



UNIVERSIDAD DON VASCO A. C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLÍNICA DEL IMSS NÚMERO 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACÁN, ENTRE LAS COLONIAS LEANDRO VALLE, LAS HACIENDAS Y SOL AZTECA.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniera Civil

presenta

José Luis Mendoza Morales.

Asesor:

Ing. Guillermo Navarrete Calderón.

Uruapan, Michoacán, 06 de Agosto del 2012.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

Para poder realizar la presente tesis de la mejor manera posible fue necesario el apoyo de muchas personas, las cuales han sido de gran importancia en mi formación y en mi vida a las que agradezco a continuación:

Agradezco principalmente a Dios, por darme la oportunidad de seguir con vida, por acompañarme en todo momento de dificultad guiándome siempre por el camino correcto, superando satisfactoriamente los obstáculos presentes en mí vida y por darme la oportunidad de poder culminar mis estudios satisfactoriamente.

A mis padres: el Sr. José Luis Mendoza Guzmán y la Sra. María Magdalena Morales Ledesma, por ser el apoyo incondicional durante toda mi vida, por brindarme un hogar lleno de amor y respeto, por la educación que con sacrificios y esfuerzos me han otorgado y por ser la fuente de inspiración para poder seguir adelante gracias a sus consejos cuando la carga de tareas y exámenes se presentaban.

A mis hermanos: Alejandro Mendoza Morales y Claudia Iveth Mendoza Morales, por brindarme su compañía, su tiempo, su respeto, por hacer míos todos sus logros. A ellos que han dejado todo de lado , sin importar la hora o el momento por que esté lleno de salud cuando las situaciones no eran buenas, los cuales me han convertido en su prioridad para poder verme convertido en un hombre de provecho.

A los profesores: I.C. Anastasio Blanco Simiano, I.C. Sandra Natalia Parra Macías, I.C. Guillermo Navarrete Calderón, I.C. Jacob Rocha Gámez, Ing. Marco Antonio Corsa Plancarte, agradezco infinitamente el conocimiento que han

compartido hacia mi persona, el cual ha generado el fin de mi carrera. Gracias por la comprensión, la paciencia, el apoyo y la generosidad cuando realmente lo necesite.

A mis amigos: Jesús Arias León, Roberto Carlos Bucio Oseguera, Eduardo Antonio Bravo Moreno, José Carlos Ceja Marín, Sergio Estrada Blanco, Genoveva García Moreno, Edgar Fabián Hernández Saavedra, Alan Daniel Maldonado Ramos, Olivia Vianney Martínez Najar, Cesar Miguel Quintero Contreras, Homar Azain Rico Gallegos y Daniel Alejandro Sam Gaspar, por su lealtad, su compañía, por hacer amenas todas las noches de desvelo haciendo trabajos o preparándonos para algún examen, por mostrarme su apoyo, solidaridad y motivarme cuando las cosas no eran tan favorables.

A mi amiga Nayeli Rafael Saldaña, por estar a mi lado compartiendo momentos de felicidad, por apoyarme y cuidar de mi en los momentos que más lo he necesitado y por ser la motivación cuando creía que ya no había más que hacer.

Aprovecho para dedicar la presente tesis al Ingeniero Francisco Javier Gonzales Leal, ya que ha influido en mi vida para luchar ante las inclemencias que se presentan en el camino. A ti, que me has demostrado que las limitaciones no son obstáculo para ser un hombre de provecho y muy respetable, a ti que me has demostrado el verdadero significado de la vida y que te has convertido en mi motivación para dar lo mejor de mi día a día.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes.	1
Planteamiento del problema.	4
Objetivos.	5
Pregunta de investigación.	6
Justificación.	7
Marco de referencia.	8

Capítulo 1.- Vías terrestres.

1.1.- Historia del desarrollo de los caminos.	10
1.2.- Historia de los caminos en México.	11
1.3.- Inventario de los caminos.	13
1.3.1.- Aplicación del inventario de caminos.	13
1.4.- Planeación de caminos.	15
1.5.- Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto.	16
1.5.1.- Elementos del tránsito.	18
1.5.1.1.- El usuario.	18

1.5.1.2.- El vehículo.	20
1.5.1.3.- El camino.	25
1.6.- Clasificación de las carreteras.	25
1.6.1.- Clasificación por transitabilidad.	25
1.6.2.- Clasificación administrativa.	26
1.6.3.- Clasificación técnica oficial.	27
1.7.- Velocidad.	28
1.7.1.- Velocidad de proyecto.	29
1.7.2.- Velocidad de operación.	30
1.7.3.- Velocidad de punto.	31
1.7.4.- Velocidad efectiva o global.	31
1.8.- Volumen de tránsito.	32
1.9.- Estudios de origen y destino.	33
1.10.- Derecho de vía.	34
1.11.- Elementos de una carretera.	35
1.11.1.- Barreras de protección y separación de tráfico.	37
1.11.2.- Señalamiento de una carretera.	39

Capítulo 2.- Pavimentos.

2.1.- Definición de pavimento.	42
2.2.- Antecedentes de los pavimentos.	43
2.3.- Clasificación de los pavimentos.	46
2.3.1.- Pavimentos flexibles.	47
2.3.1.1.- Características fundamentales de los pavimentos flexibles.	48
2.3.1.2.- Drenaje de un pavimento flexible.	52
2.3.1.3.- Estructura de un pavimento flexible.	52
2.3.1.4.- Tipos de carpetas asfálticas.	58
2.3.1.5.- Tipos de productos asfálticos.	60
2.3.2.- Pavimentos rígidos.	61
2.3.2.1.- Características de los pavimentos rígidos.	61
2.3.2.2.- Estructura de un pavimento rígido.	63
2.3.2.3.- Componentes del concreto.	65
2.3.2.4.- Tipos de pavimentos de concreto.	67
2.3.2.5.- Curado del concreto.	69
2.3.2.6.- Juntas en el pavimento de concreto.	70

2.3.2.7.- Sellado de las juntas.	72
--	----

Capítulo 3.- Proceso constructivo.

3.1.- Definición de proceso constructivo.	73
3.2.- Trazo y nivelación.	74
3.3.- Limpieza y despalme.	74
3.4.- Excavaciones.	75
3.5.- Sub – Rasante.	77
3.6.- Acarreos.	78
3.7.- Sub - Base hidráulica.	79
3.8.- Base hidráulica.	81
3.9.- Carpeta de rodamiento.	82
3.10.- La guarnición.	83
3.10.1.- Tipos de guarniciones.	83
3.11.- Elementos importantes a revisar en el proceso constructivo.	86

Capítulo 4.- Resumen de macro y micro localización.

4.1.- Generalidades.	88
4.2.- Resumen ejecutivo.	90

4.3.- Macro localización. 91

4.4.- Micro localización. 95

Capítulo 5.- Metodología.

5.1.- Definición de metodología. 96

5.2.- Método empleado. 96

5.3.- Enfoque de la investigación. 97

5.3.1.- Alcance de la investigación. 98

5.4.-Diseño de la investigación. 99

5.5.- Instrumentos de recopilación de datos 101

5.6.- Descripción del proceso de investigación. 103

Capítulo 6.- Análisis e interpretación de resultados.

6.1.- Catálogo de conceptos de la obra Camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán. 106

6.2.- Proceso constructivo. 114

6.3.- Interpretación de resultados. 122

Conclusiones. 127

Bibliografía. 131

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Desde la antigüedad el ser humano ha tenido la necesidad de comunicarse, ya que con el incremento de la población y de su extensión geográfica se ha visto en la obligación de transportarse de un lugar a otro, y para ello lo hicieron mediante la utilización de caminos, los cuales tienen origen desde la existencia del ser humano.

Los primeros caminos fueron aquellos que se produjeron por el uso que se le daba a las veredas, o a los senderos que comunicaban una región de otra, siendo los mesopotámicos en el año 3,500 a.C. los primeros en construir sistemas de comunicación terrestre y a su vez en el siglo 1,100 a.C. los chinos ya contaban con un sistema de comunicación terrestre altamente desarrollado, así mismo los egipcios fueron los primeros en utilizar losas de piedra en sus caminos que sirvieron para transportar los materiales útiles para construir las pirámides y otras estructuras de gran magnitud, pero fueron los romanos los que aprovecharon dichas técnicas y llevaron a cabo la inversión en la construcción de caminos con el fin de obtener intercambio comercial pero sobre todo dar movilidad a sus legiones.

Siendo los franceses hasta el siglo XVIII los primeros en contar con una red camionera, lo cual propicio que fuera el modelo a seguir por todos los países que aspiraban a un desarrollo económico de igual magnitud, posteriormente en Europa en el siglo XIV incrementa la construcción de caminos y mejoramiento de los ya existentes, desencadenando que países del continente americano adoptaran esta actitud en el siglo XX.

En la actualidad los procesos constructivos han ido mejorando, ya que la revisión de los mismos se ha hecho de una forma muy estricta lo cual ha perfeccionado a grandes rasgos dichos procesos.

En cuanto a la investigación realizada en la Universidad Don Vasco sobre procesos constructivos, se encontraron 6 tesis las cuales abordan el tema de procesos constructivos y a continuación se mencionarán algunas.

La tesis que lleva por nombre "Proceso constructivo de la estructura del pavimento del camino que conduce de los Fresnos a Uringuitiro, en el municipio de Tancítaro, Mich., elaborada por Ricardo Estrada Hurtado, en el año 2008. El cual tiene como objetivo demostrar que los caminos juegan un papel muy importante en el desarrollo socioeconómico de una comunidad y concluye argumentado que una vez terminadas las etapas de drenaje, movimiento de tierras y terracerías se procede a la construcción del pavimento, colocándose en primer instancia la sub-base, enseguida la base después del riego de impregnación y finalmente el riego de liga para permitir la adherencia de la carpeta asfáltica con un riego de sello.

Así mismo, existe otra tesis la cual lleva por nombre "Revisión del proceso constructivo del tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro- la Ciénega., elaborada por Liliana Campos Montañez, en el año 2008. La cual concluye que el proceso constructivo empleado se realizó adecuadamente, argumentando que la única propuesta de mejora a realizar es la existencia de señalamiento vertical, ya que no existen físicamente, incluyendo en su trabajo de investigación un plano el cual indica el señalamiento adecuado, para un óptimo funcionamiento del camino,

con la seguridad de que el usuario siguiendo estas indicaciones tendrá un camino seguro al transitar por él.

Dando a conocer que el proceso constructivo en una obra carretera es de suma importancia ya que de este mismo dependerá en primera instancia el periodo de vida útil que tenga la misma, así como el buen funcionamiento.

También se encontró la tesis que lleva por nombre “Revisión del proceso de construcción del tramo carretero “El Tepehuaje – Las Guacamayas” en el municipio de Carácuaro, Mich., elaborado por Hugo Enrique Salgado Mora, en el año 2008. El cual da a conocer que el proceso constructivo empleado para la construcción del tramo carretero mencionado anteriormente no fue el más adecuado, ya que se pudo observar mediante las visitas de campo que los trabajos realizados no funcionaron de la manera correcta o fueron insuficientes, deteriorados por las inclemencias del clima o simplemente no funcionaron de la manera más factible.

Planteamiento del problema.

Se puede decir que los caminos son un medio necesario para el ser humano ya que para que éste pueda desarrollarse y trasladarse a determinado sitio de una región, es indispensable la existencia de los mismos, ya que si estos no estuvieran a su disposición sería casi imposible el intercambio de bienes y servicios, así como de un país con otro o de una misma ciudad. Por lo cual es indispensable llevar a cabo la creación de nuevos caminos día con día para permitirle al ser humano un adecuado traslado de forma segura a su destino.

Cabe mencionar que la pavimentación del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán es de suma importancia para los habitantes de la misma zona y de la ciudad, ya que con la construcción de dicho camino se facilitará el acceso a la clínica ya mencionada, permitiendo a su vez el desarrollo de las colonias aledañas y mejorando la condición de vida con la urbanización de la zona. Por otra parte, si la construcción de este camino no es llevado a la ejecución tendría un impacto de gran magnitud en la sociedad ya que por las condiciones deplorables en la que se encuentran los caminos, estos dificultarían la accesibilidad a la zona y a la clínica particularmente haciéndolo casi imposible, lo cual arrojaría como resultado la pérdida de vida en algunos casos, así mismo dejando en el olvido la creación de nuevos empleos y que el desarrollo sea nulo.

Para realizar la construcción de este camino y de cualquier otro, será necesario emplear un proceso constructivo, el cual tiene como finalidad ejecutar los

trabajos con el presupuesto autorizado, haciendo más solvente la obra y no exceder los tiempos establecidos en el calendario de obra. Por medio de esta investigación se dará a conocer si el proceso constructivo empleado en la Pavimentación del Camino de Acceso a la Zona Oriente y a la Clínica del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, entre las colonias Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca fue el adecuado?

Además se revisará si la ejecución de los trabajos en su construcción fue el más apto en cuanto a economía y calidad, para que la construcción del camino sea segura y confiable para los usuarios.

Objetivos.

Objetivo general:

Revisar si el proceso constructivo empleado en la Pavimentación del Camino de Acceso a la Zona Oriente y a la Clínica del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) número 81 de la Ciudad de Uruapan, Michoacán, entre las colonias Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca fue el adecuado.

Para lograr el objetivo mencionado anteriormente será necesario cumplir los siguientes objetivos específicos:

- 1) Definir qué es un pavimento.
- 2) Señalar los tipos de pavimentos que existen.
- 3) Definir proceso constructivo.
- 4) Establecer las ventajas de la elección de un buen proceso constructivo.

- 5) Señalar las principales discrepancias técnicas, económicas y de ejecución de la obra.

Pregunta de investigación.

Al llevar a cabo la construcción de un camino no siempre ésta se lleva tal como se planeó en un principio, por lo que al realizar el presente trabajo de investigación se podrá dar a conocer si el proceso constructivo fue el adecuado para la construcción de la avenida Villamar, por lo cual se verá en la necesidad de darle respuesta a la pregunta siguiente. ¿El proceso constructivo empleado en la Pavimentación del Camino de Acceso a la Zona Oriente y a la Clínica del IMSS número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, entre las colonias Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca se realizó de forma adecuada?

Preguntas secundarias:

¿Qué es un proceso constructivo?

¿Para qué sirve un proceso constructivo?

¿Cuáles son las ventajas del proceso constructivo?

¿Qué es un camino?

¿Qué es el concreto hidráulico y que elementos los componen?

¿Cuáles clases de concreto existen?

¿Qué tipo de juntas existen?

Justificación.

El presente trabajo de investigación es de suma importancia, ya que se verificará si el proceso constructivo que se empleó en la Pavimentación del Camino de Acceso a la Zona Oriente y a la Clínica del IMSS número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, entre las colonias Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca fue realizado de forma adecuada, beneficiando a la sociedad en general, ya que con la construcción del mismo, facilitará y agilizará el acceso a la clínica número 81 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Así mismo dicha investigación beneficiará a la comunidad estudiantil pero particularmente a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco, ya que con el presente trabajo de investigación se demostrarán los pasos a seguir para que un proceso constructivo sea lo más seguro, económico y de la mayor calidad posible. A su vez un servidor será beneficiado de forma directa, ya que con la elaboración del presente trabajo mencionado anteriormente, ampliará y fortalecerá sus conocimientos en cuanto a la revisión de la construcción de un camino se refieran.

Marco de referencia

Uruapan, ciudad del Estado de Michoacán de Ocampo, de clima templado, exuberante vegetación y con gran producción anual de aguacate con calidad de exportación, razón por la cual se le conoce también como “La capital mundial del aguacate”. Se considera también el punto de unión entre tierra caliente y la meseta Purépecha. Su nombre oficial es Uruapan del Progreso.

La ciudad de Uruapan está inmersa en el eje neo volcánico mexicano, al centro-occidente del estado de Michoacán, tiene una extensión territorial total de 954.17 km². Limita con los municipios de Los Reyes, Charapan, Paracho, Nahuatzen, Tingambato, Ziracuaretiro, Taretan, Nuevo Urecho, Gabriel Zamora, Parácuaro, Nuevo Parangaricutiro, Tancítaro y Peribán. Sus principales accidentes orográficos son el cerro de la Cruz, de la Charanda y de Jicalán. Su principal sistema hidrográfico es el río Cupatitzio, el cual nace dentro de la ciudad y del cual se obtiene la mayor parte del agua potable que se utiliza en la ciudad. Y el río Santa Bárbara que nace en la presa de Caltzonzin y cruza el oriente de la ciudad. Ambos pertenecen a la cuenca del Río Tepalcatepec y éste a su vez a la región hidrográfica del Río Balsas.

El Camino de Acceso a la Zona Oriente y a la Clínica del IMSS número 81 se encuentra ubicado entre las colonias Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca, a un costado del Cereso de la ciudad de Uruapan, el cual se encuentra en la zona oriente de la misma, sobre el bulevar industrial. Dicho camino conduce hacia la

clínica número 81 del Seguro Social el cual se encuentra ubicado en la calle Tlazazalca, colonia Valle Dorado.

El clima del municipio de Uruapan es uno de los más variados del estado de Michoacán pues se ve influenciado por las diferentes de altitud en el terreno, existen cinco tipos diferentes de clima. La zona norte tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, en la zona central del municipio, la más elevada, tiene un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en la misma zona central otro sector tiene clima Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, hacia el sur otra zona registra clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente en el extremo sur del municipio el clima es clasificado como cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Los datos arrojados por el Censo de Población y Vivienda del INEGI 2010, la ciudad de Uruapan cuenta con 315,350 habitantes.

La principal actividad agrícola del municipio de Uruapan sin duda es el cultivo del aguacate, que ha sido llamado el oro verde de Michoacán. El gran auge en la producción del mismo se dió a partir del año 1997, año en el cual se suspendió la prohibición de exportar aguacate Mexicano a Estados Unidos, provocando que dicha exportación convirtiera la producción de aguacate en la primera actividad económica del municipio.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES.

En el presente capítulo se presentan los antecedentes así como de la historia que han tenido los caminos en la ciudad de México, también se presentarán algunos factores importantes en la ingeniería de tránsito así como los agentes que afectan el tránsito de los caminos y la clasificación de los mismos.

1.1.- Historia del desarrollo de los caminos.

De acuerdo con lo dicho por Mier S. (1987), el hombre ha existido desde hace unos 100, 000 años y desde hace 10, 000 dejó de ser nómada y conoció la agricultura, lo cual desencadenó que se desarrollaran las primeras civilizaciones hace unos 6, 000 años.

Así mismo señala que en Asia Menor hace 5, 000 años se inventó la rueda y como consecuencia surgió la necesidad de superficies de rodamiento las cuales alojarían a las carretas de cuatro ruedas, las cuales tenían como función transportar personas y productos agrícolas. Fue en esa época cuando los egipcios y los Asirios iniciaron el desarrollo de sus caminos creando una ruta entre Asia y Egipto. Al mismo tiempo los Cartagineses construyeron una serie de caminos sobre la costa sur del Mediterráneo, los cuales fueron copiados por los romanos 500 años A. C.

Posteriormente, con el Imperio Romano se inicia la construcción de los caminos en forma científica, lo cual permitió que su imperio trascendiera gracias a la perfecta red de caminos que desarrollaron.

Con la caída de este imperio se provocó que el auge que existía en la construcción de los caminos se convirtiera en un arte perdido, lo cual hizo que la comunicación existente que existía entre pueblos desapareciera gracias al feudalismo. Siendo los religiosos de esa misma época los únicos que con sus peregrinaciones mantenían comunicación entre España, Francia e Inglaterra, las cuales se realizaban a caballo y a pie ya que los caminos se encontraban en mal estado y no se les daba ningún tipo de mantenimiento.

1.2.- Historia de los caminos en México

En la actualidad en la ciudad de México se construye al máximo que permite su capacidad económica una extensa red de caminos la cual va desde los caminos de cuota, de altas especificaciones, hasta las más modestas brechas. Dicho impulso constructor inicio en el año de 1925.

Al llegar los españoles al territorio nacional se dieron cuenta de que sus pobladores no conocían el uso de la rueda en vehículos de transporte y no disponían de animales de tiro y carga, solo contaban con un buen número de calzadas de piedra y diferentes caminos como veredas y senderos, los cuales se comunicaban entre sus pueblos.

Fueron los Aztecas y los Mayas quienes debido a sus actividades comerciales, religiosas y bélicas destacaron en la construcción de caminos, de los cuales aún existen algunos vestigios. Datos históricos destacan el interés que tenían estos habitantes por construir como conservar sus caminos y que durante la conquista fueran de mucha utilidad para Cortez. A su vez en la época de la colonización se

desarrollo una mejora en los caminos ya existentes y la creación de otros nuevos, lo cual surge de la necesidad de poder comunicar el centro de la nueva España con los puertos marítimos para hacer llegar a la madre patria de forma segura los productos del país.

Durante la guerra de independencia se impidió la creación de caminos nuevos. Fue hasta los años de 1839 y 1846 que se creó la Dirección General de Colonización e Industria, la cual tenía entre sus funciones construir y conservar los caminos ya existentes. En 1853 dicha dirección fue sustituida por la Secretaría de Fomento cuyo presupuesto provenía del impuesto del peaje, dicho impuesto existiría hasta el año de 1867, año en el cual el presidente Benito Juárez lo sustituiría con un nuevo impuesto el cual fue enfocado a la conservación de caminos.

Al inicio de la Revolución Mexicana en el año de 1910, se impidió al país la realización de cualquier intento constructivo ya que el gobierno solo permitía atender los aspectos tanto sociales como políticos, haciendo imposible la formulación de planes o programas de obras materiales.

Con la aparición del automóvil en 1920, México se vio en la necesidad de crear nuevos caminos y revolucionar los sistemas de transporte, el avance en los caminos fue de mayor importancia que el registrado en los 400 años anteriores de la historia del país, ya que anteriormente los caminos eran adecuados a las exigencias de vehículos de tracción animal y ahora con la aparición de vehículos con mayor capacidad de carga y que viajaban a mayor velocidad sería necesario construir caminos, los cuales pudieran satisfacer la nueva demanda.

Con la creación de la Comisión Nacional de Caminos en 1925, se inicia la creación de nuevos caminos, el mejoramiento y la conservación de los ya existentes. Siendo hasta el año de 1932 cuando esta dependencia paso a depender de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y que en el año de 1958 se dividiera en Secretaria de Obras Públicas y Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), la cual a partir del año de 1982 atiende lo asuntos relacionados con los caminos.

1.3.- Inventario de caminos.

Partiendo de lo dicho por Mier S. (1987), pueden seguirse varios procedimientos para obtener un inventario de los caminos, los cuales van desde el más general y sencillo, el cual consta en ir recorriendo los caminos en un vehículo, tomando los kilometrajes marcados por el odómetro del mismo y anotando la información que se va obteniendo al recorrer dicho camino, hasta el método más sofisticado el cual puede realizarse por medios topográficos más precisos o con Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), los cuales arrojan la información necesaria sobre los caminos existentes. Cabe mencionar que el primero de los métodos mencionados anteriormente no llena los requisitos que son necesarios en un inventario y que el segundo es un método muy costoso y lento.

1.3.1.- Aplicaciones del inventario de caminos.

La obtención de la capacidad de los caminos que integran la red es una las aplicaciones que tiene el inventario de caminos, dicha capacidad es determinada por

diversos factores como lo son las características geométricas y las características del tránsito que circulan por él.

Las características geométricas del camino que influyen en su capacidad son su sección transversal, este elemento geométrico está compuesto por el ancho de los carriles, distancia a obstáculos laterales, ancho y estado de los acotamientos, alineamiento tanto horizontal como vertical y una distancia de visibilidad de rebase. Los datos mencionados anteriormente son los datos que deberá contener un inventario al ser realizado, ya que se tomará en cuenta con la información obtenida a la hora de realizar el cálculo de un tramo de un camino.

Una función del inventario de caminos es que a partir del día en que se realizó el mismo, hasta un periodo determinado de tiempo se podrá estimar el volumen de tránsito, las condiciones en que trabaja durante este periodo y así mismo realizar las mejoras necesarias en el tramo, con la finalidad de evitar congestionamientos y accidentes en primer instancia.

De acuerdo con Mier S. (1987), una aplicación importante del inventario de caminos es que existe la posibilidad de señalar las obras necesarias para llevar a cabo los programas de reconstrucción, conservación y reconstrucción. Esta aplicación justificará la realización de los inventarios definidos anteriormente ya que con su aplicación se podrá obtener itinerarios, datos sobre la población por las que pasa un camino, estado del drenaje y al mismo tiempo determinar si la superficie de rodamiento del mismo se encuentra en buen estado.

Una vez que ha sido realizado el inventario de un camino será necesario aportar información veraz de los cambios realizados, así como de las modificaciones que se llegarán a realizar en las fechas posteriores de la realización del inventario, con la finalidad de poder brindar al usuario el estado real de la red de carreteras en cualquier momento.

1.4.- Planeación de caminos.

Al comienzo de la etapa constructiva en el año de 1925, México se vió en la necesidad de construir nuevas vías terrestres, las cuales deberían de satisfacer las necesidades que demandaban los vehículos automotores. En un principio la evolución de la red de carreteras no tuvo mucho auge, ya que la inversión que podría existir no era tan riesgosa. Debido a que la sociedad aumentaba su volumen día con día, surgió la necesidad para los habitantes de trasladarse de un punto a otro por lo que la misma red de carreteras comenzó a tener gran auge, provocando que la economía de algunos sectores incrementara razonablemente, dicho incremento en la población provocó que la misma red fuera insuficiente, por lo cual se decide hacer una planeación adecuada para determinar las prioridades que tenía cada proyecto y dependiendo de las mismas saber que camino se debería construir primero.

Según Mier S. (1987), en México de acuerdo a las últimas políticas en cuanto a caminos se refiere, los regímenes gubernamentales establecen que la red de caminos ya existente deberá conservarse en buen estado, para lo cual en algunos casos será necesaria la reconstrucción de tramos carreteros los cuales se construyeron con técnicas obsoletas. Terminar las obras ya iniciadas cumpliendo la

obtención de los beneficios previstos en un principio, construir nuevas carreteras las cuales comuniquen a las comunidades aledañas con la ciudad para poder tener una mejor calidad de vida y formen parte del desarrollo socioeconómico y por último construir ampliaciones, acortamientos y autopistas que mejoren el sistema vial en las zonas ya comunicadas.

Así mismo Mier S. (1987), afirma que un plan vial razonable debe incluir la construcción de las obras que no han sido construidas en su totalidad para obtener una red troncal completa (red de primer orden), la cual deberá de comunicar a la Capital de la República con los Estados de la misma, a su vez contará con una comunicación con los puertos marítimos, las fronteras del país y las capitales de los Estados entre sí. Construir una red de segundo orden con la cual se logra un incremento favorable de las carreteras alimentadoras y por último construir la red troncal la cual se basa en la construcción de caminos de bajas especificaciones.

