



UNIVERSIDAD  
DON VASCO, A.C.

# UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

## DISEÑO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA EL FRACCIONAMIENTO DENOMINADO

“LAS LOMAS”.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

**Tomas Daniel Paramo Soto.**

ASESOR

**I.C. Guillermo Navarrete Calderón.**

Uruapan, Michoacán, 22 de Agosto del 2013.



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

Gracias a Dios por mantenerme en su presencia y por darme las fuerzas para poder concluir esta etapa de mi vida, que por su amor y misericordia es que estoy aquí, de pie, mirando al frente sin miedo a lo que venga, porque “Él es mi pastor; nada me faltará, confortará mi alma; Me guiará por sendas de justicia por amor de su nombre, aunque ande en valle de sombra de muerte, no temeré mal alguno, porque Él estará conmigo; su vara y su cayado me infundirán aliento, ciertamente el bien y la misericordia me seguirán todos los días de mi vida, y en la casa de mi Dios moraré por largos días.” (Salmo 23).

Así como también agradezco con todo el corazón a papá (Tomas Paramo), mamá (Leticia Soto) y mi hermana (Arely Anabeth Paramo Soto) que me han brindado su amor y apoyo incondicional cada día de mi vida, que han creído en mí, que han estado conmigo en todo momento, animándome a hacer las cosas lo mejor posible para mi propio bien; De igual manera agradezco a Dios por la vida de mi amada prometida Gigi Rodríguez, quien se mantiene siempre al pendiente de cada detalle de mi vida, animándome y llenándome de alegría, amor y paciencia, sé que Dios me ha bendecido con la mujer más maravillosa de todas y la mas hermosa, también agradezco a mis pastores: Alfonso Cáceres y Fabiola Valencia que han gastado sus rodillas orando por mí, mostrándome su preocupación en cada área de mi vida, gracias por ayudarme a no perder de vista la meta que es el señor Jesucristo.

Tengo mucho que agradecer a los profesores que se preocuparon cada día por enseñarnos a mis compañeros y a mí, a ser profesionistas en el campo maravilloso de la construcción, para el beneficio de mi gente, sabiendo que ya es el tiempo de retribuir a la sociedad cada enseñanza que he recibido de Dios, mis Padres, mi hermana y su esposo, mi prometida, mis pastores, mis maestros, mis amigos, mis compañeros y aún mis enemigos.

Agradezco a todas las personas que han estado conmigo y que han aportado sus conocimientos para formar la persona que ahora soy, porque sé que Dios me ha protegido rodeándome de gente maravillosa que solo desea lo mejor para mí.

También le agradezco a Dios por mi hermoso perro Napoleón, quien estuvo acompañándome cada día, noche y madrugada mientras me sentaba a hacer tareas y escribir, el amigo fiel que siempre me sigue a todas partes llenándome de babas y pidiéndome que le haga cariños todo el tiempo.

Y de esta manera les reitero mi agradecimiento, haciéndoles saber que más que un ingeniero, más que cualquier posición intelectual, masque cualquier cargo de trabajo que pueda conseguir, me presento ante ustedes para servirle a Dios y a ustedes en todo...

...GRACIAS.



## ÍNDICE

### Introducción.

Antecedentes . . . . .	. 1
Planteamiento del problema . . . . .	. 3
Objetivos . . . . .	. 4
Pregunta de investigación . . . . .	. 5
Justificación . . . . .	. 5
Marco de referencia . . . . .	. 7

### Capítulo 1. Vías Terrestres.

1.1 Antecedentes de las vías terrestres . . . . .	. 9
1.2. Antecedentes de las vías terrestres en México . . . . .	. 12
1.3. Inventario de Caminos . . . . .	. 13
1.3.1. Aplicación de los inventarios de caminos . . . . .	. 14
1.4. El tránsito y su problemática . . . . .	. 15
1.4.1. Soluciones a la problemática de tránsito . . . . .	. 16
1.4.2. Elementos de tránsito . . . . .	. 17
1.4.3. Clasificación por su transitabilidad . . . . .	. 18

<b>1.4.4. Clasificación administrativa</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 19</b>
<b>1.4.5. Clasificación técnica oficial</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 20</b>
<b>1.5. Los caminos y su planeación</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 21</b>
<b>1.6. Valoración de un proyecto</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 23</b>
<b>1.6.1. Análisis del sitio</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 23</b>
<b>1.6.2. Criterios de diseño</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 23</b>
<b>1.7. Estabilizaciones</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 24</b>
<b>1.7.1. Estabilización por compactación</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 25</b>
<b>1.7.2. Estabilización por medio de cemento portland</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 26</b>
<b>1.7.3. Estabilización por medio de productos asfálticos</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 26</b>
<b>1.7.4. Estabilización con cal.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 27</b>
<b>1.7.4. Estabilización por medio de productos químicos</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 29</b>
<b>1.7.4.1. Estabilización con resina de anilina</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 30</b>
<b>1.7.4.2. Estabilización con acrilato de calcio</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 30</b>
<b>1.7.4.3. Estabilización con cloruro de sodio o con cloruro de calcio.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 30</b>
<b>1.7.4.4. Estabilización combinando dos productos químicos</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 31</b>
<b>1.7.4.5. Estabilización mecánica empleando suelos granulares.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>. 31</b>

<b>1.8. Elementos de un camino carretero</b>	. . . . .	<b>. 32</b>
<b>1.8.1. Señalamientos</b>	. . . . .	<b>. 33</b>
<b>1.8.2. Señalamientos de peligro</b>	. . . . .	<b>. 34</b>
<b>1.9. Velocidad</b>	. . . . .	<b>. 34</b>
<b>1.10. Volumen de transito</b>	. . . . .	<b>. 36</b>
<b>1.11. Volúmenes de transito en la red nacional de carreteras pavimentadas</b>	. . . . .	<b>. 37</b>
<b>1.12. Derecho de vía</b>	. . . . .	<b>. 39</b>

## **Capítulo 2. Pavimentos.**

<b>2.1. Definición de Pavimento</b>	. . . . .	<b>. 40</b>
<b>2.2. Características principales de los Pavimentos</b>	. . . . .	<b>. 42</b>
<b>2.3. Materiales de banco.</b>	. . . . .	<b>. 47</b>
<b>2.3.1. Clasificación de suelos y agregados</b>	. . . . .	<b>. 48</b>
<b>2.4. Pavimento Rígido</b>	. . . . .	<b>. 49</b>
<b>2.4.1. Elementos que componen un pavimento rígido</b>	. . . . .	<b>. 52</b>
<b>2.5. Características de los distintos concretos</b>	. . . . .	<b>. 54</b>



## **Capítulo 3. Resumen ejecutivo de macro y micro localización.**

<b>3.1. Generalidades</b>	<b>. 75</b>
<b>3.2. Objetivo y alcance del proyecto</b>	<b>. 76</b>
<b>3.3. Resumen Ejecutivo</b>	<b>. 77</b>
<b>3.4. Entorno Geográfico</b>	<b>. 78</b>
<b>3.5. Macro y micro localización</b>	<b>. 80</b>
<b>3.6. La geología local</b>	<b>. 83</b>
<b>3.7. Economía</b>	<b>. 83</b>
<b>3.8. Topografía</b>	<b>. 85</b>
<b>3.9. Reporte topográfico de la zona</b>	<b>. 86</b>
<b>3.10. Alternativas de solución</b>	<b>. 91</b>
<b>3.10.1. Planteamiento de alternativas</b>	<b>. 91</b>

## **Capítulo 4. Metodología.**

<b>4.1. Método empleado</b>	<b>. 93</b>
<b>4.1.1. Método matemático</b>	<b>. 94</b>
<b>4.2. Enfoque de la investigación</b>	<b>. 94</b>

4.2.1. Alcance de la investigación	. . . . .	. 95
4. 3. Instrumentos de recopilación.	. . . . .	. 96
4. 4. Descripción del proceso de investigación	. . . . .	.105

## **Capítulo 5. Cálculo, análisis e interpretación de resultados.**

5.1. Preparación de la superficie	. . . . .	.106
5.2 Subbase y base hidráulica	. . . . .	.109
5.2.1 Subbase hidráulica.	. . . . .	.109
5.2.2. Base hidráulica	. . . . .	.109
5.2.3. La compactación	. . . . .	.111
5.3. Concreto hidráulico	. . . . .	.112
5.3.1. Vibrado	. . . . .	.115
5.3.2. Fraguado y Curado	. . . . .	.116
5.3.3. Descimbrado	. . . . .	.117
Conclusiones	. . . . .	.118
Bibliografía	. . . . .	.122

## **Anexos**

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

En la antigüedad las civilizaciones contaban con caminos que les permitían moverse de una ciudad a otra, ya fuera a pie o utilizando como medio de transporte diferentes animales como son: los caballos, pollinos, camellos, paquidermos, entre otros, o carros impulsados por animales, todo esto llevado a cabo por la necesidad de transportar mercancías con la finalidad de comercializar con otras civilizaciones.

Y fue en estas ciudades donde, por el desarrollo del comercio, aumentaba el número de habitantes y la necesidad de mejores caminos para hacer más eficiente los transportes, evitar aglomeración de aguas pluviales, y erradicar la gran cantidad de polvo de las calles de la ciudad. El primer sistema que se utilizó para dar solución a estos problemas, fue la de generar una carpeta de rocas aglutinadas por arenas o arcillas que a su vez daban un mejor aspecto de limpieza dentro de las ciudades, siendo los romanos pioneros en este sistema de pavimentación, ahora gracias a los avances del conocimiento se han adquirido nuevas formas de pavimento utilizando materiales químicamente mezclados para mejorar la calidad y la eficiencia de los caminos, satisfaciendo la demanda de los usuarios dándoles un mejor servicio de urbanización y tránsito vehicular aumentando las capacidades de carga y prolongando su vida útil para un mejor desempeño de la sociedad.

Existen dentro de la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C., algunas investigaciones referentes al tema de este trabajo de tesis, como lo son: la tesis Diseño del Pavimento Flexible del Camino Libramiento Oriente a la Colonia Manuel Pérez Coronado en Uruapan, Michoacán, por Octavio Martínez Chávez, 2001, en la cual su objetivo principal es mostrar la manera adecuada para el diseño de un pavimento flexible, llegando a la conclusión esperada en cuanto a los tres métodos de diseño que se manejan en el diseño de pavimentos flexibles, demostrando así cuales son los espesores de base y sub-base hidráulicas de dicho tramo.

Se cuenta también con la investigación Análisis Comparativo de la pavimentación del Camino Jucutacato-Cutzato Tramo del km 0+000 al km 3+500 Localidad de Jucutacato Municipio de Uruapan. Michoacán, por Jorge A. López Villanueva, 2008, con el objetivo claro de realizar un buen procedimiento constructivo del pavimento en mención y cuya conclusión fue acertada cumpliendo así con los requisitos que la SCT requiere de acuerdo con su normativa del proceso de construcción de pavimentos; de la misma manera se encuentra la investigación Comparativo entre el Diseño de Pavimento Asfáltico e Hidráulico para el Proyecto Boulevard Paseo de la Revolución en Uruapan Michoacán, elaborada por César I. Madrigal Alarcón, 2003, en la cual el objetivo principal es verificar cual es la mejor opción de pavimento para esta zona en mención, llegando a la conclusión que el pavimento de concreto hidráulico se eleva en costo cerca de un 60% más que el pavimento asfáltico, pero con la ventaja de que tal vez pueda ser mayor el costo por mantenimiento en el pavimento asfáltico, concluyendo de esta manera que la mejor



opción para la superficie de rodamiento de esta calle en particular es el pavimento hidráulico.

### **Planteamiento del problema**

Dentro de la ciudad de Uruapan, Michoacán, México, al comenzar el año 2011, la empresa constructora GRUPO PECASA desarrolladores vivienda, está por concluir uno de los diversos proyectos de fraccionamientos de casas habitación más grandes de la ciudad, con un número de 1446 casas en el fraccionamiento “Los Viñedos”, 200 viviendas unifamiliares en el fraccionamiento “Lomas del Rey” y 1653 unidades habitacionales en el fraccionamiento “Valle Real”, siendo una de las empresas más importantes de la ciudad dentro de este rubro, no obstante la demanda que la sociedad presenta por adquirir una vivienda es aún mayor que la producción de las mismas, ya que nuestra sociedad carece de la planeación familiar, adquiriendo de esta manera un crecimiento de la población descontrolada, formando muchas nuevas familias con necesidad de un hogar, ante este problema, la empresa GRUPO PECASA desarrolladora de vivienda, se encuentra en vísperas de proporcionar a los habitantes de la ciudad de Uruapan, una nueva unidad habitacional en la zona norte de la ciudad ofreciendo 1600 viviendas más, para generar un decremento a la demanda de la sociedad.

Este nuevo complejo habitacional será construido en una zona donde la topografía del terreno es accidentada, es decir cuenta con algunos cambios de niveles significativos que son características propias del área a edificar, se procederá a realizar movimientos de tierras (cortes y terraplenes ) y se tendrá que estudiar el levantamiento topográfico para resolver la problemática de nivelación y buscar la mejor solución para el trazo y nivelación, para de esta manera proceder a construir un sistema de pavimentación de concreto que permita drenar las aguas pluviales, ya que una mala proyección de niveles podría provocar inundaciones, o en su defecto accidentes, de la misma manera proyectar la distribución de las vialidades y el cálculo de nivelación de las mismas, para poder dar a los habitantes de este complejo habitacional un sistema de tránsito cómodo seguro y efectivo para las familias y vehículos que en el transitan.

## **Objetivos.**

### **Objetivo general:**

Diseñar la estructura de un pavimento hidráulico de calidad y una supervisión rigurosa que permita tener un mejor desarrollo y construcción de la pavimentación del fraccionamiento “Las Lomas” en la ciudad de Uruapan, Michoacán, con el propósito de brindar funcionalidad, seguridad y comodidad a los habitantes de este conjunto habitacional, mantener en todo momento el control de calidad en el proceso constructivo, materiales utilizados y mano de obra empleada para la mejor elaboración de pavimento de concreto, brindando un sistema de vialidades eficiente para el mejor

desarrollo urbano dentro del fraccionamiento que permita a los usuarios reducir tiempos y fácil acceso a sus viviendas.

### **Objetivos particulares.**

- Definir el concepto de caminos y vías terrestres.
- Definir la estructura que requiere un pavimento.
- Establecer los tipos de pavimento que existen.
- Definir un pavimento rígido.
- Diseñar un pavimento rígido.
- Delimitar la preeminencia que tiene el uso de pavimentos rígidos.
- Mencionar los materiales que componen la estructura de un pavimento rígido.

### **Pregunta de investigación:**

¿Cómo debe hacerse el proceso constructivo de la pavimentación de concreto en el fraccionamiento “Las Lomas”?

### **Justificación**

Dentro del desarrollo de este trabajo de investigación se mostrará el proceso constructivo de un pavimento de concreto elaborado para el tránsito vehicular de un fraccionamiento, revisando paso a paso cada una de las etapas que el diseño de este

pavimento de concreto conlleva, cuidando y revisando cuidadosamente desde el tipo de terreno, del cual se desplantará no solamente la losa vehicular, sino también las plataformas de cimentación del fraccionamiento en general, haciendo pruebas de laboratorio para determinar la capacidad de carga de la superficie natural.

Con este estudio se dará por enterado del tipo de mejoramiento que se deberá aplicar para obtener la máxima eficiencia en cada proceso constructivo de la pavimentación de concreto, de igual manera y con la misma cautela se propondrán y calcularán los niveles de las terracerías, que son el preludio para dar una idea de cómo podría quedar proyectado el pavimento a base de concreto.

