km 10+540 con desviación izquierda de 900 m (anexo A4). Para los acarreos de material se utilizaran camiones de volteo de 7m³ de capacidad debido a que éstos son los existentes en esta población y se les dará preferencia.

Una vez realizados los trabajos indicados anteriormente, se procederá a la construcción de la capa sub-base de un espesor de 20 centímetros, compactos al 100% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material, de la prueba AASHTO estándar; para lo cual se recomienda utilizar material pétreo del Banco “La Alberca” ubicado en km 10+540 con desviación izquierda de 900 m

Para la construcción de las terracerías y capa sub-base, se aceptará tamaño máximo de 3" (76mm) a finos para materiales compactables. La ejecución de los trabajos cumplirá con lo indicado en las Normas de Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes vigentes; así como la calidad de los materiales, con lo estipulado por la propia Secretaría en sus normas actuales.

5.3 Pavimento.

En este apartado se describe el proceso constructivo de la formación del pavimento que está constituido por la base hidráulica, el riego de impregnación y la carpeta asfáltica que en este caso es por el sistema de 2 riegos de sello.

5.3.1 Base hidráulica.

Se construirá una capa de base hidráulica en un espesor de 20 centímetros compactos al 100% del peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material, para lo cual se recomienda utilizar material pétreo del Banco "La Alberca" ubicado en Km. 10+540 con desviación izquierda de 900 metros, al cual se le deberá dar el tratamiento de cribado para producir el material a tamaño máximo de 2" (51 mm) a finos.

En caso de ser necesario y previo análisis del laboratorio, al material básico se le podrá agregar de 10 a 15% de cementante, para lo cual se recomienda utilizar material del Banco "La Alberca" ubicado en km 10+540 con desviación izquierda de 900 metros, dicho porcentaje deberá considerarse como adicional al 100% del

material básico, mismo que ocupará los vacíos dejados por este último material; por lo que no se incrementará el volumen.

La mezcla de los materiales se realizará en seco, agregando posteriormente agua hasta la humedad óptima para compactar al 100% del peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) del material, en un espesor de 15 centímetros.

En términos generales, la secuencia de la formación de bases es la siguiente:

a) Para el mezclado y el tendido, se extenderá parcialmente el material y se procederá a agregarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos para alcanzar la humedad que se fije y hasta obtener uniformidad en granulometría y humedad.

b) A continuación se extenderá el material en capas sucesivas de materiales sin compactar cuyo espesor no será mayor de quince centímetros.

c) Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado mínimo fijado en el proyecto, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto.

d) Se darán riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

e) En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas hacia la parte exterior.

5.3.2 Producto asfáltico (riego de impregnación)

Con objeto de proteger de la pérdida de humedad a la capa de Base Hidráulica se dará un Riego de Impregnación, para lo cual se recomienda utilizar Emulsión Asfáltica Catiónica Tipo rompimiento lento y aplicar en la proporción aproximada de 1.8 Lts/m², debiendo cubrir los taludes de la capa de base hidráulica con doble riego.

La superficie impregnada deberá presentarse un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar firmemente adherido; la penetración del riego deberá ser mayor de cuatro milímetros.

Primeramente al riego de impregnación deberá estar la superficie de la base hidráulica libre de polvo y/o de cualquier otro material suelto o extraño, poreando la impregnación a razón de 5 Lts/m²; para lo cual se recomienda utilizar arena del Banco " San Juan Nuevo" ubicado en km 0+000 con desviación atrás de 2,300 m.

5.3.3 Carpeta asfáltica.

Se construirá una Carpeta Asfáltica a base de 2 riegos de sello, para lo cual se recomienda aplicar un primer riego de liga de aproximadamente 1.7 l/m² de emulsión tipo rompimiento rápido y cubriéndolo con sello del 2 a razón de 12 l/m² aproximadamente.

En seguida se compactará con rodillo liso al inicio y al final con equipo neumático con dos o tres pasadas respectivamente. El peso del rodillo se sugiere sea entre 6 y 10 toneladas.

Se dejarán transcurrir 3 días del primer riego, para aplicar el segundo riego, barriendo el material suelto, sobre todo el de las orillas.

Al aplicar el segundo riego se ligará con 1.5 l/m² de emulsión tipo rompimiento rápido aproximadamente y 10 l/m² de material pétreo 3-B, compactándolo de manera similar al primer riego (en pasadas y equipo).

El segundo riego se dejará abierto al tráfico barriéndose al momento de colocar el señalamiento horizontal.

Para los dos riegos de sello se sugiere se utilice material pétreo del Banco "El Guayabal" ubicado en Km. 0+000 con desviación atrás de 95,000 metros.

De esta manera se realizarán los trabajos, por lo cual restaría definir los precios unitarios de cada concepto para determinar el costo total de la obra.

5.4 Propuesta de presupuesto.

Enseguida se muestra el presupuesto realizado en esta investigación que consta de tres etapas que se mencionan a continuación:

1. Preliminares.- básicamente son el trazo y nivelación.
2. Terracerías.- en esta etapa se encuentran los conceptos de corte, terraplén y sub-base.
3. Pavimento.- que consta de base, riego de impregnación y carpeta asfáltica por el método de riegos.

Cada concepto del presupuesto se analiza de acuerdo a los precios de materiales de la zona en estudio.