Para llevar a cabo la construcción de un camino se deberá contar con el capital necesario, ya que si no se cuenta con el mismo la construcción de este se tendrá que detener y realizar en etapas, lo cual hará que el proceso de construcción sea tardío y se vea afectado su proceso, por esta razón es de suma importancia realizar la planeación correspondiente a la hora de construir un camino.

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

De acuerdo con Mier S. (1987), una de las ramas de la Ingeniería Civil es la ingeniería de tránsito, la cual tiene como finalidad dedicarse al estudio del movimiento de la sociedad, así como de los vehículos que se desplazan en calles y

caminos, todo ello con el propósito de hacerlo de una forma rápida, segura, libre y eficaz.

En la actualidad el problema de tránsito en los caminos cuenta con un problema muy grande, ya que los caminos con los que se cuenta fueron creados en el pasado, los cuales son muy angostos, torcidos, con fuertes pendientes y banquetas insuficientes, debido a esto no cumplen con la demanda que los diferentes tipos de vehículos exigen, ya que se cuenta con una gama amplia de los mismos como lo son los automóviles, bicicletas, camiones y vehículos de tracción animal por mencionar algunos. Dicho problema es generado a su vez por la falta de educación vial, la falta de un reglamento el cual se adopte a las necesidades del usuario y sobre todo la falta de planificación en el tránsito de los caminos los cuales fueron creados con especificaciones muy antiguas.

Ante esta problemática Mier S. (1987), plantea tres tipos de soluciones:

La primera, definida como solución integral. Dicha solución consiste en la creación de un nuevo tipo de camino el cual sirva al vehículo moderno dentro de un periodo de tiempo razonable, por lo cual deberán proyectarse ciudades con trazo nuevo, calles para alojar a los vehículos y caminos en los cuales pueda trasladarse de forma segura de acuerdo a sus exigencias. Esta solución es casi imposible ya que las vías de comunicación existentes deberían dejarse en el olvido.

La segunda solución recibe el nombre de solución parcial de alto costo. Mediante esta solución se pretende realizar la mejora de los caminos existentes, tales como el ensanchamiento de los carriles, creación de intersecciones,

estacionamientos públicos y colocación de semáforos, para esta solución se requiere la inversión de grandes cantidades de dinero, por lo cual sería imposible realizar las mejoras mencionadas.

En cuanto a la tercera solución el autor explica que los caminos existentes se deben de aprovechar al máximo, empleando el mínimo de obras que se pueda y agilizar el tránsito vehicular de la mejor manera posible, por lo cual “debe dictarse leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tránsito, realizar campañas de educación vial, hacer cambios en la circulación de los vehículos para lograr calles con circulación en un sentido, estacionamientos con tiempo limitado, canalización del tránsito a bajo costo, proyecto estandarizado de señales y semáforos, etcétera” Mier S. (1987: 22).

Una vez que haya sido seleccionada una solución, cual sea de las descritas anteriormente, deberá incluir tres elementos esenciales: La ingeniería de tránsito, la educación vial y la legislación y vigilancia política los cuales generarán un tránsito fluido pero sobre todo seguro.

1.5.1.- Elementos del tránsito.

De acuerdo con Mier S. (1987), existen tres elementos los cuales componen el tránsito, los cuáles son: el usuario, el vehículo y el camino.

1.5.1.1.- El usuario.

Se considera como usuario de los caminos y de las calles tanto a los peatones como a los conductores, los cuales comprenden a la población en general. Al hablar

de estos dos se realiza un estudio diferente para cada caso, ya que tanto el usuario como el conductor intervienen de manera diferente en las corrientes de tránsito.

a) El peatón.

Es el ser humano que cuenta con capacidad enorme para realizar movimientos así como una gran capacidad para adaptarse a las condiciones existentes de cualquier lugar. Este es el ser que se encuentra más propenso a sufrir un accidente y a su vez en su mayoría es el responsable de ocasionar los accidentes, ya que desconoce las características de los vehículos así como las restricciones que tienen los mismos para frenarse a una corta distancia. Por lo cual debe encontrarse la manera mediante la cual pueda creársele conciencia ante el peligro que constituyen los vehículos en su vida, además hacerle entender que solo podrá utilizar las arterias vehiculares cuando sea seguro y que las banquetas son el camino de uso exclusivo para que el pueda transitar de forma fluida y segura.

b) El conductor.

El conductor es el medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo este el único responsable de su manejo, el cual conoce las características que componen un vehículo como lo son el volante, el freno y las velocidades, pero desconoce la potencia con la que cuenta así como sus limitaciones, lo cual provoca la insuficiencia de destreza para andar en el tráfico. Además existen dos factores los cuales reducen la capacidad del conductor: la visibilidad y el tiempo de reacción. La visibilidad es un factor de suma importancia al momento de la conducción ya que mediante ella el

conductor se puede percatar de la existencia de cualquier anomalía que se presente en el camino, por lo cual siempre deberá tomarse en cuenta por el ingeniero que proyecta un camino. El tiempo de reacción hace referencia al lapso de tiempo en el que el ser humano toma una decisión al visualizar alguna alteración en el camino. Las reacciones a su vez se dividen en dos: Reacciones físicas o condicionadas, son las que el individuo realiza cuando ha recorrido un camino y ha memorizado todos los detalles que existen en su transcurso, ya sea desde la presencia de un bache hasta el lugar donde se presenta un cruce vehicular. “Las reacciones psicológicas son el producto de un proceso intelectual que principia con la percepción de un estímulo, un juicio y la ejecución de una orden. El estímulo es percibido por cualquiera de los sentidos; inmediatamente es enviado al cerebro, donde se elabora un juicio sobre que decisión tomar de entre varias convenientes, una vez elegida ésta es enviada una orden nerviosa al músculo que ejecutará el movimiento correcto” Mier S. (1987: 33). Este proceso está constituido por una percepción del estímulo, una intelección o análisis de las soluciones posibles, una emoción o elección de la más adecuada y una volición o ejecución del acto ordenado por el cerebro.

1.5.1.2.- El vehículo.

Partiendo de lo dicho por Mier S. (1987), el vehículo juega un papel muy importante en el mundo, ya que los países que han introducido una mayor cantidad de los mismos a su economía, son los que se encuentran más adelantados. Cabe

señalar que los países que cuentan con mayor número de vehículos son los que cuentan con mayor producción de los mismos.

En México en el año de 1950 el crecimiento medio anual del número de vehículos fue de 32%, mientras que el de automóviles ascendía al 40%, el de camiones igual al 24% y el de autobuses solo contaba con el 9% anual. Lo cual indicaba la existencia de un desequilibrio económico grave, ya que el número de camiones es el indicador del crecimiento en lo que produce y transporta, así mismo el incremento exuberante en la cantidad de vehículos indica un planeación deplorable del transporte colectivo, por lo cual la nación tiene una gran cantidad de pérdidas.

En la actualidad los automóviles han ido evolucionando día con día; los vehículos han desarrollado una velocidad superior a las que permiten el tránsito y los caminos existentes, en cuanto a los camiones se refiere, se les ha permitido incrementar su velocidad así como su capacidad de carga en beneficio al transporte.

El automóvil ha dejado de ser un lujo y ha pasado a transformarse en un objeto de primera necesidad a medida en que lo usa el hombre, ya que el 84% de los viajes hechos por el conductor son realizados para actividades productivas y necesarias y tan solo el 16% se aplica en actividades recreativas.

De acuerdo con Mier S. (1987) puede entenderse que la forma para nombrar a los vehículos de proyecto depende de la separación en centímetros que existe entre los ejes extremos, así como las dimensiones que afectan de algún modo el diseño del camino como lo son los radios de giro.

El Radio de giro es definido según Mier S. (1987), como el radio de la circunferencia trazada por la trayectoria de la rueda delantera externa del vehículo al efectuarse un giro, así mismo define como radio de giro mínimo cuando un vehículo gira muy despacio con las ruedas torcidas al máximo posible.

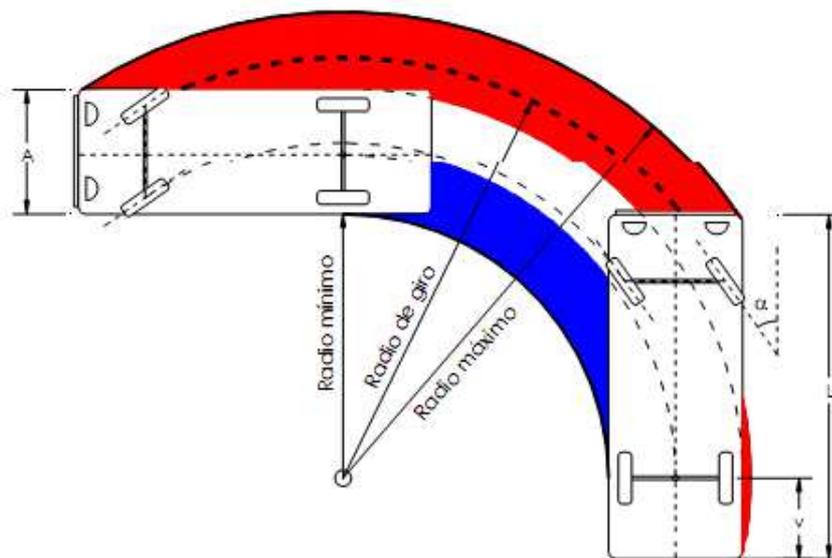


Figura 1.1.- Radios de giro.

Fuente: Manual de Carreteras de Luis Bañón Blázquez (2010).

De acuerdo con Mier S. (1987), los vehículos pueden clasificarse en dos grupos: vehículos ligeros y vehículos pesados. Los vehículos ligeros tipo A, son aquellos que cuentan con dos ejes y cuatro ruedas como los automóviles, camionetas, unidades ligeras de carga, etcétera, y los vehículos pesados son aquellos los cuales cuentan con dos o más ejes y seis o más llantas, pueden ser camiones de carga tipo C, y autobuses tipo B. También existen otro tipo de vehículos

como las bicicletas, los tractores y maquinaria agrícola, los cuales están considerados en el grupo de vehículos especiales.

En la actualidad en las carreteras de México existen las siguientes proporciones de vehículos: el 58% son vehículos ligeros (A), de los cuales el 46% son automóviles (Ap) y el 12% camionetas (Ac); el 42% restante son vehículos pesados, de los cuales el 12% son autobuses (B) y 30% de carga los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 22% son camiones de dos ejes (C2), 4% son de tres ejes (T2-C3-S1), 2% de cuatro ejes (T2-S2) y 2% de cinco ejes (T3-S2 y T2-S1-R2).

Las características de operación de un vehículo se definen por su peso estando cargado y por la potencia con que cuenta el motor. La relación peso/potencia se encuentra relacionada con la velocidad que adquieren los camiones de carga en la carretera y los tiempos de recorrido, dicha relación es muy similar a la de los vehículos lo cual ha generado una gran ventaja para el ingeniero proyectista de caminos puesto que el vehículo tiende a estandarizarse en un futuro. Dicha relación depende directamente de la capacidad con que un automóvil pueda acelerar o desacelerar más o menos rápidamente e influye de gran manera en la capacidad y del alineamiento vertical con que cuente un camino.

La aceleración según Mier S. (1987), sucede cuando la fuerza tractiva de un motor de un vehículo es mayor que las fuerzas resistentes que se oponen al movimiento, cuando ocurre el caso contrario existe desaceleración y si son iguales el vehículo se mueve a velocidad constante la cual es denominada como velocidad de

régimen. La aceleración se presenta cuando el conductor realiza una maniobra de rebase, cuando va a entrar a una pendiente ascendente, o cuando desea incrementar su velocidad, por el contrario la desaceleración ocurre cuando el conductor desea disminuir su velocidad, cuando va a salir de un camino o cuando advierte algún peligro.

“La fuerza disponible para acelerar o desacelerar un vehículo está pues en función de la fuerza tractiva neta del vehículo, resultante de restar a la fuerza del motor todas las resistencias internas y las pérdidas de potencia por altura, y de la suma de resistencias que se oponen a su movimiento” Mier S. (1987:33). Las cuáles son las siguientes:

- A) Resistencia al rodamiento: producto de la fricción entre llanta y pavimento y por la deformación de la misma llanta.
- B) Resistencia por fricción en el frenado: producida por la fricción entre llanta y el pavimento, la cual se encuentra en función del peso del vehículo y del coeficiente de fricción que la produce.
- C) Resistencia por pendientes: se presenta cuando la pendiente de una tangente es ascendente, la cual se encuentra en función del peso del vehículo y de la pendiente longitudinal.
- D) Resistencia producida por el aire: proporcional al área del vehículo con el viento, la cual puede ser despreciada cuando las velocidades son pequeñas.

1.5.1.3.- El camino.

De acuerdo con Mier S. (1987), un camino es la faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos.

1.6.- Clasificación de las carreteras.

De acuerdo con lo dicho por Crespo Villalaz (1996), la definición de camino es el nombre que se le otorga a las vías rurales de comunicación, mientras que el nombre de carretera es aplicado a los caminos los cuales cuentan con características más desarrolladas, por las cuales transita un número elevado de vehículos. Por lo cual el mismo autor define como carretera a un sendero sobre la superficie terrestre el cual cuenta con las condiciones de ancho en los carriles, alineamientos y pendientes las cuales puedan permitir que los vehículos circulen de forma segura sobre la superficie de rodamiento. A su vez afirma que las carreteras se han clasificado de acuerdo al fin que se persigue lograr con ellas o de acuerdo a su transitabilidad y dependiendo en el lugar del mundo en que se encuentren. En la actualidad la clasificación de la práctica vial en el país de México coincide con las clasificaciones dadas por otros países por lo que este país determinará su clasificación mediante la siguiente manera. Clasificación por transitabilidad, Clasificación por su aspecto administrativo y Clasificación técnica oficial.

1.6.1.- Clasificación por transitabilidad.

Esta clasificación corresponde a las etapas de construcción de una carretera. La primer etapa es la construcción de terracerías, en la cual, la etapa del proyecto se ha construido hasta su nivel de subrasante y que es transitable únicamente en

tiempo de secas. Posteriormente la segunda etapa la cual lleva por nombre Revestida y que consta en aplicar una o varias capas de material granular sobre la subrasante, lo cual permite que el camino sea transitable no solo en época de secas si no en cualquier época del año. La tercer etapa que recibe el nombre de Pavimentada la cual hace referencia cuando sobre la subrasante ha sido construido en su totalidad el pavimento.

1.6.2.- Clasificación administrativa.

De acuerdo a la clasificación administrativa, las carreteras se dividen en federales, las cuales son costeadas en su totalidad por la federación y es la misma la encargada de ella en su totalidad. Estatales, las cuales hacen referencia cuando son construidos con la aportación económica de un 50% por el estado en el que se construyen y un 50% por la federación, los cuales quedarán a cargo de las Junta Local de Caminos. Vecinales o rurales, cuando son construidos con la aportación económica en una tercera parte por los vecinos beneficiados, otra la federación y el tercio restante aportado por el Estado beneficiado, su construcción así como su conservación es realizada por el Sistema de Caminos el cual anteriormente llevaba por nombre Junta Local de Caminos. De cuota, las cuales quedan a cargo de la dependencia conocida como Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), así como las autopistas o carreteras concesionadas las cuales son construidas por la inversión privada y una vez que la inversión ha sido recuperada mediante cuotas de paso, la responsabilidad queda a cargo de la comisión mencionada anteriormente.

1.6.3.- Clasificación técnica oficial.

Mediante esta clasificación se puede definir en forma precisa la categoría física de un camino y por medio de la obtención de volúmenes de tránsito vehicular dentro del periodo económico del mismo se podrá clasificar. En México la dependencia encargada de clasificar las carreteras es la Secretaria de comunicaciones y Transportes (S.C.T.) la cual lo hace de la siguiente manera.

- a) Camino tipo especial. Esta clasificación contempla un promedio anual superior a 3,000 vehículos, lo cual es equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más, estos caminos pueden estar conformados por dos o cuatro carriles en un solo cuerpo o el sentido en el que viaja un vehículo, recibiendo el nombre de A2 y A4 según sea el caso. También pueden emplearse cuatro carriles en dos cuerpos diferentes, a los cuales se les conoce como A4,S
- b) Camino tipo A. Son caminos los cuales cuentan con un tránsito promedio anual de 1,500 a 3,000 vehículos, lo cual es equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos.
- c) Camino tipo B. Caminos que tienen un promedio diario anual de 500 a 1,500 vehículos, los cuales son equivalentes a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos.
- d) Camino tipo C. Su capacidad promedio diario anual de vehiculas varía entre 50 y 500, lo cual es equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos.

De acuerdo con Crespo Villalaz (1996), en la clasificación anterior se considera un volumen de vehículos por arriba o igual a tres toneladas, dicho volumen es equivalente al 50%. El número de vehículos es tomado en ambas direcciones sin tomar en cuenta la transformación que puedan darse de vehículos comerciales a vehículos ligeros, sin embargo el número de vehículos que utilizan remolques asciende al 15%. Así mismo afirma que para desarrollar una red caminera se deberán mantener en buenas condiciones tanto los caminos de terracerías hasta los caminos que tienen gran costo ya que depende de ambos que exista la comunicación en cualquier punto.

1.7.- Velocidad.

Partiendo de lo dicho por Crespo Villalaz (1996), la velocidad es definida como la relación existente entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, la cual queda expresada por la fórmula $V = d/t$. La velocidad de un vehículo varía constantemente, ya sea por las características propias, las del conductor, del camino, del tránsito y por condiciones climatológicas, por lo cual el tiempo de recorrido de un camino puede variar, ya que se encuentra en función de la velocidad, por lo cual si se incrementa o disminuye, el tiempo mencionado puede cambiar. La velocidad se encuentra determinada por el conductor, por lo tanto el uso de esta determinará la distancia recorrida, el tiempo recorrido y el ahorro de tiempo según la variación de velocidad existente.

Así mismo Mier S. (1987), afirma que la velocidad es un factor fundamental para el proyecto de un camino ya que mediante la rapidez y seguridad con que las

personas y mercancías se desplacen por él, será determinada la utilidad y el buen funcionamiento, por lo tanto la velocidad escogida para un proyecto pocas veces es la máxima que los vehículos pueden alcanzar ya que la mayoría pueden desarrollar velocidades mayores a las que con seguridad puede transitarse en los caminos.

1.7.1.- Velocidad de proyecto.

Es la velocidad máxima la cual ofrece seguridad al transitar por un camino, la cual marca las características con las que cuenta un camino. Así mismo la velocidad de proyecto se encuentra relacionada con la topografía de la región, por el tipo de camino, por los volúmenes de tránsito y por el uso de la tierra de la región en específico por donde pasa el camino.

Una vez que ha sido definida la velocidad de proyecto para un camino en específico, todas sus características geométricas quedarán condicionadas a ella, con la finalidad de obtener un camino en el cual la velocidad se mantenga constante durante todo su recorrido. Existen algunos casos en los cuales la velocidad no puede mantenerse constante, debido a que la topografía con la que cuenta el terreno es muy accidentada o por las condiciones de uso que se le da a la tierra, por lo cual será necesario hacer cambios en la velocidad de proyecto, estos cambios pueden realizarse mediante transiciones suaves, las cuales permitirán a los conductores realizar un ajuste gradual en su velocidad, evitando que sea de forma brusca, ya que de ser realizarlos de esa manera pueden ser un motivo que ocasione accidentes vehiculares en un camino.

Cabe mencionar que la velocidad de proyecto está dada de acuerdo a las condiciones de tránsito y de la superficie de rodamiento. Se ha observado que una pequeña cantidad de los conductores circulan a más de 110 KMH o a menos de 50 KMH, por lo cual La Secretaria de Obras Públicas recomienda como límites de velocidad proyecto 30 y 110 KMH. Mediante estos dos valores se determinarán los rangos de las velocidades de proyecto, los cuales no deberán de ser muy pequeños ya que indicarán poca variación en los elementos de proyecto entre una velocidad y la siguiente, ni deberán de ser muy grandes ya que la variación sería mayor, por lo cual el rango de variación es de 10 KMH y las velocidades de proyecto recomendables son de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, y 110 kilómetros por hora.

Así mismo Mier S. (1987), afirma que los caminos se proyectan para una vida útil de 15 a 20 años y que las características de los alineamientos tanto horizontal como vertical, los cuales están relacionados directamente con la velocidad de proyecto se determinan con un tiempo mayor, ya que los elementos de la sección transversal pueden ser modificados con mayor facilidad en el futuro, pero los cambio de alineamiento y perfil implicarían costos considerables.

1.7.2.- Velocidad de operación.

De acuerdo con Mier S. (1987), es la velocidad real con que transitan los vehículos sobre el camino y a la vez es un indicador del grado de eficiencia que la carretera brinda a los usuarios. También es conocida como la velocidad que mantiene un vehículo al recorrer un tramo, o a lo largo de un camino y se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo recorrido.

La velocidad de operación es afectada directamente por el volumen de tránsito que circula por un camino, cuando el volumen es bajo la velocidad es bastante cercana a la velocidad de proyecto, pero a medida que el volumen aumenta la velocidad de operación va disminuyendo hasta que los conductores no puedan circular a la velocidad que ellos deseen ya que comienzan a aparecer interferencias por parte de otros vehículos.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se puede señalar que el proyecto debe de realizarse para que el camino opere satisfactoriamente con velocidades de operación relacionadas a volúmenes de tránsito bajos, así ante la presencia de un volumen alto su funcionamiento será adecuado.

1.7.3.- Velocidad de punto.

La velocidad de punto es la velocidad que lleva un vehículo al pasar por un punto determinado de un camino. En tramos pequeños en los cuales las características de operación varían poco, esta se puede considerar representativa de la velocidad de operación y en tramos largos la velocidad de punto quedará representada por el promedio de la suma de las velocidades de punto registradas en diversos sitios representativos. Dicha velocidad será de gran utilidad para el proyecto de elementos del camino como las sobre elevaciones, las curvas horizontales, carriles para cambio de velocidad, curvas en intersecciones, etc.

1.7.4.- Velocidad efectiva o global.

Es el promedio de la velocidad mantenida por un vehículo a lo largo de un camino y se obtiene de dividir la distancia total recorrida entre el tiempo empleado al

hacerlo, tomando en cuenta las paradas y los retrasos producto de las condiciones en las que se encuentra el camino.

1.8.- Volumen de tránsito.

De acuerdo con Mier S. (1987), el volumen de tránsito, es el total del número de vehículos que se mueven en una dirección o direcciones específicas sobre un carril o carriles, los cuales pasan por un punto determinado del camino durante un periodo de tiempo específico.

- a) Volumen Promedio Diario Anual (VPDA): es el número de vehículos que pasa por un punto dado del camino durante un año dividido en 365 días. Este volumen no es el apropiado para el proyecto de un camino, ya que no indica la variación ocurrente durante los meses, semanas, días y las horas del año.
- b) Volumen Máximo Horario Anual (VMHA): es el volumen horario más alto que acontece para un determinado año. Método más aproximado a las condiciones de operación, el cual arroja como resultado el proyecto de obras sobradas.
- c) Volumen Horario de Proyecto (VHP): es el volumen horario máximo en la hora número 30 y que durante un año solo es superado por 29 volúmenes horarios. Para caminos rurales el VPH se considera como el tránsito total que circula en ambas direcciones.

1.9.- Estudios de origen y destino.

“Este tipo de estudios se puede considerar como el más completo para el aforo de vehículos, ya que por medio de él se pueden conocer los volúmenes de tránsito, tipos de vehículos, clasificación por direcciones, el origen y el destino del viaje, tipo de carga y tonelaje, número de pasajeros, dificultades que se presentan durante el recorrido, productos transportados, modelos y marcas de los vehículos” (Mier S; 1987:33).

Los estudios de origen y destino cuentan con diversas aplicaciones, algunas de las principales tienen como finalidad dar a conocer la demanda existente dentro de una ciudad para usar en mayor o menor grado una ruta, fijar rutas alternas para desviar el movimiento vehículos pesados y turistas, conocer la localización de una nueva carretera o mejorar alguna ya existente y justificar la existencia de un nuevo camino.

Para realizar los estudios de origen y destino existen cuatro maneras diferentes.

- 1) Por medio de entrevistas directas al conductor.
- 2) Entregando al conductor en una estación, un cuestionario que deberá resolver antes de llegar a la próxima estación, en la cual deberá regresarlo.
- 3) Por medio de entrevistas personales hechas mediante muestreo estadístico en los domicilios de los usuarios.
- 4) Por la observación de las placas de los vehículos en diferentes puntos.

1.10.- Derecho de vía.

De acuerdo con Mier S. (1987), recibe por nombre de derecho de vía, la franja de terreno que tiene un ancho suficiente para alojar una vía de comunicación, la cual forma parte de la misma. El ancho deberá establecerse de acuerdo a las condiciones técnicas relacionadas con la seguridad, utilidad y eficiencia del servicio de las vías de comunicación.

En México se ha establecido un derecho de vía de 40 metros de amplitud, 20 metros a cada lado del eje del camino, el cual reducirá el ancho de las calles al pasar por una zona urbana. En algunos casos cuando se trate de una autopista o de una brecha de un solo carril el ancho indicado podrá aumentar o disminuir.

El ingeniero de caminos tiene la necesidad de conocer los aspectos legales para poder adquirir la propiedad del derecho de vía, los cuales en la república mexicana varían de acuerdo al tipo de camino de que se trate. De acuerdo al artículo número 1 de la Ley de Vías Generales de Comunicación queda establecido que las vías generales de comunicación son:

Los caminos.

- a) Cuando se entronquen con alguna vía de país extranjero.
- b) Cuando comuniquen a dos o más entidades federativas.
- c) Cuando en su totalidad o mayoría sean construidas por la federación.

Los puentes.

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

En el artículo número 2 queda establecido que son partes de las vías generales de comunicación:

- 1) Los servicios auxiliares, obras, construcciones, dependencias y accesorias de las mismas.
- 2) Los terrenos y aguas que sean necesarios para el derecho de vía, para el establecimiento de los servicios y obras a los que hace referencia al apartado anterior.

1.11.- Elementos de una carretera.

Partiendo de lo dicho por Bañón (2010), los elementos que componen una carretera se encuentran principalmente alojados en su sección transversal son los siguientes:

- a) Bombeo: es una pendiente aligerada que se le da a la superficie de rodamiento del centro de la misma hacia el exterior para que tenga un desagüe y no se vea afectada el tránsito vehicular.