Posteriormente, se procederá a la elaboración de un concreto con las mejores características para poder cumplir los requisitos que la normatividad del concreto requiere para poder, no solo soportar, sino también generar una vida útil y eficiente para que pueda durar el máximo de tiempo sin generar problemas de agrietamiento, filtración, desprendimiento, erosión o socavación, este pavimento será de 15 cm de espesor, para tener un mejor desempeño y así cumplir el propósito por el cual fue diseñado, llevando en todo momento la normatividad del control de calidad para un proyecto de estas magnitudes, beneficiando de esta manera a toda la comunidad estudiantil de Ingeniería Civil, a la ciencia misma y a los Ingenieros Civiles que desempeñan su labor en torno del tema de estudio dejando a todas las personas que en el participen, especialmente a los usuarios satisfechos con la obra de pavimentación que este fraccionamiento les ofrecerá.

## **Marco de referencia.**

La presente investigación forma parte del proceso constructivo de la pavimentación de concreto del fraccionamiento “Las Lomas” en la ciudad de Uruapan Michoacán, ciudad ubicada al centro del estado con una población de 264,439 habitantes, catalogada como una de las ciudades mas importantes del estado, la ciudad se encuentra a 1620 metros sobre el nivel del mar, cuenta con clima templado húmedo y una temperatura promedio anual de entre los 12° y 20° grados centígrados, colindando a una distancia de 62 km hacia el este con el poblado de Pátzcuaro, en la ciudad de Uruapan se encuentra en la zona noreste donde se encuentra el predio que actualmente es explotado como una huerta de aguacate, en el cual tomará parte la construcción de el conjunto habitacional “Las Lomas”.

A pesar de la cercanía que tiene con la región de tierra caliente la ciudad de Uruapan mantiene un clima templado que va de los 6° a 15° grados centígrados en época de invierno, y los 18° y 28° grados centígrados en época de calor, proporcionando a los habitantes de esta región un clima agradable y estable que permite el desarrollo de cualquier actividad al aire libre y de igual manera dentro de las construcciones de la ciudad, siendo favorable para el desarrollo de la flora y la fauna que proporcionan gran variedad de vegetales y frutas, siendo la mas importante la producción de aguacate, y gran diversidad de especies animales que pueden vivir tanto como domesticados y salvajes en un ambiente abundante en agua y alimento.

La economía que caracteriza a la ciudad de Uruapan radica en la industria y el comercio, la actividad económica de la gastronomía es la mas notable en la ciudad gracias a la gran variedad de alimentos que se preparan en la zona rica en cultura tradicional y en el ámbito culinario, mencionando de igual manera que la ciudad de Uruapan es considerada a nivel mundial como la capital del aguacate por las grandes producciones de esta fruta que es exportada con los mas altos índices de calidad a muchos países del mundo beneficiando de esta manera a gran parte de la población que depende de este recurso natural.

La actividad turística forma parte importante del sector económico de la población ya que se cuenta con gran variedad de sitios naturales que figuran a nivel mundial como lo son las instalaciones que protegen el nacimiento de agua que abastece a la población “el Parque Nacional”, la Presa de Caltzonzin la cual es considerada como reserva natural perteneciente a una comunidad indígena que lleva el mismo nombre, ubicada al sur de el fraccionamiento “Las Lomas”.

# **CAPÍTULO 1**

## **VÍAS TERRESTRES**

En este capítulo se mencionan los antecedentes de las vías terrestres y sus aplicaciones, y los materiales utilizados por el paso de los tiempos por medio de la ingeniería de tránsito, de igual manera se abordarán las características de los caminos como son: su capacidad, derecho de vía, clasificación según el tipo de necesidad del proyecto y nivel de servicios, y diversas problemáticas como lo es el tipo de suelo donde se llevará a cabo el proyecto, distancia de visibilidad, según Olivera (2006), las vías terrestres son los medios de comunicación que más ha desarrollado el hombre, estando estas estructuras basadas en la superficie de la tierra para unir dos sitios, así como los inicios de las mismas.

### **1.1 Antecedentes de las vías terrestres**

Las vías de comunicación o vías terrestres han sido la respuesta para la humanidad al proveer la conexión entre distintas poblaciones, mejorando de esta manera la comercialización y la calidad de vida de las distintas poblaciones, a medida de que el hombre ha ido evolucionando de acuerdo a sus necesidades y deseos de mejorar su calidad de vida, a descubierto nuevas formas de moverse, como se observa en la antigüedad, los primeros caminos fueron utilizados por personas a pie y se dieron cuenta de que no podían recorrer grandes distancias y que tenían que realizar estaciones de descanso cada cierto número de kilómetros para después

continuar, comenzaron a utilizar a los animales fuertes como medios de transporte como lo son los caballos, elefantes, camellos, burros, entre otros para recorrer distancias cada vez mayores, con el paso del tiempo la humanidad descubría formas más cómodas de transportarse y al mismo tiempo transportar mercancías a otros poblados, dando origen de esta manera a los carruajes principalmente alados por animales, haciendo así un mejoramiento en la construcción de los caminos para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Las vías de comunicación han venido revolucionando la comodidad para los seres humanos, es una realidad que entre más tiene el hombre más quiere y los caminos son la respuesta para poder proveer de los productos que el hombre desea y de transportarse a lugares nuevos, con los diferentes propósitos ya sean personales, comerciales, placenteros entre otros, manteniendo así a la humanidad en constante movimiento gracias a las vías de comunicación en las cuales la más utilizada es la vía terrestre.

Las vías terrestres fueron por muchos años la única manera de transportarse y al paso del tiempo la necesidad del hombre por conocer nuevos horizontes descubrió la forma de navegar por los mares y ríos que hasta entonces eran un obstáculo más para poder conectar a las distintas civilizaciones dando origen a el medio de transporte marítimo, y al igual después de mucho tiempo estas dos formas de transporte fueron utilizadas hasta que surgió la necesidad de acortar tiempos y transportar mayor



numero de cargas y mercancías según la demanda de la sociedad dando origen a las vías ferroviarias, este medio de transporte revolucionó las formas de transporte y su funcionamiento es de la siguiente forma:

Las locomotoras son el motor que mueve los vagones de carga y transporte, esta funciona a base de vapor haciendo girar las ruedas de la locomotora, las cargas se distribuyen a través de los ejes hacia los rieles que son vigas de acero alineadas paralelas que a su vez están descansando sobre tablones de madera llamados durmientes, transmitiendo de una forma uniforme las cargas a las capas inferiores del suelo, y posteriormente el sistema de transporte más seguro, rápido y cómodo, el transporte aéreo, este sistema de transporte en comparación con los demás es de costo elevado y utilizado regularmente para transporte de personas en su mayoría, y las mercancías que se transportan de esta manera se debe a que tienen un alto valor de demanda en las grandes ciudades o mercancías de valor muy elevado.

El medio de transporte más comercial y que ha traído a la sociedad mayores beneficios es el automóvil, por el cual se comenzaron a mejorar los caminos y han ido evolucionando conforme los vehículos han ido mejorando sus características, todo esto para dar un mejor servicio según la demanda de las nuevas tecnologías, dando así origen a las carreteras.

Las vías terrestres constituyen parte de la infraestructura de los países, que comúnmente estas obras en su mayoría están a cargo del gobierno, se dice que “los caminos son la infraestructura de la infraestructura, pues una vez que se ha construido cada uno de ellos, es más fácil de proporcionar el resto de los servicios”. (Olivera; 2006:21)

## **1.2 Antecedentes de las vías terrestres en México.**

En el país se construyen numerosos caminos de todo tipo, desde brechas de las más sencillas hasta súper carreteras de las más altas especificaciones, el desarrollo de estos caminos comenzó en el año de 1935 en el cual se fundó la Comisión Nacional de caminos conforme a la ley del 30 de marzo de 1935, que fue expedida por el presidente de la República Mexicana de ese entonces, el General Plutarco Elías Calles, el cual mejoró los caminos existentes y llevando a cabo la realización de otros nuevos, en el año de 1932 toma parte de los caminos la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, la cual tomó la dirección de los caminos, y que para el año de 1958 esta se dividiera en dos, la Secretaría de Obras Públicas y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Los primeros caminos en ser modificados, fueron las que dependían del comercio de importación del país, como lo fuera el caso de la carretera de la ciudad de México hacia el puerto de Veracruz principalmente, y después conectando las principales ciudades del interior de la República Mexicana como lo fue también la conexión entre

la ciudad de México y la ciudad de Guadalajara y también de la misma ciudad de México hasta la ciudad de Laredo, estas obras comenzaron a formar parte en el año de 1940 y que hasta ahora se han construido 85 000 kilómetros de caminos pavimentados, y también más de 120,000 kilómetros de caminos secundarios.

### **1.3 Inventario de Caminos.**

Este concepto nació de la necesidad de la cuantificación de los caminos existentes en el interior del país, existen varios procedimientos que se pueden tomar en cuenta; uno de ellos es el de recorrer los caminos con un vehículo y obtener la información necesaria que se puede obtener a simple vista y otro es el de por medios topográficos de una manera más exacta, este último suele ser demasiado costoso y también requiere de bastante tiempo para tomar los datos correctamente que a diferencia del primer método mencionado que por lo contrario no cumple con los parámetros establecidos de las normas, también existe un método llamado: Método odógrafo-giróscopo-barométrico .- “Este método cumple con los requisitos de precisión, rapidez y economía, hace lo que es el levantamiento odógrafo- giroscópico de la planta del camino, el dibujo del perfil por medio de un sistema barométrico y anexado el levantamiento directo de los aspectos del camino que se consideran importantes”. (Mier, 1987:5)

Se tienen que recolectar los datos siguientes al momento de realizar un inventario de caminos: entronques con otros caminos, drenajes, cruces, planta del camino, visibilidad, señalamientos, perfil, itinerarios, la configuración del terreno, características que componen la superficie de rodamiento, alineamiento horizontal, alineamiento vertical, sección transversal, el uso que se da a la tierra aledaña a los caminos, las características de los poblados y ciudades por donde pasa el camino, y se pueden agregar más datos que se puedan considerar importantes en el desarrollo del inventario de caminos.

### **1.3.1 Aplicación de los inventarios de caminos.**

Estas aplicaciones ayudan a conocer el tipo de camino en estudio, así como sus características geométricas y la descripción del tránsito vehicular que pasa por el camino, tomando en cuenta los anchos de los carriles, anchos de los acotamientos, distancias entre los obstáculos laterales, distancia de visibilidad de rebase, y los alineamientos verticales y horizontales del camino.

Así como también se aplica para poder determinar si el camino deberá de ser reconstruido o realizar alguna ampliación e incluso algún mejoramiento, con la finalidad de que al realizar alguna de estas obras mencionadas anteriormente, se pueda calcular de una manera más exacta según lo requiera el proyecto.

El número de aplicaciones de los inventarios es extensa, de igual manera sirve para organizar las reparaciones o construcciones de acuerdo con los caminos que sean prioridad y que tengan un mayor beneficio para la sociedad, estos inventarios

tiene que estarse actualizando periódicamente para mantener un registro actualizado todo el tiempo por medio de las dependencias correspondientes para de esta manera acortar tiempos a la hora de realizar algún cambio en cada uno de los caminos en estudio.

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

#### **1.4. El tránsito y su problemática.**

Existen muchos problemas referentes al tránsito debido a que la producción y adquisición de vehículos nuevos es cada vez mayor incrementando la demanda de mejores caminos para que puedan circular el gran número de vehículos que andan transitando por los caminos del país, ya que muchos de los caminos han sido calculados con velocidades de proyecto de hace más de 50 años, cuando los vehículos eran más pesados y menos veloces y que ahora en la actualidad de acuerdo con los vehículos modernos que son mucho más ligeros y mas rápidos, se deben rediseñar los caminos para brindar un mejor servicio a los usuarios de estos caminos, también se deben considerar que en muchos municipios no cumplen con las características como el ancho de calle, vías inadecuadas con trazos urbanos, caminos con pendientes críticas, caminos sin drenajes pluviales y que no cuentan con ningún

tipo de especificaciones y que podrían originar problemas si no se toman las precauciones necesarias.

#### **1.4.1. Soluciones a la problemática de tránsito.**

Alfonso Mier (1987) menciona tres posibles soluciones para el problema de tránsito:

- Solución integral: consiste en realizar un tipo nuevo de camino que sea de gran utilidad para el vehículo moderno durante un tiempo previsto. Proyectarse ciudades con nuevos trazos, caminos donde se puede circular con seguridad de acuerdo con los nuevos vehículos y proyecciones de la carretera. En ciudades actuales son casi imposible estas soluciones ya que se tendría que prescindir de todo lo existente.
- Solución parcial de alto costo: esta se trata de solucionar los caminos necesarios en caminos actuales haciendo ciertas modificaciones que se requieren de inversiones fuertes, tales como darle más ancho a las calles, construcciones rotatorias, y pasos a desnivel, más construcciones de estacionamientos, sistemas de control automático en semaforización, etc.
- Solución parcial de bajo costo: consiste en darle solución y aprovechar al máximo lo ya existente con un gran mínimo de obras y un máximo de regulación al tránsito: se deben de dictar leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tránsito, realizar campañas de educación vial,

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

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

### **1.4.2.Elementos de tránsito**

A continuación se muestran los elementos de tránsito y la descripción de cada uno de ellos.

- El usuario: se constituye como usuario de los caminos y las calles ya sea como conductor o como peatón. El conductor se considera como medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo una gran responsabilidad de él su buen manejo y el peatón se tiene que adaptar a las condiciones existentes y se caracteriza por su elasticidad de movimientos, se dice que el peatón en más del 25% es víctima, el 65% de los casos es culpable, y el 80% de los atropellados no saben conducir.
- el vehículo: existe un promedio de ocupación de los vehículos que es de 2.9 personas por automóvil y de 24 pasajeros por autobús, este estudio fue realizado por la Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas en distintos lugares de la red de carreteras federales. El vehículo se ha convertido en una herramienta de primera necesidad.

Las características geométricas de los vehículos están dadas por su radio de giro. Debido a la variedad de vehículos y transformaciones que surgen con el tiempo no es posible tomar para el proyecto de los caminos uno en especial, deben tomarse las características promedio de los vehículos tomando en cuenta futuras tendencias para los caminos sigan sirviendo en la futuras generaciones.

- El camino: un camino es la vía por donde se transita habitualmente.

Los caminos o carreteras son clasificados de diferentes maneras alrededor del mundo, pero dentro del país de México se pueden distinguir varias clasificaciones dadas en otros países, ellos son clasificados por transitabilidad, clasificación por su aspecto administrativo, y también por su clasificación técnica oficial.

### **1.4.3. Clasificación por su transitabilidad.**

La clasificación por transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se dividen en:

- Terracerías: cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.
- Revestida: cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.



- Pavimentada: cuando sobre la subrasante se ha construido ya en su totalidad el pavimento. La clasificación anterior es casi universalmente usada en cartografía.

#### **1.4.4. Clasificación administrativa.**

Por el aspecto administrativo las carreteras se clasifican en:

- Federales: se llama federales cuando éstas están costeadas íntegramente por medio de la federación y por consiguiente se encuentran a su cargo.
- Estatales: cuando son construidas por medio del sistema de cooperación del 50% aportados por el estado donde se llevará a cabo la construcción y el otro 50% es aportado por la federación, estas se encuentran a cargo de las llamadas juntas locales de caminos.
- Vecinales o rurales: cuando son construidos por medio de la cooperación de los vecinos beneficiados, aportando un pago de un tercio de su valor, mientras que el segundo tercio es aportado por parte de la federación y el tercio restante es aportado por el estado, y el proceso de construcción y mantenimiento se encuentra a cargo de las juntas locales de caminos y por el sistema de caminos.
- De cuota: algunas de estas carreteras quedan a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperada por medio de cuotas de paso.

### 1.4.5. Clasificación técnica oficial.

Dentro de esta clasificación se puede distinguir la categoría física del camino, ya que esta es la que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo económico del mismo que es aproximadamente de 20 años, y las especificaciones geométricas aplicadas.