El presupuesto se realizó en el programa de cómputo Opus Olé y se presentará de la siguiente manera:

1. Presupuesto general.
2. Análisis de precios unitarios.
3. Explosión de insumos.

OBRA: PAVIMENTACION DE CAMINO SAN JUAN NUEVO-ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL KM 5+000 AL KM 11+000

PRESUPUESTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO
1 TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO, MARCANDO EJES DE REFERENCIA, INCLUYE MATERIALES, EQUIPO Y MANO DE OBRA.	M2	39,000.00	\$ 5.47	\$ 213,330.00
2.1 CORTE EN MATERIAL TIPO B EN TALUD DE 0.00 A 2.00 METROS CON ACARREO A PRIMERA ESTACION DE 1 KM	M3	16,086.00	\$ 62.78	\$1,009,879.08
2.2 TERRAPLENES EN TERRACERIAS, INCLUYE CARGA, ACARREO, TENDIDO Y COMPACTACION A 90% DEL P.V.S.M. DE LA PRUEBA AASHTO	M3	33,215.34	\$ 87.69	\$2,912,653.16
2.3 ELABORACION DE CAPA SUB-BASE, INCLUYE CARGA, ACARREO, TENDIDO Y COMPACTACION A 100% DEL P.V.S.M. DE LA PRUEBA AASHTO TAMAÑO MAXIMO DE 3" A FINOS P.U.O.T.	M3	9,000.00	\$ 94.24	\$ 848,160.00
3.1 ELABORACION DE BASE, INCLUYE: MEZCLA DE BALASTRE Y CEMENTANTE A 80-20, CARGA, ACARREO, TENDIDO Y COMPACTACION A 100% DEL P.V.S.M. DE LA PRUEBA AASHTO TAMAÑO MAXIMO DE 2" A FINOS P.U.O.T.	M3	8,400.00	\$108.83	\$ 914,172.00
3.2 RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA CATIONICA TIPO ROMPIMIENTO RAPIDO A RAZON DE 1.8 L/M2, INCLUYE: ARENA Y POREO A RAZON DE 5L/M2. P.U.O.T.	M2	39,000.00	\$ 16.58	\$ 646,620.00
3.3 RIEGO DE LIGA CON EMULSION TIPO ROMPIMIENTO RAPIDO A RAZON DE 1.7 L/M2, INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA APLICACION.	M2	39,000.00	\$ 15.30	\$ 596,700.00
3.4 RIEGO DE SELLO DEL 2 A RAZON DE 12L/M2 INCLUYE: TENDIDO, COMPACTACION Y BARRIDO DE LA SUPERFICIE.	M2	39,000.00	\$ 5.99	\$ 233,610.00
3.5 RIEGO DE LIGA CON EMULSION DE ROMPIMIENTO RAPIDO EN PROPORCION DE 1.5 L/M2, INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA APLICACION.	M2	39,000.00	\$ 13.61	\$ 530,790.00
3.6 RIEGO DE SELLO COM MATERIAL PETREO 3-B A RAZON DE 10.0 L/M2: INCLUYE APLICACION, COMPACTACION Y BARRIDO P.U.O.T.	M2	39,000.00	\$ 5.16	\$ 201,240.00
		SUB-TOTAL		\$8,107,154.24
		I.V.A.		\$1,216,073.14
		TOTAL		\$9,323,227.38

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN
DEL KM 5+000 AL KM 11+000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 1 TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO, MARCANDO
EJES DE REFERENCIA, INCLUYE MATERIALES, EQUIPO Y MANO
DE OBRA.

Unidad : M2
Cantidad : 39,000.00
Precio U. : 5.47
Total: 213,330.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	PINT-ESM	Pintura esmalte	LT	0.00330	49.80	0.16
	CAL	Cal	TON	0.00040	956.52	0.38
	MAD-DUELA	DUELA 3/4" x 4" x 8'	PT	0.02000	11.00	0.22
	MAD-POL	POLÍN DE 3 1/2" x 3 1/2" x 8.25'	PT	0.04750	11.00	0.52
	MAD-BAR	BARROTE DE 2" x 4" x 8.25'	PT	0.03300	11.00	0.36
	Total de Materiales					1.64
Mano de Obra						
	+ MOMMB100	Cuadrilla 100 (1.0 Topógrafo+ 2 Cadeneros* 1 Peón)	JOR			
	MOMM0101	Topógrafo	JOR	1 .00000	467.68	467.68
	MOMM0102	Cadenero	JOR	2.00000	283.32	566.64
	MOMM0001	PEÓN	JOR	1 .00000	283.32	283.32
	HERR	Porcentaje de herramienta menor	(%)mo	0.03000	1,317.64	39.53
					Suma	1,357.17
					Total	2.71
						2.71
					Cantidad : 0.00200	
					Total de Mano de Obra	
Equipo						
	H EQDI085	Transito para trazo WILD T16	HR	0.01176	8.55	0.10
	H EQDI058	Nivel para topografía SETL DS2610	HR	0.01220	5.24	0.06
	Total de Equipo					0.16
					Costo Directo	4.51
					Indirectos (5.23%)	0.24
					Indirectos de Campo (4.58%)	0.21
					Financiamiento (0.33%)	0.02
					Utilidad (9.85%)	0.49
					Cargos Adicionales (0.05%)	0.00
					Precio Unitario	5.47

CINCO PESOS 47/100 M.N.

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO - ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL
 KM 5+000 AL KM 11 +000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 2.1

CORTE EN MATERIAL TIPO B EN TALUD DE 0.00 A 2.00 METROS CON ACARREO A PRIMERA
 ESTACIÓN DE 1 KM

Unidad : M3
 Cantidad: 16,086.00
 Precio U. : 62.78
 Total: 1'009,879.08

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Equipo						
H	EQDI076	Tractor CATERPILLAR D7	HR	0.02857	919.47	26.27
h	EQDI020	Cargador sobre neumáticos Caterpillar 950 F	HR	0.02222	507.01	11 27
H	EQDI013	Camión volteo de 7.0 M3, Mercedes Benz	HR	0.07143	200.32	14 31
Total de Equipo						51.85

Costo Directo
 Indirectos (5.23%)
 Indirectos de Campo (4.58%)
 Financiamiento (0.33%)
 Utilidad (9.85%)
 Cargos Adicionales (0.05%)

Precio Unitario 62.7

SESENTA Y DOS PESOS 78/100 M.N.