- b) Superficie de rodamiento o calzada: es la parte de la carretera la cual es destinada exclusivamente al tránsito vehicular, la cual puede ser en uno o doble sentido y está compuesta por un número determinado de carriles según sea el tipo de camino que se trate.
- c) Carril: Es la franja longitudinal en que se puede dividir la calzada, la cual se caracteriza por tener un ancho necesario para permitir la circulación de los vehículos. En México el ancho estándar de los carriles cuenta con 3.50 metros, el cual se encuentra señalado por señalamientos viales sobre la superficie de rodamiento.
- d) Arcén: Es la franja longitudinal la cual va contigua a la calzada y no es destinada al uso frecuente por los automóviles, solo en excepciones en donde sea requerido.
- e) Berma: Es la zona longitudinal la cual se encuentra ubicada en el borde exterior del arcén y la cuneta o el terraplén, la principal utilidad de la misma es que sirva para alojar señalización, iluminación, balizamiento, comunicaciones o instalación de barreras de seguridad.
- f) Mediana: Es la franja del terreno la cual no está destinada a la circulación y que sirve para separar dos calzadas que van en sentidos opuestos. Su sentido es variable de acuerdo al camino que se trate y puede alojar barreras que separen el tránsito.
- g) Cunetas: Son elementos que se encuentran paralelos al eje longitudinal de las carreteras, ubicados a los extremos de las mismas. Tienen como finalidad captar, transportar y evacuar las aguas pluviales para evitar que pueda producir un daño a la estructura del camino.

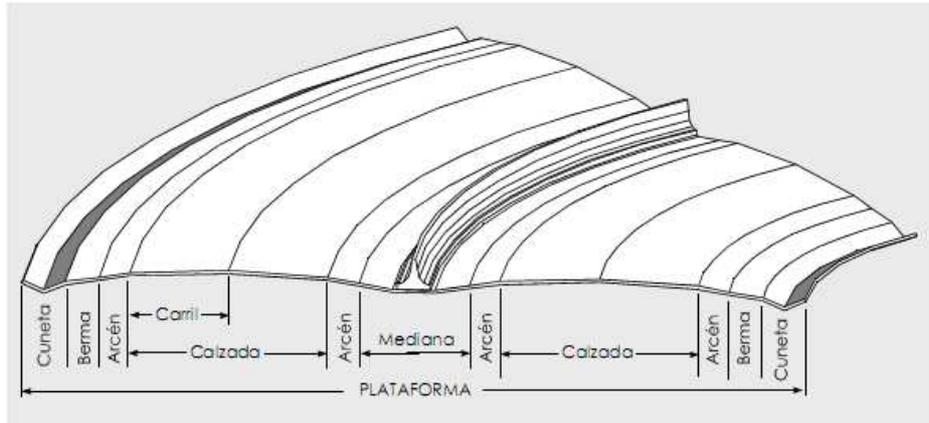


Figura 1.2.- Elementos de una carretera.

Fuente: Manual de carreteras de Luis Bañón Blázquez (2010).

1.11.1.- Barreras de protección y separación de tráfico.

Las barreras son un elemento muy importante en un camino, ya que brindan seguridad a los pasajeros de un vehículo como a los individuos que se encuentran en su entorno. Las cuales deben cumplir con una serie de objetivos los cuales se mencionan a continuación.

- 1) Impedir a cualquier vehículo que produzca daños a las personas situadas fuera del mismo.
- 2) En caso de un accidente, desviar al vehículo afectado en dirección paralela a la barrera de seguridad.
- 3) Minimizar el costo de los daños producidos.
- 4) Resistir el impacto sin que el vehículo o la barrera de seguridad se conviertan en peligro para el resto del tráfico

De acuerdo con Bañón (2010), la anchura de los arcenes, el grado de curvatura horizontal, la pendiente de la vía, la intensidad del tráfico, las condiciones climatológicas o la inclinación de los terraplenes son factores mediante los cuales las barreras de protección se dividen en tres grupos: flexibles, semiflexibles y rígidas.

- a) Barreras flexibles: son aquellas las cuales se deforman una vez recibido el impacto de un vehículo y que vuelven a su forma original cuando el mismo ha finalizado. En su mayoría están constituidas por cables o mallas de acero sujetas a postes metálicos o de concreto, las cuales regresan su estado inicial al aprovechar la tensión a la que se someten los cables en el momento del impacto.
- b) Barreras semiflexibles: Su mecanismo de trabajo es similar al de las barreras flexibles, solo que estas, después del impacto vehicular no recuperan su estado inicial. Están constituidas por un elemento metálico continuo, el cual consta con un grado de rigidez, y que se encuentran apoyados sobre postes de metal. Así mismo la rigidez de estos elementos puede variar si se modifica la distancia entre cada poste, para con ello producir un choque lo más plástico posible y la deformación existente en la barrera sea mayor.
- c) Barreras rígidas: Son las barras que cuentan con el mayor periodo de duración y con un bajo costo de mantenimiento. Construidas generalmente de concreto, las cuales no adquieren deformación al recibir impacto vehicular, por lo cual no disipan la energía. Es conveniente hacer uso de ellas cuando la mediana es inferior a 5 metros de ancho y muy recomendable cuando no

excede los 12 metros. A su vez se emplean como pretilas en los puentes y viaductos evitando que los vehículos caigan a los niveles inferiores.

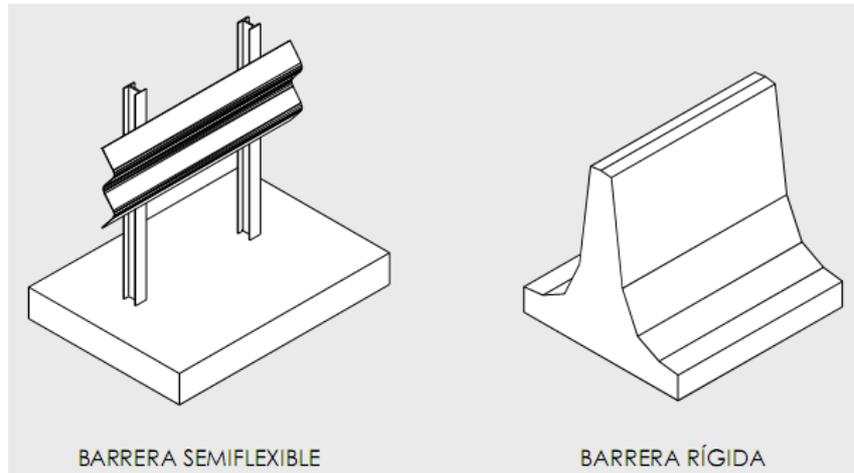


Figura 1.3.- Barreras de protección.

Fuente: Manual de Carreteras Luis Bañón Blázquez (2010).

1.11.2.- Señalamientos de una carretera.

Partiendo de lo dicho por Bañón (2010), los señalamientos surgen de la necesidad de mantener informado a los conductores de los vehículos que transitan por un camino, acerca de las características y del entorno con que cuenta el mismo, por lo cual la finalidad de los señalamientos se divide en tres puntos.

- 1) Advertir de la existencia de peligros potenciales.
- 2) Informar de la vigencia de ciertas normas y reglamentos en un tramo carretero
- 3) Orientar a los usuarios de una carretera mediante las indicaciones para que este se dé cuenta del lugar en el que se encuentra, hacia donde va y qué dirección tomar si desea cambiar de destino.

Para llevar a cabo los tres puntos mencionados anteriormente los señalamientos deben tomar en cuenta una serie de aspectos que son:

- a) Claridad: Los señalamientos deben de ser lo suficientemente llamativos para el usuario con la intención de que se percate de la información que transmiten.
- b) Sencillez: La información planteada en los señalamientos debe ser comprensible para cualquier usuario y que esta sea interpretada de forma correcta, beneficiando la circulación en una carretera.
- c) Precisión: La información debe de suministrarse cuando el conductor la necesite, para que este disponga de un tiempo de comprensión, decisión y reacción ante la advertencia visualizada.
- d) Universalidad: La información plasmada en los señalamientos y la representación del mismo debe de ser homogénea, de modo que todos los usuarios puedan interpretar su contenido, independientemente del lugar, de la zona o país de donde provengan.

De acuerdo con Bañón (2010), los señalamientos de una carretera se dividen en tres tipos:

- 1) Señalamiento vertical: Son el conjunto de elementos que se encuentran alojados perpendicular al eje de la carretera, destinados a advertir, reglamentar o informar al usuario de una vía con la anticipación necesaria de las características con las que cuenta la misma, o de la circulación con que cuenta. Este tipo de señalización es el más importante para el usuario ya que a través de ella se proporciona la mayor información para el conductor.

Para indicar su significado las señales se diferencian por su color, forma y símbolo. Las señales de peligro son de forma triangular, color rojo y con fondo blanco o de color amarillo cuando advierten una zona de obras. Las señales de reglamentación tienen forma circular con un borde rojo y fondo blanco, las cuales tienen la finalidad de prohibición o prioridad. Las señales de indicación son de forma rectangular, las cuales dan a conocer al conductor de la manera más fácil los servicios y las características con que cuenta la vía, así como las normas y el sentido de circulación con que cuenta la vía.

- 2) Señalamiento Horizontal: También conocidos como marcas viales, las cuales se encuentran sobre la superficie de rodadura, las cuales tienen como finalidad principal encauzar el tráfico, suelen ser de color blanco aunque puede variar dependiendo la actividad a la que se destinen. Las marcas longitudinales se extienden a lo largo de la calzada y sirven para separar los sentidos de circulación, delimitar los carriles. Las marcas transversales son perpendiculares a la dirección de circulación y delimitan los cruces peatonales o zonas de detención de vehículos. A su vez pueden aparecer signos los cuales indican zonas que son destinadas a un uso específico, al sentido del camino u obliguen a detenerse.
- 3) Señales de balizamiento: Compuestas por elementos cuyo fin primordial es restringir el paso de vehículos a determinadas zonas o servir de guía para los usuarios de un camino.

CAPÍTULO 2

PAVIMENTOS.

En el presente capítulo se dará una definición de los pavimentos y de sus antecedentes, así como la clasificación de los mismos, las características que componen a cada uno de ellos y las características de cada una de sus capas. También se presentarán las características con las cuales se deben de diseñar y las consideraciones para su diseño de acuerdo al tipo de pavimento que sea, a la vez que se explicará el tipo de materiales a emplear para cada pavimento y la estructuración con que cuentan los mismos. Al mismo tiempo se describirán los componentes del concreto y se presentará una breve definición de los mismos, así como de los aditivos los cuales en algunas ocasiones son necesarios emplear en la construcción de un pavimento.

2.1.- Definición de pavimento.

De acuerdo con la página www.wikipedia.org (2011), el pavimento es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la pavimentación están los suelos con mayor capacidad de carga, los materiales pétreos, el concreto hidráulico y el concreto asfáltico.

Así mismo, la Secretaría de Obras Públicas (1975), define al pavimento como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados que se encuentran entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas funciones

principales son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, con la textura necesaria, resistente a las condiciones climatológicas, a la interacción que es efectuada por los vehículos y la transmisión adecuada de los esfuerzos producidos por las cargas que genera el tránsito hacia las terracerías.

A la vez se puede definir como la superestructura de la obra vial, la cual hace posible el tránsito vehicular de forma cómoda, segura y económica de acuerdo al proyecto. Cabe señalar, que dependiendo de las características de los materiales seleccionados para su elaboración, pueden construirse en una o varias capas, siendo esta la forma más común de elaborarlos. La superficie de rodamiento puede ser una carpeta asfáltica, una losa de concreto hidráulico, o por capas de materiales pétreos compactados.

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos, los cuales se diferencian de acuerdo a los materiales por los cuales están constituidos y por la forma en que se encuentran estructurados, y no por la forma en que distribuyen los esfuerzos, ni por las deformaciones que son generadas por los vehículos a las capas inferiores.

2.2.- Antecedentes de los pavimentos.

La Secretaría de Obras Públicas (1975), señala que hasta el día de hoy los vehículos han evolucionado, en cuanto a su peso, velocidad, comodidad y autonomía, por lo cual con el paso del tiempo se fue creando la necesidad de proporcionarles caminos, que según el mismo autor los define como pistas de circulación, las cuales deben de contar con condiciones adecuadas de curvatura, pendiente, visibilidad, sección transversal, uniformidad, textura, etcétera, para con

ello satisfacer la demanda existente de los vehículos modernos, como consecuencia se construyeron terracerías y se realizaron mejoras a las ya existentes, ya que deberían ofrecer una superficie de rodamiento apropiada y confortable de acuerdo al incremento del volumen vehicular.

En un principio, en la construcción de terracerías por razones económicas, los materiales empleados provenían de ellas, como la utilización de suelos y fragmentos de roca, pero la superficie de rodamiento formada por estos materiales naturales pétreos, no satisfacía la demanda existente ya que los mismos eran muy gruesos. Aún empleando materiales más apropiados y compactándolos, no se logrará una superficie de rodamiento adecuada si los volúmenes de tránsito circulante son de gran intensidad. Cabe señalar que los materiales naturales utilizados arrojan como resultado una superficie de rodamiento con las condiciones adecuadas de operación para un periodo de tiempo determinado, el cual quedará definido de acuerdo a la cantidad de tránsito existente, a la acción del agua, a las condiciones geográficas de la zona y el intemperismo. Estos aspectos deberán ser tomados en cuenta por el ingeniero proyectista de caminos, ya que de ellos dependerá que se construya una superficie, económica y adecuada.

En los caminos con un bajo nivel de tránsito, el factor económico en su construcción determinará la superficie de rodamiento, la cual podrá estar conformada por capas de gravas-arenas, conglomerados, rocas alteradas, suelos, los cuales podrán mezclarse o ser utilizados individualmente y una vez seleccionados, deberán ser compactados. Mediante este método la superficie de rodamiento será de bajo

costo, pero a la vez el tiempo para transitar sobre las condiciones apropiadas de la misma será menor.

De acuerdo con la Secretaría de Obras Públicas (1975), la superficie de rodamiento debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) Ser estable ante los agentes del intemperismo.
- 2) Ser resistente a las cargas generadas por el tránsito.
- 3) Tener textura adecuada al rodamiento.
- 4) Ser durable.
- 5) Tener condiciones adecuadas en cuanto a permeabilidad.
- 6) Ser económica.

Los requisitos enumerados anteriormente describen una capa de buena calidad, la cual cuenta con los materiales adecuados y que no serán naturales en su totalidad, por lo cual serán ligadas de algún modo artificial. Tal es el caso de los suelos naturales cohesivos, los cuales no son capaces de soportar las cargas producidas por el tránsito vehicular, afectando de manera directa la economía destinada para el proyecto.

La capa de la que se habla resulta de mayor costo que el material destinado a las terracerías, lo cual genera un problema económico. Debido a esto la capa resulta ser muy delgada, sin embargo, podrá cumplir con los requisitos de estabilidad, duración, textura y permeabilidad, ya que su espesor es pequeño, los esfuerzos transmitidos a las terracerías serían muy altos, provocando daños a la misma superficie de rodamiento.

Como la economía juega un papel importante, la Secretaría de Obras Públicas (1975), ha definido que deben tomarse en cuenta dos intereses opuestos con respecto a la capa de pavimento:

- 1) La capa de rodamiento se construye con un espesor ideal y de una calidad tal, que se logre que los esfuerzos transmitidos a la terracería sean compatibles con la calidad de esta.
- 2) La superficie de rodamiento se logra mediante una carpeta bituminosa relativamente delgada, de alto costo y de alta calidad; pero entre ella y las terracerías se interponen un sistema de varias capas de materiales seleccionados, cuya calidad va disminuyendo de acuerdo a la profundidad en que se encuentren. El problema existente en el diseño de la superficie de rodamiento, consiste en variar el espesor y la calidad de los materiales empleados en cada capa que lo conforman. Este criterio de diseño es el que siempre se sigue para los pavimentos flexibles, mediante el cual se pretende economizar con los materiales y los espesores destinados a cada capa.

2.3.- Clasificación de los pavimentos.

La clasificación de los pavimentos se lleva a cabo mediante las capas de materiales que comprenden a los mismos, básicamente su clasificación se divide en dos:

- Pavimentos flexibles: los cuales están compuestos por materiales asfálticos y materiales granulares.

- Pavimentos rígidos: el cual está construido de cemento portland y materiales granulares.

En general, los pavimentos están contruidos por capas de materiales granulares, las cuales se encargan de transmitir los esfuerzos producido por los vehículos hacia la capa del terreno natural, (Subrasante).

Sin embargo, la rigidez o la flexibilidad que presenta un pavimento dependen del Valor Relativo de Soporte (VRS) que tenga la subrasante del camino, el cual hace referencia a la resistencia al esfuerzo cortante que presentan los materiales para evitar las posibles fallas.

Por lo tanto, la clasificación de los pavimentos no se realiza por la manera en que son transmitidos los esfuerzos hacia la subrasante, ni por las deformaciones que generan los automóviles en sus capas componedoras al transitar por ellos.

2.3.1.- Pavimentos flexibles.

Los pavimentos flexibles son aquellos que se encuentran en contacto superficial con la capa subyacente, los cuales están compuestos por una capa delgada de mezcla asfáltica, construida sobre una capa conocida como base, la cual a su vez es construida sobre una capa de sub-base, que usualmente son construidas de material granular, las capas mencionadas anteriormente descansan sobre la capa de terreno natural, la cual es mejor conocida como subrasante.

La superficie de rodamiento está conformada por una capa delgada que recibe el nombre de carpeta asfáltica. Como ya se mencionó, dichos pavimentos están

conformados por diversas capas de material, las cuales reciben cargas en su parte superior que se extienden sobre la misma y son transmitidas a la siguiente capa inferior de la estructura del pavimento, por lo cual la capa que se encuentra más debajo de la estructura es la que recibe menos carga, ya que las que se encuentran sobre la misma van disipando la energía capa a capa.

Cabe señalar que la superficie de rodamiento o la capa superior, es la que recibe mayor carga por lo que resulta ser la más cara, por lo tanto se emplearán materiales que cuenten con mayor capacidad de carga, en cambio, para la capa que se encuentra en la parte inferior se podrán utilizar materiales con menor capacidad, los cuales podrán ser los existentes en el lugar.

2.3.1.1.- Características fundamentales de los pavimentos flexibles.

De acuerdo con la Secretaría de Obras Públicas (1975), las características más importantes que deben tomarse en cuenta para el diseño de un pavimento flexible son las siguientes: la resistencia estructural, la deformabilidad, la durabilidad, el costo, los requerimientos de conservación y la comodidad, las cuales se definen a continuación.

- La resistencia estructural: Es la principal característica que se deben cumplir, la cual hace referencia a que los pavimentos deben de soportar las cargas generadas por el tránsito vehicular, que se manifiestan mediante cargas normales y cortantes en la estructura. Los métodos utilizados para el análisis de la resistencia de las mismos se realiza mediante estudios de mecánica de suelos, los cuales han determinado que la causa principal por las que falla la estructura de un pavimento

flexible son principalmente por los esfuerzos cortantes, además de estos. Se han considerado esfuerzos adicionales producidos por la aceleración, el frenado de los automóviles y los esfuerzos de tensión que se generan en las capas superiores de la estructura, próximas a donde se encuentra el área cargada.

La resistencia de un pavimento se ve afectada por la relación de la estructura con las capas que lo conforman, ya que si los materiales de las terracerías son de baja calidad no podrían soportar los esfuerzos transmitidos desde la superficie porque serían mayores a los de la capacidad de resistencia de ese nivel.

Por lo cual para mejorar la capacidad de resistencia provoca que se conduzca a una exigencia para la utilización de materiales de terracerías que cuenten con mayor calidad, a los cuales se les dé un tratamiento adecuado, que su protección contra el agua sea considerada y que exista el rechazo a los materiales que no cumplan con estas características. Cuando los materiales del pavimento no tienen resistencia a la tensión, deberá tomarse en cuenta el espesor de las capas puesto que es muy importante para transmitir los esfuerzos a la capa inferior, ya que el incremento individual en cada capa mejora la resistencia, por lo que transmitirá esfuerzos de menor nivel a las capas subyacentes.

- La deformabilidad: La deformabilidad es un factor que se propaga hacia el interior de las capas por agentes naturales y por la estructuración de los mismos materiales, la cual se presenta por lo regular en las terracerías, provocado por los esfuerzos actuantes en la superficie del pavimento que generan deformaciones tolerables. Las deformaciones son de suma importancia ya que de ser excesivas

propiciarán un estado de falla para el pavimento y porque si el mismo es deformado puede dejar de cumplir con sus funciones, independientemente de que la deformación no haya provocado el colapso. Las deformaciones pueden ser elásticas, las cuales al aplicársele un esfuerzo sobre el pavimento aparecen pero inmediatamente el mismo vuelve a su estado original, y las deformaciones plásticas que permanecen el pavimento después de aparecer el esfuerzo.

- La durabilidad: La duración de un pavimento flexible depende en su mayoría de los aspectos económicos y sociales, así como la importancia que tenga el mismo ya que esta característica marcará el uso que se le dé, por lo cual los pavimentos de los caminos los cuales no suelen ser muy transitables es de mayor facilidad realizar reconstrucciones y operaciones de mantenimiento por el costo y el tiempo que se requieren para hacerlo, en cambio que para un camino el cual es más transitado, el pavimento debe de construirse con un periodo de vida útil que comprenda más tiempo, a fin de no tener que recurrir a costosas interrupciones de un tránsito importante.

- El costo: como en la mayoría de las construcciones de ingeniería, en la construcción de un pavimento existen prioridades que se deben tomar en cuenta, ya que estas determinarán que la construcción sea resistente y presente estabilidad necesaria, las cuales van ligadas con el costo que pueda alcanzar su construcción. En la construcción de un pavimento flexible, se requiere menor inversión inicial comparándolo con la construcción de un pavimento rígido, pero a diferencia de los últimos la conservación resulta ser más elevada, ya que el mantenimiento que se requiere es necesario que se emplee por determinados periodos de tiempo. Cabe

señalar que dependiendo las necesidades que se tengan se tendrá que construir determinado tipo de pavimento, el cual se adopte mas a dichas necesidades sin importar la economía que se emplee en su construcción, y que una vez seleccionado se contemplarán los materiales que intervendrán en su estructura.

- Los requerimientos de la conservación: los factores climáticos son los principales elementos que influyen en la vida de los pavimentos, a su vez la intensidad del tránsito vehicular genera un desgaste considerable sobre la superficie de rodamiento, por lo que deberá de tomarse en cuenta el crecimiento futuro tanto del número como el tipo de vehículos, y a la vez, otros factores tomados en cuenta para su conservación son el futuro comportamiento de las terracerías, sus deformaciones, derrumbes, saturaciones locales, el drenaje, etcétera, pues de otra manera si esto no se realiza podrá llevar a grandes problemas de conservación, de reconstrucción e incluso provocar que los pavimentos lleguen al termino de su vida útil.

- La comodidad: En la construcción de pavimentos flexibles este es un factor que debe tomarse en cuenta de manera exigente, ya que está relacionado de manera directa con el conductor el cual requiere transitar a la velocidad de proyecto definida, dentro de este apartado queda incluido la seguridad la cual es la más importante. Las ondulaciones presentes en el pavimento son un obstáculo para el conductor, ya que pueden provocar movimientos bruscos que generen accidentes.

2.3.1.2.- Drenaje de un pavimento flexible.

Sin duda alguna, el agua es un elemento que causa daños de gran consideración en los pavimentos flexibles, ya que disminuye la resistencia de los suelos, lo cual origina la existencia de fallas en terraplenes, cortes y sobre la superficie de rodamiento, por lo cual el drenaje debe de ser construido detalladamente con la finalidad de que el agua se aleje a la mayor brevedad posible, ya que según Olivera (2006), un buen drenaje es el alma de los caminos.

El drenaje tiene como funciones principales captar, conducir y alejar el agua que puede causar problemas en el camino, y es el ingeniero proyectista el encargado de hacer conducir el escurrimiento natural por sitios que el elija para evitar que aparezcan problemas de erosión e inundación en la estructura de un pavimento ya que en algunos casos el agua se infiltra en el subsuelo la cual tiende a filtrarse por el suelo.

En algunas ocasiones el agua tiende a encontrarse por debajo de la estructura del pavimento, la cual por efectos de capilaridad tiende a ascender provocando cambios volumétricos en el terreno y dañando las capas que lo componen.

2.3.1.3.- Estructura de un pavimento flexible.

La estructura de un pavimento flexible está compuesta por diversas capas de material granular, las cuales se construyen en orden ascendente iniciando por la subrasante, sub-base, base y finalizando con la construcción de la carpeta asfáltica como puede apreciarse en la imagen 2.1.

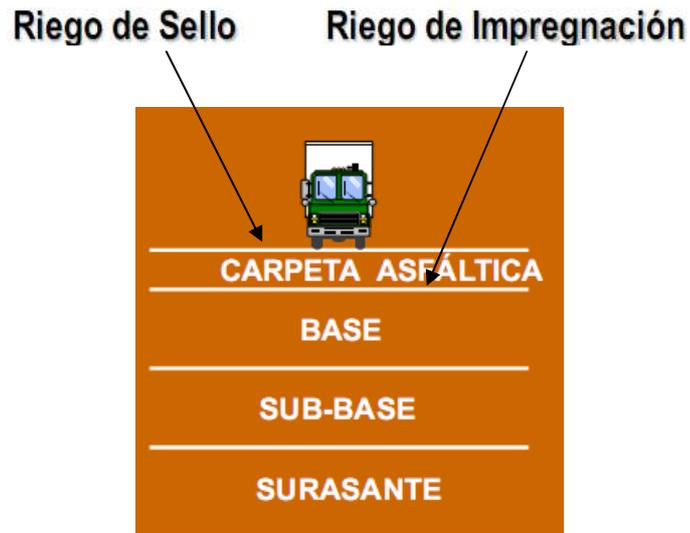


Imagen 2.1.- Estructura del pavimento flexible.

Fuente: www.canacem.org.mx (2011)

A continuación se describirán las capas por las cuales se encuentra compuesto un pavimento flexible de acuerdo en el orden en que cada una de ellas se debe de construir.

- Subrasante: De acuerdo con el Manual del Ingeniero Civil (2008), es el suelo subyacente la cual sirve como cimentación para un pavimento flexible, la cual puede estar compuesta del suelo existente en la zona de proyecto o de una capa de materiales seleccionados, los cuales se compactan hasta una profundidad debajo de la superficie de la sub-base.

- Sub-base: Como se aprecia en la figura 2.1, es la capa que se encuentra entre la subrasante y la base, la cual por lo regular está compuesta por una capa de material granular compactado y en algunas veces la misma está compuesta por una capa de suelo la cual ha sido tratada con un aditivo adecuado. Esta capa se

diferencia de la capa de base porque se sujeta a especificaciones menos estrictas en cuanto a la resistencia, los tipos de agregados y la gradación comprende, además si la subrasante es de calidad tal que cumpla con los requisitos para ser sub-base esta se pueda omitir.