En México la Secretaria de Comunicaciones y transportes (S.C.T.) clasifica a las carreteras de la manera siguiente:

- Tipo especial: está diseñada para un tipo de tránsito promedio diario anual superior a 3000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o mas ( o sea un 12% de Tránsito Promedio Diario) estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener dos o cuatro carriles en un solo cuerpo, designándoles A2 y A4, respectivamente, o empleando cuatro carriles en un dos cuerpos diferentes designándoles como A4, S.
- Tipo A: estos son los caminos pavimentados, que manejan por lo regular dos carriles para circular, con acotamientos revestidos, cuentan con control parcial de accesos y entronques a nivel y está diseñado para recibir mayor tránsito pesado aproximadamente un promedio diario anual de 1500 a 3000 equivalente a un horario máximo anual de 180 a 360 vehículos esto es un 12%del T.D.P.
- Tipo B: estos caminos son pavimentados y al igual que el anterior cuenta con dos carriles de circulación y cuenta con acotamientos revestidos y con un control parcial de accesos y entronques a nivel, este mantiene un tránsito

promedio diario anual de 500 a 1500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos esto equivale a un 12% del T.D.P.

- Tipo C: son pavimentos con dos carriles de circulación y que generalmente se encuentran bajo la jurisdicción de la administración estatal para su construcción y mantenimiento, para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalentes a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos a un 12% del T.D.P. esta clasificación ha sufrido algunas modificaciones en su implantación, se ha considerado un 50 %de vehículos pesados iguales a tres toneladas por eje.
- Tipo D: estos son pavimentos con características geométricas muy modestas al igual que su pavimentación. Cuenta con una capa de revestimiento de material compactado de 20 cm a 30 cm de espesor.
- Tipo E: se pueden definir como brechas y algunas de ellas revestidas y se entiende como aquellas vías de comunicación improvisadas, habilitadas por los propios usuarios y no cuenta con obras de drenaje y muchas de ellas solo pueden ser transitables algunos meses del año.

## **1.5. Los caminos y su planeación**

La planeación consiste en agrupar, dentro del análisis técnico, de manera armónica y coordinada, todos los factores geográficos- físicos, económico – sociales y políticos que caracterizan a una determinada región.

El objetivo de lo anterior es el de descubrir claramente la variedad de problemas y deficiencias de toda índole, las zonas de mayor actividad humana actual y aquellas económicamente potenciales, para dar, por último como resultante, un estudio previo de las comunicaciones como instrumento eficaz para ajustar, equilibrar, coordinar y promover el adelanto más completo de la zona considerada, tanto en si misma como en sus influencias regionales, nacionales.

También implica que se deberán llevar a cavo las construcciones de las obras faltantes, para poder llevar a cabo la conexión con los poblados que no cuentan con un camino digno desarrollando de esta manera la infraestructura del país.

Otro punto dentro de la planeación de caminos se debe de tomar en cuenta cuál es el costo-beneficio del camino, para poder determinar si es conveniente la elaboración de este o no, y depende de los tiempos de construcción del proyecto, una forma para poder construir caminos es la opción de dividir el proyecto por etapas, esto porque depende en la mayoría de los casos del apoyo económico para la culminación de su construcción, cuando un camino se divide por etapas lleva un poco más de tiempo ya que su proceso constructivo depende de los recursos económicos, que cuando existen, entonces se puede construir de una forma rápida. Pero cuando se terminan los recursos la construcción se verá interrumpida.

## **1.6. Valoración de un proyecto.**

La valoración del proyecto abarca: proyecto, sitio, diseño y costos y también se deben de tomar en cuenta los estándares para la ejecución, procedimientos de evaluación, ejemplos ilustrativos de diferentes aspectos y situaciones y condiciones normales y especiales del sitio. Las condiciones de esta sección se derivan de las condiciones siguientes:

### **1.6.1. Análisis del sitio.**

Este análisis proporciona referencias para la evaluación, selección o planificación de sitios en áreas urbanas; estas referencias cubren: condiciones físicas y ambientales, servicios y equipamientos colectivos, formas de desarrollo y formas gubernamentales. La sección incluye: atributos del lugar que definen la viabilidad física y económica del desarrollo y determinantes del lugar que definen las limitaciones de la planificación física.

### **1.6.2. Criterios de diseño.**

Este muestra y proporciona referencias para el diseño de proyectos del sitio y de servicios, dentro de las referencias se encuentran: planificación y subdivisión del suelo, provisión de infraestructuras de servicios y estudios detallados de cortes, el diseño de los servicios de suministro de agua, saneamiento de aguas residuales, circulación de drenaje y aguas pluviales como también la proporción de alumbrado

público, análisis de costo en relación con a la utilización del suelo, circulación e infraestructuras con precios unitarios y modelos totales de costos.

## **1.7. Estabilizaciones.**

Se le llama estabilización de suelos al proceso de someter a los suelos naturales a ciertos tratamientos para aprovechar sus mejores cualidades de manera que puedan soportar los cambios climatológicos, haciéndolos que muestren su mejor rendimiento para brindar un buen servicio, tal y como se espera. También se pueden estabilizar los suelos con la finalidad de aprovechar sus mejores cualidades y poder construir con ellos buenas terracerías.

Existen diferentes métodos para estabilizar un suelo y estos necesitan de los siguientes requisitos:

- a) El material básico que se debe emplear es el suelo del lugar a realizar la estabilización, ya sea en su estado natural en el que se encuentra a lo largo del camino e incorporándole otros materiales, o acarreándolo de depósitos o bancos cercanos.
- b) Es necesario que se desarrolle la suficiente cohesión y fricción interna en los suelos para que puedan resistir satisfactoriamente el tránsito de vehículos.

- c) El suelo debe de resistir la acción de los agentes atmosféricos para que pueda conservar sus buenas propiedades durante todo tiempo.
- d) Deben seleccionarse los materiales de acuerdo con los métodos de construcción adecuados, para proporcionar una obra de un costo bajo y que cumpla con sus características satisfactorias para resistir al tránsito que circulará sobre de ellos.

### **1.7.1. Estabilización por compactación.**

Al momento de aplicar una compactación a un suelo hace que los granos del mismo se aprieten entre sí aumentando la fricción interna, lo que hace que se incremente el valor de soporte, de la misma manera se eliminan los huecos que contenían aire ocupando en su lugar el mismo material y previniendo el paso de líquidos al subsuelo.

Aunque la compactación mejora increíblemente la calidad del suelo, ella por sí sola no proporciona la resistencia y durabilidad que necesitan las subbases y bases, ya que estos materiales son sumamente afectados por los cambios de temperatura.

### **1.7.2 Estabilización por medio de cemento portland.**

Cuando se proyecta a pavimentar un camino secundario o una calle de poco tránsito, se puede considerar el cemento portland para la estabilización del suelo, el primer paso es estudiar el suelo a estabilizar para después poder determinar la cantidad de cemento portland que se deberá utilizar en su estabilización.

Si se llega a la conclusión de que el suelo es lo suficientemente uniforme para que pueda ser estabilizado, entonces se debe estimar aproximadamente la cantidad de cemento requerido para determinar si el costo de construcción es razonable, los suelos arenosos requieren del 7 al 10 por ciento en volumen de cemento, y los suelos arcillosos requieren del 12 al 16 por ciento de volumen de cemento y aun más en algunos casos.

### **1.7.3 Estabilización por medio de productos asfálticos.**

Como se ha mencionado con anterioridad, para que un suelo este estabilizado depende de dos funciones básicas que son: la cohesión y la fricción interna, por lo tanto si se mezcla un producto asfáltico que pueda proporcionarle una mayor cohesión y fricción interna o que contribuya a mantener dichas propiedades, entonces se podrá decir que se tiene un suelo estabilizado, ya que todos los productos asfálticos son pegajosos y cohesivos, este tipo de materiales son la solución adecuada para estabilizar los materiales por las características de sus propiedades, ya que también



existen materiales que son altamente cohesivos y un alto nivel de fricción y que trabajan de manera excelente, pero al momento de que adquieren humedad, es entonces que su resistencia disminuye notablemente, en estos casos se pueden utilizar las características impermeables del asfalto que al momento de mezclado con el material mencionado pueda resistir durante todos los cambios de temperatura y en todas las épocas del año.

Se tiene que emplear la cantidad necesaria de asfalto solamente, porque al añadir más de la mezcla asfáltica podría cubrir las partículas haciendo un material viscoso ya que actuaría como un lubricante disminuyendo la fricción interna y podría dar lugar a un material muy inestable, por eso se deduce que es necesario emplear la cantidad requerida solamente para poder obtener resultados satisfactorios.

#### **1.7.4 Estabilización con cal.**

El empleo de cal como un agente estabilizador de caminos data desde hace muchos siglos ya que los romanos, los chinos y los hindúes la emplearon en algunos casos, sin embargo, ha sido de unos cuantos años para acá cuando se han llevado a cabo una gran cantidad de estudios científicos relativos a su empleo de estabilización de suelos y se ha observado que los resultados son magníficos.

Las arcillas que presentan alta plasticidad son difíciles de pulverizar, mezclar y compactar, y experimentan grandes cambios de volumen con las variaciones en su contenido de humedad, la cal produce en estas arcillas una contracción lineal y es porque los iones de calcio de la cal reemplazan ciertos iones metálicos que se encuentran en las películas de humedad que rodean a las partículas de la arcilla y que son las responsables por los cambios de volumen de los suelos y que además influyen sobre la plasticidad.

En muchos casos la cal, además de cambiar las propiedades ya indicadas de los suelos, causa en ellos efectos aglutinantes y aumenta su resistencia, esta se combina con el sílice y el alúmina del suelo formando diversos silicatos de calcio y de alúmina que poseen grandes propiedades cementantes, por lo que la magnitud de la resistencia adquirida por el suelo dependerá de la cantidad de sílice y alúmina disponibles en el mismo para combinarse con el calcio, de aquí que sea lógico esperar que las resistencias desarrolladas en las estabilizaciones con cal varíen con cada tipo de suelo estabilizado.

#### **1.7.4 Estabilización por medio de tratamientos químicos.**

Todas las estabilizaciones contienen procesos químicos, es por eso que es un poco más complicada la descripción de este apartado, a de esta forma se pudiera malinterpretar o confundir con las estabilizaciones con asfalto, cal, o cemento portland, que ya se han mostrado líneas atrás que contienen cierto aspecto químico, pero dentro de este apartado se mencionaran algunas sustancias químicas que a diferencia de las reacciones anteriores, también producen una buena estabilización de los suelos, en primer lugar los suelos arcillosos en los cuales los otros sistemas de estabilización resultan menos eficaces.

Los productos químicos pueden llegar a ser mucho más eficaces que los métodos antes mencionados, bajo una serie de condiciones, se está de acuerdo que no existen productos químicos mágicos que puedan estabilizar todos los tipos de suelos en todas las circunstancias.

Al utilizar los estabilizadores químicos se tiene que prever que con solo un poco de los productos químicos se pueda adquirir las condiciones adecuadas para obtener la estabilización deseada, que actúe con rapidez y que no se pueda ver afectada por la composición del suelo, a continuación se mencionaran algunos productos químicos y sus características individuales.

#### **1.7.4.1 Estabilización con resina de anilina.**

La resina de anilina cuando se mezcla con un suelo en presencia de un catalizador ácido, origina una polimerización de condensación que produce una resina de gran poder aglutinante e impermeable presentan buena resistencia al intemperismo y presentan alta durabilidad.

#### **1.7.4.2 Estabilización con acrilato de calcio.**

el acrilato de calcio es un polvo blanco muy soluble en agua en la cual puede permanecer estable durante muchos meses a la temperatura ambiente, pero si se pone en presencia de un catalizador se polimeriza dando origen a una sustancia insoluble y de consistencia gelatinosa. Como los componentes que afectan la polimerización son la cantidad de agua presente, la temperatura y la concentración del catalizador y se recomiendan las siguientes proporciones: 30 partes de acrilato de calcio, 70 partes de agua destilada, 0.3 partes de persulfato de amonio o de potasio como catalizador, y 0.3 partes de tiosulfato de sodio como activador.

#### **1.7.4.3 Estabilización con cloruro de sodio o con cloruro de calcio.**

El cloruro de calcio y el cloruro de sodio son sales que también pueden ser empleados como estabilizadores y principalmente como mata polvo. Los dos se pueden emplear con el mismo fin y prácticamente bajo los mismos procedimientos de construcción, siendo el cloruro de sodio (sal común) siendo mucho más barato que el cloruro de calcio, se supone que aquel debiera tener mas aplicación que este último, sin embargo el efecto de oxidación del primero limita mucho su uso.

#### **1.7.4.4. Estabilización combinando dos productos químicos.**

El silicato de sodio combinado con el cloruro de calcio, se han usado bastante para solidificar los granos gruesos sueltos de tal manera de que estos puedan soportar debidamente las cimentaciones, cuando las dos sustancias químicas mencionadas se ponen en contacto reaccionan instantáneamente produciendo un precipitado blanco de silicato de calcio que es un aglutinante fuerte y duro, por medio de esta reacción la arena suelta se convierte en un material denso similar a la arenisca. Este proceso se realiza inyectando los dos componentes químicos en el material a estabilizar dando origen a un material muy duradero y bastante impermeable. Este sistema de estabilización está limitado exclusivamente a los materiales granulares porosos ya que los productos químicos no penetran ni se mezclan con los suelos finos.

#### **1.7.4.5. Estabilización mecánica empleando suelos granulares.**

Los temas de estabilización anteriores se ha referido principalmente a los tratamientos encaminados a proporcionar estabilidad a los suelos naturales que se van encontrando a lo largo de la cama de los caminos, adicionándoles pequeñas cantidades de materiales de otra procedencia, en la estabilización mecánica de los suelos granulares a menudo se acarrea de otros lugares todo el material empleado.

La estabilización mecánica depende de la cohesión y de la fricción interna que puedan desarrollarse mezclando adecuadamente distintos tipos de suelos, sabemos que los suelos de grano grueso, como las gravas y arenas poseen fricción

interna relativamente alta, mientras que los suelos de partículas finas, como las arcillas, tienen escasa fricción interna, con excepción cuando se encuentra en estado seco.

## **1.8. Elementos de un camino carretero.**

Existen algunos elementos que se deben tomar en cuenta a la hora de construir una carretera que principalmente se comprenden en la sección transversal, las cuales en su conjunta dan estructura al elemento carretero, según Bañón (2010) son los siguientes:

- **Bombeo:** este es el desnivel o inclinación lateral que se le da al pavimento para que este tenga un desagüe de la superficie de rodamiento para que no sea afectada y en su defecto sea un obstáculo de transitabilidad.
- **Superficie de rodamiento o calzada:** esta es la parte de la carretera que tiene como finalidad la circulación adecuada de los vehículos, esta puede ser de uno o varios carriles según sea el tipo de carretera que se trate a si mismo puede ser de uno o dos sentidos estos parámetros los determina la finalidad para la que se proyecta la obra.
- **Carril:** esta es la franja longitudinal en la cual se pueden dividir los caminos y delimitada por los señalamientos viales horizontales, debe tener un ancho necesario para que este sea propicio para la circulación siendo de 3.5 metros que es el ancho estándar de carriles en México.

- Arcén: es una franja que va de manera longitudinal y que es contigua a la calzada, la cual no es de uso frecuente para los automóviles y solo en excepciones se llegan a utilizar.
- Berma: esta es la zona que se encuentra longitudinalmente ubicada entre el borde exterior del arcén y de la cuenta y el terraplén. Este elemento por lo regular llega a utilizarse como espacio para la colocación de la iluminación o para los señalamientos de la misma carretera.
- Mediana: tiene como finalidad separar dos calzadas que van en distintos sentidos siendo una franja a lo largo de la vía, su ancho es variable dependiendo del proyecto y puede contener las barreras que separan el tránsito.
- Cunetas: son los elementos que están de forma longitudinal en la orilla de las carreteras, con el fin de captar el agua y evacuarla a un sitio fuera del alcance del camino.