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO - ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL
 KM 5+000 AL KM 11+000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 2.2

TERRAPLENES EN TERRACERIAS, INCLUYE CARGA, ACARREO, TENDIDO Y COMPACTACION Unidad : m3
 A 90% DEL P.V.S.M. DE LA PRUEBA AASHTO

Cantidad: 33,215.34
 Precio U. : 87.69
 Total: 2'912,653.16

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MAT-TERRACERIAS	MATERIAL DE BANCO PARATERRACERIAS	M3	1.20000	14.28	17.14
Total de Materiales						17.14
Equipo						
H	EQDI020	Cargador sobre neumáticos Caterpillar 950 F	HR	0.02381	507.01	12.07
H	EQDI057	Motoconformadora CATERPILLAR 140G	HR	0.02222	617.94	13.73
H	EQDI013	Camión volteo de 7.0 M3, Mercedes Benz	HR	0.09524	200.32	19.08
H	EQDI024	Compactador vibratorio, rodillo liso, Ingersoll Rand SD 100D	HR	0.02500	373.19	9.33
Total de Equipo						54.21
Auxiliares						
+	BASIA001	Agua puesta en obra.	M3	0.02000	53.31	1.07
Total de Auxiliares						1.07
Costo Directo						72.42
Indirectos (5.23%)						3.79
Indirectos de Campo (4.58%)						3.32
Financiamiento (0.33%)						0.26
Utilidad (9.85%)						7.86
Cargos Adicionales (0.05%)						0.04

Precio Unitario 87.69

OCHENTA Y SIETE PESOS 69/100 M.

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL
 KM 5+000 AL KM 11+000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 2.3

ELABORACIÓN DE CAPA SUB-BASE, INCLUYE CARGA, ACARREO, TENDIDO Y	Unidad :	m3
COMPACTACION A 100% DEL P.V.S.M. DE LA PRUEBA AASHTO TAMAÑO MÁXIMO DE 3 ¹ A	Cantidad :	9,000.00
FINOS P.U.O.T.	Precio U. :	94.24
	Total :	848,160.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MAT-SUB-BASE	MATERIAL DE BANCO PARASUB-BASE	M3	1.20000	17.15	20.58
	Total de Materiales					20.58
Equipo						
H	EQDI020	Cargador sobre neumáticos Caterpillar 950 F	HR	0.02381	507.01	12.07
H	EQDI057	Motoconformadora CATERPILLAR 140G	HR	0.02326	617.94	14.37
H	EQDI013	Camión volteo de 7.0 M3, Mercedes Benz	HR	0.09524	200.32	19.08
h	EQDI024	Compactador vibratorio, rodillo liso, Ingersoll Rand SD 100D	HR	0.02857	373.19	10.66
	Total de Equipo					56.18
Auxiliares						
+	BASIA001	Agua puesta en obra.	M3	0.02000	53.31	1.07
	Total de Auxiliares					1.07
Costo Directo						77.83
						Indirectos (5.23%) 4.07
						Indirectos de Campo (4.58%) 3.56
						Financiamiento (0.33%) 0.28
						Utilidad (9.85%) 8.45
						Cargos Adicionales (0.05%) 0.05

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL
 KM 5+000 AL KM 11 +000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 3.1 ELABORACION DE BASE, INCLUYE: MEZCLA DE BALASTRE Y CEMENTANTE A 80-20, CARGA, ACARREO, TENDIDO Y COMPACTACION A 100% DEL P.V.S.M. DE LA PRUEBA AASHTO TAMAÑO MÁXIMO DE 2" A FINOS P.U.O.T.	Unidad : m3
	Cantidad : 8,400.00
	Precio U. : 108.83
	Total: 914,172.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	MAT-BASE	MATERIAL DE BANCO PARA BASE	M3	1.20000	21.42	25.70
	MAT-CEMENTANTE	CEMENTANTE	m3	0.24000	14.28	3.43
	Total de Materiales					29.13
Equipo						
H	EQDI020	Cargador sobre neumáticos Caterpillar 950 F	HR	0.02857	507.01	14.49
H	EQDI057	Motoconformadora CATERPILLAR 140 G	HR	0.02500	617.94	15.45
H	EQDI013	Camión volteo de 7.0 M3, Mercedes Benz	HR	0.09524	200.32	19.08
H	EQDI024	Compactador vibratorio, rodillo liso, Ingersoll Rand SD 100D	HR	0.02857	373.19	10.66
	Total de Equipo					59.68
Auxiliares						
+	BASIA001	Agua puesta en obra.	M3	0.02000	53.31	1.07
	Total de Auxiliares					1.07
Costo Directo						89.88
Indirectos (5.23%)						4.70
Indirectos de Campo (4.58%)						4.12
Financiamiento (0.33%)						0.33
Utilidad (9.85%)						9.75
Cargos Adicionales (0.05%)						0.05
Precio Unitario						101.83

CIENTO OCHO PESOS 83/100 M.N.

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN
DEL KM 5+000 AL KM 11+000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 3.2 RIEGO DE IMPREGNACIÓN CON EMULSION ASFALTICA CATIONICA TIPO ROMPIMIENTO RÁPIDO A RAZÓN DE 1.8 L/M2, INCLUYE: ARENA Y POREO A RAZÓN DE 5L/M2. P.U.O.T.	Unidad: M2
	Cantidad : 39,000.00
	Precio U. : 16.58
	Total : 646,620.00

C Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
EMUL-RM	EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA DE ROMPIMIENTO LENTO	LT	1.89000	6.15	11.62
ARE-POR	Arena para poreo	M3	0.00525	116.66	0.61
Total de Materiales					12.23
Mano de Obra					
+ MOMMB010	Cuadrilla 010 (0.1 Cabo+ 1 Ayudante general)	JOR			
MOMM0120	Cabo de oficios	JOR	0.10000	398.48	39.85
MOMM0121	Ayudante general	JOR	1.00000	283.32	283.32
HERR	Porcentaje de herramienta menor	(%)mo	0.03000	323.17	9.70
					Suma 332.87
					Cantidad : 0.00008
					Total 0.03
Total de Mano de Obra					0.03
Equipo					
H EQDI012	Camión petrolizadora marca famsa.	HR	0.00167	315.89	0.53
H EQDI2	Barredora de jalón MB modelo 53 MH.	HR	0.00196	87.54	0.17
H EQDI011	Camioneta pick up, NISSAN	HR	0.00189	128.38	0.24
H EQDI013	Camión volteo de 7.0 M3, Mercedes Benz	HR	0.00240	200.32	0.48
Total de Equipo					1.42
					Costo Directo 13.68
					Indirectos (5.23%) 0.72
					Indirectos de Campo (4.58%) 0.63
					Financiamiento (0.33%) 0.05
					Utilidad (9.85%) 1.49
					Cargos Adicionales (0.05%) 0.01
					Precio Unitario 16.58

DIECISEIS PESOS 58/100 M.N.

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO - ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL
 KM 5+000 AL KM 11 +000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 3.3

RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN TIPO ROMPIMIENTO RÁPIDO A RAZÓN DE 1.7 L/M2, INCLUYE
 TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA APLICACIÓN.

Unidad : M2
 Cantidad : 39,000.00
 Precio U. : 15.30
 Total : 596,700.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total	
Materiales							
	EMUL-RR	Emulsión asfáltica RR, rompimiento rápido	LT	1.78500	6.63	11.83	
Total de Materiales						11.83	
Equipo							
H	EQDI012	Camión petrolizadora marca famsa.	HR	0.00125	315.89	0.39	
H	EQDI2	Barredora de jalón MB modelo 53 MH.	HR	0.00196	87.54	0.17	
H	EQDI011	Camioneta pick up, NISSAN	HR	0.00189	128.38	0.24	
Total de Equipo						0.80	
					Costo	Directo	12.63
						Indirectos (5.23%)	0.66
						Indirectos de Campo (4.58%)	0.58
						Financiamiento (0.33%)	0.05
						Utilidad (9.85%)	1.37
						Cargos Adicionales (0.05%)	0.01
						Precio Unitario	15.30

** QUINCE PESOS 30/100 M.N.

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO - ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN
DEL KM 5+000 AL KM 11 +000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 3.4 RIEGO DE SELLO DEL 2 A RAZÓN DE 12L/M2 INCLUYE: TENDIDO, COMPACTACION Y BARRIDO DE LA SUPERFICIE. Unidad : M2
Cantidad : 39,000.00
Precio U. : 5.99
Total: 233,610.00

C Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
SELLO-NO.2	SELLO DEL NO.2 DEL BANCO DE MATERIALES EL GUAYABAL, INCLUYE: CARGA CIRBADO Y ACARREO	M3	0.01260	226.00	2.85
Total de Materiales					2.85
Mano de Obra					
+ MOMMB021	Cuadrilla 021 (0.4 Cabo+ 4 ayudante especializado)	JOR			
MOMM0120	Cabo de oficios	JOR	0.40000	398.48	159.39
MOMM0125	Ayudante especializado	JOR	4.00000	283.32	1,133.28
HERR	Porcentaje de herramienta menor	(%)mo	0.03000	1,292.67	38.78
				Suma	1,331.45
			Cantidad	0.00014	Total 0.19
+ MOMMB002	Cuadrilla 002 (0.1 Cabo + 1 Banderero)	JOR			
MOMM0120	Cabo de oficios	JOR	0.10000	398.48	39.85
MOMM0122	Banderero	JOR	1.00000	283.32	283.32
HERR	Porcentaje de herramienta menor	(%)mo	0.03000	323.17	9.70
				Suma	332.87
			Cantidad	0.00014	Total 0.05
Total de Mano de Obra					0.24
Equipo					
H EQDI121	Esparcidor de sello.	HR	0.00095	459.03	0.44
H EQDI2	Barredora de jalón MB modelo 53 MH.	HR	0.00323	87.54	0.28
H EQDI011	Camioneta pick up, NISSAN	HR	0.00333	128.38	0.43
H EQDI017	Compactador de 7 neumáticos, DYNAPAC CP22	HR	0.00080	226.91	0.18
H EQDI62	Vibrocompactador Tándem doble rodillo Ingersol Rand, modelo D-90	HR	0.00071	337.59	0.24
Total de Equipo					1.57
Auxiliares					
+ BASIA001	Agua puesta en obra.	M3	0.00518	53.31	0.28
Total de Auxiliares					0.28
Costo Directo					4.94
Indirectos (5.23%)					0.26
Indirectos de Campo (4.58%)					0.23
Financiamiento (0.33%)					0.02
Utilidad (9.85%)					0.54
Cargos Adicionales (0.05%)					0.00
Precio Unitario 5.99					

** CINCO PESOS 99/100 M.N. **

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL
 KM 5+000 AL KM 11+000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 3.5

RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO RÁPIDO EN PROPORCIÓN DE 1.5 L/M2,
 INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA APLICACIÓN.