A continuación se presentarán algunas de las funciones secundarias con que la sub-base puede cumplir:

- 1) Limitar el daño producido a las heladas.
- 2) Prevenir la acumulación de agua libre dentro de la estructura del pavimento o debajo de ella, evitando que existan cambios volumétricos en el material.
- 3) Impedir la intrusión de suelos finos de la subrasante hacia las capas base.
- 4) Transmitir cargas a la terracería.
- 5) En cortes de roca se puede desempeñar como plataforma de trabajo para el equipo de construcción.

• Base: Es la capa que se encuentra por encima de la sub-base y que está en contacto directo con la capa superficial, la cual se apoya en la capa de sub-base y en caso de que esta no exista, se encuentra por encima de la subrasante. Como parte de la estructura del pavimento la base está constituida por agregados como piedra triturada, escoria triturada, grava y arena o bien una combinación de los materiales mencionados.

Las especificaciones para los materiales de los que se integra la base son más estrictas que para los de la sub-base, los cuales deben contemplar la resistencia, la estabilidad, la dureza, los tipos de agregados y la gradación. A la vez

puede adicionarse un aditivo estabilizador como lo son el cemento portland, el asfalto o la cal, los cuales pueden mejorar las características de una gama de materiales amplia, los cuales si no son tratados no resultarían adecuados para ser destinados a la construcción de la capa base. Cabe señalar que desde un punto de vista económico el tratamiento de los materiales es benéfico, cuando existe un suministro de material no tratado.

La base debe cumplir con algunas funciones principales y que según Olivera (2006), son las siguientes:

- 1) Contar con la resistencia estructural adecuada para la transmisión de las presiones producidas por las cargas que son provocadas por los vehículos.
- 2) Tener un espesor suficiente para poder transmitir las cargas hacia la sub-base.
- 3) No presentar cambios volumétricos que perjudiquen la estructura del pavimento ante la presencia de humedad.

De acuerdo con el mismo autor, para la construcción de las bases y sub-bases es necesario realizar las siguientes consideraciones:

- 1) Realizar la exploración de la zona en la cual se ubicará el pavimento, para poder seleccionar adecuadamente los bancos de extracción de material, los cuales se emplearán en la construcción de las mismas.
- 2) Analizar la calidad de los materiales encontrados en la zona explorada.
- 3) Realizar una adecuada extracción y acarreo de los materiales que se emplearán en la construcción.

- 4) Hacer tratamientos adecuados a los materiales como el cribado, triturado y de ser necesario realizar su estabilización para posteriormente poder emplearlos.
- 5) Realizar una estabilización mecánica, disgregado y un mezclado con motoconformadora de los materiales, para homogenizarlos inmediatamente que lleguen a la obra.
- 6) Compactar adecuadamente el material con el quipo necesario para que este alcance su Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM).
- 7) Realizar un riego de impregnación, el cual debe aplicarse unos días después que se deje secar la base, el cual se realiza con la finalidad de tener una transición entre la base y la carpeta asfáltica posterior, cuidando que el riego penetre por lo menos tres milímetros en la base.

El procedimiento que se aplica en la compactación de las bases es el mismo que se sigue para otras estructuras carreteras, el cual es supervisado adecuadamente para que la relación de la humedad con respecto a la densidad cumpla con los valores establecidos. En esta capa se debe tener mucho cuidado con estos parámetros, ya que la exigencia en la calidad de la misma es importante para que cumpla con los objetivos a los cuales será destinada.

- Carpeta asfáltica o capa superficial: De acuerdo con el Manual del Ingeniero Civil (2008), es la capa que se encuentra por encima de todas las demás capas que estructuran un pavimento flexible, la cual está diseñada para soportar y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito, para impedir que el agua superficial penetre el pavimento, proporcionar una superficie resistente al patinaje y aportar una superficie lo

suficientemente lisa para transitar por ella, además para cumplir estas finalidades, la capa superficial con que cuenta debe de ser durable ante las condiciones climatológicas que acontezcan.

Usualmente las capas superficiales suelen ser de materiales bituminosos combinados de materiales minerales bien graduados, los cuales cuentan con un tamaño aproximado de entre $\frac{3}{4}$ a 1 pulgada de diámetro y que se recomienda que sean de forma circular, ya que los que cuentan con aristas muy definidas al ser aplicado los esfuerzos por el transito se fracturan fácilmente y dañan la superficie así como la composición de la carpeta.

Partiendo de lo dicho por Olivera (2006), las funciones principales con las que deben de cumplir las carpetas asfálticas son las siguientes:

- 1) Proporcionar una superficie de rodamiento que permita a los usuarios transitar de forma, que facilite el tránsito y sobre todo que cuente con un grado de seguridad adecuado.
- 2) Impedir la infiltración de agua de lluvia a las capas inferiores.
- 3) Ser resistente a los esfuerzos producidos por la circulación vehicular.

Como ya se mencionó anteriormente y de acuerdo con el mismo autor, la carpeta asfáltica está constituida por una capa de material bituminoso y agregados minerales. Al hablar de material bituminoso se entiende como los materiales que están compuestos por asfalto, por lo cual la cantidad necesaria de asfalto para la carpeta, es aquel que envuelve a los materiales granulares o agregados minerales,

para que sean resistentes a los efectos de intemperismo y que cuenten con un espesor adecuado, ya que de ser mayor se perdería resistencia y estabilidad.

El espesor y el tipo de una carpeta asfáltica se eligen de acuerdo al tránsito que circulará por un camino, que según el Manual de Diseño de Pavimentos de la Secretaría de Obras Públicas (1975), es el siguiente.

INTENSIDAD DEL TRÁNSITO PESADO EN UN SOLO SENTIDO	TIPO DE CARPETA
Mayor de 3000 vehículos / día	Mezcla en planta de 7.5 cm de espesor mínimo.
1000 a 2000 vehículos / día	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5.0 cm.
500 a 100 vehículos / día	Mezcla en el lugar o planta de 5 cm como mínimo.
Menos de 500 vehículos / día	Tratamiento superficial simple o múltiple.

Imagen 2.2.- Especificaciones de tránsito y espesor de carpeta.

Fuente: Manual de diseño de pavimentos (Secretaría de Obras Públicas, 1975).

2.3.1.4.- Tipos de carpetas asfálticas.

De acuerdo con Olivera (2006), en México existen tres tipos de carpetas las cuales son las más usadas en la construcción de un pavimento flexible las cuales se enumeran a continuación:

- 1) Por riegos: Las carpetas asfálticas están constituidas entre uno y hasta tres riegos de impregnación de acuerdo al tipo de tránsito existente en la zona. Sobre la base impregnada se da con un riego con producto asfáltico el cual se cubre con un riego de material pétreo grueso el cual deberá ser compactado

con el equipo adecuado. En seguida se repite la operación sólo que esta vez el material pétreo debe de ser de dimensiones menores que el que se empleo anteriormente, posteriormente se repite la operación empleando ahora el material pétreo más fino el cual se acomoda con un rodillo liso, una vez que los riegos han sido aplicados se dejará reposar el material una semana para que realice su fraguado, posteriormente cuando el mismo culminó, transitar una barredora para que retire el material que no se adhirió en el proceso, ya que si no se lleva a cabo este proceso las partículas mencionadas pueden romper los parabrisas con las partículas que expelen las llantas de los vehículos hacia atrás.

- 2) Mezclas en el lugar o en frío: Para su elaboración se utilizan materiales pétreos de granulometría continua, el cual se mezcla a la temperatura ambiente mediante la adición de un rebajado asfáltico que se calienta a la temperatura adecuada o en su defecto se empleará una emulsión. La mezcla se realizará empleando motoconformadoras o mezcladoras fijas. Para la elaboración de estas mezclas según Olivera (2006), se debe hacer una elección de los bancos, en donde se extraerán los materiales que se utilizarán en la construcción y una vez conociendo sus características se podrá realizar un ataque a los bancos ya mencionados, posteriormente se realizará un tratamiento previo a los materiales extraídos en caso de ser necesario para la elaboración de las mezclas y finalmente trasportarlos a la obra.
- 3) Concretos asfálticos: Las carpetas de concreto asfáltico son mezclas de material pétreo y cemento asfáltico recubierto el cual debe de ser calentado hasta los 140 °C y a la vez el material pétreo se calienta a 160 °C. Debido a

las características del cemento asfáltico, este tipo de carpetas cuenta con propiedades elásticas y con ruptura de tipo frágil y poca resistencia, las cuales aparecen cuando las temperaturas de la zona donde se encuentran son muy bajas. En la mayoría de los casos el material pétreo empleado en su elaboración es roca triturada de basalto, andesita o reolita, aunque en algunos casos puede provenir de bancos de grava-arena.

2.3.1.5.- Tipos de productos asfálticos.

Partiendo de lo dicho por Olivera (2006), existe una variedad de productos asfálticos que se emplean de acuerdo a los requerimientos en la construcción de una obra, por lo que a continuación se mencionarán algunos de ellos, así como se presentará la definición de los productos mencionados.

- **Cemento asfáltico:** es el material que a la vez es conocido como asfalto, el cual es el último residuo de la destilación del petróleo que a temperaturas normales se encuentra en estado sólido y cuenta con un color café oscuro.
- **Concreto asfáltico:** Es la mezcla entre cemento asfáltico y agregados pétreos. Para que se pueda mezclar con los materiales pétreos debe alcanzar temperaturas de 140 °C, por lo que es necesario contar con una planta.
- **Rebajados asfálticos:** Son los que se fabrican diluyendo el concreto asfáltico en gasolina, tractorina, diesel o aceites ligeros. Para realizar la mezcla entre rebajados asfálticos y materiales pétreos, es necesario que estos se encuentren bien secos ya que de lo contrario no existiría adherencia con el asfalto.

- Emulsiones asfálticas: son fabricadas para que un producto asfáltico se puedan mezclar con agregados pétreos húmedos, en las cuales el cemento asfáltico se suspende en agua por medio de un emulsificante y un estabilizador.

2.3.2.- Pavimentos rígidos.

Los pavimentos rígidos son aquellos que se encuentran constituidos por una capa de concreto de cemento Portland (losa), que se apoya en una capa de sub-base constituida por grava, la cual descansa en una capa de suelo compactado llamado subrasante.

De acuerdo con el Manual del Ingeniero Civil (2008), un pavimento rígido está constituido por una capa de concreto de cemento portland que se apoya sobre una capa de sub-base, la cual puede omitirse cuando la subrasante sea granular. La losa posee características de viga que le permiten extenderse de un lado a otro de las irregularidades de un material subyacente.

Cabe señalar que los pavimentos rígidos proporcionan muchos años de servicio con un bajo costo de mantenimiento.

2.3.2.1.- Características de los pavimentos rígidos.

De acuerdo con la página electrónica www.canacem.org.mx (2011), los pavimentos rígidos cuentan con una variedad de características las cuales se mencionan a continuación.

- Mayor periodo de vida útil.

- Incremento de la resistencia con el paso del tiempo.
- Mayor tiempo de conservación de la estructura del pavimento.
- Resistencia mayor a los efectos producidos por el intemperismo.
- Estructuras menores de pavimentación (no más de dos capas).
- Bajo deterioro de la superficie de rodamiento.
- Mayor resistencia al deslizamiento.
- Mejores características de drenaje superficial.
- Reducción de costos.
- Requieren poca conservación.
- Mejor distribución de presiones en los suelos de apoyo.

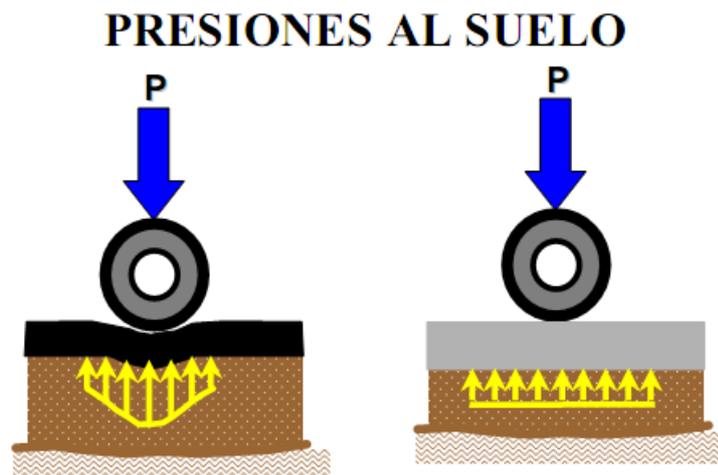


Imagen 2.3.- Distribución de presiones a las capas subyacentes del pavimento.

Fuente: www.canacem.org.mx (2011).

De acuerdo con la imagen 2.3 las presiones transmitidas a la estructura de terracerías son menores en los pavimentos rígidos, mientras que en los pavimentos flexibles, las presiones transmitidas a la subrasante son mayores.

2.3.2.2.- Estructura del pavimento rígido.

De acuerdo con el Manual del Ingeniero Civil (2008), un pavimento rígido está conformado por la capa subrasante, una capa de sub-base y una losa, que es elaborada de concreto hidráulico, dichas capas al igual que en el concreto flexible se construyen por la combinación de material granular y en orden ascendente como puede apreciarse en la imagen siguiente.



Imagen 2.4.- Estructura del pavimento rígido.

Fuente: www.canacem.org.mx (2011)

A continuación se definirán las capas por la que se encuentra estructurado un pavimento rígido, las cuales son construidas en orden ascendente.

- Subrasante: De acuerdo con el Manual del Ingeniero Civil (2008), es el suelo subyacente la cual sirve como cimentación para un pavimento rígido, que puede estar compuesta del suelo existente en la zona de proyecto o de una capa de materiales seleccionados, los cuales se compactan hasta una profundidad debajo de la superficie de la sub-base.

- Sub-base: Es la capa de la estructura del pavimento rígido que se encuentra entre la subrasante y la losa de concreto, la cual permite que la losa se apoye uniforme, estable y permanentemente, a la vez puede incrementar el modulo de reacción de la subrasante, proporcionar una plataforma de trabajo para el equipo durante su construcción, prevenir el bombeo de los suelos de grano fino en las juntas, las grietas, los bordes de la losa e impedir los cambios volumétricos debido a la temperatura. Dicha capa debe ser construida de una o más capas de material granular o material estabilizado debidamente compactados.

Así mismo, Salazar (1998), define a la sub-base como la capa de materiales pétreos construida sobre la subrasante. Dichos materiales deben ser de buena graduación y cumplir con los requisitos de compactación y recortado, usualmente cuando esta capa no es necesaria debido a la buena calidad de los materiales y de la capacidad de carga de la subrasante, la losa de concreto se construye sobre la misma.

- Losa de concreto hidráulico: Es la capa superior de la estructura de un pavimento rígido, la cual recibe de manera directa las cargas que son aplicadas por

los vehículos y que a su vez son transmitidas por las capas del mismo hasta la subrasante.

Se le conoce también como superficie de rodamiento, la cual está compuesta de cemento Portland y agregados pétreos (concreto simple), o de los mismos materiales ya mencionados, mas acero de refuerzo (varilla) en la losa (concreto reforzado). El acero mencionado se incluye en la mezcla con la finalidad de evitar los agrietamientos producidos por los cambios volumétricos que se presentan en el concreto debido a las variaciones de temperatura.

2.3.2.3.- Componentes del concreto.

De acuerdo con la página www.wikipedia.org (2011), el concreto es el material resultante de la combinación de cemento, agregados pétreos (grava o arena) y agua, los cuales al ser mezclados crean una mezcla, uniforme, maleable y plástica, que cuenta con propiedades adherente, la cual al fraguar endurece en su totalidad adquiriendo consistencia de agregado pétreo.

Partiendo de lo dicho por Salazar (1998), la principal característica del concreto es que cuenta con alta resistencia ante esfuerzos de compresión. Cabe mencionar que ante la presencia de esfuerzos de tensión su resistencia es muy baja, por lo que es necesario agregar acero en su elaboración, obteniendo como resultado lo que es conocido como concreto armado, el cual puede desempeñarse favorablemente ante la combinación de las cargas mencionadas anteriormente.

Además cuenta con la capacidad de poder alterar sus características o comportamiento mediante el uso de aditivos, los cuales tienen la finalidad de retardar o acelerar el tiempo de fraguado del mismo.

Como ya se mencionó, el concreto está constituido por la mezcla resultante de cemento, agregados y agua, a los cuales puede adicionárseles en su proceso de elaboración sustancias químicas mejor conocidas como aditivos, los cuales serán definidos a continuación:

- **Cemento:** es un material inorgánico formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla las cuales son calcinadas y posteriormente pulverizadas, que al entrar en contacto con el agua ya sea solo o mezclado con arena, grava u otros materiales similares tiene la propiedad de fraguar y endurecer. El cual fue inventado en el año de 1824 en Inglaterra por el constructor Joseph Aspdin.

- **Agregados:** son definidos como tales, los materiales pétreos que al mezclarse con agua y cemento forman el concreto, los cuales se dividen en arena y grava. El tipo y la calidad de los agregados deben ser tomados muy en cuenta ya que los agregados tanto finos como gruesos comprenden del 60 al 70% del volumen de concreto, e influyen de manera directa en la calidad y durabilidad del mismo. Los agregados finos en su mayoría consisten en arena natural o material triturado cuyas partículas son menores de 5mm, los agregados gruesos consisten en grava o una combinación de gravas o en su caso agregados triturados cuyas partículas sean mayores de 5mm y generalmente entre 9.5 y 38mm.

- Agua: es el elemento con el cual se verifican las reacciones de los diversos componentes del concreto. El agua deberá estar libre de materia en suspensión, por lo cual siempre que sea posible deberá emplearse agua potable en la fabricación de concreto, ya que satisface ampliamente los requisitos de calidad, por lo contrario si es empleado otro tipo de agua provocará descensos en la resistencia final del concreto o que incluso llegue a la desintegración de los mismos. El agua empleada en la elaboración del concreto no siempre será potable por lo cual si el agua empleada arroja una resistencia del 85% de las obtenidas con agua potable, podrá aceptarse como buena.

- Aditivos: Son sustancias que se pueden agregar al concreto con el fin de modificar algunas de sus propiedades o para inducirle algunas características adicionales como pueden ser: la trabajabilidad, reducción de agua de mezclado, incorporación de aire, modificación de los tiempos de fraguado o proporcionar diferentes grados de impermeabilidad. De acuerdo con el mismo autor para la utilización de los aditivos deberán tomarse en cuenta tres criterios básicos: 1) La adición de aditivos a la mezcla deberá lograr el objetivo buscado sin alterar su proporcionamiento básico. 2) Su empleo estará justificado desde el punto de vista económico. 3) Se investigará que el producto no tenga efectos nocivos en la mezcla, tanto de forma inmediata como a largo plazo.

2.3.2.4.- Tipos de pavimentos de concreto.

Cabe señalar que el concreto, es el factor esencial en los pavimentos rígidos, ya que este factor influye de manera directa en su resistencia, además dicha

resistencia se verá afectada por el tipo de concreto empleado en la construcción de un pavimento.

Partiendo por lo dicho por Adam M. (1995), los pavimentos de concreto se clasifican de la siguiente manera: pavimentos de concreto simple vibrado, pavimentos de concreto con acero de refuerzo o reforzados, pavimentos de concreto preesforzado y pavimentos de concreto fibroso.

- Pavimentos de concreto simple vibrado: son los pavimentos que no cuentan con ningún tipo de refuerzo y son los que se utilizan con mayor frecuencia, los cuales a la hora de ser colocados son vibrados en el lugar para evitar la presencia de oquedades en su estructura. Dichos pavimentos son divididos por medio de juntas transversales o longitudinales con la finalidad de obtener bloques cuadrados para tener una mejor distribución de las cargas que son transmitidas por los vehículos. Por lo regular la separación de estas juntas varía entre los 4 a 6 metros una de otra.

- Pavimentos de concreto con acero de refuerzo o reforzados: tipo de pavimento el cual está constituido esencialmente de concreto, con la diferencia de que su estructura cuenta con malla de alambre electro soldada o varilla corrugada la cual será colocada a una separación adecuada según sea el caso. Este tipo de concreto es muy eficiente en las estructuras, ya que por sus características debido al acero que contiene, su trabajo es muy eficiente en cuanto a los esfuerzos de tensión y compresión que le son aplicados. El acero de refuerzo quedará determinado de acuerdo a la longitud de la losa, el cual será de 2 a 3 kg/m² para las losas que cuenten con dimensiones de 8 a 15 metros de largo, el cual será colocado con la

finalidad de evitar los esfuerzos de tensión del concreto, controlar los agrietamientos y los cambios volumétricos provocados por los cambios de temperatura

- Pavimentos de concreto preesforzado: de acuerdo con la página de internet www.wikipedia.org (2011), son pavimentos los cuales en su estructura (losas de concreto) son sometidos intencionalmente a esfuerzos de compresión antes de ser puestos en servicio, dichos esfuerzos se obtienen mediante cable de acero los cuales son tensados y anclados en el concreto. Este tipo de pavimentos son empleados principalmente en pistas de aeropuerto.

- Pavimentos de concreto fibroso: son pavimentos compuesto por los agregados y el mortero de cemento, los cuales en su proceso de construcción se incluyen fibras de acero distribuidas en forma aleatoria en toda la masa, dichos pavimentos absorben de manera más eficiente los esfuerzos de contracción por secado del concreto ya endurecido y los generados por los cambios de temperatura, lo que hace posible que disminuya la posibilidad de agrietamientos originados por las causas ya mencionadas. Estos pavimentos se usan especialmente en losas de pavimentos y pisos industriales, ya que presentan un mejor comportamiento ante la fatiga, una menor permeabilidad y mayor resistencia al impacto.

2.3.2.5.- Curado del concreto.

“El curado es el nombre que se da a los procedimientos utilizados para promover la hidratación del cemento; consiste en un control de temperatura y en el movimiento de humedad, a partir de la superficie, hacia adentro del concreto” Adam M. (1995: 219).

Al mezclar cemento Portland se lleva a cabo una reacción química llamada hidratación, dicha reacción influirá de manera directa en las características finales de un concreto, ya que dependiendo el grado hasta el cual esta reacción se llegue a completar se determinará el grado de resistencia, durabilidad y densidad del concreto.

El curado tiene dos objetivos principales que de acuerdo con el mismo autor son los siguientes:

- 1) Prevenir o reaprovisionar la pérdida de humedad del concreto.
- 2) Mantener una temperatura favorable en el concreto durante un tiempo determinado.

Específicamente el curado del concreto consiste en un mantenimiento adecuado de contenido de humedad y temperatura en el concreto durante un periodo definido, inmediatamente después de la colocación y acabada, con el propósito de que se desarrollen las propiedades deseadas.

2.3.2.6.- Juntas en el pavimento de concreto.

Partiendo de lo dicho por el Manual del Ingeniero Civil (2008), las juntas son formadas para reducir los efectos de expansión y de contracción que se puedan presentar en el concreto, así mismo facilitan su colado y dejan espacio para la liga de las losas colindantes. Las juntas pueden ser perpendiculares a la línea central del pavimento (transversales), paralelas a la misma línea (longitudinales),

Las juntas tienen como objetivo principal realizar un corte en el pavimento para indicar en el concreto una línea de falla la cual deberá seguir ante la presencia de un cambio de temperatura o al ser aplicada una carga vehicular, evitando así daños en el pavimento.

- Juntas transversales: tienen como principal función permitir el movimiento de la losa debido a los cambios de temperatura presentes, ya que cuando hay un incremento en la temperatura, aumenta la longitud de la losa, lo cual genera la aparición de esfuerzos de compresión en el concreto, debido a esta situación es necesario colocar las juntas ya mencionadas ya que de no hacerlo la losa podría abombarse o incluso llegar a reventarse. Por lo general las juntas transversales se colocan de 12 a 18 metros, a lo largo del pavimento y con un espesor de $\frac{3}{4}$ a 1 pulgada.

- Juntas longitudinales: este tipo de juntas se hacen paralelas a la línea central de la superficie del pavimento, para facilitar la construcción de los carriles y prevenir la propagación de grietas longitudinales irregulares. El espaciamiento máximo recomendado entre las juntas mencionadas es de 4 a metros.

Como ya se mencionó existen diferentes tipos de juntas en los pavimentos de concreto, las cuales se deben de realizar después de haber terminado el fraguado del concreto, ya que una vez que ha finalizado este proceso, el concreto presenta las características de endurecimiento ideales para realizar esta actividad.

Los cortes se elaboran empleando una cortadora eléctrica con discos punta de diamante, que deberán tener una profundidad de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa del

pavimento y no en su totalidad, ya que el mismo corte permitirá que se origine una grieta que llegue hasta el inferior de la misma.

2.3.2.7.- Sellado de las juntas.

De acuerdo con el Manual del Ingeniero Civil (2008), antes de llevar a cabo el sellado de las juntas, estas deberán ser limpiadas con la finalidad de excluir la sociedad y el agua.

El sellado de las juntas se lleva a cabo con la finalidad de que las partículas que no son parte del pavimento penetren y no permitan que la junta desempeñe su trabajo, además de impedir que el agua penetre a las capas inferiores del pavimento.

Los tipos básicos empleados en el sellado de las juntas son líquidos, sellos elastoméricos preformados y rellenos de corcho para juntas de expansión. Los sellos líquidos son vertidos en las juntas en donde se dejan fraguar.

Los tipos de sellos líquidos que son mayormente empleados en el sellado son los líquidos que incluyen asfalto, el caucho colado en caliente, compuestos elastoméricos, silicona y polímeros.

En cuanto a los sellos elastoméricos preformados se refiere, el mismo autor define que los sellos son aquellos que consisten en tiras extruidas de neopreno, los cuales cuentan con almas internas que ejercen una fuerza hacia afuera contra las caras de la junta, a los cuales se les coloca un recubrimiento adhesivo para que se adhieran a las caras de la misma.

CAPÍTULO 3

PROCESO CONSTRUCTIVO.

En el presente capítulo se presentará una breve definición de lo que es un proceso constructivo, se hablará de los trabajos los cuales se deben de realizar en la construcción de un pavimento y que integran de manera directa al proceso constructivo, como lo son: el trazo y nivelación, la limpieza, el despalme y las excavaciones por mencionar algunos. A la vez se hablará de los diferentes tipos de materiales que se presentan a la hora de realizar una excavación, los cuales por sus características propias deben ser tratados de diferente manera. También se realizará una breve reseña de las partes por la que está construida la estructura de un pavimento y se definirá el término de guarnición así como los diferentes tipos que existen. Dentro del mismo capítulo se señalaran los puntos más importantes a revisar en el proceso constructivo de la construcción de una obra.