### **1.8.1 Señalamientos.**

Las señales de tráfico de indicación son aquellas que informan al conductor sobre algo de interés. Estas señales son cuadradas, rombos o rectangulares, de color azul con los elementos y el borde en blanco, también las hay en colores amarillo, naranja, verde y rojo, cada color es representativo de diferentes conceptos, los señalamientos de color amarillo son letreros de prevención para que los conductores puedan anticipar y prever las situaciones de riesgo en un camino, los señalamientos de color verde son indicativos, común mente muestran la dirección de hacia dónde se

dirigen cada uno de los caminos y sus bifurcaciones, Los señalamientos de color naranja son principalmente de advertencia de zonas peligrosas.

### **1.8.2 Señalamientos de peligro.**

Se denomina peligro, a todas las circunstancias que pueden ocurrir en cualquier momento en las cuales pueda existir algún riesgo para la integridad física de las personas, animales o en seres que puedan estar ubicados en una determinada zona, ya sean tanto en una vía pública como en un lugar de trabajo o en el interior de cualquier vivienda o establecimiento comercial.

Para prevenir las consecuencias de la situación de peligro se utilizan toda una serie de elementos, llamados señales, que tienen por objetivo avisar a las personas de que están en una zona peligrosa y deben evitarla o tomar las precauciones y protecciones adecuadas.

### **1.9. Velocidad.**

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



- Velocidad de proyecto: es la velocidad máxima que da seguridad al usuario que transita por esta vía, debe tener una secuencia a las condiciones del terreno y tipo de camino. La buena determinación de la velocidad de un camino está dada por la topografía de la región, tipo de camino, para la gran cantidad de tránsito y por el uso de la tierra.
- Velocidad de operación: esta es la velocidad real de los vehículos que transitan por el camino manteniéndose la velocidad en un tramo a lo largo del camino, se determina dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo. Este tipo de velocidad es afectada al momento que el tránsito aumenta ya que debido a esto los conductores ya no pueden circular a la velocidad deseada, se ven afectados por las interferencias del gran volumen de tránsito.
- Velocidad de punto: es la velocidad que lleva un vehículo cuando pasa de un punto dado. Esta velocidad se puede medir mediante el enoscopio, este aparato funciona colocado horizontalmente viendo los vehículos que pasan por una marca pintada en frente del observador, quien hace andar un cronometro cuando el vehículo circula en frente de él, midiendo el tiempo que tarda en pasar por una segunda marca que se ve a través del enoscopio.
- Velocidad efectiva. Esta es la velocidad promedio de un vehículo a una cierta distancia del camino, se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo realizado, incluyendo cualquier inconveniente en el trayecto del camino.

## 1.10. Volumen de tránsito.

Se define el volumen de Tránsito Promedio Diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo al número de días de este periodo se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarios, dados en vehículos por día:

$$\text{TPDA} = \frac{\text{TA}}{365}$$

Tránsito promedio diario anual

$$\text{TPDM} = \frac{\text{TM}}{30}$$

Tránsito promedio diario mensual

$$\text{TPDS} = \frac{\text{TS}}{7}$$

Tránsito promedio diario semanal

Promedio de volumen de 24 horas en un año dado, total para ambas direcciones de circulación, a no ser especificado de otra manera; direccional o P. T. D., en una sola dirección es un promedio de volumen de 24 horas, en una sola dirección de circulación.

## **1.11. Volúmenes de tránsito en la red nacional de carreteras pavimentadas.**

El conocimiento del volumen y tipo de vehículos que circulan en la red de carreteras, permite determinar el grado de ocupación y las condiciones en que opera cada segmento de la red; el análisis de su evolución histórica es fundamental para definir las tendencias de su crecimiento y para planear con oportunidad las acciones que se necesitan para evitar que alguno de sus tramos deje de prestar el nivel de servicio que demanda el tránsito usuario.

Por lo que se refiere a la infraestructura, dicha información es básica para estudiar el potencial de captación de tránsito de nuevos tramos, así como para definir sus características geométricas y estructurales. En la red en operación, estos datos son útiles para priorizar las necesidades de mantenimiento, programar su modernización o reconstrucción e identificar la necesidad de rutas alternas.

Para conocer la magnitud y variación estacional de los volúmenes de tránsito, durante el año 2010 se efectuaron conteos del tránsito durante todo el año en la red de estaciones permanentes. Así mismo, se instalaron 5279 estaciones de aforo con clasificación vehicular en períodos de siete días, distribuidos en toda la red carretera nacional pavimentada.

Con el análisis de los datos de las mediciones del tránsito antes referidas, se obtuvo la información que se presenta en esta publicación, tanto en impreso como en medios magnéticos.

- Lugar: Contiene los nombres de los puntos generadores, como son, ciudades, poblaciones y entronques.
- Km: Kilómetro del punto generador antes referido.
- TE: (Tipo de Estación).- Considerando el sentido en que crece el kilometraje de la carretera, el número “1” indica que el aforo fue efectuado antes del punto generador, el “2” que fue realizado en el punto generador y el “3” que el aforo se llevó a cabo después del punto generador.
- SC: (Sentido de Circulación).- El número “1” indica que los datos corresponden al sentido de circulación en que crece el cadenamamiento del camino, el “2” al sentido en que decrece el kilometraje y el “0” a ambos sentidos.
- TDPA: Es el tránsito diario promedio anual 2010 registrado en el punto generador.
- Clasificación vehicular: Se refiere a los tipos de vehículos que integran al tránsito, ésta se proporciona en por ciento del TDPA, de acuerdo a la siguiente simbología.
- K: Este factor es útil para determinar el volumen horario de proyecto, el dato que se proporciona es aproximado y se obtuvo a partir de relacionar los volúmenes horarios más altos registrados en la muestra de aforo semanal y el tránsito diario promedio anual.

- D: (Factor Direccional) Este factor se obtuvo de dividir el volumen de tránsito horario en el sentido de circulación más cargado entre el volumen en ambos sentidos a la misma hora.
- Coordenadas: Se presentan las coordenadas geográficas del sitio de ubicación del equipo de aforo automático.

Adicionalmente, se presentan algunos histogramas de los puntos más representativos de los aforos de muestra semanal que indican la variación en porcentaje de los volúmenes registrados por día de la semana.

## **1.12. Derecho de vía.**

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), se llama derecho de vía a las distancias laterales de terreno de un ancho suficiente para alojar una vía de comunicación siendo parte integrante de la misma. Para caminos en México se ha dado un derecho de vía de 40 metros como mínimo, 20 metros de cada lado partiendo del centro de la carretera hacia sus extremos, teniendo excepciones en pasos por zonas urbanas o tratándose de autopistas o brechas muy reducidas se puede variar el ancho para este tipo de casos.

## **CAPÍTULO 2**

### **PAVIMENTOS**

En esta sección se da a conocer las diferentes formas y definiciones que un pavimento flexible o rígido representan, así como el proceso de su elaboración y cada uno de los elementos que lo componen, para finalmente adquirir un pavimento de larga duración, resistente y económico para su desarrollo, cabe mencionar que se explicará con detalle la diferencia entre estos dos tipos de pavimentos antes mencionados, en esta investigación se abordarán las ventajas y desventajas por las cuales se caracterizan cada uno de ellos para tener mayor conocimiento y aplicarlos correctamente según la necesidad de la obra a desarrollar, de igual manera se toma en cuenta el factor de la economía que afecta también la decisión entre escoger un pavimento rígido o un pavimento flexible.

#### **2.1 Definición de Pavimento.**

La palabra pavimento proviene del latín *pavimentu*, y se le llama de ésta forma a la conglomeración de uno o más materiales seleccionados después de haber pasado las pruebas de los laboratorios que demuestran su capacidad de carga, capacidad aglutinante y durabilidad para crear una o varias capas de los mismos, en su mayoría previamente mezclados para dar origen a una emulsión más resistente a las altas y bajas temperaturas en las que será expuesto según sea el caso del proyecto y dar mayor resistencia para mejorar su vida útil de trabajo y aumentando su

capacidad de carga para que de esta forma pueda soportar el tipo de tránsito para el que fuere diseñado, ya sea tránsito ligero como por ejemplo personas, animales, bicicletas, hasta grandes camiones con cargas altas en tonelaje que representan al tránsito pesado sobre la superficie de rodamiento.

Es importante mencionar que, antes de colocar la o las capas de pavimento, es necesario realizar un estudio de mecánica de suelos para de esta manera conocer qué tipo de suelo es el que se encuentra en el área de desarrollo urbano en el cual se proporcionarán las capas de pavimento, y de acuerdo con los resultados obtenidos se podrá determinar el tipo de mejoramiento previo del terreno para convertirlo en una terracería apta para soportar el peso propio del pavimento y las cargas a las que será sometido de acuerdo a el proyecto, y de esta manera proceder a la colocación del pavimento con los diferentes procesos según el tipo de pavimento que se aplique.

En la actualidad los pavimentos más comunes en México, son formados por cemento gris, agua y dos tipos de agregados como son arenas y gravas que dan origen a un pavimento rígido y muy resistente, y los pavimentos que se trabajan a base de emulsiones asfálticas y gravillas para crear una mezcla formando una capa de pavimento flexible en una sola pieza, los pavimentos deben de ser diseñados con algún tipo de textura terminada en la capa superior de la misma, mejor conocida como superficie de rodamiento, con la finalidad de dar mejor adherencia a los neumáticos de caucho para de esta manera evitar accidentes, los pavimentos hacen posible que los

usuarios puedan transitar sobre ellos con mayor seguridad ya que se diseñan para soportar grandes cantidades de tráfico durante todos los días del año.

## **2.2 Características principales de los pavimentos**

En la antigüedad los primeros tipos de pavimento que se emplearon fueron contruidos por la necesidad de tener una superficie lisa y resistente para poder transportar materiales pesados como lo fue en el caso de la civilización Egipcia que tenia la gran necesidad de los pavimentos para poder transitar con materiales de gran tamaño y muy pesados para las construcciones monumentales que realizaban, dando de esta manera una reducción en cuanto a tiempo se refiere y haciendo mucho más eficientes los procesos de construcción, los métodos que los Egipcios utilizaban fueron grandes losas de piedra toscamente labradas y asentadas sobre terreno firme.

En cuanto a la civilización griega se refiere, los caminos que se pavimentaban eran con motivos religiosos con la finalidad de proporcionar mayor accesibilidad a los templos, estos pavimentos también constaban de losas de piedra labrada con una característica muy especial, estas losas de piedra se caracterizaban por disponer de unas hendiduras de unos centímetros de profundidad para que pudiesen funcionar como guías para las ruedas de los carros.



La civilización que se ha caracterizado como pionera en este rubro fueron los romanos quienes construyeron grandes alineaciones rectas, utilizando distintos métodos y materiales según la necesidad de cada camino y el tipo de tránsito que pasaría por cada una de estas avenidas, dándole mayor funcionalidad a los caminos, existían algunas categorías de pavimentos, las de mayor categoría, se construían con un gran firme.

Lo primero que se realizaba era el trazo del camino y después se realizaba una excavación hasta encontrar una capa dura que pudiera resistir y que no se deformará al paso del tiempo, después de realizar la excavación y encontrar terreno firme precedían a colocar una capa de arcillas con gravas de una granulometría de gran tamaño para después colocar una capa extendida de cal y en algunos otros casos piedra machacada con materiales sueltos de grano fino, para finalmente colocar sobre estas capas grandes lajas de piedra colocadas cuidadosamente teniendo mucho cuidado en cuanto a las juntas entre una piedra y otra, todo esto con la finalidad de proporcionar a los peatones y al tránsito de animales y carros mayor comodidad sobre los caminos y reduciendo de manera considerable el polvo y lodo de las avenidas dando también un mejor aspecto a las ciudades y mejorando la higiene en las calles, los romanos utilizaron los primeros sistemas de drenaje pluvial al centro de las avenida canalizándola para después desecharla en barrancos, ríos o pastizales aledaños al camino.

Al pasar del tiempo, y al ir evolucionando los sistemas de transporte, actividades y demandas comerciales, los pavimentos se encontraron con la necesidad de evolucionar también con el paso de las épocas para continuar satisfaciendo las necesidades de los usuarios acoplándose también con la evolución vehicular.

A principios del siglo XIX se comenzó con una nueva técnica que constaba del riego de alquitrán que se extendió por primera vez en la ciudad de Londres y después en la Puerta del Sol en Madrid España dando así lugar para que en Estados Unidos se realizaran mezclas fabricadas a partir de rocas asfálticas y también de asfaltos naturales, como consecuencia del desarrollo de la industria petrolera que producía los betunes asfálticos para la fabricación de mezclas asfálticas, el desarrollo tecnológico de estos materiales tuvo mayor auge en la segunda guerra mundial por la urgente necesidad de la demanda de construcción de pistas de aeropuertos militares, posteriormente se comenzó a emplear la construcción de pavimentos de concreto obtenido por la mezcla de arenas, gravas, cemento gris portland y agua, dando así el resultado de la mezcla que permite ser extendida y darle forma según el ingeniero lo requiera, después de ser acomodada en un lapso no mayor de una hora después de ser mezclado, se tiene que dejar reposar para que pueda adquirir sus propiedades por medio de reacciones químicas dando como resultado una piedra resistente aproximadamente cortadas en secciones cuadradas o rectangulares según se requiera para evitar fracturas debido al intemperismo.

Otro aspecto muy importante es el aspecto económico, es necesario conocer el tipo de tránsito y los propósitos del camino a pavimentar, para de esta manera poder analizar y proponer los materiales más adecuados que puedan suplir las necesidades requeridas por el proyecto, proporcionando una pavimentación de buena calidad según el tipo de camino y resistente de acuerdo con el tipo de tránsito de la zona y sobre todo haciéndolo lo más económico posible ya que una mala decisión de los materiales y espesores pueden elevar el costo del proyecto.

Existen algunas características que de acuerdo con la Secretaría de Obras Publicas tienen que ser cumplidas, como lo son las siguientes:

- Debe de tener una superficie adecuada para el rodamiento de los vehículos.
- Debe cumplir con la característica de durabilidad.
- Debe de ser capaz de resistir las cargas producidas por la circulación.
- Debe ser capaz de no deformarse y resistir las altas temperaturas a las que será sometido.
- Debe ser una capa impermeable para proteger las bases y sub bases de socavaciones y asentamientos.
- Debe de ser económica.

Todo esto con la finalidad de proporcionar un buen servicio a los usuarios de estos caminos, cuidando cada aspecto desde la seguridad de los transportistas hasta lo económico del inversionista, y es esta la fusión del ingeniero civil, de tener las habilidades de poder brindar los aspectos antes mencionados y sobre todo la supervisión de cada uno de los procesos constructivos para que cumpla con todas las características requeridas por el proyectista.

Los esfuerzos de un pavimento se hacen menores conforme a la profundidad, ya que las capas superiores como lo es el caso de la superficie de rodamiento son las que deben de ser más resistentes que la capa de abajo, por consiguiente se deberán de colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías debido a que son los materiales que comúnmente encontramos en la naturaleza y por ende resultan los mas económicos.

El proceso que se realiza de colocar capas para un pavimento responde al factor económico, se procede a darle el grosor mínimo para de esta forma reducir los esfuerzos en la capa inmediata inferior, la resistencia de las capas no solo consistirá en el tipo de material que la constituye ya que también se necesita un extremo cuidado a la hora de revisar el proceso constructivo, cuidando que los materiales contengan la humedad optima para después proceder a dar compactación con un equipo de rodillo vibrador o compactador manual de lo contrario, si no se compacta adecuadamente

este se consolidara con las cargas que transiten sobre el pavimento produciendo de esta manera deformaciones permanentes en el pavimento.