Unidad : M2

Cantidad : 39,000.00

Precio U. : 13.61

Total : 530,790.00

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales						
	EMUL-RR	Emulsión asfáltica RR, rompimiento rápido	LT	1.57500	6.63	10.44
Total de Materiales						10.44
Equipo						
H	EQDI012	Camión petrolizadora marca famsa.	HR	0.00125	315.89	0.39
H	EQDI2	Barredora de jalón MB modelo 53 MH.	HR	0.00196	87.54	0.17
H	EQDI011	Camioneta pick up, NISSAN	HR	0.00189	128.38	0.24
Total de Equipo						0.80

Costo Directo 11.24

Indirectos (5.23%) 0.59

Indirectos de Campo (4.58%) 0.51

Financiamiento (0.33%) 0.04

Utilidad (9.85%) 1.22

Cargos Adicionales (0.05%) 0.01

Precio Unitario 13.61

**** TRECE PESOS 61/100 M.N. ****

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO - ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN DEL
 KM 5+000 AL KM 11 +000

Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 3.6 RIEGO DE SELLO COM MATERIAL PETREO 3-B A RAZON DE 10.0 L/M2: NCLUYE APLICACIÓN, COMPACTACION Y BARRIDO P.U.O.T. Unidad : M2
 Cantidad : 39,000.00
 Precio U. : 5.16
 Total: 201,240.00

C Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Materiales					
SELLO 3-B	Sello con material No. 2, procedente de banco, incluye regalía, extracción, cribado y carga.	M3	0.01050	207.14	2.17
Total de Materiales					2.17
Mano de Obra					
+ MOMMB021	Cuadrilla 021 (0.4 Cabo+ 4 ayudante especializado)	JOR			
MOMM0120	Cabo de oficios	JOR	0.40000	398.48	159.39
MOMM0125	Ayudante especializado	JOR	4.00000	283.32	1,133.28
HERR	Porcentaje de herramienta menor	(%)mo	0.03000	1,292.67	38.78
			Suma		1,331.45
			Cantidad	0.00014	Total 0.19
+ MOMMB002	Cuadrilla 002 (0.1 Cabo + 1 Banderero)	JOR			
MOMM0120	Cabo de oficios	JOR	0.10000	398.48	39.85
MOMM0122	Banderero	JOR	1.00000	283.32	283.32
HERR	Porcentaje de herramienta menor	(%)mo	0.03000	323.17	9.70
			Suma		332.87
			Cantidad	0.00014	Total 0.05
Total de Mano de Obra					0.24
Equipo					
H EQDI121	Esparcidor de sello.	HR	0.00095	459.03	0.44
H EQDI2	Barredora de jalón MB modelo 53 MH.	HR	0.00323	87.54	0.28
H EQDI011	Camioneta pick up, NISSAN	HR	0.00333	128.38	0.43
H EQDI017	Compactador de 7 neumáticos, DYNAPAC CP22	HR	0.00080	226.91	0.18
H EQDI62	Vibrocompactador Tándem doble rodillo Ingersol Rand, modelo D-90	HR	0.00071	337.59	0.24
Total de Equipo					1.57
Auxiliares					
+ BASIA001	Agua puesta en obra.	M3	0.00518	53.31	0.28
Total de Auxiliares					0.28
Costo Directo					4.26
Indirectos (5.23%)					0.22
Indirectos de Campo (4.58%)					0.20
Financiamiento (0.33%)					0.02
Utilidad (9.85%)					0.46
Cargos Adicionales (0.05%)					0.00

Precio Unitario 5.16

**** CINCO PESOS 16/100 M.N. ****

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN
DEL KM 5+000 AL KM 11+000

Explosión de Insumos de Presupuesto						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Monto	%
Materiales						
AGUA-REG	Regalía de agua en banco	M3	1,487.16414	25.00	37,179.10	0.56
ARE-POR	Arena para poreo	M3	204.75000	116.66	23,886.13	0.36
CAL	Cal	TON	15.60000	956.52	14,921.71	0.22
EMUL-RM	EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA DE ROMPIMIENTO LENTO	LT	73,710.00000	6.15	453,316.50	6.77
EMUL-RR	Emulsión asfáltica RR, rompimiento rápido	LT	130,936.73152	6.63	868,110.53	12.97
MA-00698			2,016.00000	14.28	28,788.48	0.43
MAD-BAR	BARROTE DE 2" x 4" x 8.25'	PT	1,287.00000	11.00	14,157.00	0.21
MAD-DUELA	DUELA 3/4" x 4" x 8'	PT	780.00000	11.00	8,580.00	0.13
MAD-POL	POLÍN DES 1/2" x 3 1/2" x 8.25'	PT	1,852.50000	11.00	20,377.50	0.30
MAT-BASE	MATERIAL DE BANCO PARA BASE	M3	10,080.00000	21.42	215,913.60	3.23
MAT-SUB-BASE	MATERIAL DE BANCO PARASUB-BASE	M3	10,800.00000	17.15	185,220.00	2.77
MAT-TERRACERIAS	MATERIAL DE BANCO PARATERRACERIAS	M3	39,858.40800	14.28	569,178.07	8.50
PINT-ESM	Pintura esmalte	LT	128.70000	49.80	6,409.26	0.10
SELLO 3-B	Sello con material No. 2, procedente de banco, incluye regalía, extracción, cribado y carga.	M3	409.50000	207.14	84,823.83	1.27
SELLO-NO.2	SELLO DEL NO.2 DEL BANCO DE MATERIALES EL GUAYABAL, INCLUYE: CARGA CIRBADO Y ACARREO	M3	491.40000	226.00	111,056.40	1.66
Total de Materiales					2'641,918.11	39.47
Mano de Obra						
MOMM0001	PEÓN	JOR	78.00000	283.32	22,098.96	0.33
MOMM0101	Topógrafo	JOR	78.00000	467.68	36,479.04	0.54
MOMM0102	Cadenero	JOR	156.00000	283.32	44,197.92	0.66
MOMM0120	Cabo de oficios	JOR	5.77200	398.48	2,300.03	0.03
MOMM0121	Ayudante general	JOR	3.12000	283.32	883.96	0.01
MOMM0122	Banderero	JOR	10.92000	283.32	3,093.85	0.05
MOMM0125	Ayudante especializado	JOR	43.68000	283.32	12,375.42	0.18
Total de Mano de Obra					121,429.18	1.81
Herramienta						
HERR	Porcentaje de herramienta menor	(%)mo	0.03000	121,429.19	3,642.88	0.05
Total de Herramienta					3,642.88	0.05

OBRA: PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SAN JUAN NUEVO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN
DEL KM 5+000 AL KM 11 +000