3.1.- Definición de proceso constructivo.

En general un proceso constructivo ya sea de algún material ó elemento en particular son las reglas diseñadas por el fabricante, empleando las normas vigentes para poder hacer uso de dichos elementos de principio a fin y de manera correcta, con la finalidad de obtener un buen resultado dentro de un periodo de tiempo determinado.

3.2.- Trazo y nivelación.

De acuerdo con las referencias técnicas de la SEDESOL (2010), el trazo es el primer paso que debe de realizarse para llevar a cabo la construcción de cualquier obra, el cual consiste en colocar estacas, señales o marcas fijas sobre el terreno natural para indicar líneas, ejes, elevaciones y referencias de la obra para su ejecución con base a las especificaciones planteadas en el proyecto. Una vez realizada esta actividad se procederá a la nivelación del terreno en dado caso de que existan montones de tierra o que haya la presencia de arboles, los cuales deberán quitarse con la finalidad de que no estorben en el proceso de construcción de la obra, construyendo así los bancos de nivel que sean requeridos procurando que su localización sea la adecuada para evitar cualquier tipo de desplazamiento.

3.3.- Limpieza y despalme.

La limpieza y despalme, de acuerdo con el mismo autor, es un trabajo que consiste en cortar una capa de 10 cm, la cual está comprendida por arbustos, hierbas o cualquier vegetación situada dentro del ancho de vía autorizada en el proyecto, una vez realizada esta actividad se acamellonará el material resultante de dicho corte a un lado del camino, el que posteriormente se retirará de los sitios de construcción, mediante su acarreo correspondiente fuera de la obra.

Como ya se mencionó las operaciones correspondientes a la limpieza y el despalme de la zona de proyecto, se efectuarán mediante el empleo de equipos mecánicos, así mismo todo el material proveniente de dicho despalme deberá

colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, en la zona de libre colocación.

Las operaciones de limpieza y despalde deberán efectuarse previamente al inicio de los trabajos de construcción y con la anticipación necesaria para no entorpecer los trabajos mencionados.

Se entenderá por zona libre la colocación de la franja de terreno comprendida entre la línea eje de la zona de trazo y una línea paralela a esta distancia veinte metros.

3.4.- Excavaciones.

Cuando exista vegetación en el área de trabajo y no se realicen excavaciones posteriores, es necesario el retiro de la capa vegetal y del material que no se considere adecuado para el despalte de las terracerías, así como su acarreo fuera de la obra.

Para abrir espacio a las capas que soportarán al pavimento, se realizan excavaciones en el terreno natural, en ampliación o en el abatimiento de taludes, en rebajes o cortes de la corona, así como de terraplenes existentes en caso de ser necesario, incluyendo las operaciones de extracción, carga y acarreo de materiales, como puede apreciarse en la imagen siguiente:

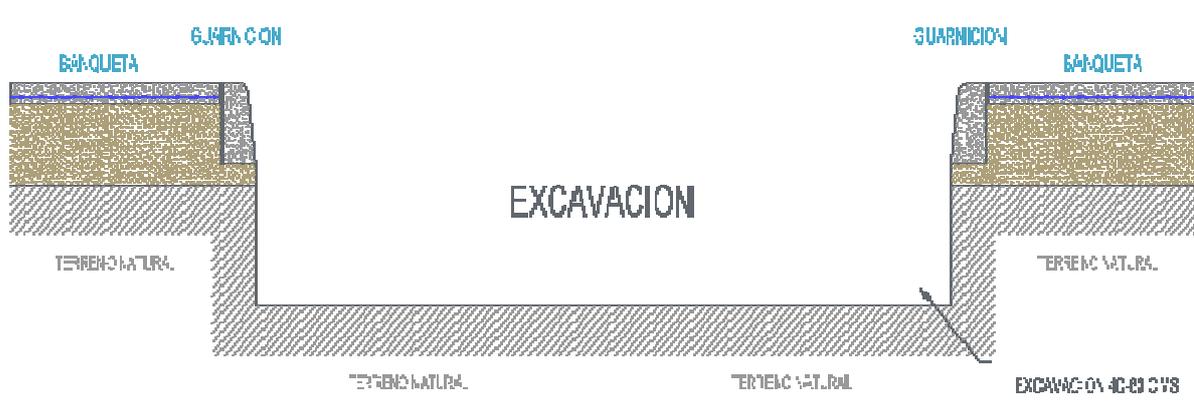


Imagen 3.1.- Excavación para desplante de la estructura del pavimento.

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

Los materiales producto de excavaciones, de corte o cajas se clasifican en tres tipos dependiendo la dificultad que representan para su extracción y carga, los cuales de acuerdo con el mismo autor se clasifican en tres tipos los cuales se describen a continuación:

- **TIPO A:** Material blando o suelto fácilmente excavado. Entran en esta clasificación las arcillas, limos y arenas, poco o nada cementadas con partículas hasta de 7.6 centímetros.
- **TIPO B:** Material que sólo puede ser excavado eficientemente con maquinaria menor y mediana. Se considerarán como materiales tipo B los suelos mediamente cementados, rocas muy alteradas, sueltas, mayores de 7.6 centímetros y menores de 75.0 centímetros.
- **TIPO C:** Material que por su dificultad de extracción sólo puede ser excavado con maquinaria grande y mediante el uso de explosivos. Entran en esta

clasificación las rocas ígneas sanas sedimentarias, los conglomerados fuertemente cementados y las piedras mayores de 75.0 centímetros.

3.5.- Sub – Rasante.

De acuerdo con las referencias técnicas de la SEDESOL (2010), entre el terreno natural y la estructura del pavimento deberá existir por lo menos una capa de transición, denominada capa subrasante, la cual es empleada para casos particulares y avenidas con tráfico pesado, dicha capa se elabora con los materiales producto de cortes y excavaciones, aireado, humectado y homogeneizado para su final compactación al 95% del Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM). El espesor mínimo de la capa terminada deberá ser de 0.30 metros, la cual se construirá sin presencia de material grueso.

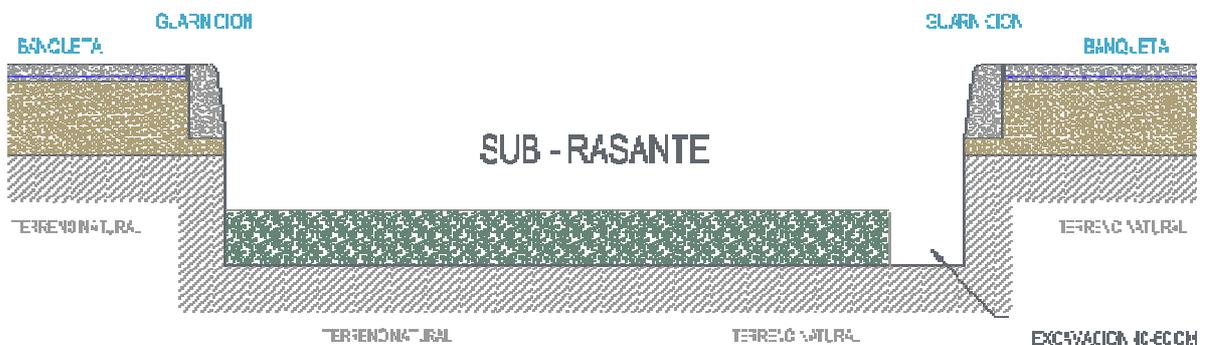


Imagen 3.2.- Sub - rasante

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

Como puede apreciarse en la imagen 3.2 la sub – rasante es la capa existente entre el terreno natural y la estructura del pavimento, que a la vez sirve para soportar la estructura mencionada.

Una vez construida se debe obtener un alineamiento longitudinal y transversal constante, siguiendo la trayectoria de la línea de rasante calculada. En vialidades urbanas, la rasante deberá adecuarse lo mejor posible a los niveles de las construcciones existentes, con la finalidad de evitar que se pierda el alineamiento longitudinal.

3.6.- Acarreos.

El acarreo es el producto de la distancia de transporte por el volumen del material acarreado y es la suma del acarreo libre más el sobre acarreo. La unidad empleada para la medición de los acarreos será el M3-KM, cuando el medio de transporte sea camión o motoescrepa y el M3-ESTACIÓN cuando el medio de transporte sea carretilla, parihuela, tarima o tractor.

Cabe señalar que cuando el medio de transporte empleado en el acarreo de materiales sea carretilla, parihuela, tarima o tractor se realizará únicamente hasta una estación la cual corresponde a una distancia de 20 metros, y para distancias mayores el acarreo se efectuará en camión.

Todos los materiales tienen un acarreo libre que corresponde a una distancia de 20 metros, el término de dichos 20 metros de acarreo libre origina el sobre acarreo, los cuales de acuerdo con la Secretaría de Obras Públicas (1975), son los

siguientes: a) acarreo libre, b) Sobre acarreo y c) Distancia de acarreo, los cuales se definen a continuación:

A) Acarreo libre: Es aquel cuyo costo se encuentra incluido en los precios unitarios de los conceptos de trabajo que así lo consideren y en consecuencia no es motivo de pago por separado.

Cuando el acarreo sea ejecutado con camión o motoescropa, la distancia de acarreo libre será de 1 km; cuando el acarreo sea ejecutado con carretilla, parihuela, tarima o tractor, o bien cuando las excavaciones se ejecuten con draga o pala, la distancia de acarreo libre será de una estación de 20 metros, ambos medidos por la ruta accesible más corta desde el centro de gravedad del depósito hasta el centro de gravedad del volumen excavado.

B) Sobre acarreo: Es aquel que se lleva a cabo a una distancia excedente a la fijada por el acarreo libre.

C) Distancia de acarreo: Es la longitud de la ruta accesible más corta que haya entre los centros de gravedad de volumen por acarrear y el del área del lugar de depósito.

3.7.- Sub - Base hidráulica.

De acuerdo con las referencias técnicas de la SEDESOL (2010), la sub – base hidráulica es una capa de material clasificado construida con materiales seleccionados comprendida entre la subrasante y la base, cuyas funciones se enumeran a continuación:

1. Transmitir los esfuerzos a la capa subrasante en forma conveniente.

2. Constituir una transición entre los materiales de la base y de la capa subrasante, de modo tal que evite la contaminación y la interpenetración de dichos materiales.
3. Disminuir efectos perjudiciales en el pavimento, ocasionados por cambios volumétricos y rebote elástico del material de las terracerías o del terreno de cimentación.
4. Reducir el costo del pavimento, ya que es una capa que por estar bajo la base queda sujeta a menores esfuerzos y requiere de especificaciones menos rígidas, mismas que pueden satisfacerse normalmente con un material más barato que el de la base.
5. Contribuir en algunos casos al drenaje.

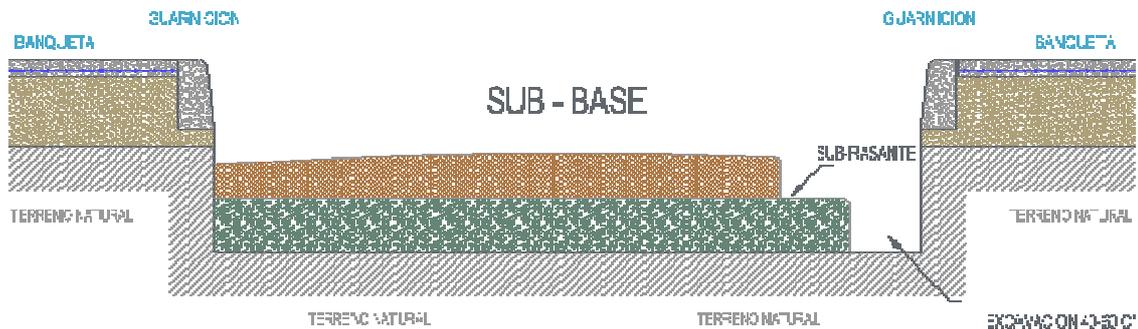


Imagen 3.3.- Sub – Base

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

Como puede apreciarse en la imagen 3.3 la Sub – Base es una capa de material clasificado, la cual se encuentra desplantada sobre la sub - rasante y es la capa sobre la cual se construye la base hidráulica.

3.8.- Base hidráulica.

De acuerdo con las referencias técnicas de la SEDESOL (2010), la base hidráulica, es una capa de materiales seleccionados que se construye sobre la sub-base y ocasionalmente directamente sobre la subrasante, limitada en su parte superior por la carpeta de rodadura la cual tiene como función principal el soportar apropiadamente las cargas transmitidas por los vehículos a través de la carpeta y distribuir los esfuerzos a la sub-base o capa subrasante, de modo tal que no les produzca deformaciones que ocasionen daños en su estructura.

El material empleado en la construcción de la base hidráulica deberá ser humedecido y homogeneizado, el cual deberá extenderse de forma regular y uniforme en todo lo ancho de la vía, colocado en capas de entre 15 cm. y 20 cm. de espesor mediante el empleo de equipo mecánico para que posteriormente sea compactado al 95% del peso volumétrico seco máximo.

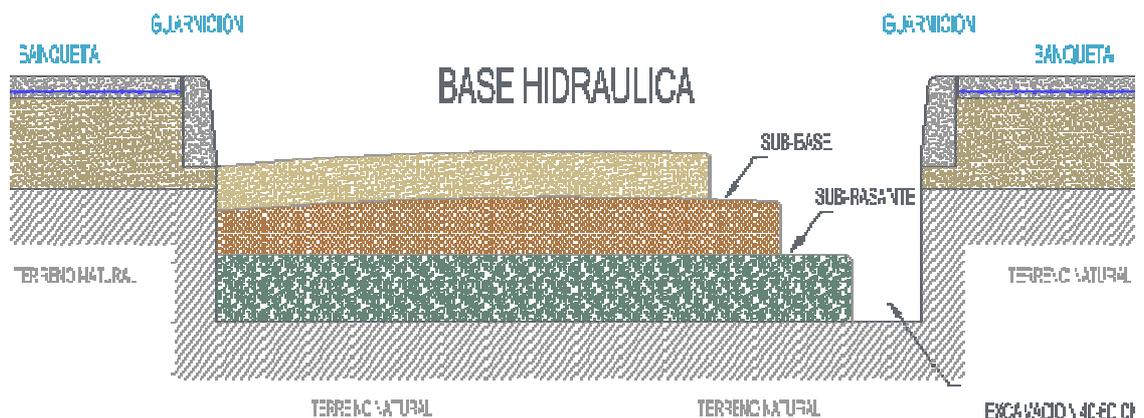


Imagen 3.4.- Base Hidráulica.

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

En la imagen 3.4 puede apreciarse que la base hidráulica es la capa que se encuentra por encima de la subrasante, siendo esta última la capa indispensable para que pueda desplantarse dicha base mencionada.

3.9.- Carpeta de rodamiento.

La carpeta de rodamiento, de acuerdo con las referencias técnicas mencionadas anteriormente, es la capa o conjunto de capas finales que se colocan sobre la base, la cual está constituida por material pétreo de acuerdo al tipo de pavimento seleccionado, que tiene como función proporcionar al tránsito una superficie estable, segura, impermeable, uniforme y de textura apropiada, dicha carpeta cuando es colocada en espesores de cinco centímetros o más, se considera que trabaja en conjunto con la base, ayudando a soportar las cargas aplicadas por los vehículos y distribuir los esfuerzos producidos por el tránsito.

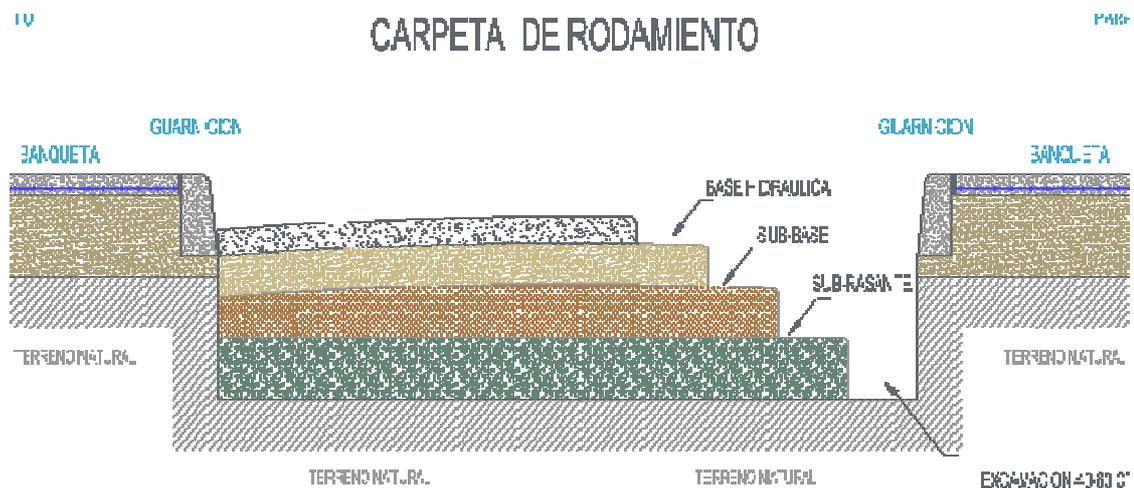


Imagen 3.5.- Carpeta de rodamiento.

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

Como puede apreciarse en la imagen 3.5 la carpeta de rodamiento es la capa que se coloca al final, sobre la superficie de la base y por la que podrán transitar los vehículos.

3.10.- La guarnición.

De acuerdo con las referencias técnicas de la SEDESOL (2010), la guarnición es un elemento horizontal de sección trapezoidal en su mayoría, la cual tiene como objetivo principal delimitar físicamente a la banqueteta con la pavimentación o arroyo vehicular, a la vez tiene como función principal sostener y encajonar los materiales involucrados que soportan ambas partes así como sus losas, la cual está construida con dimensiones necesarias que garantice que los vehículos que circulen en los arroyos no invadan a las banquetetas ni a las áreas peatonales.

3.10.1.- Tipos de guarniciones.

Así mismo, las referencias mencionadas anteriormente afirman que existen diferentes tipos de guarniciones como lo son la trapezoidal, tipo cuneta y en rampas de acceso las cuales se definirán a continuación, las cuales tienen como objetivo principal el separar tanto a la banqueteta como al arrollo vehicular.

- ❖ Trapezoidal: son construidas a base de concreto hidráulico el cual puede ser elaborado en el lugar o en planta, dichas guarniciones serán contruidas en base a las especificaciones del proyecto, cabe señalar que las mismas pueden ser prefabricadas las cuales tienen la ventaja de que su colocación sea más rápida y que se omitan actividades como el cimbrado y el curado del concreto.



Imagen 3.6.- Guarnición Trapezoidal.

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

De acuerdo con la imagen 3.6 la guarnición trapezoidal delimita a la banqueta con respecto al arroyo vehicular, la cual está construida de concreto hidráulico, de acuerdo a las especificaciones para el proyecto.

- ❖ Guarnición tipo cuneta: Son construidas a base de concreto hidráulico y generalmente prefabricadas, las cuales ayudan a crear un canal en los extremos de las avenidas que conduce el agua pluvial a las bocas de la red de alcantarillado.

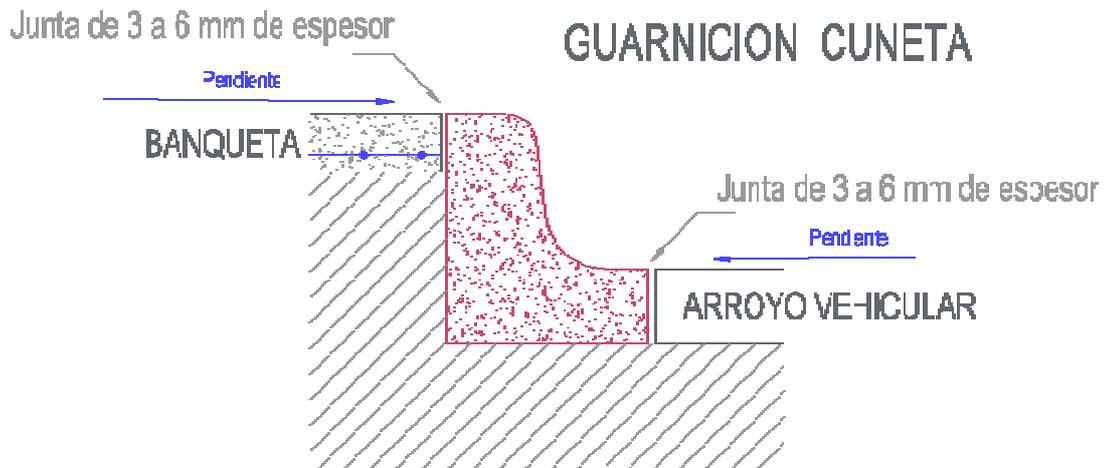


Imagen 3.7.- Guarnición tipo cuneta.

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

Como se puede apreciar en la imagen 3.7 la guarnición tipo cuneta está construida de concreto hidráulico, las cuales forman un canal por el que el agua ya sea producto de la precipitación pueda dirigirse hacia los sistemas de alcantarillado.

- ❖ Guarnición en rampas de acceso: para la creación de este tipo de guarnición, será necesario realizar el ajuste correspondiente para obtener el nivel de la carpeta de rodamiento vehicular, excavando y enterrando el peralte de la guarnición, además dándole la pendiente necesaria a la banqueta en accesos vehiculares.

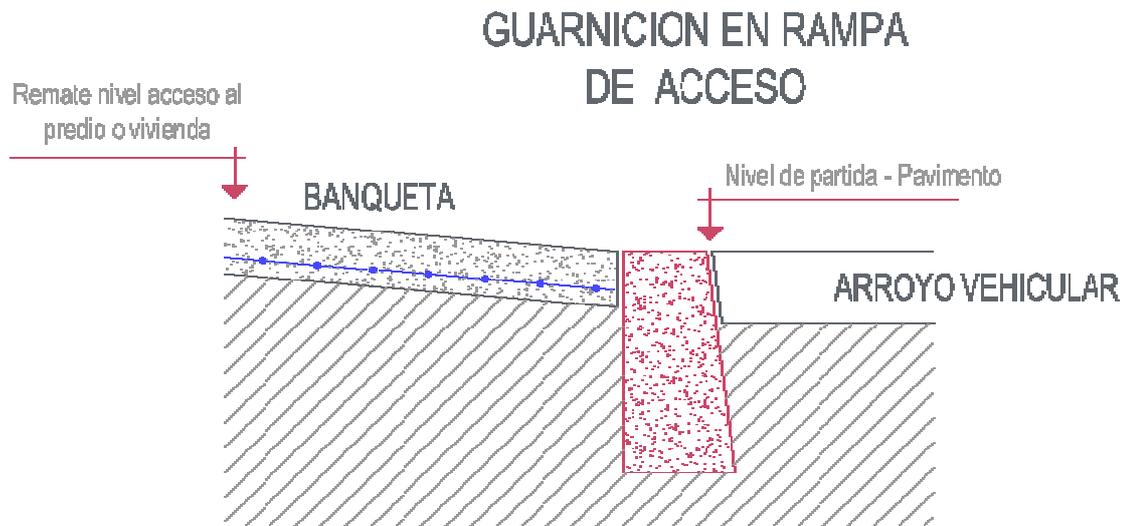


Imagen 3.8.- Guarnición en rampas de acceso.

Fuente: Referencias Técnicas SEDESOL (2010).

En la imagen 3.8 puede demostrarse que las guarniciones en rampas de acceso, se debe de realizar el ajuste necesario hasta que el arroyo y el nivel de la banqueta sean iguales, facilitando así el acceso a los peatones.

3.11.- Elementos importantes a revisar en el proceso constructivo.

De acuerdo con las referencias técnicas de la SEDESOL (2010), durante la construcción de una obra es necesario tomar apuntes e imágenes sobre algunos elementos importantes de acuerdo a lo especificado en el proyecto ejecutivo y reflejado en el catálogo de conceptos de la obra, esta información será de suma importancia para verificar y respaldar la ejecución adecuada de los trabajos que comprendan a la obra, así como el comportamiento real de los volúmenes más significativos. De esta forma se podrá garantizar la calidad, durabilidad y funcionalidad de la infraestructura proyectada en el ámbito físico.

A continuación se mencionarán los elementos importantes que de acuerdo con el mismo autor deben de ser revisados duran el proceso constructivo de una obra:

- Verificar el tipo de material de la excavación y determinar áreas en caso de existir diversidad.
- Profundidad rasante.
- Materiales y niveles de los rellenos.
- Tipo, resistencia y espesor del pavimento.
- Obras inducidas.

CAPÍTULO 4

RESUMEN DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN.

Dentro del capítulo se planteará la información necesaria referente al entorno geográfico del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81, la cual se encuentra ubicada dentro del Estado de Michoacán de Ocampo en el municipio de Uruapan del progreso, dando a conocer su ubicación geográfica, su hidrografía, su orografía, sus climas y sus principales actividades económicas.

4.1.- Generalidades.

Para realizar el trabajo de investigación presente, hay que ubicarse en el municipio de Uruapan, el cual es parte del estado de Michoacán de Ocampo y parte de los 31 estados que junto con el Distrito Federal forman las 32 entidades federativas de México.

De acuerdo con la página electrónica consultada www.wikipedia.org (2011), el Estado de Michoacán se ubica en el centro-oeste del territorio mexicano ubicado entre las coordenadas 17° 55' y 20° 24' de latitud norte, y las coordenadas 100° 04' y 103° 44' de longitud oeste, el cual colinda con los estados de Colima y Jalisco al noroeste, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con México, al sureste con el estado de Guerrero y al suroeste con el Océano Pacífico. El mismo estado cuenta con una superficie de 58,585 kilómetros cuadrados la cual representa el 3% de la superficie total del país, dicha superficie se divide a la vez en 113 municipios y su capital es la ciudad de Morelia, la cual fue conocida en la antigüedad como

Valladolid, nombre recibido en honor al héroe de la independencia José María Morelos y Pavón.

En cuanto a hidrografía se refiere el Estado de Michoacán cuenta con 228 km de costas en el Océano Pacífico, las cuales son unas de las más montañosas y accidentadas del país.

De acuerdo con el mismo autor, los principales lagos del estado son: el lago Cuitzeo, el lago de Pátzcuaro, el lago de Zirahuén, una parte del lago de Chapala, y la Presa Infiernillo. Su río más importante es el río Lerma, el cual nace en el Estado de México y abastece a la presa de Tepuxtepec para regar las tierras del valle de Maravatío y producir energía hidroeléctrica. Le siguen en importancia el río Balsas con numerosos afluentes, como el río Cupatitzio el cual alimenta las caídas de agua de La Tzaráracua y el río Tepalcatepec.