### **2.3 Materiales de banco.**

En esta sección de la investigación se darán a conocer las propiedades de los materiales que conforman las bases y sub bases de un pavimento, lo más común dentro de lo que son las terracerías, nos encontramos que la primera capa que se coloca por lo general es producto mismo de los cortes del camino o de secciones laterales aledañas al mismo, esto solo cuando el material producto del corte es apto para trabajar como sub base y con eso se refiere a que tenga gran cantidad de roca con la finalidad de que soporte las cargas de las capas superiores pero a su vez que pueda funcionar como filtro para que el agua que se infiltra por las juntas o pequeñas hendiduras del pavimento pueda bajar por las separaciones que existen entre roca y roca y también trabaje a la inversa, es decir, que evite que el agua pueda subir hasta el pavimento por el efecto de capilaridad ya que si esto sucediera, afectaría las bases y sub base provocando socavaciones entre la carpeta asfáltica o de concreto provocando inestabilidad en el terreno .

### **2.3.1. Clasificación de suelos y agregados**

Existe un procedimiento para la clasificación de los suelos y agregados para la construcción de carreteras o pavimentos y esta es conocida como la clasificación AASHTO. La cual establece siete grupos de suelos y agregados con base en la determinación de la granulometría y de igual manera con los resultados obtenidos también se conocen los límites líquidos y plásticos de cada suelo y agregados, esta clasificación menciona que un octavo grupo corresponde a los suelos orgánicos, esta clasificación puede ser utilizada cuando se requiera una clasificación de geotécnica precisa, la evaluación de los suelos dentro de cada grupo se hace por medio de un índice de grupo, que es un valor calculado a partir de una fórmula empírica, esta es útil para determinar la calidad relativa del suelo para su utilización en estructuras de tierra, particularmente en terraplenes, sub rasantes, sub bases y bases, para poder determinar la calidad de materiales y sus proporciones, se tendrá que tener previo conocimiento de los datos del lugar donde se procederá a construir una pavimentación, como lo es la capacidad de carga del terreno natural de donde se partirá para poder proponer la mejor estructura de materiales que serán empleados como bases y sub bases con la finalidad de que trabaje correctamente y puedan transmitir las cargas eficientemente hasta el terreno natural sin sufrir ningún tipo de deformaciones, y que puedan impedir que el pavimento trabaje de forma óptima.

## **2.4. Pavimento Rígido.**

Generalmente se conoce como pavimento rígido aquel pavimento que consta de una losa de concreto de cemento portland, según S.C.T. (2011); Este se compone principalmente de una losa de concreto hidráulico y que en algunas ocasiones cuenta con un armado de acero, este se caracteriza por ser de costo inicial más elevado que el pavimento flexible, pero el costo de su mantenimiento es muy bajo, la elaboración correcta de estos pavimentos proporciona a la sociedad una vida útil aproximadamente de entre 20 a 40 años y el mantenimiento que este tipo de pavimentos requiere es mínimo.

Los pavimentos de concreto reciben la carga de los vehículos y la reparten a un área de la subrasante, la losa por su alta rigidez y alto módulo elástico, tiene un comportamiento de elemento estructural de viga. Ella absorbe prácticamente toda la carga. Estos pavimentos han tenido un desarrollo bastante dinámico. De acuerdo al adelanto tecnológico y científico correspondiente a la estructura de concreto, a diferencia de los pavimentos flexibles, al pavimento rígido se le tienen que generar juntas constructivas para de esta manera poder combatir eficientemente los cambios de volumen del concreto debido al cambio de temperaturas que modifican su estado volumétrico y de esta manera evitar que se generen grietas en la estructura del pavimento.

Para poder elaborar un pavimento de concreto hidráulico y para que funcione adecuadamente se tienen que cumplir con ciertas características y procesos que son fundamentales para su desempeño óptimo, como lo son las diferentes capas que lo componen: subrasante, subbase, base y la losa de concreto hidráulico, y que a continuación se describe cada una de ellas:

- Subrasante: Esta es la capa superior de la terracería y que se conforma con maquinaria pesada para dar las pendientes que se requieren de acuerdo al proyecto establecido, esta es la guía de cómo debe quedar el pavimento terminado.

- Subbase: Esta se omite cuando el terreno natural de la subrasante es de buena calidad y resistencia, pero es necesaria cuando se tiene que realizar algún tipo de mejoramiento de suelo, la subbase está compuesta principalmente de material de banco, bien seleccionado y consta de material pétreo de una granulometría media para que a su vez pueda fungir como medio filtrante, el espesor de esta capa no es regular, varía debido a los resultados de los cálculos que realiza el laboratorio de mecánica de suelos, quien propone el espesor de cada capa para su mayor desempeño, todo esto en función de la capacidad de carga del terreno y el tipo de material donde se pretenda construir cualquier tipo de pavimentación.



-Base: Esta capa tiene la función de recibir la carpeta de concreto, y su función es la de evitar el bombeo, está compuesto de material granular más fino y acomodado en capas de 20 cm compactadas hasta alcanzar la resistencia mínima de 95% Proctor o mas, (la prueba Proctor sirve para determinar la compactación máxima de un terreno en relación con su grado de humedad).

-Losa de concreto hidráulico: ésta está compuesta por cemento portland, que se utiliza como aglomerante para la preparación del concreto, este se obtiene de la pulverización del “clinker Portland (este se forma tras calcinar roca caliza y arcilla a una temperatura entre 1350°C y 1450°C) según CEMEX”; cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes y que se solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un periodo de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica, a esta mezcla es necesario proporcionar también agregados finos como lo es la arena y agregados gruesos como lo es la grava que para este caso de concreto para pavimentación se requiere que su granulometría sea generalmente de  $\frac{3}{4}$  de pulgada.

La proporción de cada uno de los agregados y de agua al ser mezclados con el cemento portland, varían de acuerdo con la resistencia requerida en  $\text{kg/cm}^2$ , que para el caso de pavimentación se requieren concretos con una resistencia de 250 a 300  $\text{kg/cm}^2$ ; esto le proporciona alta rigidez y un elevado modulo de elasticidad, esta capa

por lo general es de 15 cm de espesor, cabe mencionar que el peralte es el resultado de un estudio previo de tránsito vehicular en cuanto a cantidad y características de los vehículos que transitarán el pavimento a construir, generando en ocasiones losas de hasta 40 cm de espesor para poder soportar el tránsito y sus cargas como lo es el caso de las autopistas, una de sus funciones es la de distribuir de una manera eficiente las cargas hacia las demás estructuras que lo componen, es un concreto simple, aunque en algunas ocasiones se le coloca acero de refuerzo para evitar el agrietamiento de la estructura, esta es la superficie de rodamiento que transmite las cargas de una manera uniforme al suelo sin deformarse, proporcionando a la ciudadanía la confianza y seguridad del pavimento dándole un acabado óptimo para que los neumáticos de los vehículos tengan mejor tracción y un mejor frenado ofreciendo seguridad a los usuarios.

#### **2.4.1 Elementos que componen un pavimento rígido**

Los pavimentos se componen principalmente de tres o cuatro capas, dependiendo si es necesario realizar un mejoramiento de suelos debido al tipo de terreno en el cual se proponga construir el proyecto de pavimentación, su estructuración se muestra en la figura 2.1.

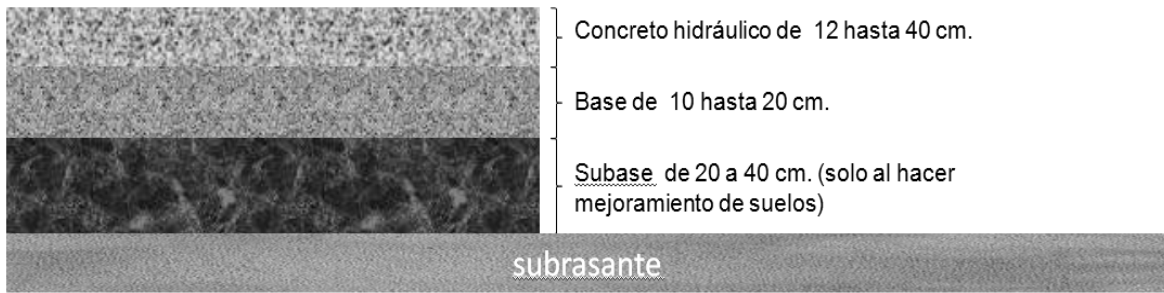


Figura 2.1. (Sección transversal de un pavimento rígido)

Fuente : [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2010).

La transmisión de las cargas de un pavimento rígido se disipa en forma de una flexión o flecha al igual que ocurre en una viga. Se puede observar en la figura 2.2. se tiene una área grande de distribución de cargas, por consiguiente el pavimento se ejerce una presión pequeña.

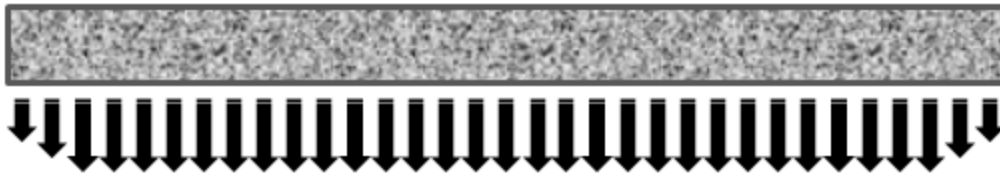


Figura 2.2. Transmisión de cargas de un pavimento.

Fuente : [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2009)

Los esfuerzos que se presentan debido al tránsito pesado con diversos tipos de cargas, son absorbidos en su mayoría por el concreto, provocando tensiones muy bajas hacia las capas inferiores de la estructura del pavimento, caso contrario ocurre

con los pavimentos asfálticos, los cuales transmiten sus cargas hasta la subrasante, quien es la encargada de absorber la mayoría de los esfuerzos aplicados sobre la carpeta asfáltica.

## **2.5. Características de los distintos concretos.**

El concreto hidráulico es capaz de resistir estas cargas gracias a los componentes que lo caracterizan, tiene la capacidad de absorber y distribuir esfuerzos, y es por eso que también existen algunos otros tipos de concretos, que se emplean en situaciones especiales en un proyecto de pavimentación, cuando es requerido para obtener así un mejor desempeño de acuerdo con las diferentes problemáticas que se presenten a la hora de solucionarlos, a continuación se presentan algunos de los diferentes tipos de concretos empleados en la pavimentación:

- a) Concreto reforzado.
- b) Concreto presforzado.
- c) Concreto simple vibrado.
- d) Concreto fibroso.
- e) Concreto de baja contracción
- f) Concreto MR.

a) Concreto reforzado: para que este concreto pueda llamarse reforzado es necesario agregar una estructura de acero como pueden ser: mayas de alambre electro soldadas o varilla corrugada cuidando siempre el proceso de elaboración de las retículas para que la separación entre varilla y varilla. “la cantidad de refuerzo que contiene la losa debe ser proporcional a la longitud de la misma losa, siendo de 2 a 3 kg/m<sup>2</sup>, para aquellas losas que contengan dimensiones de 8 a 15 metros de longitud de largo” (IMCYC 2002: 1-6), la utilización de este concreto hace que los costos de construcción se eleven y esto provoca que no sea muy utilizado.

b) Concreto presforzado: la finalidad de este es de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia, en este concreto se han introducido esfuerzos internos de tal magnitud y distribución que los esfuerzos resultantes a cargas externas son contrarrestados a un grado deseado, permitiendo así realizar losas de pavimentación de menor peralte, este tipo de concreto es mayormente utilizado en plataformas de aeropuertos y pistas que se encuentran sometidas a grandes esfuerzos.

c) Concreto simple vibrado: la principal característica del concreto simple vibrado es que resiste muy bien los esfuerzos a compresión, que no es otra cosa que la mezcla de cemento gris portland con agregados como arenas y gárabas y agua, dando origen al concreto simple, una pasta moldeable con propiedades adherentes para su colocación en el molde previamente cimbrado, administrando vibración por

medio de un vibrador de motor, con la finalidad de acomodar las partículas y evitar oquedades dentro de la estructura de concreto, sacando el aire que pudiera quedar atrapado, este después de ser moldeado por medio de regletas generalmente, comienza a realizarse el proceso químico de los componentes administrados llamado fraguado, que se realiza en pocas horas y alcanza una dureza tornándose en un material de consistencia pétreo, este se divide por medio de juntas transversales y longitudinales para evitar agrietamiento y proporcionar independencia a cada pieza para que pueda manejar su cambio volumétrico debido a los cambios de temperatura que afectan a la losa y que posteriormente deberán ser selladas con un material flexible que permita su movilidad y que sea permeable, para de esta manera evitar socavaciones en la pavimentación, por lo general dentro de la ciudad estas juntas tienen una separación de 3 a 6 metros evitando que si alguna pieza presenta grietas no se propague por las demás y poder reemplazar solamente la pieza dañada, cada junta funge también como conductores de fallas para no dañar las demás estructuras.

d) Concreto fibroso: es un concreto simple al cual se le agregan aleatoriamente fibras metálicas principalmente de acero y fibras de vidrio para crear un elemento de concreto consolidado de elementos discontinuos, estos elementos refuerzan al concreto proporcionándole una gran resistencia al agrietamiento, astillado, fragmentación, y al desgaste mismo por abrasión, así como una mayor resistencia a las fuerzas de flexión y compresión, estas fibras actúan como pequeñas barras de refuerzo, atravesando las grietas y soportando cargas considerables, este tipo de concretos son generalmente más utilizados en la construcción de bóvedas y

refractarios, elementos estructurales prefabricados, pisos industriales de alto desempeño, cubiertas para puentes, revestimiento de túneles, concretos lanzados para la estabilización de taludes y para pavimentos, las fibras más utilizadas son las de acero, pero también existen otros materiales que pueden funcionar como lo son las fibras de polipropileno, las micro esferas poliestireno, la fibra de vidrio y algunos otros polímeros, estos deben ser agregados en la dosificadora o bien, en la revolvedora después de que se obtiene el revenimiento, dándole mayor resistencia al concreto y provocando un mayor y mejor desempeño del pavimento.

e) Concreto de baja contracción: este es fabricado con cemento expansivo, este genera una presión de reserva que reduce el riesgo de formaciones de fisuras debido a la contracción, este debe contar con un curado de por lo menos siete días constantes, para garantizar el proceso de expansión, este mantiene una estabilidad volumétrica, deformaciones predecibles y adherencia al concreto endurecido, este está diseñado para ser utilizado en elementos que requieren de mayor estabilidad volumétrica que el concreto convencional, este es principalmente utilizado en: pisos de naves industriales, edificios de gran altura, elementos pretensados o postensados, pavimentos de tráfico intenso, patios de maniobras, hangares y losas y pisos postensados.

f) Concreto MR: este concreto ha sido diseñado para la construcción de elementos que se encuentran sujetos a esfuerzos de flexión, por lo tanto su campo de aplicación se encuentra en la construcción de pavimentos, pisos industriales, infraestructura urbana y proyectos carreteros.

Con el conocimiento de estos productos de concretos es posible determinar cuál es la mejor opción según el proyecto lo requiera, para que se desarrolle con el mejor desempeño posible, cada uno de estos concretos cumplen con las normas que la SCT requiere para la elaboración de pavimentos, y aunado a la constante y minuciosa inspección de cada uno de los procesos de elaboración y aplicación de estos concretos para así garantizar su mayor eficiencia.

## **2.6. Juntas constructivas.**

Las juntas son diseñadas en este caso para un pavimento de concreto, con la finalidad de formar un plano de falla o debilidad, con el propósito de controlar el agrietamiento transversal que se pudiera generar en cada losa de concreto, y evitar la formación de las grietas intermedias o aleatorias, la separación de estas juntas depende básicamente de la ubicación del proyecto, es necesario conocer el tipo de clima y las condiciones de temperatura, aunado a que se tiene que tener conocimiento del tipo de agregados que se proporcionan en esa región ya que depende mucho de sus características y su comportamiento para poder determinar la separación de las juntas constructivas, esto está basado en el coeficiente térmico del concreto.