Explosión de Insumos de Presupuesto						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Monto	%
Equipo						
EQDI011	Camioneta pick up, NISSAN	HR	480.87000	128.38	61,734.09	0.92
EQDI012	Camión petrolizadora marca famsa.	HR	162.63000	315.89	51,373.19	0.77
EQDI013	Camión volteo de 7.0 M3, Mercedes Benz	HR	6,063.22796	200.32	1714,585.82	18.14
EQDI017	Compactador de 7 neumáticos, DYNAPAC CP22	HR	62.40000	226.91	14,159.18	0.21
EQDI020	Cargador sobre neumáticos Caterpillar 950 F	HR	1,602.56617	507.01	812,517.07	12.14
EQDI024	Compactador vibratorio, rodillo liso, Ingersoll Rand SD 100D	HR	1,327.50150	373.19	495,410.28	7.40
EQDI057	Motoconformadora CATERPILLAR 140G	HR	1,157.38485	617.94	715,194.39	10.68
EQDI058	Nivel para topografía SETLDS2610	HR	475.80000	5.24	2,493.19	0.04
EQDI076	Tractor CATERPILLAR D7	HR	459.57702	919.47	422,567.28	6.31
EQDI085	Transito para trazo WILD T16	HR	459.03000	8.55	3,924.71	0.06
EQDI10		HR	217.90496	175.89	38,327.30	0.57
EQDI121	Esparcidor de sello.	HR	74.10000	459.03	34,014.12	0.51
EQDI2	Barredora de jalón MB	HR	481.26000	87.54	42,129.50	0.63
EQDI62	modelo 53 MH. Vibrocompactador Tandem doble rodillo Ingersol Rand, modelo D-90	HR	55.38000	337.59	18,695.73	0.28
Total de Equipo					3'927,125.85	
TOTAL DEL REPORTE					58.67 6'694,11	

CONCLUSIONES

En esta tesis de investigación se dio respuesta a la pregunta de investigación, y se cumplió el objetivo, al presentar una propuesta de diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Antiguo pueblo de San Juan Nuevo, del tramo 5+000 a km 11+000 del municipio de Nuevo Parangaricutiro Michoacán, el cual se definió en el capítulo anterior en el que menciona el proceso constructivo en tres etapas importantes que son: los preliminares que es el trazo y nivelación, las terracerías que son cortes, terraplenes y la capa de sub-base, y finalmente el pavimento que consta de la base hidráulica, el riego de impregnación y la carpeta asfáltica.

De igual manera se dan a conocer los tipos de carreteras y las partes que la componen explicando cada una de ellas en el capítulo 2 de esta tesis.

Se analizaron cada uno de los conceptos para conocer los factores que intervienen en el costo de cada uno de ellos, así mismo se analizaron los rendimientos para definir el precio unitario por unidad de medida.

Aunque el concepto de proceso constructivo no se define en los capítulos anteriores, queda claro que son los pasos que se deben seguir para realizar la construcción de una carretera, en este caso es de iniciar con un camino de terracería hasta terminar con una carretera tipo D mejorada. También se cumplieron los objetivos definiendo en el capítulo 1 y 2 lo que es una carretera y los tipos de carreteras así como las características que deben presentar.

En el proceso constructivo se menciona que el tipo de camiones a utilizar será el existente en ésta población por lo que el presupuesto está basado en los acarreos de camiones de 7m³ de capacidad, aunque sería más eficiente el proceso si se utilizaran camiones de mayores dimensiones. La maquinaria a utilizar para lograr una mejor eficiencia en los trabajos se limita un poco por el tipo de camiones ya que se podría utilizar un cargador de mayor dimensión para dar mejor eficiencia en la carga del material de banco o de cortes.

Así, una vez terminada esta tesis se puede concluir que se cumplió con el objetivo general ya que se diseñó un proceso constructivo para el tramo en cuestión, dando respuesta a la pregunta de investigación y resolviendo las dudas mencionadas en la introducción.

BIBLIOGRAFIA.

Arias Rivera (1984)

Cuaderno de Comportamiento de Suelos.

Facultad de Ingeniería UNAM.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols (2005)

Metodología de la Investigación.

Ed. Mc. Gran H. II. México.

Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005)

Métodos de Investigación y Manual Académico.

Ed. Porrúa. México.

Mier S., José Alfonso. (1987)

Introducción a la Ingeniería de Caminos.

UMSNH. México.

Olivera Bustamante, Femando. (2006)

Estructuración de Vías Terrestres (2da Edición).

Ed. Continental. México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (1974)

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.

México.

Tamayo Tamayo, Mario (2000)

El Proceso de la Investigación Continua.

Ed. Limusa. México

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

<http://www.monografias.com/trabajos/transporte/transporte.shtml>

[http://enciclopedia.us.es/index.php/Michoac- %C3%A1n_\(M%C3%A9xico\)](http://enciclopedia.us.es/index.php/Michoac-%C3%A1n_(M%C3%A9xico))

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática),

[http://www.arqhys.com/contenidos/ carreteras-historia.html](http://www.arqhys.com/contenidos/carreteras-historia.html)

<http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/AR07301M.pdf>

http://www.emexico.gob.mx/work/EMM_1/Michoacan/Mpios/16058a.htm

<http://www.arqhys.com/construccion/subbase-construccion.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Michoac%C3%A1n>

http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Michoac%C3%A1n_en_M%C3%A9xico.svg