La orografía de Michoacán es una de las más accidentadas de México y contiene numerosos volcanes que forman el 44.98% de la superficie del Eje Volcánico Transversal y 55.02% de la superficie de la Sierra Madre del Sur.

La altitud del estado oscila entre los 0 y 3840 msnm, teniendo como principales elevaciones las siguientes:

- Volcán Tancítaro: 3,840 msnm
- Cerro de las cuevas: 3,640 msnm
- Cerro de San Andrés: 3,600 msnm
- Cerro Patambán: 3,500 msnm

- Cerro de las Papas: 3,400 msnm
- Cerro Zirate: 3,340 msnm

Así mismo la página electrónica consultada www.wikipedia.org (2011), menciona que Michoacán cuenta con una precipitación media anual de 806 mm, lo cual constituye a la entidad como la décimo sexta más lluviosa del país, la temperatura promedio anual es de 22.2 °C, teniendo como extremos temperaturas mínimas anuales de 14.7 °C y de 29.6 °C, lo cual la constituye en la décimo tercer entidad federativa más cálida del país. Los climas que predominan en la entidad son:

- Cálido sub-húmedo con lluvias en verano: 34.7 % de la superficie estatal.
- Templado sub-húmedo con lluvias en verano: 27.9 % de la superficie estatal.
- Semicálido sub-húmedo con lluvias en verano: 20.3 % de la superficie estatal.
- Semiseco muy cálido y cálido: 10.6 % de la superficie estatal. Otros: 6.5 % de la superficie estatal.

4.2.- Resumen ejecutivo.

Para realizar el presente trabajo de investigación se llevó a cabo una revisión de los trabajos que han sido realizados en la pavimentación del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, con la finalidad de saber la forma en que los mismos se han llevado a cabo y determinar si el proceso constructivo empleado se ha realizado adecuadamente y en el periodo asignado.

Uruapan es el segundo municipio más poblado del estado, situada en el centro-occidente del territorio y su cabecera es la ciudad de Uruapan, es una ciudad de clima templado, exuberante vegetación y con gran producción anual de aguacate con calidad de exportación, razón por la cual se le conoce también como “La capital mundial del aguacate”. A la vez se considera el punto de unión entre tierra caliente y la meseta Purépecha. Su nombre oficial es Uruapan del Progreso.

- Extensión: Uruapan tiene una extensión territorial total de 954.17 km² que equivalen al 1.62% de la extensión total del estado, limita con los municipios de Los Reyes, Charapan, Paracho, Nahuatzen, Tingambato, Ziracuaretiro, Taretan, Nuevo Urecho, Gabriel Zamora, Parácuaro, Nuevo Parangaricutiro, Tancítaro y Peribán.

- Orografía: El municipio se encuentra inmerso en el Eje Neovolcánico Transversal, por lo que su territorio es accidentado y montañoso, destacando los cerros Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena, hacia el oeste, y ya fuera del municipio se encuentra el volcán Pico de Tancítaro, la mayor elevación del estado. El Municipio de Uruapan se encuentra a una altura al nivel del mar de 417.9 msnm como mínima y una altura máxima de 1664 msnm.

- Hidrografía: La principal corriente del municipio es el río Cupatitzio, que nace en el territorio y fluye en sentido norte a sur, existen además los embalses de Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y una cascada conocida como La Tzaráracua. Todo el territorio del municipio con excepción de su extremo más occidental, forma parte de la Cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo y el extremo

oeste a la Cuenca del río Tepalcatepec, ambas forman parte de la Región hidrológica Balsas.

- **Clima:** El clima del municipio de Uruapan es uno de los más variados del estado de Michoacán pues se ve influenciado por las diferentes de altitud en el terreno, existen cinco tipos diferentes de clima. La zona norte tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, en la zona central del municipio, la más elevada, tiene un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en la misma zona central otro sector tiene clima Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, hacia el sur otra zona registra clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente en el extremo sur del municipio el clima es clasificado como cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual del territorio también se encuentra dividida en tres zonas, la zona norte del municipio tiene un rango de 12 a 16 °C, la zona centro y sur tiene un promedio entre 16 y 24 °C, y finalmente dos porciones del extremo sur registran de 24 a 28 °C; el centro del municipio de Uruapan es una de las zonas que registran mayor promedio pluvial anual en el estado de Michoacán, superando los 1,500 mm al año, hacia el norte y sur de esta zona el promedio va de 1,200 a 1,500 mm, y hacia el sur se suceden dos zonas más, donde el promedio es de 1,000 a 1,200 mm y de 800 a 1,000 mm.

- **Ecosistema:** dentro del territorio de Uruapan, principalmente hacia el centro y norte, se dedican a la agricultura, el resto del municipio se encuentra cubierto por bosque, en el que en las zonas más elevadas se encuentran pino y encino y en zonas más bajas especies como parota, guaje, cascalote y cirián. Su fauna se

conforma principalmente por coyote, zorrillo, venado, zorra, cacomixtle, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca.

Economía: Sin duda alguna la principal actividad económica de la ciudad de Uruapan se refugia en el sector terciario, ya que su principal actividad agrícola es el cultivo del aguacate, el cual ha sido llamado el oro verde para Michoacán, ya que a la vez se dedica a exportar dicho producto hacia el extranjero, siendo los Estados Unidos de América el principal consumidor del aguacate, no obstante la economía se ve mejorada por los cultivos de caña de azúcar, maíz, durazno, café, guayaba y hortalizas como jitomate, chile y calabaza, la actividad pecuaria tiene importancia, además que se cría ganado bovino, porcino, caprino, equino, avícola y existe un pequeño sector de silvicultura. En cuanto al sector industrial, en la ciudad no se encuentra muy desarrollado, aunque existen fábricas las cuales se dedican a la fabricación de plásticos, productos a base de chocolate y por supuesto empaques de aguacate. El sector del comercio y servicios por la actividad de hoteles y restaurantes de la ciudad, así como de los centros comerciales, entre los cuales se encuentran: Soriana, Comercial Mexicana, Walmart de México, conformada por Walmart Supercenter, Sam's Club y Aurrerá.

4.4.- Micro localización.

El camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, se encuentra ubicada en la colonia la presa, a un costado del cereso de la ciudad de Uruapan, el cual se encuentra en la zona oriente de la misma, sobre el bulevar industrial, este camino conduce hasta la clínica número 81 del Seguro Social como su nombre lo indica, el cual se encuentra ubicado en la calle Tlazazalca, de la colonia Valle Dorado, como se presenta en la imagen siguiente:



Imagen 4.2.- Localizacion de la Avenida Villamar.

Fuente: www.googleearth.com (2011)

Como puede apreciarse en la imagen 4.2 la Avenida Villamar conduce del cereso de la ciudad de Uruapan hacia la clínica número 81 del IMSS.

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA.

Dentro del presente capítulo se presenta una definición breve del término metodología, del método científico y del método matemático, de los cuales se desprenderá el enfoque con el que cuenta el presente trabajo de investigación, a la vez se hablará del alcance y el diseño del mismo trabajo, para lo cual se definen el diseño experimental y el no experimental siendo este último el que se divide en investigación transeccional o transversal y la investigación longitudinal definiendo ambos conceptos dentro del mismo capítulo. A la vez se realizará una reseña de los instrumentos que fueron empleados para la recopilación de datos y se hará una descripción del proceso de investigación.

5.1.- Definición de metodología.

De acuerdo con la página electrónica consultada www.wikipedia.org (2011), la metodología se refiere al conjunto de procedimientos, los cuales se basan en principios lógicos, empleados para obtener un conjunto de objetivos que rigen en una investigación científica

5.2.- Método empleado.

De acuerdo con Mendieta (2005), el método científico es aquel que se basa en la observación de fenómenos particulares, los cuales conllevan al investigador a descubrir el porqué se han generado los mismos. Cabe señalar que la aplicación de este método es un proceso lento ya que se apoya en los conocimiento con que el

investigar cuenta sobre la materia y sobre el campo de acción donde realizará su estudio, dichos conocimientos servirán para plantear hipótesis, las cuales al realizar la investigación correspondiente determinarán si ajusta o modifican la hipótesis que fue planteada en un principio.

Partiendo de lo dicho por Mendieta (2005), al hablar del método matemático se hace referencia a la noción que tiene el ser humano para captar cantidades y que a la vez sin darse cuenta aplica un método científico, lo cual es de suma importancia para aplicar y dar solución al método ya mencionado.

El mismo autor afirma que en cualquier investigación que emplee el método en cuestión se deberá plantear una hipótesis principalmente, la cual mediante la utilización de números se podrá comprobar o negar algún fenómeno en particular.

Para el presente trabajo de investigación se empleará el método matemático, ya que mediante la interpretación de los números arrojados al final de la obra, se determinará si el proceso constructivo empleado en la pavimentación camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, cumplió satisfactoriamente con los requerimientos solicitados.

5.3.- Enfoque de la investigación.

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, el método empleado fue el método matemático, por lo que el enfoque del presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativo, ya que de acuerdo con Hernández Sampieri y Cols. (2004), el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la

medición numérica y el análisis estadístico con la finalidad de demostrar el comportamiento de la obra y mediante la prueba de teorías.

De acuerdo con el mismo autor, en el presente trabajo de investigación, se inicio planteando un problema de estudio delimitado y concreto, en segundo lugar se llevo la revisión de la literatura lo cual hace referencia a lo que se ha investigado anteriormente sobre la primer actividad, una vez revisada esta se construyó un marco teórico, en el cual, se plasma la teoría necesaria que guiará el estudio del trabajo, de la cual se deriva una hipótesis. En dichas hipótesis se comprobará si son ciertas o no, para que finalmente se sometan a las pruebas necesarias y comprobar si los resultados de las mismas son congruentes o que se descartan por los resultados obtenidos.

Cabe señalar que las hipótesis son generadas antes de planear la recopilación de los datos y del análisis de los mismos. Dicha recopilación se realiza mediante la medición o de la cuantificación de los conceptos empleados en la obra, razón por la que el método a emplear es el método cuantitativo, ya que los datos son producto de mediciones por lo que se necesita de valores numéricos para representarlos y así poder realizar el análisis y la interpretación de resultados.

5.3.1.- Alcance de la investigación.

Partiendo de lo dicho por Hernández Sampieri y Cols. (2004), el alcance de investigación descriptivo, es aquel que tiene como propósito medir, recolectar, evaluar datos sobre diversos conceptos, 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 (valga la redundancia) describir lo que se investiga” Hernández Sampieri y Cols. (2004:102).

Por lo tanto el alcance de investigación es de tipo descriptivo ya que la finalidad del mismo es recoger información sobre los conceptos o variables a las que hace referencia el trabajo de investigación presente. A la vez se pretende dar a conocer de manera detallada el proceso empleado y las variables que intervinieron en la ejecución del fenómeno que se sometió a investigación.

5.4.-Diseño de la investigación.

De acuerdo con Hernández Sampieri y Cols. (2004), la investigación experimental, es aquella en la que se crea una situación en específico, en la que sus variables son manipuladas deliberadamente.

Así mismo Hernández Sampieri y Cols. (2004), afirma que la investigación no experimental, es aquella que realiza estudios sin alterar sus variables y que se basa solo en observar los fenómenos que se generan en su ambiente natural y una vez que se den poder analizarlos. “Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variable” (Hernández Sampieri y Cols.; 2004:205).

Como ya se mencionó, en la investigación experimental no es posible manipular las variables, ya que las mismas ocurren espontáneamente y no es posible manipularlas, ya que no se tiene control ni se puede influir sobre ellas.

De acuerdo con el mismo autor, la investigación no experimental se divide en dos diferentes tipos, siendo el primero la investigación transeccional o transversal que a su vez se divide en exploratorios, descriptivos y correlacionales-casuales, y el segundo que es la investigación longitudinal, las cuales se describirán a continuación:

- 1) Investigación transeccional o transversal: investigación la cual se basa en la recopilación de datos en un sólo momento determinado, que tiene como propósito describir y analizar con qué frecuencia y como se interrelacionan en un momento dado las variables.
 - Diseño transeccional exploratorio: son aquellos los cuales tienen como objetivo primordial examinar un tema o un problema de investigación, el cual ha sido estudiado poco o que nunca ha sido estudiado antes.
 - Diseño transeccional descriptivo: tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. Son estudios descriptivos en su totalidad.
 - Diseño transeccional correlacionales-casuales: son los diseños que describen la relación entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado.
- 2) Diseños longitudinales: los diseños longitudinales se fundamentan en hipótesis de diferencia de grupos. Estos diseños recolectan datos sobre variables o sus relaciones en dos o más momentos, para poder evaluar el cambio existente en los mismos.

De acuerdo con la información presentada en párrafos anteriores, el presente trabajo de investigación es de tipo no experimental, ya que en la recopilación de las variables necesarias para dar solución a la hipótesis planteada en un principio no se alteraron las variables que componen su estructura, además de que el investigador se dedicó a la observación de los fenómenos que acontecían en su estudio así como el desarrollo natural de los mismos.

Así mismo, el presente trabajo ya mencionado, es una investigación de tipo transeccional o transversal, ya que se parte de la creación de valores numéricos para determinar los conceptos que intervendrán en la pavimentación de la avenida Villamar, los cuales deberán ser construidos en un periodo determinado de tiempo de acuerdo al concepto que se trate.

5.5.- Instrumentos de recopilación de datos.

Las herramientas empleadas en la recopilación de la información con las que cuenta la presente investigación son diversas, siendo la primera la visita de obra o la observación del fenómeno en el lugar donde se está desarrollando, ya que mediante la revisión del proceso constructivo, se pudo percatar si los trabajos elaborados fueron los mismo que se presentaron en las estimaciones del fenómeno mencionado y si estos trabajos fueron concluidos de acuerdo al calendario de obra.

Otro instrumento en la recopilación de la información son los programas de cómputo como lo es el Excel (Hoja de cálculo) es desarrollado y distribuido por Microsoft, el cual es una aplicación para manejar hojas de cálculo, qua a su vez permite introducir valores numéricos y realizar cálculos mediante el empleo

adecuado de fórmulas en las celdas y columnas que constituyen dichas hojas. El empleo de este instrumento de recopilación fue empleado a la hora de crear la estimación correspondiente a la obra que genera este trabajo de investigación. En dicho documento se introdujeron los conceptos a desarrollar, las cantidades de los mismos y el precio que tendría cada uno de ellos, los cuales mediante una operación en dicho programa, arrojaron las cantidades y los precios que comprenderían el total de la obra.

El AutoCAD (2011), es un programa de diseño asistido por computadora para dibujo en dos o tres dimensiones, el cual es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk, de la cual se desglosa su nombre ya que Auto hace referencia a la empresa creadora del programa (Autodesk) y CAD a (Diseño Asistido por Computadora), por sus siglas en inglés.

Dicho programa es elegido por los Ingenieros, diseñadores industriales y arquitectos, ya que cuenta con una capacidad amplia de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D.

La interacción del usuario con este programa se realiza a través de comandos de edición o dibujo, a la que el programa está orientado fundamentalmente, las cuales se pueden organizar por medio de capas con diferentes colores, espesores y texturas de línea.

El programa mencionado es una herramienta de suma importancia ya que mediante ella, se elaboró un proyecto geométrico para determinar la mejor forma en

la que se podía construir la avenida en cuestión, así como determinar los niveles, tangentes y longitud con que contaría la misma.

5.6.- Descripción del proceso de investigación.

La forma en que se dió el proceso de investigación del presente trabajo, parte esencialmente de la necesidad de dar solución a alguna problemática en especial la cual se desea resolver, el cual surge de la necesidad de conocer la forma en que se debe de realizar un proceso constructivo y los trabajos que lo integran.

Para cumplir con este objetivo se recurrió a abordar los temas convenientes por el investigador, por lo que el mismo recurrió a las fuentes bibliográficas necesarias para desarrollar el capítulo número 1, en el cual se destacaron los antecedentes así como la historia que han tenido los caminos, dando a conocer a la vez los factores más importantes en la ingeniería de tránsito, los factores que afectan el tránsito de los caminos y la clasificación que existe de estos.

Posteriormente se desarrolló el capítulo 2, en el que se plasmó la información relacionada a los pavimentos, la cual hace referencia a sus antecedentes, su clasificación, las características con las que cuenta cada uno de ellos así como las de las capas que conforman su estructura, también se abordaron las consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño dependiendo del tipo de pavimento que sea, a la vez se describieron los materiales por lo que está conformado el concreto, los tipos que existen y se presento una definición de lo aditivos lo que en algunas ocasiones se emplean de forma necesaria en alguna obra.

Dentro de los temas convenientes a desarrollar por el investigador continuó con el capítulo 3, que se refiere al proceso constructivo, en el cual se pueden apreciar los trabajos que son requeridos para realizar una pavimentación, el orden en el que se deben de elaborar y las consideraciones que se deben tomar para llevar a cabo cada uno de ellos.

Posteriormente se realizó la ubicación del entorno geográfico del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica número 81 del IMSS, que se encuentra ubicada en el Estado de Michoacán de Ocampo en el municipio de Uruapan del progreso, dicha zona es en la que se origina el presente trabajo de investigación, por lo que se realizó un resumen de macro y micro localización de la obra, siendo en la primera en la que se ubicó la Ciudad de Uruapan dentro del estado de Michoacán resaltando la extensión territorial con que cuenta, la hidrografía, orografía, clima, ecosistema y actividades económicas dentro de la ciudad ya mencionada. En cuanto al resumen de micro localización se ubicó específicamente la zona en donde se encuentra situado el camino mencionado, el cual se encuentra ubicado, entre las colonias Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca a un costado del CERESO de la ciudad de Uruapan, el cual se ubica en la zona oriente de la misma sobre el bulevar industrial, esta avenida conduce hasta la clínica número 81 del Seguro Social el cual se encuentra ubicado en la calle Tlazazalca, de la colonia Valle Dorado.

Así mismo, se describió la metodología que fue empleada en la realización de la investigación, definiendo el método que fue empleado en la misma y mencionando el porqué fue elegido, también se abordó el enfoque de la investigación así como su alcance, el diseño que siguió la misma, mencionando los instrumentos de

recopilación de datos, los cuales fueron de gran ayuda para determinar si el proceso constructivo empleado pavimentación del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, ubicada entre las colonias: Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca fue realizado de forma correcta.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos y el catálogo de conceptos de la obra “Pavimentación del Camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, el cual contempla todos los trabajos necesarios a realizar en dicha obra, para que la misma sea construida en su totalidad. También se da a conocer el proceso constructivo que se aplicará en la construcción de la pavimentación ya mencionada y cómo es que el mismo se realizó durante el periodo de construcción de la obra en campo.

6.1.- Catálogo de conceptos de la obra “Pavimentación del Camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán”.

Partiendo de las referencias técnicas de la SEDESOL (2010), para la elaboración, revisión, integración y seguimiento de las propuestas tanto técnica y económica de cualquier obra será necesario elaborar un catálogo base de conceptos, en el que se contemplarán y encontrarán todas las actividades posibles a realizar en la construcción de un pavimento en este caso. Eficientando así todo el proceso constructivo desde la elaboración y revisión, hasta la terminación y cierre financiero de los trabajos.

Dentro de los conceptos se deberán describir todas las actividades a realizar, características técnicas, alcances totales, medidas de cada uno de ellos así como

cualquier elemento que sea necesario para referenciar su unidad y poder analizar económicamente los trabajos descritos en dicho catálogo. Cabe señalar que en algunos casos, los trabajos a realizar en la obra (conceptos), son repetitivas tanto en alcance como en costo.

En algunas ocasiones en particular, ya sea por situaciones específicas del sitio o cualquier otro factor, será necesario realizar actividades adicionales a este catálogo base o variaciones a los conceptos incluidos, por lo que será recomendable realizar el análisis del trabajo y su concepto, el cual deberá ser integrado al catálogo base ya mencionado.

Una vez elaborado el catálogo base, éste se tomará como apoyo para la elaboración y revisión de la propuesta técnica y económica de la obra, seleccionando todas las actividades predefinidas de acuerdo al tipo de pavimento a colocar, sus terracerías específicas y cualquier elemento o actividad necesaria durante el proceso constructivo, hasta la colocación de la superficie de rodamiento y término de los trabajos.

A continuación se presenta el catálogo de conceptos de la obra mencionada en párrafos anteriores, la cual se divide en 2 etapas.

En dicho catálogo se pueden apreciar todos los trabajos que comprenden dicha obra los cuales se fueron ejecutando como lo indica el proceso constructivo.

Obra: CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLINICA DEL IMMS No. 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACAN (PRIMER ETAPA)						
CLAVE	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PESOS
	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO					
	Pavimento de concreto hidraulico					
P - 01	TRAZO Y NIVELACIÓN con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.		m^2	5,776.00		
P - 02	DESPALME, LIMPIEZA, DERRIBO DE ÁRBOLES Y CONFORMACIÓN DE TERRENO por medios mecánicos en cualquier tipo de material en cortes y/o terraplén, incluye: maquinaria, mano de obra, acamellonado y acarreo libre a 20 metros de distancia horizontal, P.U.O.T. (CON UN ESPESOR DE 20 CMS.)		m^2	2,508.00		
P - 03	EXCAVACIÓN por medios mecánicos en material tipo 1, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.		m^3	3,168.00		
P - 04	MOVIMIENTO DE TIERRAS para conformación de terraplenes y/o rellenos, con material producto de la excavación hasta nivel de capa rompedora ó filtro en capas de 20 cm, incluye: agregado de humedad necesaria, compactación, traslados a 200 m, dentro de la obra. (CON UN ESPESRO DE 40 CMS)		m^2	1,728.00		
P - 05	COMPACTACIÓN de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.		m^2	5,776.00		
P - 06	CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.		m^3	4,118.40		
P - 07	SOBREACARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.		m^3	4,118.40		
P - 08	Formación de CAPA DE FILTRO y/o rompedora con equipo mecánico, de 20 cms de espesor, con material de banco aprobado por la supervisión, compactado al 80% de su P.V.S.M. Incluye: materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria, volumen medido compacto en secciones transversales, P.U.O.T.		m^2	5,776.00		
P - 09	Formación de BASE HIDRÁULICA con equipo mecánico y material triturado de 3/4" a finos, de 20 cms de espesor, compactado al 100% de la prueba Aastho modificado, incluye: equipo, materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria y herramienta, volumen medido compacto en secciones transversales P.U.O.T.		m^2	5,776.00		
P - 10	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, con concreto premezclado de f'c=250kg/cm^2, R.N., agregado máximo de 3/4" grava triturada de 15 cms de espesor, incluye: desperdicios, equipo, materiales y mano de obra, vaciado, vibrado, curado, corte de juntas y texturizado P.U.O.T.		m^2	5,320.00		
P - 11	GUARNICIÓN de 15x30 cms. De sección de concreto hidráulico premezclado, f'c=250kg/cm^2, de 10 cms de espesor transversal, R.N. TMA de 19 mm (3/4"), incluye: materiales, equipo, acarreo, desperdicios, herramienta y mano de obra, P.U.O.T.		ml	1,520.00		
	DRENAJE					
	Drenaje con tubería ADS					
D - 01	TRAZO Y NIVELACIÓN con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.		m^2	320.00		
D - 02	EXCAVACIÓN por medios mecánicos en material tipo 1, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.		m^3	3,200.00		
D - 03	COMPACTACIÓN de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.		m^2	3,200.00		
D - 04	CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.		m^3	4,160.00		
D - 05	SOBREACARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.		m^3	4,160.00		
D - 06	Formación de CAPA DE FILTRO y/o rompedora con equipo mecánico, de 30 cms de espesor, con material de banco aprobado por la supervisión, compactado al 80% de su P.V.S.M. Incluye: materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria, volumen medido compacto en secciones transversales, P.U.O.T.		m^2	640.00		
D - 07	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS, incluye: acostillado en capas de 20 cms, utilizando material producto de excavación.		m^3	600.00		
D - 08	DRENAJE PLUVIAL con tubería de 24" (61 cms) de ø de polietileno corrugado de alta densidad, para alcantarillado sanitario, incluye: suministro, prueba e instalación de tubería con campana y empaque P.U.O.T.		ml	360.00		

Obra: CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLÍNICA DEL IMMS No. 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACÁN (PRIMER ETAPA)						
CLAVE	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PESOS
	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO					
DRENAJE						
Drenaje con tubería ADS						
D - 09	POZO DE VISITA DE TIPO COMÚN 4.26 m a 4.50 m A ARR. HCO., (PARA DIÁMETROS DE TUBO DE 0.20 A 0.61 M), incluye: suministro de materiales y construcción de muro de tabicón de 0.26 m, a tizón APL., ESCALONES, BROCAL Y TAPA DE POLIETILENO DE MEDIA DENSIDAD.		pza	5.00		
REJILLA PLUVIAL						
R - 01	TRAZO Y NIVELACIÓN con equipo topográfico, para pavimentación de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.		m^2	16.80		
R - 02	EXCAVACIÓN por medios mecánicos en material tipo 1, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.		m^3	42.00		
R - 03	CARGA MECÁNICA Y ACARREO EN CAMIÓN volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.		m^3	54.60		
R - 04	SOBREACARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecánico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.		m^3	54.60		
R - 05	BASE DE MAMPOSTERÍA de piedra braza de 20 cms de espesor, incluye: material, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. P.U.O.T.		m^3	5.04		
R - 06	FIRME DE CONCRETO de 10 cms de espesor, reforzado con malla electrosoldada 6x6/10x10, acabado común, concreto hecho en obra de f'c=250kg/cm^2, incluye: material, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución. P.U.O.T.		m^2	16.80		
R - 07	Construcción de CASTILLO (K1), de 0.28x0.28 m, de concreto reforzado f'c=250kg/cm^2, armado con 4 varillas de 4/8", estribos de 3/8" @ 25 cm, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, habilitado de acero, cimbrado, descimbrado, colado, curado, fraguado, de acuerdo a planos de proyecto. P.U.O.T.		ml	65.00		
R - 08	MURO DE TABICÓN de concreto de 10x14x28 cm, asentado con mortero hidráulico-arena, prop. 1:5, acabado común, incluye: acarreos, elevaciones, materiales, mano de obra, herramientas y todo lo necesario para su correcta ejecución de acuerdo a planos de proyecto. P.U.O.T.		m^2	82.00		
R - 09	Suministro e instalación de REJILLA PLUVIAL armada con perfiles IPS de 4x2 1/2" y ángulo LI de 4x4" en marco y contramarco y perfil IPS de 6x4" @ 1.651 m, para soporte de rejilla, incluye: herramienta, material, desperdicios, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. P.U.O.T.		m^2	16.80		

Obra: CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLINICA DEL IMMS No. 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACAN (SEGUNDA ETAPA)