Las funciones que tienen las juntas son:

- a) El control del agrietamiento transversal y longitudinal que es provocado por las restricciones de contracción combinándose con los efectos de pandeo de las losas.
- b) Dividir el pavimento en incrementos prácticos para la construcción, como por ejemplo los carriles de construcción.
- c) Absorber los esfuerzos provocados por las losas.
- d) Proveer una transferencia adecuada de carga.
- e) Darle forma al depósito para el sellado de juntas.

Las grietas se presentan generalmente por varios efectos como por ejemplo:

1. Las características de los materiales empleados.
2. La contracción por secado del concreto.
3. Por las restricciones del terreno de apoyo.
4. Los cambios de humedad y de temperatura.
5. La aplicación de las cargas de tráfico.

Existen algunas recomendaciones que se puede aplicar para una correcta aplicación de juntas, como los cambios en la temperatura y la humedad que inducen a movimientos de la losa, resultando en concentraciones de esfuerzos y en alabeos, como también se deberá tomar en cuenta el espesor de la losa, esta afecta los

esfuerzos de alabeo (“es una función que predice una forma deformada de la sección transversal de un prisma mecánico y que define varias características geométricas importantes relacionadas con el cálculo de tensiones en el caso de flexión, torsión y cortante combinados.” (www.wikipedia.com 2011). Y las deflexiones para la transferencia de carga, esta última es necesaria a lo largo de cualquier junta del pavimento, y estas varían según el tipo de sellado de junta que se aplicará como pudieran ser barras de amarre o pasajuntas.

El tráfico es un factor muy importante para poder diseñar este tipo de juntas, de acuerdo con el tipo en el que se clasifique la pavimentación a realizar, como puede ser una autopista con tráfico pesado o una calle de tránsito muy ligero que al transmitir las cargas pueden afectar su comportamiento a largo plazo.

### **2.6.1 Proceso de corte de juntas.**

El proceso de corte para generar este tipo de juntas debe ser realizado inmediatamente después del fraguado del concreto entre 5 y 8 horas después con dos propósitos clave: para evitar que el endurecimiento del concreto produzca agrietamientos por temperatura y aprovechamiento de la suavidad del concreto que no ha alcanzado su endurecimiento que lo caracteriza, para cortarlo con mayor facilidad evitando un mayor esfuerzo en la maquinaria de corte.

## **2.6.2 Sellado de juntas.**

El propósito de sellado de juntas es precisamente para evitar que otro tipo de material penetre en la grieta de la junta, evitando así que cumpla con su función, las juntas deben de ser selladas por un material inflamable y duradero, que sea resistente a los aceites y a todo tipo de fluidos que desprenden los vehículos, su característica principal y más importante es que tiene que ser un material elástico y adherible al concreto para evitar que el agua penetre a las capas inferiores del pavimento prolongando su vida útil evitando daños como socavación, deslave del material y desgaste del concreto y permitiendo de esta manera que el concreto pueda contraerse y expandirse sin ningún problema disminuyendo de manera considerable los gastos de mantenimiento.

## **2.7. Métodos para el diseño de pavimentos.**

Básicamente en México se utilizan dos métodos para el diseño de pavimentos, estos son: el método de la “Universidad Nacional Autónoma de México” (UNAM), y el método de la “Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte” o por sus siglas en ingles AASHTO de “American Association of State Highway and Transportation Officials” este ultimo de acuerdo con las normas que rige la S.C.T., a continuación se describe estos métodos que son los más utilizados en México.

## 2.7.1 Métodos para el diseño de pavimentos de la UNAM.

Este método consiste en utilizar el valor de los ejes de los vehículos de 18000 libras, contando con un espesor mínimo de 10 cm de base y de 9.5 cm de espesor en la subbase, este método se basó en las características vehiculares que transitan por la ciudad de México, un estudio realizado por la Universidad Autónoma de la ciudad de México, que considera el tipo de material que se encuentra en los bancos más cercanos al sitio del proyecto, contemplando el valor relativo de soporte de diseño que al momento de comparar con las tablas que se presentan a continuación, para poder determinar cuál será el espesor óptimo para la carpeta y las capas de bases y subbases.

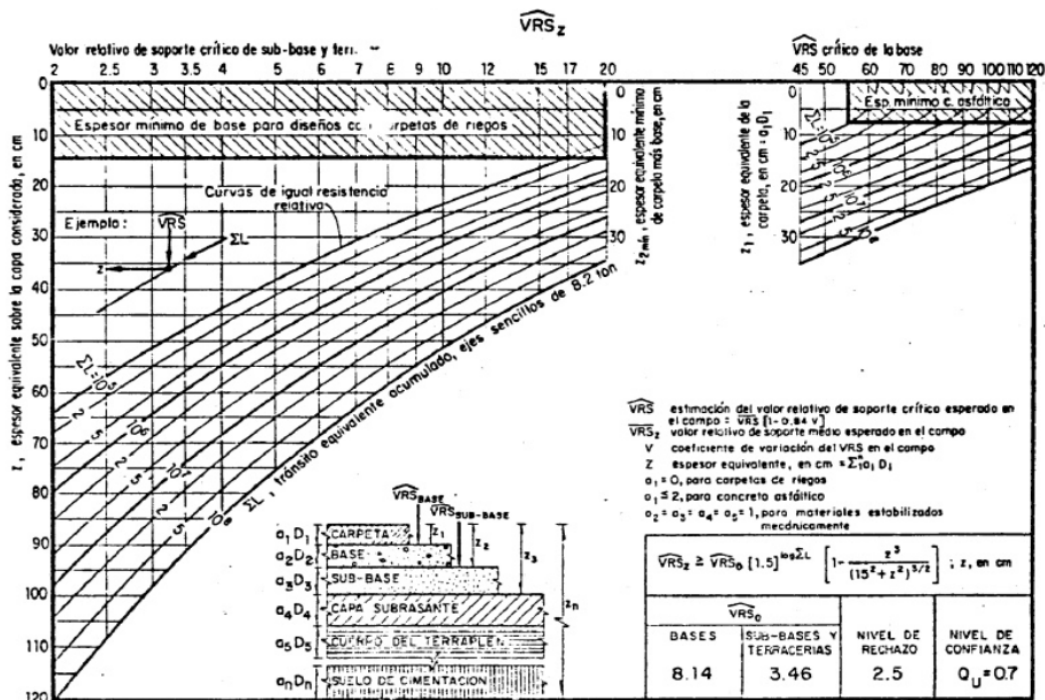


figura 2.3.- tabla para determinar los espesores de pavimentos

Fuente: www.scribd.com (2011).

## 2.7.2 Métodos para el diseño de pavimentos AASHTO

Para poder realizar este método es necesario realizar una prueba que lleva el mismo nombre AASHTO, este método data del año de 1963, y este método es internacionalmente utilizado para diseñar pavimentos de concreto, originario de una asociación de los Estados Unidos que se especializa en el estudio de pavimentos rígidos y sus estructuras.

La prueba AASHTO se obtiene factores que influyen en el diseño de los pavimentos para su capacidad de servicio, como son los que se presentan a continuación:

- Mediciones de la aspereza del pavimento en la dirección del tráfico.
- Medidas de los agrietamientos.
- Variación en el perfil longitudinal.
- Profundidad promedio de la rodadura.
- Medidas de baches.

Esta prueba permite determinar la curva de compactación de los materiales para las terracerías, y con estos resultados poder inferir la masa volumétrica seca máxima y el contenido de agua óptimo.

## 2.8 Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles, se generalizan por poseer una capa de asfalto, mejor conocida como carpeta asfáltica que se mantienen en contacto con la capa subyacente que para efecto de las cargas transmitidas reacciona a base de sus materiales con características de cohesión y fricción transmitiendo así las cargas hacia las demás capas inferiores en las cuales, la carga transmitida en estos casos, por los vehículos, va disminuyendo a medida que baja la carga entre las capas inferiores.

La Secretaria de Obras Públicas de México, clasifica de la siguiente forma este tipo de pavimentos flexibles de acuerdo con sus características mas importantes como son:

- El tiempo de vida útil del pavimento
- La deformación que adquiere con el tránsito vehicular
- El mantenimiento requerido para su conservación
- Costo del proyecto
- Seguridad y comodidad de los usuarios
- La capacidad de resistencia estructural

El tiempo de vida útil del pavimento.- Éste depende completamente del tipo de tránsito para el cual fue diseñado, y de las reparaciones y cuidados que este representa, al formar parte de un camino de alto nivel vehicular el desgaste es mucho mayor que el de un camino de tránsito ligero y que no es constante y que a su vez puede también sufrir gran deterioro por la falta de uso, para poder mantener un camino en buenas condiciones es necesario realizar mantenimientos de los asfaltos para poder proporcionar una vida útil eficiente y segura.

La deformación que adquiere con el tránsito vehicular.- Al igual que todos los materiales de construcción de pavimentos, al ser sometidos a trabajos de transmisión de cargas, sufren desgastes por la fricción de los neumáticos al contacto con la superficie del asfalto, tiene mucha importancia el lugar de construcción y prever para soportar las condiciones climatológicas de la región, es muy común ver deformaciones que sufren los asfaltos por el exceso de carga y aunado a esto el calentamiento de la carpeta y si las capas inferiores no fueron diseñadas para vehículos pesados, el desgaste se hace más presente quedando cada vez más marcadas las rodadas de los vehículos ocasionando surcos en las líneas de rodamiento.

El mantenimiento requerido para su conservación.- Dentro de los procesos constructivos existe un apartado dedicado al mantenimiento de la obra realizada, ya que si no se le diera el mantenimiento adecuado a un camino, este se deterioraría con mayor rapidez y no cumpliría su función a largo plazo, el mantenimiento de un camino

nunca termina, se debe de estar al pendiente de todos los detalles que se puedan presentar en el camino que puedan dar pie a un problema cada vez mayor y que a su vez pudiera ocasionar con el tiempo un mayor gasto de reparación.

Costo del proyecto.- Una de las muchas funciones que el ingeniero civil ocupa, es la de brindar a la sociedad un proyecto seguro, resistente y de calidad primeramente y segundo la de aprovechar al máximo los materiales, rendimientos de maquinaria y mano de obra para que los costos no se eleven, cuidando de esta manera la economía del inversionista.

La seguridad y comodidad de los usuarios.- Es primordial el tomar en cuenta en cada proyecto lo antes mencionado, ofreciendo caminos seguros y que sean del agrado de los usuarios para brindarles así un servicio agradable que cumpla con todas las normas de seguridad, evitando de esta manera accidentes que pudieran causar pérdidas humanas.

La capacidad de resistencia estructural.- Ésta se determina en primera instancia, después de realizar un estudio de mecánica de suelos, la cual demuestra la capacidad de carga del terreno natural y de acuerdo a sus resultados se determinan los espesores de las capas que componen el camino, este proceso es mejor conocido como mejoramiento de suelo, y así de acuerdo con el proyecto a realizar, es necesario



calcular los esfuerzos cortantes y esfuerzos normales para poder brindar un pavimento de calidad, durabilidad y seguridad.

El pavimento flexible es una estructura formada por una serie de capas que tienen como objetivo cumplir los siguientes propósitos:

- Ser lo suficientemente impermeable
- Soportar y transmitir las cargas que se presentan con el paso de vehículos
- Mantener una superficie cómoda y segura que sea antideslizante para el rodamiento de los vehículos
- Soportar el desgaste producido por tránsito y el clima
- Mantener un grado de flexibilidad para cubrir los asentamientos que presente la capa inferior.

La composición de un pavimento flexible a continuación:

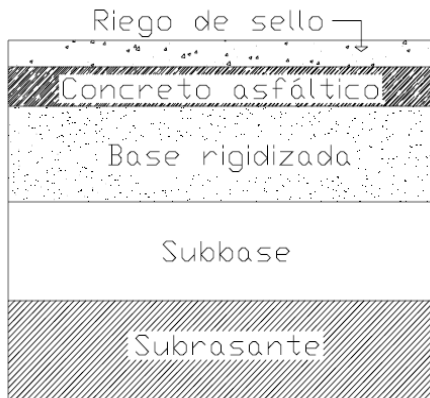


Figura 2.4. Pavimento flexible de concreto asfáltico.  
www.google.com (2005).



Figura 2.5. Pavimento flexible  
fuente www.google.com (2005).

fuer

Ejemplo de una sección estructural típica:

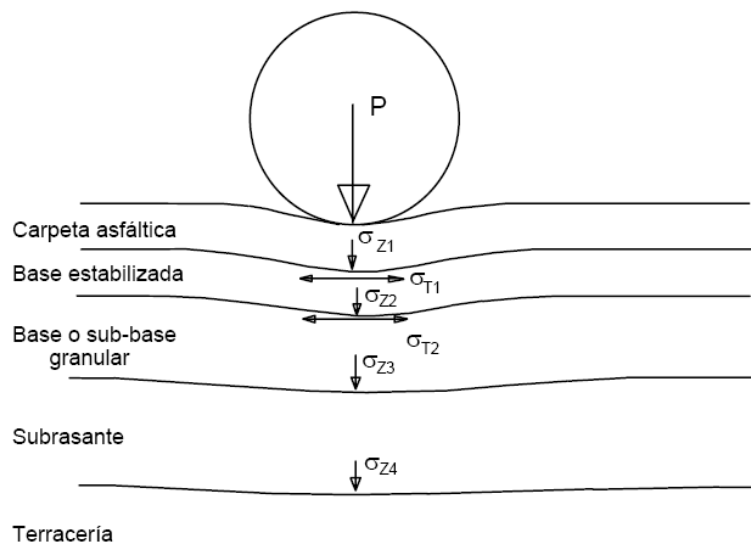


Figura 2.6. Sección estructural.

Fuente: www.manualespdf.com (2008).

Espesores mínimos de las capas de pavimento, en cm				
Capa	Tránsito			
Tipo de suelo	I	II	III	IV
Carpeta *	0	5	5	5
Base *	15	15	15	15
Sub-base *	15	15	15	15
Subrasante **	20	30	30	30
Subrasante ***	30	40	40	40

Notas.  
 Aplicable a caminos normales y carreteras de altas especificaciones (\*)  
 Aplicable a caminos normales (\*\*)  
 Aplicable a carreteras de altas especificaciones (\*\*\*)

Figura 2.7. Espesores mínimos de las capas.

Fuente: [www.google.com](http://www.google.com) (2005).

El concepto de subrasante, subbase y base son de los materiales antes mencionados en la sección 2.4. Pavimentos rígidos, a diferencia de los espesores de cada capa según el tipo de pavimento flexible y las características del proyecto.

### **2.8.1 Asfalto**

Este es un material de alta viscosidad con un alto grado de adherencia, impermeabilidad y cohesivo de color negro, generalmente utilizado como un aglomerante en mezclas asfálticas para la elaboración de pistas de aterrizaje, autovías, carreteras e incluso también se utiliza como impermeabilizante, el asfalto es un derivado del petróleo crudo compuesto en su totalidad por bitumen (mezcla de líquidos orgánicos altamente viscosa) esto da como resultado, la impermeabilización de los pavimentos y genera una unión entre agregados capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos.

Estos pueden encontrarse como escurrimientos superficiales en depresiones terrestres, dando origen a lagos de asfalto, como los de las islas Trinidad y Bermudas. También aparecen impregnando los poros de algunas rocas, denominándose rocas asfálticas, como la gilsonita. Así también se encuentran mezclados con elementos minerales, como pueden ser arenas y arcillas en cantidades variables, debiendo someterse a posteriores procesos de purificación, para luego poder ser utilizadas en pavimentación. En la actualidad, no es muy utilizado este tipo de asfalto por cuanto adolece de uniformidad y pureza.

### 2.8.1.1 Composición del asfalto.

El asfalto es considerado un sistema coloidal complejo de hidrocarburos. El modelo adoptado para configurar la estructura del asfalto se denomina modelo micelar, el cual provee de una razonable explicación de dicha estructura, en el cual existen dos fases; una discontinua (aromática) formada por dos asfáltenos y una continua que rodea y solubiliza a los asfáltenos, denominada maltenos. Las resinas contenidas en los maltenos son intermediarias en el asfalto, cumpliendo la misión de homogeneizar y compatibilizar a los de otra manera insolubles asfáltenos. Los maltenos y asfáltenos existen como islas flotando en el tercer componente del asfalto, los aceites.