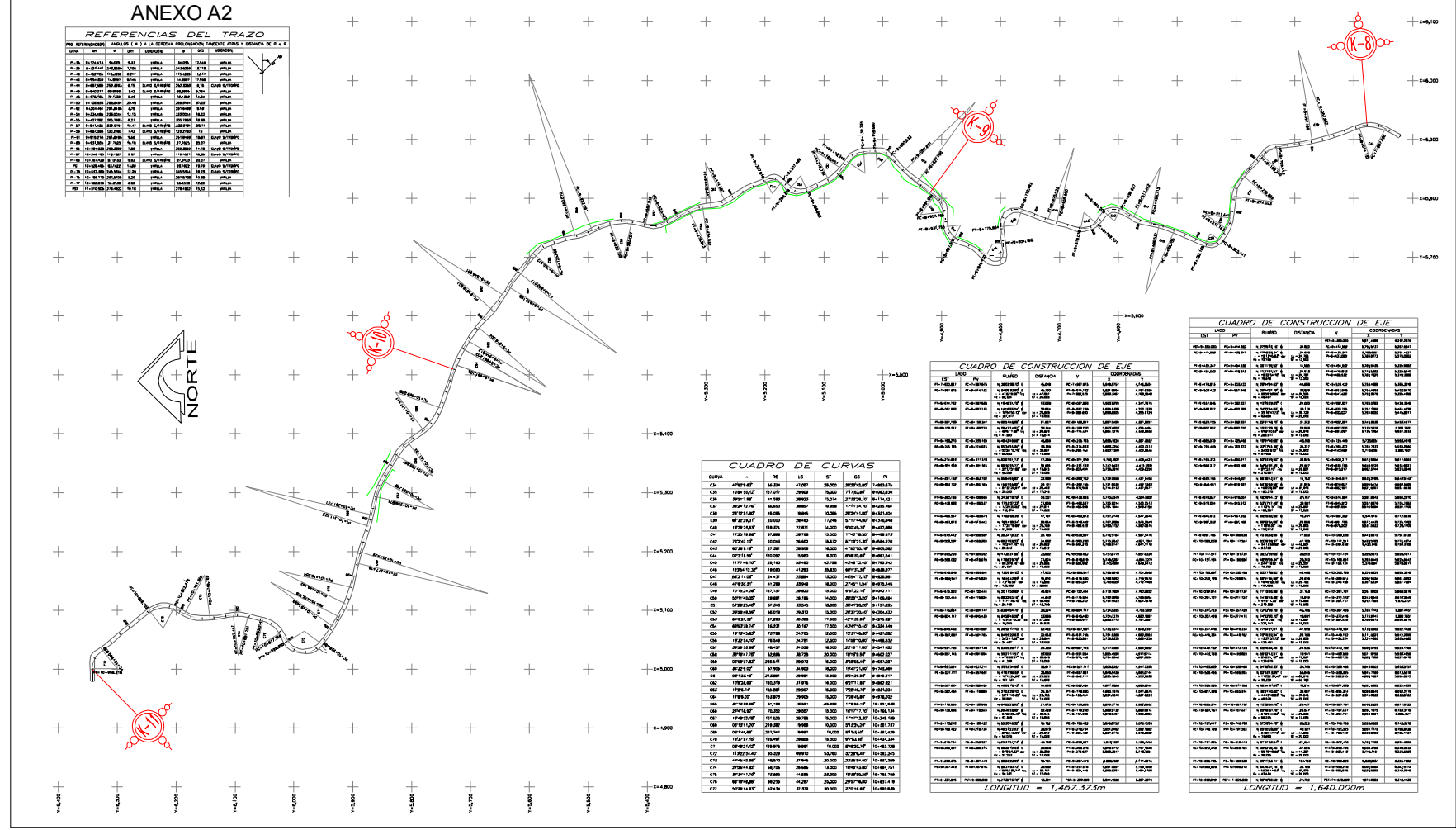
http://www.michoacan.gob.mx/municipios/61medio_fisico.htm

<http://catarina.udlap.mx>

ANEXO A2

REFERENCIAS DEL TRAZO

PK	COORDENADAS	X	Y	PK	COORDENADAS	X	Y
0+00	14200.00	1000.00	0.00	10+00	14200.00	1000.00	0.00
0+20	14200.00	1000.00	0.00	20+00	14200.00	1000.00	0.00
0+40	14200.00	1000.00	0.00	30+00	14200.00	1000.00	0.00
0+60	14200.00	1000.00	0.00	40+00	14200.00	1000.00	0.00
0+80	14200.00	1000.00	0.00	50+00	14200.00	1000.00	0.00
1+00	14200.00	1000.00	0.00	60+00	14200.00	1000.00	0.00
1+20	14200.00	1000.00	0.00	70+00	14200.00	1000.00	0.00
1+40	14200.00	1000.00	0.00	80+00	14200.00	1000.00	0.00
1+60	14200.00	1000.00	0.00	90+00	14200.00	1000.00	0.00
1+80	14200.00	1000.00	0.00	100+00	14200.00	1000.00	0.00



CUADRO DE CURVAS

PK	COORDENADAS	X	Y	PK	COORDENADAS	X	Y
0+00	14200.00	1000.00	0.00	10+00	14200.00	1000.00	0.00
0+20	14200.00	1000.00	0.00	20+00	14200.00	1000.00	0.00
0+40	14200.00	1000.00	0.00	30+00	14200.00	1000.00	0.00
0+60	14200.00	1000.00	0.00	40+00	14200.00	1000.00	0.00
0+80	14200.00	1000.00	0.00	50+00	14200.00	1000.00	0.00
1+00	14200.00	1000.00	0.00	60+00	14200.00	1000.00	0.00
1+20	14200.00	1000.00	0.00	70+00	14200.00	1000.00	0.00
1+40	14200.00	1000.00	0.00	80+00	14200.00	1000.00	0.00
1+60	14200.00	1000.00	0.00	90+00	14200.00	1000.00	0.00
1+80	14200.00	1000.00	0.00	100+00	14200.00	1000.00	0.00