CLAVE	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PESOS
	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO							
Avenida Villamar Carril Oriente								
DRENAJE								
Drenaje con tubería ADS								
*TEMP0	TRAZO Y NIVELACION con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.				m ²	260.00		
*TEMP1	EXCAVACION por medios mecánicos en material tipo 1, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.				m ³	700.00		
*TEMP2	COMPACTACION de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.				m ²	260.00		
*TEMP3	CARGA MECANICA Y ACARREO EN CAMION volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.				m ³	273.00		
*TEMP4	SOBREA CARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.				m ³ /km	273.00		
*TEMP5	Formación de CAPA DE FILTRO y/o rompedora con equipo mecánico, de 30 cms de espesor, con material de banco aprobado por la supervisión, compactado al 80% de su P.V.S.M. Incluye: materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria, volumen medido compacto en secciones transversales, P.U.O.T.				m ²	260.00		
*TEMP6	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS, incluye: acostillado en capas de 20 cms, utilizando material producto de excavación.				m ³	595.00		
*TEMP7	DRENAJE SANITARIO con tubería de 18" (46 cms) de ø de polietileno corrugado de alta densidad, para alcantarillado sanitario, incluye: suministro, prueba e instalación de tubería con campana y empaque P.U.O.T.				ml	180.00		
*TEMP8	POZO DE VISITA DE MURO DE TAB. DE 0.25 M. A TIZON AFL. PULIDO, DESPLANTE MAMP. ESCALONES, BROCAL Y TAPA DE POLIETILENO DE MEDIA DENSIDAD. DIAM. DE 0.60 A 1.20 M 4.0 M				pza	2.00		
Banqueta de concreto hidráulico								
01-001	TRAZO Y NIVELACION con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.				m ²	360.00		
01-003	EXCAVACION por medios mecánicos en material tipo 2, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.				m ³	360.00		
01-004	COMPACTACION de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.				m ²	360.00		
01-005	CARGA MECANICA Y ACARREO EN CAMION volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.				m ³	140.40		
01-006	SOBREA CARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.				m ³ /km	140.40		
01-008	Formación de BASE HIDRÁULICA con equipo mecánico y material triturado de 3/4" a finos, de 20 cms de espesor, compactado al 100% de la prueba Aastho modificado, incluye: equipo, materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria y herramienta, volumen medido compacto en secciones transversales P.U.O.T.				m ²	360.00		
01-011	BANQUETA de 2 m de ancho constante de concreto hidráulico premezclado, f'c=250kg/cm ² , de 10 cms de espesor transversal, R.N. TMA de 19 mm (3/4"), incluye: materiales, equipo, acarreo, desperdicios, herramienta y mano de obra, P.U.O.T.				m ²	360.00		
Pavimento de concreto hidraulico								
01-001	TRAZO Y NIVELACION con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.				m ²	2,160.00		
01-002	DESPALME, LIMPIEZA, DERRIBO DE ÁRBOLES Y CONFORMACIÓN DE TERRENO por medios mecánicos en cualquier tipo de material en cortes y/o terraplén, incluye: maquinaria, mano de obra, acamellonado y acarreo libre a 20 metros de distancia horizontal, P.U.O.T. (CON UN ESPESOR DE 20 CMS.)				m ²	2,160.00		
01-003	EXCAVACION por medios mecánicos en material tipo 2, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.				m ³	2,360.20		
01-004	COMPACTACION de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.				m ²	2,160.00		

Obra: CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLINICA DEL IMMS No. 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACAN (SEGUNDA ETAPA)						
CLAVE	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PESOS
	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO					
Avenida Villamar Carril Oriente						
Pavimento de concreto hidraulico						
01-005	CARGA MECANICA Y ACARREO EN CAMION volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.		m³	3,068.00		
01-006	SOBREACARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.		m³/km	3,068.00		
01-007	Formación de SUB-BASE HIDRAULICA con equipo mecánico y material triturado de 3/4" a finos, de 20 cms de espesor, compactado al 100% de la prueba Aastho modificado, incluye: equipo, materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria y herramienta, volumen medido compacto en secciones transversales P.U.O.T.		m²	1,453.10		
01-008	Formación de BASE HIDRAULICA con equipo mecánico y material triturado de 3/4" a finos, de 20 cms de espesor, compactado al 100% de la prueba Aastho modificado, incluye: equipo, materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria y herramienta, volumen medido compacto en secciones transversales P.U.O.T.		m²	1,453.10		
01-009	Suministro y colocación de pavimento de concreto Hidráulico MR 48 kg/cm², autocurable de 15 cm de espesor, Normal a 28 d, TNMA 40 mm, Rev 10 T.D., incluye: extendido, vibrado, corte con disco de diamante a 1/3 de la losa (7cm) y sello de todas las juntas longitudinales y transversales de contracción y construcción marca Sonnumeric 1 o similar, suministro y colocación de Varilla de amarre con varilla de 1/2" de 71 cm de longitud @ 76 cm en todas las juntas constructivas longitudinales, texturizado tipo carretero.		m²	1,482.50		
01-010	GUARNICIÓN de concreto hidráulico premezclado, f'c=250kg/cm² de 10 cms de espesor transversal, R.N. TMA de 19 mm (3/4"), incluye: materiales, equipo, acarreo, desperdicios, herramienta y mano de obra, P.U.O.T.		m	373.54		
Avenida Villamar Carril Poniente						
Banqueta de concreto hidráulico						
01-001	TRAZO Y NIVELACION con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.		m²	2,480.00		
01-003	EXCAVACION por medios mecánicos en material tipo 2, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.		m³	2,480.00		
01-004	COMPACTACION de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.		m²	2,480.00		
01-005	CARGA MECANICA Y ACARREO EN CAMION volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.		m³	483.60		
01-006	SOBREACARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.		m³/km	483.60		
01-008	Formación de BASE HIDRAULICA con equipo mecánico y material triturado de 3/4" a finos, de 20 cms de espesor, compactado al 100% de la prueba Aastho modificado, incluye: equipo, materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria y herramienta, volumen medido compacto en secciones transversales P.U.O.T.		m²	2,480.00		
01-011	BANQUETA de 2 m de ancho constante de concreto hidráulico premezclado, f'c=250kg/cm², de 10 cms de espesor transversal, R.N. TMA de 19 mm (3/4"), incluye: materiales, equipo, acarreo, desperdicios, herramienta y mano de obra, P.U.O.T.		m²	2,480.00		
Pavimento de concreto hidraulico						
01-001	TRAZO Y NIVELACION con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.		m²	15,870.00		
01-002	DESPALME, LIMPIEZA, DERRIBO DE ARBOLES Y CONFORMACION DE TERRENO por medios mecánicos en cualquier tipo de material en cortes y/o terraplén, incluye: maquinaria, mano de obra, acamellonado y acarreo libre a 20 metros de distancia horizontal, P.U.O.T. (CON UN ESPESOR DE 20 CMS.)		m²	15,870.00		
01-003	EXCAVACION por medios mecánicos en material tipo 2, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.		m³	5,950.40		
01-004	COMPACTACION de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.		m²	15,870.00		
01-005	CARGA MECANICA Y ACARREO EN CAMION volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.		m³	6,189.30		

Obra: CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLINICA DEL IMMS No. 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACAN (SEGUNDA ETAPA)						
CLAVE	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PESOS
	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO					
Avenida Villamar Carril Poniente						
Pavimento de concreto hidraulico						
01-006	SOBREACARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.		m³/km	9,283.50		
01-007	Formación de SUB-BASE HIDRAULICA con equipo mecánico y material triturado de 3/4" a finos, de 20 cms de espesor, compactado al 100% de la prueba Aastho modificado, incluye: equipo, materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria y herramienta, volumen medido compacto en secciones transversales P.U.O.T.		m²	11,588.90		
01-008	Formación de BASE HIDRAULICA con equipo mecánico y material triturado de 3/4" a finos, de 20 cms de espesor, compactado al 100% de la prueba Aastho modificado, incluye: equipo, materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria y herramienta, volumen medido compacto en secciones transversales P.U.O.T.		m²	11,588.90		
01-009	Suministro y colocación de pavimento de concreto Hidráulico MR 48 kg/cm², autocurable de 15 cm de espesor, Normal a 28 d, TMA 40 mm, Rev 10 T.D., incluye: extendido, vibrado, corte con disco de diamante a 1/3 de la losa (7cm) y sello de todas las juntas longitudinales y transversales de contracción y construcción marca Sonnomeric 1 o similar, suministro y colocación de Varilla de amarre con varilla de 1/2" de 71 cm de longitud @ 76 cm en todas las juntas constructivas longitudinales, texturizado tipo carretero.		m²	10,789.00		
01-010	GUARNICIÓN de concreto hidráulico premezclado, f'c=250kg/cm² de 10 cms de espesor transversal, R.N. TMA de 19 mm (3/4"), incluye: materiales, equipo, acarreo, desperdicios, herramienta y mano de obra, P.U.O.T.		m	2,734.88		
Alumbrado publico						
RMT-001B	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POSTE DE CONCRETO OCTAGONAL C-13-600 INCLUYE: LOCALIZACION, TRAZO, APERTURA DE CEPA, INCADO Y PLOMADO		pza	2.00		
RMT-002G	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESTRUCTURA VS3N EN POSTE DE CONCRETO INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA PARA, DESPERDICIO Y EQUIPO, DE ACUERDO A NORMAS DE C.F.E. EN LINEA DE 13.2 K.V.		pza	2.00		
RMT-006	RETIRO Y REEMPLAZO DE POSTE EXISTENTE CON ESTRUCTURA DE PASO INCLUYE: EXCAVACION, RELLENO, MATERIAL, MANO DE OBRA, DESPERDICIO Y EQUIPO DE ACUERDO A NORMAS C.F.E. PARA SISTEMAS DE 13.2 K.V		pza	18.00		
BMT-002	SUMINISTRO E INSTALACION DE SUBESTACION TIPO POSTE DE 15 KVA, 1 FASE 13,200-220/110 V. AISLADA A 15 KV Y OPERADA A 13.2 KV CON TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO, ETC. CONEXION A LINEA DE MEDIA TENSION, CONDUCTOR DE ALUMINIO CAL3/O MCM, TRANSICION DE BAJA TENSION, MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIOS HASTA EL REGISTRO DE BAJA TENSION.		pza	2.00		
RBT-006	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POLIDUCTO ALTA DENSIDAD 1 1/4" DE DIAMETRO, COLOCADO SEGUN NORMA CFE, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, TODO LO NECESARIO PARA SU COLOCACION.		ml	1,560.00		
RBT-0060	INCADO DE POLIDUCTO EN CRUCE DE CALLE EN PAVIMENTO EXISTENTE		ml	300.00		
RBT-008	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE TRIPLEX DE ALUMINIO CON AISLAMIENTO XLP, 600 VOLTS, (2+1)4 EN POLIDUCTO ALTA DENSIDAD DE 1 1/4" DE DIAMETRO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, TODO LO NECESARIO PARA SU COLOCACION Y DESPERDICIO, CALIDAD CONDUCTORES MONTERREY O SIMILAR.		ml	2,340.00		
RBT-0102	SUMINISTRO Y COLOCACION CONECTOR TIPO E CON CAJA CIERRE Y/O MANGA TIPO CIERRE, MATERIAL, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU INSTALACION, CALIDAD GL O SIMILAR.		pza	75.00		
RBT-0121	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVO "K" EN REGISTRO DE REMATE INCLUYE: TODO LO NECESARIO PARA SU INSTALACION, MATERIAL, MANO DE OBRA.		pza	5.00		
RAT-003	BASE PIRAMIDAL DE CONCRETO SIMPLE FC=200 KG/CM2 SEGUN DISEÑO PARA FIJAR POSTE METALICO INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, EXCAVACION, RELLENO, ANCLAS, ETC.		pza	65.00		
RAT-004	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POSTE METALICO CONICO CIRCULAR DE 11.00 MTS. DE ALTURA INCLUYE: PINTURA ESMALTE, CON LAMINA CALIBRE No. 11, DE ACUERDO A NORMA.		pza	65.00		
RAT-005A	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LUMINARIA COMPLETA TIPO EXPRES VECTOR, 220 VOLTS DE 250 WATTS, VSAP, INCLUYE: LAMPARA Y CABLE THW CALIBRE 12, MATERIAL, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU INSTALACION, CALIDAD HOLOPHANE O SIMILAR.		pza	65.00		
RAT-007	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REGISTRO PREFABRICADO PARA ALUMBRADO PUBLICO, SEGUN DISEÑO (30X30X40 CMS.) INCLUYE: EXCAVACION Y RELLENO		pza	65.00		
RAT-008	SUMINISTRO E INSTALACION DE MURETE PREFABRICADO DE MEDICION PARA ALUMBRADO PUBLICO SEGUN NORMA CFE (MATT-11) INCLUYE: BASE, PUERTAS DE ALUMINIO, MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA SU CONEXION. INCLUYE: CONTROL DE ALUMBRADO PUBLICO NECESARIO DE ACUERDO A PROYECTO.		pza	5.00		
DRENAJE						
Drenaje con tubería ADS						
*TEMPO	TRAZO Y NIVELACION con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.		m²	1,656.00		
*TEMP1	EXCAVACION por medios mecánicos en material tipo 1, a 50 cms de profundidad promedio, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.		m³	4,140.00		

Obra: CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLINICA DEL IMMS No. 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACAN (SEGUNDA ETAPA)							
CLAVE	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PESOS
	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO						
	Avenida Villamar Carril Poniente						
	DRENAJE						
	Drenaje con tubería ADS						
*TEMP2	COMPACTACION de terreno natural en área de desplante de terraplenes para el 85% de su P.V.S.M. Incluye: incorporación de humedad y maquinaria P.U.O.T.			m ²	1,656.00		
*TEMP3	CARGA MECANICA Y ACARREO EN CAMION volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.			m ³	1,614.00		
*TEMP4	SOBREA CARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.			m ³ /km	1,614.00		
*TEMP5	Formación de CAPA DE FILTRO y/o rompedora con equipo mecánico, de 30 cms de espesor, con material de banco aprobado por la supervisión, compactado al 80% de su P.V.S.M. Incluye: materiales, acarreo, tendido, incorporación de agua necesaria, volumen medido compacto en secciones transversales, P.U.O.T.			m ²	1,656.00		
*TEMP6	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS, incluye: acostillado en capas de 20 cms, utilizando material producto de excavación.			m ³	4,574.70		
*TEMP7	DRENAJE SANITARIO con tubería de 18" (46 cms) de ø de polietileno corrugado de alta densidad, para alcantarillado sanitario, incluye: suministro, prueba e instalación de tubería con campana y empaque P.U.O.T.			ml	1,458.00		
*TEMP8	POZO DE VISITA DE MURO DE TAB. DE 0.25 M. A TIZÓN APL. PULIDO, DESPLANTE MAMP. ESCALONES, BROCAL Y TAPA DE POLIETILENO DE MEDIA DENSIDAD. DIAM. DE 0.60 A 1.20 M 4.0 M			pza	14.00		
	REJILLA PLUVIAL						
PAV-01	TRAZO Y NIVELACION con equipo topografico, para pavimentacion de calles y avenidas, estableciendo ejes auxiliares, bancos de nivel y referencias, incluye: equipo, materiales, herramienta y mano de obra P.U.O.T.			m ²	25.00		
PAV-03	EXCAVACION por medios mecánicos en material tipo 1, incluye: acarreo libre del material a 20 metros de distancia horizontal en el lugar donde indique la supervisión, acopio y/o acamellonamiento para retiro posterior, medida en secciones transversales de terreno natural P.U.O.T.			m ³	25.00		
PAV-06	CARGA MECANICA Y ACARREO EN CAMION volteo al 1er km de distancia del material producto de excavación de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebaje de la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y canales incluye 30% de abundamiento. P.U.O.T.			m ³	39.00		
PAV-07	SOBREA CARREO a 3 km subsecuentes con equipo mecanico de materiales producto de las excavaciones de cortes adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de bancos, derrumbes y del agua empleada en las compactaciones posteriores al acarreo libre, incluye: mano de obra y equipo necesario, P.U.O.T.			m ³	117.00		
REJ-03	BASE DE MAMPOSTERIA de piedra braza de 20 cms de espesor, incluye: material, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. P.U.O.T.			m ³	15.00		
REJ-04	FRME DE CONCRETO de 10 cms de espesor, reforzado con malla electrosoldada 6x6/10x10, acabado común, concreto hecho en obra de f'c=250kg/cm ² , incluye: material, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución. P.U.O.T.			m ²	25.00		
REJ-05	Construcción de CASTILLO (K1), de 0.28x0.28 m, de concreto reforzado f'c=250kg/cm ² , armado con 4 varillas de 4/8", estribos de 3/8" @ 25 cm, de acuerdo al plano de proyecto. Incluye: suministro de materiales, habilitado de acero, cimbrado, descimbrado, colado, curado, fraguado, de acuerdo a planos de proyecto. P.U.O.T.			ml	96.00		
REJ-06	MURO DE TABICÓN de concreto de 10x14x28 cm, asentado con mortero hidráulico-arena, prop. 1:5, acabado común, incluye: acarreo, elevaciones, materiales, mano de obra, herramientas y todo lo necesario para su correcta ejecución de acuerdo a planos de proyecto. P.U.O.T.			m ²	36.00		
REJ-07	Suministro e instalación de TUBERIA ADS de 18"(450mm)ø de polietileno corrugado ADS, serie 65, de pared doble N-12, para alcantarillado sanitario, incluye suministro, prueba e instalación de tubería con campana y empaque. P.U.O.T.			m	500.00		
REJ-08	Suministro e instalación de REJILLA PLUVIAL armada con perfiles IPS de 4x2 1/2" y ángulo LI de 4x4" en marco y contramarco y perfil IPS de 6x4" @ 1.651 m, para soporte de rejilla, incluye: herramienta, material, desperdicios, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. P.U.O.T.			m ²	25.00		
	E.P.9 SEÑALAMIENTO VERTICAL						
21	a) Señales preventivas (SP) y restrictivas (SR) de 71 x71 cm. calibre 16 con ceja a.1) SP y SR			pza	20.00		
22	b) Señales informativas de destino SCT SID-10			pza	6.00		
23	c) Señales de información general 40 x178			pza	2.00		
24	d) Señales confirmativas de destino 30 x178 d.1) SID 9			pza	2.00		
25	e) Señales informativas de recomendación e.1) SIR de 71 x 178			pza	2.00		
26	e) Señales informativas de recomendación e.2) SIR de 71 x 239			pza	2.00		

Obra: CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLINICA DEL IMMS No. 81 DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACAN (SEGUNDA ETAPA)						
CLAVE	CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE EN PESOS
	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO					
	Avenida Villamar Carril Poniente					
	E.P.10 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL					
28	a) Pintura blanca para marcas en pavimento, incluye microesfera en proporción de 700 g/l (Norma N°CTR•CAR•1•07•001/00)		ml	2,760.00		
29	b) Pintura amarilla para marcas en pavimento incluye microesfera en proporción de 700 g/l (Norma N°CTR•CAR•1•07•001/00).		ml	5,520.00		
30	Violetas reflejantes, incluye pegamento y colocación, por unidad de obra terminada a) De una sola cara color blanco (Norma N°CTR•CAR•1•07•004/00)		pza	700.00		
31	Violetas reflejantes, incluye pegamento y colocación, por unidad de obra terminada a) De una sola cara color amaril (Norma N°CTR•CAR•1•07•004/00)		pza	1,200.00		
	ANUNCIO INFORMATIVO					
ANU-001	Suministro e instalacion de LONA conmemorativa del anersario de la revolucion, incluye acarreo hasta el sitio de su colocación P.U.O.T.		pza	1.00		

6.2.- Proceso constructivo.

De acuerdo con la Dirección de Obras Públicas, una vez definida el área donde se iniciará el primer frente de trabajo, se colocará la señalización restrictiva y preventiva correspondiente para el desvío de la circulación, protección de usuarios y personal de obra tanto en horario diurno como nocturno en dado caso de ser necesario.

Posteriormente a esta actividad se realizarán los trabajos correspondientes al proceso constructivo de acuerdo con las especificaciones vigentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), el cual se empleará en la construcción del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, el que deberá realizarse en un orden cronológico para no entorpecer los trabajos posteriores, tomando en cuenta aspectos necesarios para realizar algún trabajo en específico en los que deberá emplearse el material necesario así como la herramienta y/o maquinaria adecuada según sea el caso, con la finalidad de obtener como resultado la construcción de un camino seguro y de calidad para el usuario.

Los trabajos correspondientes al proceso constructivo a emplear en este camino que fueron mencionados anteriormente se enumeran y se describirán a continuación en el orden que deberán realizarse.

1. Se trazará con equipo topográfico, marcando ejes auxiliares y bancos de nivel.
2. Se despalmará el terreno natural con maquinaria en un espesor de 10 centímetros, acamellonando el material producto de dicho despalme a un lado del camino para su posterior acarreo fuera de la obra. (Véase anexo No. 1).
3. Se compactará el terreno natural descubierto en el área de desplante de terraplenes, al 90 % de su P.V.S.M. (Véase anexo No. 1).
4. Los cortes se realizarán con maquinaria (Tractor de oruga) para lo cual el material producto de la excavación o corte se clasificarán en material A, B o C, los cuales se definen a continuación:

El material A es el blando o suelto, que puede ser los suelos poco o nada cementados con partículas hasta de 3", los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

El material B se considerará como piedras sueltas menores de 75 centímetros y mayores de 3", las rocas muy alteradas, los conglomerados medianamente cementados, las areniscas blandas y los tepetates.

El material C es aquel que solo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos, tales como roca basáltica, areniscas, conglomerado fuertemente cementado, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Cabe señalar que si el material producto de la excavación fuera de buena calidad para la formación de los terraplenes, este material se emplearía en la

construcción de dichos terraplenes, siempre y cuando el laboratorio de materiales de campo lo autorice, a la vez en caso contrario dicho material se considerará como material de desperdicio el cual será acarreado fuera de la obra en el lugar que indique la Secretaría de Obras Publicas del H. Ayuntamiento de Uruapan, Michoacán.

Así mismo, todas las piedras flojas y material suelto de los taludes deberán removerse en los cortes que comprenden al material tipo C mencionado en párrafos anteriores. La excavación se hará a una profundidad aproximada a los 30 centímetros debajo de la sub-rasante para formar la cama, no debiendo quedar salientes de roca a menos de 15 centímetros debajo de la sub-rasante.

Al terminar un corte debe verificarse el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, ancho y acabado dentro de las siguientes tolerancias:

- Ancho de la corona a nivel de la capa sub- rasante, del centro a la orilla más 10 centímetros.
- Salientes aisladas con respecto a la superficie teórica del talud en material tipo A o B: 10 centímetros y en material tipo C: 50 centímetros.

5. Para poder realizar la construcción de los terraplenes, se deberá tender una capa del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 centímetros en todo lo ancho del terraplén y en una longitud aproximada a los 20 metros, una vez realizadas estas operaciones se colocará agua sobre la capa, en una cantidad aproximada a los 100 litros por metro cúbico de material. Dicha capa será sometida al tránsito de un tractor de orugas con garra tipo CATERPILLAR D8, el cual cuenta con un peso aproximado a las 20 toneladas, pasando tres veces por cada uno de los puntos que forman la superficie. Para

cerciorarse de que el trabajo se esté realizando de forma correcta se deberán realizar sondeos a cielo abierto en los veinte centímetros superiores de la capa, con volumen aproximado de 0.5 metros cúbicos por cada sondeo, el material producto de los sondeos debe tener como máximo un 20 % en volumen de material retenido en la malla de 3 pulgadas, el material retenido deberá contener 5% del volumen total, de fragmentos de roca mayores de 6 pulgadas.

Para realizar el desplante de los terraplenes, siempre deberá despalmarse el sitio asignado, rellenando los huecos producidos por el desenraice, escarificando y compactando el terreno natural o bien los huecos producidos a la hora de realizar el despalme del área de desplante, con la finalidad de poder alcanzar el grado de compactación fijado. La compactación de los terraplenes deberá hacerse uniformemente en todo lo ancho de la sección, dando la humedad conveniente.

Se dará como terminado un terraplén cuando se verifique su alineamiento, el perfil y la sección en su forma de acuerdo con las siguientes tolerancias:

- Nivel de la sub-rasante + - 3 centímetros.
- Ancho de la corona al nivel de la sub-rasante del centro del camino a la orilla + - 10 centímetros
- Taludes: Ancho entre el centro línea y las líneas de los cerros, conservando el plano general de los taludes: En material tipo A o B +30 centímetros y en material tipo C +75 centímetros.

6. Los acarrees se realizarán para los siguientes conceptos, material producto de

los cortes, excavaciones adicionales debajo de la sub-rasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, escalones, despalmes, prestamos, canales etc. Todos los materiales tienen un acarreo libre que corresponde a una distancia de 20 metros, el término de dichos 20 metros de acarreo libre origina el sobre acarreo.

7. El procedimiento para la construcción de la estructura del pavimento será de acuerdo al diseño presentado por el laboratorio contratado y de acuerdo al estudio de bancos de materiales propuestos en dicho estudio.
8. Una vez realizado dicho estudio se procede a la extracción de los materiales de banco, por lo que el material a emplear en la construcción de la capa de sub-base será tezontle negro y el material para la capa de base será grava triturada de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

Para realizar la construcción de la estructura del pavimento se procederá de la siguiente manera:

- A) Abrir caja donde se requiera para alojar el cuerpo de pavimento que será de aproximadamente de 50 centímetros. (Véase anexo No. 1).
- B) Compactar la superficie descubierta al 90 % de P.V.S.M. (Véase anexo No. 1).
- C) Se tendera una capa de 20 centímetros con material de filtro y tepetate para la Sub-base, con una proporción de 80 - 20 debidamente mezclados con motoconformadora agregándole humedad en una cantidad cercana a la óptima, hasta obtener una mezcla homogénea del material. (Véase anexo No. 1).
- D) Una vez que se extendió el material, se compactará hasta alcanzar el grado de compactación requerido que es del 95 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.). (Véase anexo No. 1).