Figura 2.8. Adherencia de agregados con asfalto

Fuente: [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2010).

## **2.8.2 Mezclas asfálticas**

Se conoce como mezcla asfáltica al producto que se obtiene de la unión y distribución uniforme de un material asfáltico en uno pétreo, y su clasificación es la siguiente:

### **2.8.2.1 Mezclas asfálticas en caliente**

Para realizar este tipo de mezclas, es necesario utilizar cemento asfáltico con materiales pétreos ya sea en una planta móvil o estacionaria con capacidad de calentar el material y mezclarlo, las mezclas en caliente a su vez se clasifican en:

#### **2.8.2.1.1 Mezcla asfáltica de granulometría densa**

Esta es elaborada con cemento asfáltico y materiales pétreos, es una mezcla en caliente uniforme y homogénea, los materiales pétreos deben de ser bien graduados entre 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> de pulgada y <sup>3</sup>/<sub>8</sub> de pulgada, esta mezcla es muy utilizada para la construcción de carpetas asfálticas con alta resistencia estructural o en re nivelaciones y refuerzos de pavimentos existentes.

#### **2.8.2.1.2 Mezcla asfáltica de granulometría abierta**

Esta mezcla homogénea y uniforme también es en caliente pero a diferencia de la anterior, esta contiene un alto porcentaje de vacíos, y de igual manera se elabora

con cemento asfáltico y material pétreo de granulometría uniforme entre  $\frac{1}{2}$  pulgada y  $\frac{1}{4}$  de pulgada, esta mezcla no tiene una función estructural, solo cumple como una superficie de rodadura y generalmente se construye sobre una carpeta de granulometría densa para mejorar el estándar de calidad de la superficie de rodamiento, la función que cumplen los vacíos es que al presentarse precipitación pluvial, el agua que cae sobre la carpeta se drene, permitiendo que se incremente la fricción entre los neumáticos y la superficie de rodamiento, por seguridad este tipo de mezclas abiertas no se deben construir en zonas propensas al congelamiento.

### **2.8.2.2 Mezcla asfáltica en frío.**

Para esta mezcla se utiliza una planta mezcladora móvil, utilizando asfaltos rebajados o emulsiones asfálticas combinadas también con materiales pétreos, y también se clasifican en dos grupos que son: mezcla asfáltica de granulometría densa, igual a la anterior mencionada pero en esta ocasión la mezcla es en frío y la segunda es el mortero asfáltico.

#### **2.8.2.2.1 Mortero asfáltico.**

Esta mezcla en frío se caracteriza por su combinación de emulsión asfáltica o asfalto rebajado, agua y arena de granulometría máxima de 2.36mm.

### **2.8.2.3 Mezclas asfálticas por el sistema de riego.**

Estas carpetas se forman por medio de uno o dos riegos de un material asfáltico que se van intercalando con una, dos o tres capas de material pétreo triturado de tamaños muy pequeños, y estas carpetas se clasifican a su vez como carpetas de uno, dos o tres riegos, estas generalmente se colocan sobre una base impregnada o una carpeta asfáltica, nueva o existente, para que funja como superficie de rodamiento para dar mayor resistencia al derrapar de los neumáticos y al pulimento de la carpeta anterior.



## **CAPÍTULO 3**

### **RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN**

En este capítulo se abordan las generalidades del proyecto de pavimentación, el resumen ejecutivo, el entorno geográfico y la topografía del terreno, así como las alternativas de solución, concluyendo con una solución del proyecto, única para el correcto funcionamiento y comportamiento del pavimento, objeto de esta investigación, también la localización geográfica donde el proyecto tiene lugar.

#### **3.1. Generalidades.**

Ciudad del Estado de Michoacán de Ocampo. Es la cabecera del municipio de Uruapan. 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 Michoacán, fue fundada en el año de 1552 comenzó su asentamiento en la colonia de la Magdalena, lugar que dio origen a la ciudad que en estos tiempos es considerada por todo el mundo como la capital mundial del aguacate, debido a las condiciones climatológicas que envuelven a la ciudad, dándole las características necesarias para producir los mejores aguacates del mundo, y

permitiendo su desarrollo urbano hasta la actualidad en la cual existen diferentes dependencias y empresas de la iniciativa privada que invierten en infraestructura para dar mejores servicios y poder brindar a la ciudadanía la oportunidad de disfrutar de estos beneficios.

Uno de los cuales son los desarrollos de vivienda económica y de nivel medio para los habitantes de la ciudad, dentro de los cuales toma parte esta investigación, en el desarrollo del conjunto habitacional “Las Lomas” sitio donde se localiza la investigación, es en la zona noreste de la ciudad, en donde se encuentra la construcción del proyecto antes mencionado.

### **3.2. Objetivo y alcance del proyecto.**

El objetivo de este proyecto es el de encontrar el mejor diseño de pavimento de concreto y que cumpla con los requerimientos de tránsito necesarios para su construcción, esta investigación es de carácter científico, ya que las personas que se beneficiarán de este pavimento serán las que habiten el complejo habitacional, cuidando cada procedimiento constructivo, cumpliendo con los requerimientos de la vialidad y control de calidad adecuados y así mismo brindar la seguridad y comodidad necesaria al usuario que transita por esta red de pavimentos.

Uno de los principales beneficiados con esta investigación sin duda alguna serán los habitantes de este conjunto habitacional quienes gozarán del aprovechamiento de esta estructura de concreto permitiendo así un mejor acceso hacia las viviendas, y eliminando de manera sustancial la acumulación de polvo, como también el sector estudiantil de la carrera de ingeniería civil podrá sacar provecho de esta investigación como referencia para la construcción de caminos y pavimentos de cualquier tipo, sirviendo de igual forma en la biblioteca correspondiente donde se podrá consultar esta obra de investigación.

### **3.3. Resumen Ejecutivo.**

La visita a esta zona comenzó con la finalidad de realizar el levantamiento topográfico del predio en cuestión y posteriormente obtener las curvas de nivel que son las que marcarían la pauta para la proyección del fraccionamiento debido a que se encuentra en un lugar de terreno accidentado con desniveles fuertes entre curvas de nivel, proporcionando un reto para las obras de drenaje y aforo de aguas pluviales, así como también las ubicaciones de las manzanas aprovechando cada metro cuadrado al máximo para sacar provecho del terreno.

En la visita posterior, se procedió a realizar el estudio de mecánica de suelos, obteniendo de esta manera siete muestras en diferentes zonas a cielo abierto de las cuales se tomaron las respectivas muestras del predio (PCA), con el cual se determinaría la capacidad de carga de la zona, para poder calcular las cimentaciones

y conocer los procedimientos para el mejoramiento del suelo, evitando de esta manera hundimientos, deslaves y humedades en las viviendas, ya que la capilaridad del agua podría afectar sustancialmente la estructura del pavimento, y nos brinda las recomendaciones necesarias para el mejor proceso constructivo, con la finalidad de reunir la información necesaria para poder dar solución y proceder a la construcción con los parámetros requeridos por el estudio de la mecánica de suelos y de esta manera poder cumplir con el objetivo de esta investigación.

### **3.4. Entorno Geográfico.**

Uruapan está inmersa en el eje neovolcánico mexicano, al centro-occidente del estado de Michoacán, tiene una extensión territorial total de 954.17 km<sup>2</sup>. 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 este a su vez a la región hidrográfica del Río 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 20 °C, la zona centro y sur tiene un promedio entre 18 y 27 °C, y finalmente dos porciones del extremo sur registran de 24 a 33 °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: Un muy importante sector 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, 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

Los lugares de colindancia de este predio en la actualidad están formados por la zona este por la colonia de San José de la Mina, al oeste por una huerta de aguacate, al sur la colonia Popular Campestre y al norte el cerro de La Cruz.

### 3.5. Macro y micro localización.

La ubicación de la investigación tiene lugar en la ciudad de Uruapan Michoacán, la cual se encuentra ubicada a los  $19^{\circ}24'56''$  de latitud norte, y  $102^{\circ}03'46''$  de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, esta se encuentra en la republica Mexicana, en el estado de Michoacán.



Imagen: 3.1 Republica Mexicana.

Fuente: Google Earth (2012).



Imagen3.2. Estado de Michoacán,

Figura: Google Earth (2012).

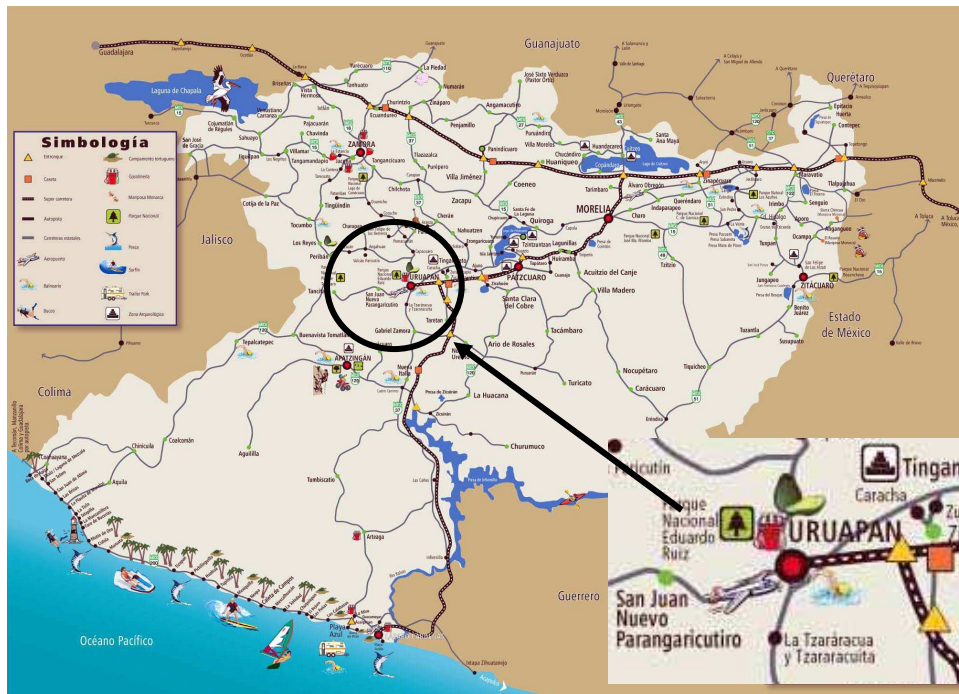


Imagen 3.3. Ubicación de la ciudad de Uruapan,

Fuente Google Earth (2012).





Imagen 3.4. Ubicación del proyecto

Fuente: Google Earth, (2012).

Una vez ubicado dentro del País el estado de Michoacán y dentro de este la ciudad de Uruapan, se puede comprender la ubicación del proyecto de la investigación.

La ciudad de Uruapan tiene varias formas para llegar a ella, dos entradas del lado de la capital que es Morelia una federal y la otra privada, al sur con la carretera Apatzingan- Uruapan, y hacia el oeste Zamora- Uruapan.



### **3.6. La geología local.**

La geología local de acuerdo con la geología de esta región, se conoce que los terrenos son muy blandos y sus niveles de aguas freáticas son muy superficiales, en este caso se elaboraron los sondeos hasta una profundidad de 2.5 metros para determinar si existía nivel freático, el cual no se presentó, este terreno está asociado a zonas de depresión tectónica, como el de los valles que originalmente fueran cuencas lacustres, que han sido rellenados por materiales de origen pluvial y lacustre, tales como limos, arcillas, cenizas y materiales piro plásticos, la edad de estos depósitos es variable y su forma de depósitos es el relleno de las cuencas lacustres, producto de depresiones tectónicas.

Superficialmente el terreno está formado por arcillas francas (CL), las cuales se puede observar en los perfiles estratigráficos de los pozos a cielo abierto.

### **3.7 Economía.**

La población económicamente activa del municipio en 2010 fue el 33.1% y el desempleo fue de 1.27%, la gente se ocupa mayoritariamente en el sector terciario (comercio y servicios), con 62.7% del total en 2010, seguido del sector secundario con el 24.56%. El ingreso promedio del municipio en salarios mínimos es de 3.5.

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 de la producción de aguacate en el estado se dio a partir del año 1997, este fue el año

donde se suspendió la prohibición de exportar aguacate Mexicano a Estados Unidos decreto impuesto desde el año de 1913. A partir de 1997 el municipio ha exportado aguacate a los Estados Unidos siendo este el mayor consumidor de la producción Uruapense alcanzando las 200 mil toneladas de un total de 300 mil toneladas exportadas al extranjero.

Sin dejar de sumar importancia, algunas de las actividades agrícolas del municipio son; el cultivo de la caña de azúcar, maíz, durazno, café, guayaba y hortalizas como jitomate, chile y calabaza. La actividad pecuaria tiene importancia, además se cría bovino, porcino, caprino, equino, avícola y existe un pequeño sector de silvicultura.

La actividad industrial no está muy desarrollada, aunque existen empresas dedicadas a la fabricación de plásticos, productos a base del chocolate y empaques de aguacate.

El sector del comercio y servicios se integra por la actividad hotelera y restaurantera 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 Centro comercial PLAZA "ÁGORA".

### 3.8 Topografía.

La ciudad de Uruapan se caracteriza por los distintos niveles, se puede decir que es un valle accidentado, al igual que el lugar donde se desarrolla la investigación.

A continuación se presenta una imagen con las curvas de nivel que contiene el terreno de la investigación a cada metro de diferencia de altura:

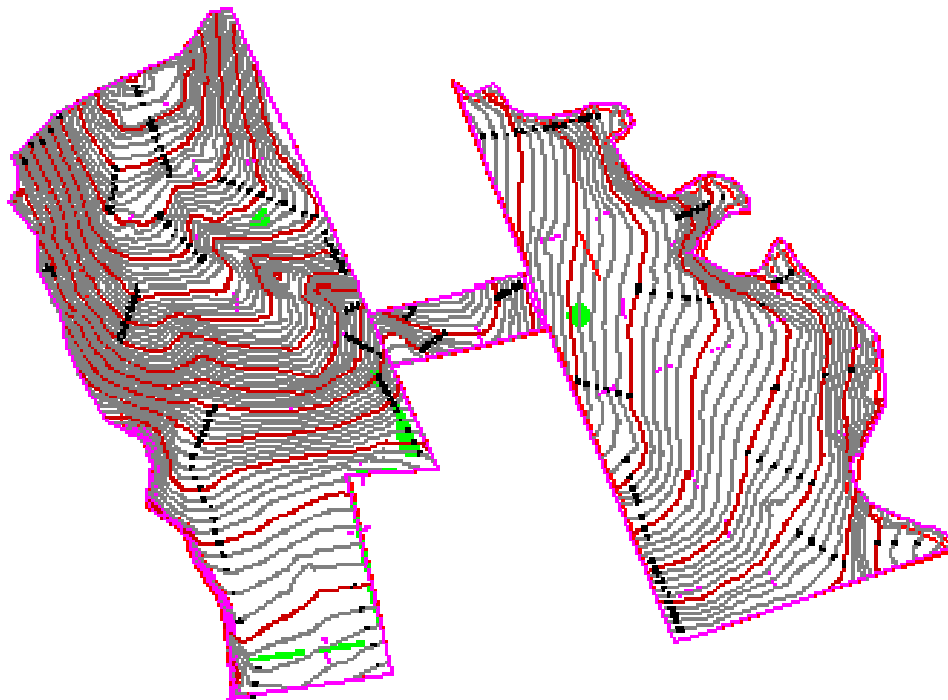


Imagen3.5. Curvas de nivel del terreno del fraccionamiento Las Lomas.

Fuente :Propia.

Como es posible observar, es un terreno irregular que presenta un gran reto al proyectar la distribución de las viviendas, el drenaje tanto sanitario como pluvial, todo con la finalidad de brindar un buen servicio.