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE

EST	ALCANTARILLA	ALCANTARILLA	ALCANTARILLA	ALCANTARILLA			
0+00	14200.00	1000.00	0.00	10+00	14200.00	1000.00	0.00
0+20	14200.00	1000.00	0.00	20+00	14200.00	1000.00	0.00
0+40	14200.00	1000.00	0.00	30+00	14200.00	1000.00	0.00
0+60	14200.00	1000.00	0.00	40+00	14200.00	1000.00	0.00
0+80	14200.00	1000.00	0.00	50+00	14200.00	1000.00	0.00
1+00	14200.00	1000.00	0.00	60+00	14200.00	1000.00	0.00
1+20	14200.00	1000.00	0.00	70+00	14200.00	1000.00	0.00
1+40	14200.00	1000.00	0.00	80+00	14200.00	1000.00	0.00
1+60	14200.00	1000.00	0.00	90+00	14200.00	1000.00	0.00
1+80	14200.00	1000.00	0.00	100+00	14200.00	1000.00	0.00

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE

EST	ALCANTARILLA	ALCANTARILLA	ALCANTARILLA	ALCANTARILLA			
0+00	14200.00	1000.00	0.00	10+00	14200.00	1000.00	0.00
0+20	14200.00	1000.00	0.00	20+00	14200.00	1000.00	0.00
0+40	14200.00	1000.00	0.00	30+00	14200.00	1000.00	0.00
0+60	14200.00	1000.00	0.00	40+00	14200.00	1000.00	0.00
0+80	14200.00	1000.00	0.00	50+00	14200.00	1000.00	0.00
1+00	14200.00	1000.00	0.00	60+00	14200.00	1000.00	0.00
1+20	14200.00	1000.00	0.00	70+00	14200.00	1000.00	0.00
1+40	14200.00	1000.00	0.00	80+00	14200.00	1000.00	0.00
1+60	14200.00	1000.00	0.00	90+00	14200.00	1000.00	0.00
1+80	14200.00	1000.00	0.00	100+00	14200.00	1000.00	0.00

LONGITUD = 1,467.575m

LONGITUD = 1,640,000m

CAMINO: NUEVO PARANGARICUTIRO -ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN NUEVO.
SUB/TRAMO: KM 5+000 - KM 11+000
ORIGEN: NUEVO PARANGARICUTIRO, MICH.

T.D.P.A. = 1400 VEHICULOS

TIPO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULOS EN AMBAS DIRECCIONES	COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN	NUMERO DE VEHICULOS EN EL CARRIL DE PROYECTO	COEFICIENTE DE VEHICULOS CARGADOS O VACIOS	NUMERO DE VEHICULOS CARGADOS O VACIOS POR CARRIL Ni, Ni	COEFICIENTES DE DAÑO POR TRANSITO, Fi, F'i		NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TON, Ni, Fi, Ni' i F'i	
						Z=0 cm	Z=15 cm	Z=0 cm	Z=15 cm
Ap	840	0.50	420.0	C= 1	420.0	0.004	0	1.68	0.00
				V=		0.000	0		
Ac	407.4	0.50	203.7	C= 1	203.7	0.536	0.064	109.18	13.04
				V=		0.536	0.002		
B	33.6	0.50	16.8	C= 1	16.8	2.000	1.010	33.60	16.97
				V=		2.000	0.492		
C2	42.0	0.50	21.0	C= 1	21.0	2.000	1.070	42.00	22.47
				V=		2.000	0.044		
C3	42.0	0.50	21.0	C= 1	21.0	1.999	1.190	41.98	24.99
				V=		1.999	0.083		
T2 - S2	7.0	0.50	3.5	C= 1	3.5	4.000	3.110	14.00	10.89
				V=		4.000	0.154		
T3 - S2	7.0	0.50	3.5	C= 1	3.5	5.000	3.491	17.50	12.22
				V=		5.000	0.113		
T3 - S3	7.0	0.50	3.5	C= 1	3.5	6.000	5.239	21.00	18.34
				V=		6.000	0.154		
T3 - S2 - R3	7.0	0.50	3.5	C= 1	3.5	8.000	9.294	28.00	32.53
				V=		8.000	0.173		
T3 - S2 - R4	7.0	0.50	3.5	C= 1	3.5	9.000	10.221	31.50	35.77
				V=		9.000	0.165		
NUMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES		COEFICIENTE DE DISTRIBUCION PARA EL CARRIL DE PROYECTO %		TOTAL	700.0	T0, T0'=TRANSITO EQUIVALENTE INICIAL		340.44	187.21
2		50							
4		40 - 50							
6 O MAS		30 - 40							

AÑOS DE SERVICIO, n= 20 TASA DE CRECIMIENTO ANUAL r = 6%
 COEFICIENTE DE ACUMULACION DE TRANSITO, C= 13,426.74
 TRANSITO ACUMULADO $\sum L_n = 4,571,000$ $\sum L'_n = C \cdot T^0 = 2,513,754$

$$C = \frac{365[(1+r)n-1]}{r} = \frac{365[(1+0.06)20-1]}{0.06} = 13,426.74 \text{ COEFICIENTE DE ACUMULACION DEL TRANSITO}$$

CAMINO : NUEVO PARANGARICUTIRO-ANTIGUO PUEBLO DE SAN JUAN NUEVO.
TRAMO : KM 5+000 - KM 11+000
ORIGEN : NUEVO PARANGARICUTIRO, MICH.

BANCO	UBICACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	UTILIZACION	TRATAMIENTO	MEZCLA APROXIMADA
N° 1 (La Alberca)	Km 10+540 desviación izquierda de 900 m	Tezontle Negro	Terracerías Subrasante Base hidraulica Carpeta Asfáltica	Papeo T.M. 3" Papeo T.M. 3" Cribado T.M. 2" Cribado T.M. 3/4"	100% 100% 100% 100%
N° 2 (San Juan Nuevo)	Km 0+000 con desviación atrás de 2,300 m	Tezontle Negro	Arena para Poreo	Cribado Malla No. 4	100%
N° 3 (El Guayabal)	Km 0+000 con desviación atrás de 95,000 m ubicado en km 45 de la carretera: Periban - Buena Vista.	Tezontle Negro	Sello	Producción 3-A	100%