- E) Se tenderá una capa de 20 centímetros con material de grava triturada de $\frac{3}{4}$ de pulgada para la Base, tendida con motoconformadora, agregándole humedad en una cantidad cercana a la óptima, hasta obtener una mezcla homogénea del material. (Véase anexo No. 1).
- F) Una vez que se extendió el material, se compacta hasta alcanzar el grado de compactación requerido que es del 95 % de PVSM. (Véase anexo No. 1).
- G) Las guarniciones se construirán de 15 x 30 centímetros y con patín integrado de 50 centímetros, de forma monolítica las juntas se realizarán alineadas con las juntas del pavimento a no más de 3.0 metros de separación.
- H) Las instalaciones se introducirán por el área de las banquetas, de conformidad con la normatividad vigente según sea el caso, no interfiriendo con las instalaciones existentes, verificando con anterioridad la existencia de fibra óptica, electrificación, agua potable y redes ó colectores sanitarios. (Véase anexo No. 1).
- I) La superficie de rodamiento será a base de losa de concreto hidráulico, con un espesor de 18 centímetros. Se propone utilizar concreto premezclado con un revenimiento de 12 centímetros, en caso de no utilizar concreto premezclado se sugiere un concreto de resistencia $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ con un tamaño máximo de agregado de $\frac{3}{4}$ ", se colocarán al centro de la sección geométrica barras de amarre de consistentes en redondo de $\frac{1}{2}$ " de 71 centímetros de longitud a cada 76 centímetros. Las juntas de contracción transversal estarán situadas a cada 4.5 metros de conformidad con el sistema constructivo sugerido por CEMEX. (Véase anexo No. 1).
- J) El cimbrado consiste en colocar montenes metálicos calibre 10 cuyo peralte

corresponda con el espesor del pavimento, los cuales deberán ser reforzados con soleras a cada 30 centímetros para darle rigidez. La colocación de la cimbra deberá ir siguiendo el alineamiento y niveles que indique la brigada de topografía, sujetando con troqueles de varilla del #3 al #5, cuya longitud mínima es igual al doble del espesor del pavimento y se colocan a cada 1.0 metros aproximadamente, Sera conveniente revisar los niveles de la cimbra con topógrafo después de haber sido colocada la misma para garantizar un buen perfil longitudinal del pavimento por lo que se deberá de contar con una cantidad considerable de tramos de cimbra para alcanzar avances significativos de colado continuo durante varias jornadas de trabajo. (Véase anexo No. 1).

- K) El concreto que se va mezclando en ollas revolventoras se vacía sobre la sub-base, el cual se esparce a todo lo ancho del pavimento mediante medios manuales. Al ir realizando esta actividad deberá limpiarse y humedecerse previamente la superficie que recibirá al concreto para evitar que se absorba el agua de la mezcla. (Véase anexo No. 1).
- L) Una vez que se coloque el concreto se deberá acomodar en las orillas cercanas a la cimbra mediante el empleo de un vibrador manual para que posteriormente se pase la regla o el rodillo vibratorio los cuales le darán el vibrado final a la masa del concreto. Una vez que concluyó esta actividad deberá utilizarse una flotadora de aluminio o magnesio en sentido transversal para dar el perfilado definitivo al pavimento. (Véase anexo No. 1).
- M) El concreto que es vaciado en el encofrado, deberá acomodarse por medio de vibradores de inmersión para darle la densidad adecuada. (Véase anexo No. 1).
- N) Es importante garantizar la calidad del concreto y que el suministro sea

constante y continuo para mantener la homogeneidad del pavimento, por lo que se recomienda que entre el tendido de una olla mezcladora y otra no transcurran más de 25 minutos, aunque de preferencia el tiempo mencionado deberá ser menor.

- O) Se dará a la superficie el acabado necesario para que tenga el coeficiente de rugosidad requerido, lo cual se puede hacer por medio de un peine que tiene una rastra de alambre en forma de peine, con una separación entre dientes de acuerdo con la especificación del proyecto, con una profundidad entre los 3.0 milímetros y los 6.0 milímetros a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación y que pudieran cerrarse debido a esto lo cual ocasionaría que los surcos perdieran su funcionalidad. (Véase anexo No. 1).
- P) Las juntas entre losa serán frías, con una dimensión aproximada de 3.0 x 4.5 metros, a 1/3 de su espesor y calafateadas con junta elastomérica. (Véase anexo No. 1).
- Q) Se recomienda realizar pruebas de laboratorio para la resistencia del concreto.
- R) Las guarniciones y banquetas serán de concreto hidráulico $f'c = 250$ kgs./cm². de acuerdo al diseño de proyecto. (Véase anexo No. 1).
- S) La señalización vertical será con acabado reflejante grado ingeniería y de conformidad con las especificaciones vigentes en la materia expedidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).
- T) La señalización horizontal será con pintura de tráfico color blanco y amarillo, con

micro esfera de vidrio reflejante, vialetas reflejantes de 10 x 10 centímetros sin perno, de conformidad con las especificaciones vigentes en la materia expedidas por la SCT.

6.3.- Interpretación de resultados.

Dentro del proceso constructivo señalado anteriormente, cabe señalarse que corresponde a la pavimentación del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, ubicada entre las colonias: Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca fue asignada por el H. Ayuntamiento de Uruapan, Michoacán, mediante adjudicación por el procedimiento de licitación pública nacional, a base de precios unitarios y tiempo determinado No. 45307001-006-10, al contratista Concretos Cupatitzio S.A. DE C.V. Con un monto total de \$4'000,378.43 IVA incluido, con fecha de inicio del día 31 de diciembre del 2010 y con fecha de término del día 31 de marzo del 2011.

Con base al procedimiento constructivo asignado para dicho camino y para poder comprobar que los conceptos presentados anteriormente así como el mismo proceso fuera ejecutándose de forma correcta y en un orden cronológico, fue necesario realizar visitas de obra y asentar en una bitácora de obra el avance que la misma iba teniendo al paso de los días. Dicha información obtenida en campo es presentada a continuación.

Con fecha 14 de febrero del 2011 la empresa encarga de la pavimentación de dicho acceso, dió inicio a los trabajos en la calle Villamar, por lo que se inicia con la excavación abriendo caja sobre el terreno natural, para poder desplantar las

terracerías correspondientes y alojar la estructura del pavimento. Dichos trabajos fueron detenidos ya que los vecinos de las propiedades del señor Saucedo y del salón de fiestas El Farallón argumentaron que en ningún momento se había realizado la negociación correspondiente a las posibles afectaciones a sus predios, por lo que la construcción de la obra tuvo que ser detenida por un tiempo.

Hasta el día 29 de marzo del 2011 se comenzaron a realizar las excavaciones para alojar los registros y el poliducto de la C.F.E. Los cuales se realizaron en el área donde será construida la banquetta sin afectar la funcionalidad de las tuberías de agua potable o drenaje existentes como se planteo en el proceso constructivo que se aplicaría en la pavimentación del camino ya mencionado. Dicha actividad se extendió hasta el día 12 de abril del 2011. Presentándose dentro de este periodo el inconveniente con el CERESO de la ciudad, ya que no se previeron con anterioridad los alcances que tendría la construcción del camino mencionado, lo cual se solucionó de una forma ágil mediante reuniones con el director de la institución, y de esta manera poder explicarle de forma clara los alcances que tendría dicha obra. La excavación realizada para alojar el poliducto y los registros ha comenzado a rellenarse y a compactarse tanto el material de banco, como el relleno con material producto de la excavación.

Posteriormente el día 9 de mayo del 2011 se dió inicio a la excavación y así poder abrir caja, para que posteriormente a esta actividad se procediera a compactar el terreno natural al 90% de su P.V.S.M. con rodillo vibratorio como lo indica el proceso constructivo, y a la vez poder suministrar y tender filtro en el área que corresponde al muro del cereso.

El día 14 de mayo del 2011 se continuó suministrando filtro en el tramo del muro del cereso, el cual ha sido tendido con motoconformadora de acuerdo a como lo marca el proceso constructivo.

Hasta el día 18 de mayo del 2011 se sigue suministrando material de sub-base el cual está conformado por material de filtro y tepetate los cuales han sido mezclados con motoconformadora y humedecidos para poder ser compactados con rodillo vibratorio al 95 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.).

Con fecha del 19 de mayo del 2011 se llegó un acuerdo con el señor Saucedo, mismo que generó un retraso en la obra ya que un remolque de su propiedad impedía realizar los trabajos de excavación en la zona requerida para construir el pavimento.

El día 25 de mayo del 2011 se comenzó a colocar base hidráulica en el aproche con el boulevard industrial y en las zonas donde ya se cuenta con la misma base, esta se está compactando como lo marca el proceso constructivo, por lo que se comenzó a realizar las cajas para poder llevar a cabo las pruebas de laboratorio correspondientes y determinar si la compactación de las terracerías es la ideal para desplantar la losa de concreto hidráulico.

Se da inicio con el tendido de concreto hidráulico en la calle Villamar con 120 metros lineales y con un ancho de 3.0 metros el día 30 de mayo del 2011, indicándosele al contratista que se le suministre aditivo acelerante al concreto, para poder abrir el tráfico a la brevedad posible y que el mismo cuente con una resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y hasta el día 1 de junio del 2011 se tiene un avance de 260 M.L de concreto el cual se sigue tendiendo.

Se continúa con el tendido de concreto hasta finalizar con la primer etapa con una cantidad de 740 metros lineales de pavimento, para que posteriormente se dé inicio con la construcción de la segunda etapa, la cual cuenta hasta el día de hoy cuenta con una pavimentación de 1+240 metros lineales de concreto hidráulico, el cual se construyó de acuerdo al proceso constructivo indicado por la Dirección de Obras Públicas el que se describió en párrafos anteriores, contemplando todos los trabajos necesarios para su correcta ejecución. Cabe mencionar que esta obra no se ha construido en su totalidad, debido a la falta de planeación de la misma, lo que originó un retraso considerable en la ejecución de los trabajos que integran a esta pavimentación.

En cuanto al objetivo general presentado en capítulos anteriores dentro del presente trabajo de investigación, cabe señalar que el mismo se cumple satisfactoriamente ya que mediante la elaboración de esta investigación se puede señalar que el proceso constructivo empleado en la construcción del camino de acceso a la zona oriente y a la Clínica del IMSS número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán que eligió la Dirección de Obras Públicas de la misma ciudad, fué el adecuado para poder realizar la construcción de un camino ya que los trabajos que comprenden al mismo pueden construirse en orden cronológico sin entorpecer el mismo proceso, siendo la única discrepancia la falta de planeación por parte de la Dirección de Obras Públicas de la ciudad de Uruapan Michoacán, ya que al momento de dar inicio a la construcción de este camino se fueron presentando algunos contratiempos los cuales en algunos casos originaron un alto total en la construcción de la obra, lo que pudo evitarse realizando asambleas anticipadas con los habitantes

de las colonias aledañas, las cuales se verían afectadas con la construcción del mismo camino y así poder llegar a un acuerdo y poder ejecutar la obra en su totalidad sin la presencia de inconvenientes.

CONCLUSIONES.

Dentro del presente capítulo se dará una breve definición acerca del pavimento a la vez que se explicará los tipos en que se dividen los mismos y las características que componen a cada uno de ellos. A la vez se presenta una breve definición de lo que es un proceso constructivo ya que en la construcción de cualquier obra de la ingeniería civil es necesario que la misma se vaya realizando en un orden cronológico de las partes que la compondrán, por lo cual es de suma importancia que a la hora de que la misma se vaya a ejecutar exista un proceso constructivo, el cual se realiza con la finalidad de que sirva de guía para que los trabajadores puedan realizar sus labores tomando en cuenta todo lo necesario para que los mismos se ejecuten de forma correcta y empleando los materiales necesarios para su construcción, por lo que se mencionaran las ventajas de hacer la elección de un proceso constructivo.

En la pavimentación del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, se encontraron varias particularidades, siendo la principal que el periodo de tiempo contemplado en el calendario de obra se excedió por lo cual el periodo contemplado para el proceso constructivo no fue el ideal, ya que desde que comenzaron los trabajos de trazo y nivelación se presentaron algunos inconvenientes con vecinos a la avenida Villamar ya que no se había llegado a ninguna negociación para afectar su predio, otro inconveniente parecido es lo que sucedió con el CERESO municipal ya que de igual forma no se había expuesto ante la institución el alcance que tendría dicha obra por

lo que se procedió a dialogar con el director de dicha institución para aclarar y exponer las dudas existentes. Los inconvenientes mencionados dieron origen a un retraso aproximado de un mes, mes en el cual los trabajos contemplados en el proceso constructivo de la primer etapa no se realizaron. Posteriormente en la ejecución de la segunda etapa, el tiempo asignado para el proceso fue excedido ya que hasta el día 12 de enero del 2012 los trabajos se han detenido en la obra por el cambio de administración en la Presidencia Municipal, por lo que la pavimentación del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS No. 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán se encuentra con un avance aproximado al 90% de su totalidad.

Cabe señalar que durante la construcción del pavimento del Camino de Acceso a la Zona Oriente y a la Clínica del IMSS número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, entre las colonias Leandro Valle, Las Haciendas y Sol Azteca, los trabajos se realizaron de forma adecuada, ya que estos fueron ejecutados como lo marca el proceso constructivo que eligió la Dirección de Obras Públicas de Uruapan, Michoacán, siendo el mismo el ideal para la construcción de un camino, sólo que éste proceso no se llevó a cabo en el periodo de tiempo que marcaba el calendario de obra, dicho retraso se debió a la falta de planeación del personal encargado a dar aviso a la comunidad que se vería afectada con dicha construcción.

El pavimento es una estructura que puede construirse en una o varias capas de materiales, siendo esta la forma más común de elaborarlos, las cuales se colocan sobre el terreno natural. Cuya función principal es la de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme con la textura necesaria, ser resistente a las condiciones climatológicas, a la interacción que es efectuada por los vehículos y transmitir de

forma adecuada los esfuerzos producidos por las cargas que genera el tránsito hacia las terracerías. Para con ello permitir la circulación de personas y/o vehículos de forma cómoda y segura. Entre los materiales utilizados en la pavimentación están los materiales pétreos, el concreto hidráulico y el concreto asfáltico.

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos, los cuales se diferencian de acuerdo a los materiales por los cuales están constituidos y por la forma en que se encuentran estructurados, y no por la forma en que distribuyen los esfuerzos, ni por las deformaciones que son generadas por los vehículos a las capas inferiores. La estructura de un pavimento flexible está compuesta por diversas capas de material granular, las cuales se construyen en orden ascendente iniciando por la subrasante, sub-base, base y finalizando con la construcción de la carpeta asfáltica, mientras que los pavimentos rígidos son aquellos que se encuentran constituidos por una capa de concreto elaborada de cemento Portland y materiales granulares (losa), que se apoya en una capa de sub-base constituida por grava, la cual descansa en una capa de suelo compactado llamada subrasante.

En conclusión, los pavimentos están contruidos por capas de material granular, las cuales se encargan de transmitir los esfuerzos producidos por los vehículos hacia la capa del terreno natural, (Subrasante).

En general un proceso constructivo ya sea de algún material ó elemento en particular son las reglas diseñadas por el fabricante, empleado las normas vigentes para poder hacer uso de dichos elementos de principio a fin y de manera correcta,

con la finalidad de obtener un buen resultado dentro de un periodo de tiempo determinado.

En cuanto a la elección de un buen proceso constructivo se refiere, cabe señalar que es de suma importancia ya que impacta de manera directa en la economía de la obra y que mediante su elección, este deberá aplicarse durante el tiempo que sea necesario para finalizar la construcción de la obra por completo, a la vez se tiene la ventaja de que los trabajos a realizar serán llevados a cabo de forma correcta, en un plazo de tiempo determinado para seguir con la construcción de los trabajos y no entorpecer el proceso, además de que dichos trabajos se realizarán siguiendo la normativa vigente en la construcción del pavimento en este caso.

Técnicamente el proceso constructivo empleado en la pavimentación del Camino de Acceso a la Zona Oriente y a la Clínica del IMSS número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán fue el apropiado, pero su ejecución no se realizó de manera adecuada ya que el tiempo que se destinó al término de la obra se prolongó, por lo que la situación económica tuvo un incremento respecto al costo inicial de los trabajos que comprenden a la pavimentación del mismo camino.

BIBLIOGRAFIA.

Adam M. Neville (1995)

Tecnología del concreto

Ed. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

Bañón Blázquez, Luis (2010)

Manual de carreteras

Ed. Universal, Chile.

Campos Montañez, Liliana (2008)

Revisión del proceso constructivo del tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro - la Ciénega.

Tesis inédita de la escuela de Ingeniería civil, de la Universidad Don Vasco A.C., en la ciudad de Uruapan Michoacán.

Crespo Villalaz, Carlos (1980)

Vías de Comunicación

Ed. Limusa, México.

Estrada Hurtado, Ricardo (2008)

Proceso Constructivo de la Estructura del Pavimento del camino que conduce de los Fresnos a Uringuitiro, en el municipio de Tancítaro, Mich.

Tesis inédita de la escuela de Ingeniería civil, de la Universidad Don Vasco A.C., en la ciudad de Uruapan Michoacán.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols (2004)

Metodología de la Investigación

Ed. Mc Graw Hill, México

Mendieta Alatorre, Ángeles (2005),
Métodos de Investigación y Manual Académico
Ed. Porrúa, México.

Merrit S. Frederick, et. al (2008)
Manual del Ingeniero Civil,
Ed. Mc Graw Hill, E.U.A.

Mier Suárez, José Alfonso (1987)
Introducción a la Ingeniería de Caminos
Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). México.

Olivera Bustamante, Fernando (2006)
Estructuración de Vías Terrestres
Ed. Continental, México.

Referencias técnicas de la SEDESOL (2010)
Normas Para Construcción de Pavimentos
Ed. SEDESOL.

Salazar R. Aurelio (1998)
Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos.
Ed. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

Salgado Mora, Hugo Enrique (2008)
Revisión del proceso de construcción del tramo carretero “El Tepehuaje – Las
Guacamayas en el municipio de Carácuaro, Mich.
Tesis inédita de la escuela de Ingeniería civil, de la Universidad Don Vasco A.C., en
la ciudad de Uruapan Michoacán.

Secretaría de Obras Públicas de México (1975)
Manual de Diseño de Pavimentos
Ed. México.

Otras fuentes de información.

www.canacem.org.mx (2011)

www.explorandomexico.com.mx (2011)

www.wikipedia.org.mx (2011)

www.inegi.gob.mx

ANEXOS

Anexo No. 1.- Reporte fotográfico.



Imagen 1.- Estado original del camino existente y del lugar donde se construirá el camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMSS número 81 de la ciudad de Uruapan, Michoacán, entre las colonias Leandro Valle, las Haciendas y Sol Azteca.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 2.- Movimiento del material producto de excavación en la zona donde se desplantará la estructura del pavimento.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 3.- Acarreo del material producto de la excavación fuera de la obra.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 4.- Elaboración de zanjas para alojar los ductos necesarios.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 5.- Compactación del terreno natural.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 6.- Tendido del material de sub-base con motoconformadora.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 7.- Compactación del material de sub-base, con rodillo vibratorio.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 8.- Tendido del material que servirá de base para el mismo camino.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 9.- Tendido del material de base hidráulica agregándole humedad para poder lograr el grado de compactación requerido.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 10.- Compactación del material de base con rodillo vibratorio.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 11.- Extracción de calas para determinar el grado de compactación de la base.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 12.- Colocación y tendido de concreto para la superficie de rodamiento.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 13.- Extracción de concreto puesto en obra, para realizar prueba de revenimiento.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 14.- Revisión de revenimiento del concreto puesto en obra

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 15.- Extracción de muestras de concreto para verificar el grado de resistencia

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 16.- Vibrado de concreto para evitar la presencia de oquedades.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 17.- Acomodo de concreto para poder realizar el acabado en la superficie.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 18.- Texturizado de la superficie de rodamiento empleando un peine metálico.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 19.- Elaboración de juntas en la superficie de rodamiento, empleado cortadora eléctrica con discos punta de diamante.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 20.- Cimbrado y elaboración de guarnición.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 21.- Estado del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMMS

No. 81 al día 12 de enero del 2012.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



Imagen 22.- Estado actual del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMMS No. 81 al día 11 de mayo del 2012.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.



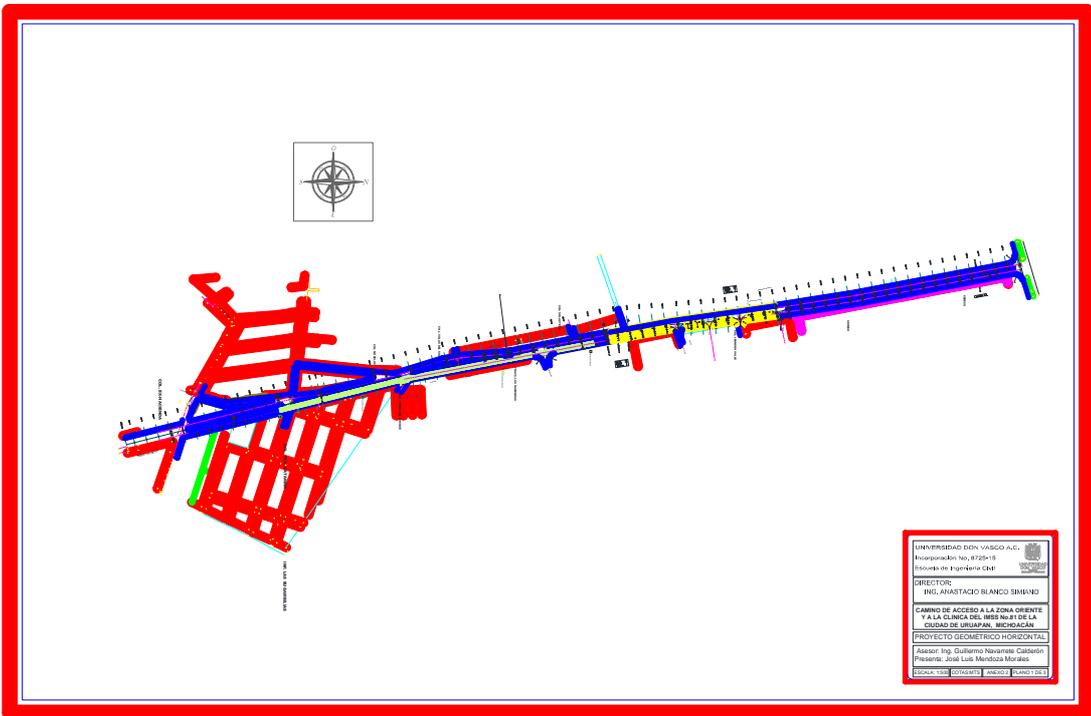
Imagen 23.- Pavimentación inconclusa del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del IMMS No. 81 al día 11 de mayo del 2012.

Fuente: Dirección de Obras Públicas.

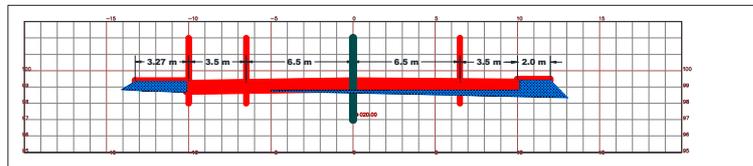
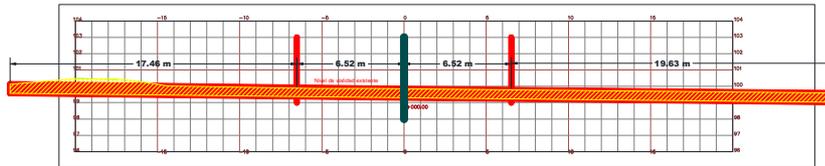


Imagen 24.- Entronque del camino de acceso a la zona oriente y a la clínica del
IMMS No. 81 con el camino real.

Fuente: Dirección de Obras Públicas



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C. Incorporación No. 8728-15 Instituto de Ingeniería Civil
DIRECTOR: ING. ANASTACIO BLANCO SIMANO
CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y A LA CLINICA DEL BBS NEA DE LA CIUDAD DE URUPAN, MICHOACÁN
PROYECTO GEOMETRICO HORIZONTAL
Autor: Ing. Guillermo Navarrete Calderón Presenta: José Luis Merceda Morales
ESCALA: 1:500 CONVENCIONES ANEXOS PLANOS 1/01



	Nivel de viabilidad existente
	Área corte
	Área terraplen

UNIVERSIDAD DON BOSCO S.A.S.
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA
 TECNOLÓGICO DON BOSCO

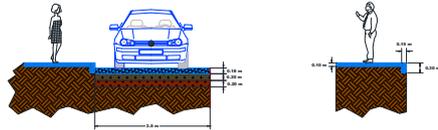
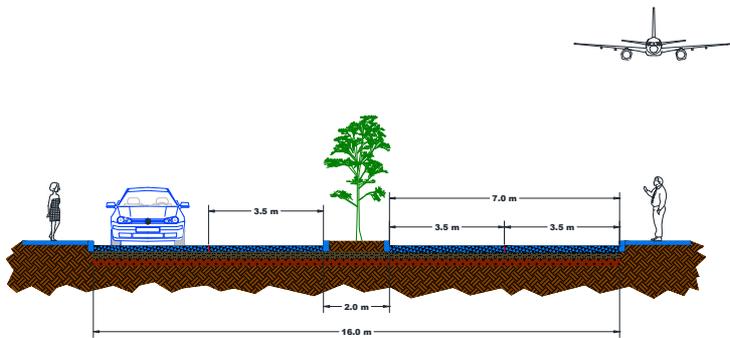
DIRECTOR:
 HERNÁNDEZ ELIENOR ORJUELA

CARRERA DE INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
 Y A LA OBRERA DEL MANEJO DE LA
 CIUDAD DE GUAYAS, ECUADOR

SECCIÓN DE PROYECTO

Asesor: Ing. Guillermo Naranjo Calderón
 Presenta: José Luis Rodríguez Méndez

INDICADORES: PROYECTO ANÁLISIS DISEÑO



Forma: material compactado al 90% de su Peso Volumétrico (Peso Sólido)

Capa de material de 15cm y regular para la Sub-base, con un porcentaje de compactación al 90% de su P.V.S.M.

Capa de grava triturada de 20" para la base compactada al 90% de su P.V.S.M.

Superficie de rodadura de 18 cm de espesor compactada al 90% con un $F_{0.075}$ máximo de 2.0.

Superficie de 18 x 18 cm, abollada con un espesor de 2 a 3 cm según sea necesario.

Requerido adicional con concreto con un $F_{0.075}$ máximo.

Áreas que sean más de 2 x 4.5 m, a 1.5 de su espesor y cubiertas con material impermeable.

INSTITUTO DOMINICANO A.G.
 PROYECTO DE LA CLÍNICA DEL BESO Nº 01 DE LA ZONA DEL BARRIO MONTECADA
 DEL PARQUEADO BLANCO-ROJO

DIRECCIÓN:
 CAMINO DE ACCESO A LA ZONA ORIENTE Y LA CLÍNICA DEL BESO Nº 01 DE LA ZONA DEL BARRIO MONTECADA

SECCIÓN DE PROYECTO:
 Asesor: Ing. Guillermo Naveguez Castellón
 Diseñador: José Luis Martínez Hernández

100% 90% 80% 70%