### 3.9 Reporte fotográfico de la zona.

Se ha mantenido un reporte fotográfico del avance del proyecto, cuidando cada uno de los procesos constructivos desde el levantamiento topográfico:



Foto 3.6. Levantamiento topográfico,

Fuente: Propia.

Para este levantamiento topográfico se utilizó una estación total Sokkia, esta trabaja de la siguiente manera: se coloca un punto y se coloca la estación sobre el mismo, se le asignan coordenadas al momento de estar orientada al norte, con un ángulo de  $0^{\circ}$  para comenzar a grabar los puntos del levantamiento, la estación maneja coordenadas en tres planos, estos conocidos como X;Y y Z con las cuales se puede marcar una cuadrícula de tres metros por tres más para realizar así el levantamiento de las curvas de nivel.



Foto 3.7. Abriendo caja para recibir el filtro y la base hidráulica.

Fuente: Propia.



Foto 3.8. Pavimento terminado.

Fuente: Propia.



Después de que el acceso fuera pavimentado, se comenzó la obra de desmonte dentro de la huerta de aguacate y para retirar la capa vegetal, y habilitar el terreno de acuerdo con los niveles propuestos, el primer trabajo a desarrollar antes que la pavimentación son las plataformas que soportarán las viviendas, posteriormente se abre la terracería para construir la red de drenaje sanitario y pluvial, consecuente las descargas sanitarias de cada vivienda para terminar con la colocación de la tubería de agua potable y entonces comenzar a conformar las terracerías para recibir la carpeta de concreto.



Foto 3.9. Avance constructivo del proyecto.

Fuente: Propia.

Una vez que los servicios están terminados, es necesario replantear los puntos de trazo para unirlos con una línea de cal para que los operadores de las maquinas conozcan los limites de sus cortes y rellenos.



Foto 3.10. Lotificación.

Fuente: Propia.

Después se procede a colocar una capa de 20cm de espesor de filtro y una capa de 10 cm de espesor de base compactada al 95% Proctor para recibir finalmente el concreto como se muestra en la siguiente imagen.



Foto 3.11. Colado de pavimento.

Fuente: Propia.

Para finalmente poder entregar todo el trabajo de ingeniería y diseño a los futuros dueños de cada una de las viviendas, con la finalidad de que tengan un acceso desde la entrada del conjunto habitacional, hasta la puerta de su casa, cómodo, visiblemente agradable, practico, resistente, duradero y seguro:

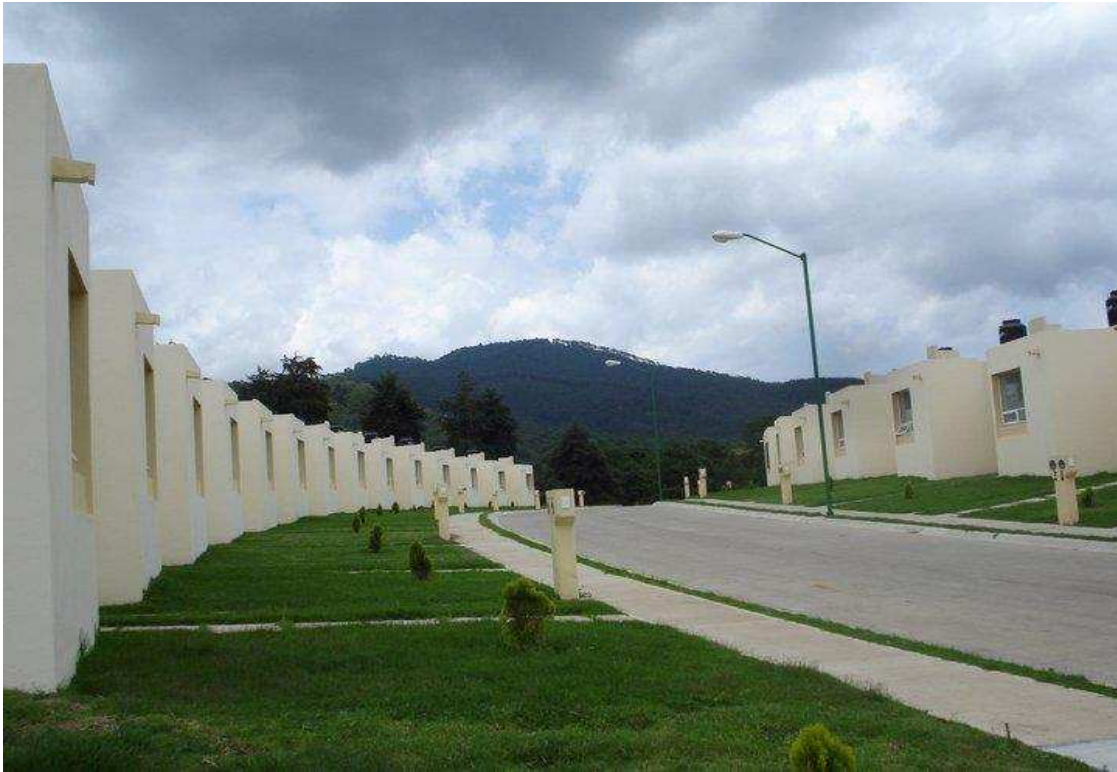


Foto 3.12. Pavimento terminado.

Fuente: Propia.



### **3.10. Alternativas de solución.**

A continuación se plantearán las alternativas de solución a la problemática, se deberá analizar minuciosamente los planos del levantamiento topográfico para poder determinar la mejor ubicación para las manzanas, cuidando los aspecto de los niveles para la proyección de las calles que serán pavimentadas con concreto cuidando los trazos de curvas y también muy importante, las pendientes de las calles, para que sea cómodo y seguro para el conductor, pero a la vez económico.

Para la estructura de el pavimento que se va a diseñar se realizará a mano de acuerdo a las especificaciones que maneja el estudio de mecánica de suelos

#### **3.10.1 Planteamiento de alternativas.**

Al realizar un minucioso estudio del levantamiento de las curvas de nivel, surgió el problema de que las pendientes de las calles se encontraban elevadas, la solución al problema es recalcula los niveles para cumplir con el propósito deseado.

- Al interpretar los resultados que arrojó el estudio de mecánica de suelos, quedó demostrado que es necesario realizar un mejoramiento de suelos, de acuerdo con el laboratorio se determinó que para dar solución a este problema, se tendrá que suministrar esta capa primera de un filtro rocoso de granulometría desde una pulgada hasta tres y media máximo para evitar humedad por capilaridad compactándola para que las piedras brasas se amarren entre sí creando una capa permeable y resistente de 10 centímetros, para poder recibir la capa intermedia

de 20 centímetros aplicando humedad al material y posteriormente aplicando un rodillo vibratorio para que las partículas se acomoden y queden compactadas listas para recibir el concreto que deberá tener un espesor de 15 centímetros, de acuerdo con el estudio del laboratorio de mecánica de suelos, y se deberá establecer en los diferentes anchos de calles dentro del proyecto en general.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

El concepto de metodología hace alusión a aquellos procedimientos que son basados en principios lógicos, utilizados con la finalidad de alcanzar objetivos que rigen en una investigación científica, comenzando por la descripción del método empleado, el enfoque de la investigación, su alcance, el diseño de la investigación, instrumentos de la recopilación de datos y una descripción del proceso de investigación.

#### **4.1. Método empleado.**

El método empleado para la realización de este proyecto de investigación, fue el método científico, que es “un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos caracterizados generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica” (Tamayo; 2007, 35), es un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias.

Al ser este trabajo una investigación se utilizó este método que es el más adecuado ya que las bases que preceden a este método son sustentables técnicamente ya que es totalmente objetiva ya que los datos e información utilizados son reales y sustentados.

#### **4.1.1. Método Matemático.**

Es uno de los tipos de modelos científicos que emplean un cierto tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad, este se trabaja a través de números y una serie de cálculos para llegar a un resultado y así mismo poder tener una comparativa, para obtener nociones derivadas, de importancia, valor económico y capacidad.

En cualquier investigación donde los números son frecuentes y que tienen la función de afirmar o de negar algún caso en particular de un proyecto, con la finalidad de estudiar o resolver algún caso de la realidad, partiendo de una hipótesis.

#### **4.2 Enfoque de la investigación.**

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque de carácter cuantitativo, debido a que los elementos utilizados son magnitudes de carácter numérico y algunas otras unidades correspondientes, donde se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, de acuerdo con Sampieri (2004) este tipo de investigación ofrece una generalización de los resultados de una manera mucho más amplia y que además otorga un control sobre los fenómenos y también sobre un punto de vista de conteo y magnitudes de los mismos. Brinda una posibilidad de réplica y un enfoque en puntos específicos y facilita la comparación entre estudios similares.

Este enfoque fue seleccionado debido a que en el presente trabajo de investigación se utilizan los números, ya que es necesario llevar a cabo algunas pruebas, mediciones y algunos cálculos que resultaran de los procedimientos que se emplearon para la solución de la pregunta de investigación que se muestra al inicio.

#### **4.2.1. Alcance de la investigación.**

El alcance de la investigación es de carácter descriptivo, de acuerdo con Hernández y Cols (2004), el planteamiento consiste en descubrir situaciones, eventos y hechos. Es decir, como es y cómo se manifiesta cada fenómeno estudiado. Los estudios descriptivos especifican propiedades, características y los perfiles importantes de personas, grupos y comunidades enteras o cualquier fenómeno que se involucre en un análisis de esta índole, de los cuales se miden, evalúan y se recolectan datos con la finalidad de los diversos puntos que pertenecen al cuerpo de esta investigación.

Para el presente trabajo de tesis, se ha determinado que el carácter de la investigación sea descriptivo, y con ayuda del enfoque cuantitativo se da solución a las variables que caracterizan el fenómeno en estudio, tomando en cuenta las características del proyecto y la capacidad de viviendas, para así, determinar las capacidades de los pavimentos con el estudio de la capacidad del suelo a la resistencia de cortante.

### **4.3. Instrumentos de recopilación**

Existen diversas técnicas para el proceso de recopilación de datos que tiene esta investigación, una de las cuales y de las más importantes es la observación en el campo del fenómeno en estudio, el cual es el principal elemento que da lugar a los métodos que se emplean para llegar a conocer los efectos de las variables que se tienen.

Retomando a Hernández y Cols (2004) es frecuente que se incluyan varios tipos de cuestionarios en el mismo en el mismo tiempo, las pruebas necesarias y la recolección de algunos contenidos para el análisis estadístico. Ya que en investigaciones cualitativas se usan entrevistas, algunas observaciones y documentos para tener diferentes apreciaciones sobre las variables, contextos y las personas.

La recolección de los datos implica:

- 1) Seleccionar uno o varios métodos disponibles o desarrollarlos, tanto cuantitativos como cualitativos, dependiendo del tipo de estudio, de su planteamiento y de los alcances de la investigación.
- 2) Aplicar los instrumentos necesarios.
- 3) Se tienen que preparar adecuadamente las mediciones que se obtuvieron o los datos obtenidos en el levantamiento para poder ser analizados correctamente.

Esta investigación ha sido realizada con algunos de los programas de cómputo que simplifican en la mayoría de las ocasiones los resultados que arrojan las variables.

**A) AutoCAD** (2011) es un programa de diseño asistido por computadora para dibujar en dos o tres dimensiones, cuenta con amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios, o a la recreación de imágenes 3D.

Es uno de los programas más completos y es utilizado en gran manera por los profesionistas como por ejemplo: los arquitectos, ingenieros, y diseñadores industriales entre otros, destacado y reconocido por sus características que en cada versión nueva son muy comunes, al igual que otros programas asistidos por computadora, AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla grafica en la que se muestran estas, el llamado editor de dibujo, desde la línea de órdenes, en la cual el programa está fundamentalmente orientado.

Las versiones nuevas del programa permiten la introducción de estas mediante una interfaz grafica de usuario que automatiza el proceso, al igual que todos los programas CAD, procesa imágenes de tipo vertical, aunque también admite incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits en las cuales se pueden dibujar figuras básica o primitiva (líneas, arcos, textos, rectángulos, etc.) y mediante herramientas de edición se crean gráficos más complejos, este programa permite organizar los objetos por medio de capas o estrados, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. El dibujo de objetos seriados se gestiona mediante el uso

de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.

Esta herramienta ha sido de gran utilidad durante las últimas dos décadas para el ingenieros, arquitectos, topógrafos que les permite apoyarse para realizar una geometría adecuada de los proyectos de cada uno, cabe mencionar que esta investigación se apoyo con la ayuda de este software (AutoCAD 2011) con la finalidad de minimizar tiempos de dibujo y brindando una mejor presentación al proyecto plasmado en planos para posteriormente dar a conocer el fenómeno en estudio.

**B) CIVICAD.** al igual que el anterior es un programa con las herramientas necesarias para ayudar al ingeniero civil o topógrafo a generar planos con las diversas herramientas que este contiene, cuenta con poderosas rutinas para anotar datos automáticamente en forma individual o global en líneas, arcos y superficies, también puede además especificar prefijos y sufijos para cada dato, atura de texto y numero de decimales, con solo indicar dentro de una área cerrada el programa anota la superficie en el centroide de la figura, ofreciendo así opciones para trazar y seleccionar polígonos, también puede leer archivos en distintos formatos: por coordenadas, radiaciones, estación-offset-elevacion, y coordenadas gps.

Puede leer además libretas electrónicas directamente, los puntos se pueden exportar en cualquier combinación de coordenadas, incluyendo número o clave, se puede de igual forma dibujar puntos por varios métodos: azimut, ángulos, deflexiones,



perpendicular a línea o eje, intersección de rumbos o azimut y también se pueden seleccionar rutinas para anotar, reenumerar, modificar, unir, rotar, escalar, localizar y convertir puntos.

Este software fue utilizado para la investigación de este proyecto de tesis, instalado dentro de la barra de herramientas de AutoCAD 2011, CivilCAD ayuda a importar los puntos que se obtuvieron del levantamiento topográfico y curvas de nivel, todos estos anteriores realizados con una estación total Sokkia SET630rk haciendo más rápida la obtención de los datos al igual que su manipulación y formato, gracias a esta herramienta se optimizaron tiempos en el momento de diseñar el fraccionamiento en cuestión y la distribución de las calles y por ende su pavimentación.

**C) Estación total.** Es otra de las herramientas indispensables para la recopilación de datos para esta investigación, es el equipo de topografía que se utiliza, mencionada anterior mente, es: una estación total de la marca Sokkia modelo SET630rk, esta es un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica que consiste en la incorporación de un distanciometro, y un microprocesador a un teodolito electrónico, algunas de las características principales con las que cuenta una estación total que las diferencia de un teodolito tradicional son: que cuentan con una pantalla alfanumérica de cristal líquido, leds de aviso, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciometro, trackeador (seguidor de trayectoria) todo en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales.

Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y calculo de asimuts y distancias, así como también calcula alturas de elementos tomando como referencia la distancia juntamente con el ángulo de inclinación inicial, comparándolo contra la distancia y la posición del ángulo final esta herramienta ha sido de gran utilidad para el ingeniero civil haciendo que el trabajo del mismo sea más práctico, realizado en menor tiempo para la satisfacción del cliente.



Figura 4.1. Estación total Sokkia modelo SET630rk

Fuente: [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2011).

**D) Prensa manual análoga:** La prensa de compresión ha sido diseñada para ensayos en campo o laboratorio que carezca de electricidad. Consiste en un marco de carga para servicio pesado con una capacidad de 120,000 kgf (250,000 lbs) bomba hidráulica manual de dos pasos acoplada a un costado del marco con depósito de aceite especial. Manómetro de burdon análogo de 8" de diámetro con capacidad de 120,000 kgf con división mínima de 200 kgf t agua de arrastre con las siguientes especificaciones: 1 Marco: Placa superior e inferior en acero al carbón y columna de canal del mismo material. Pistón: 6" de diámetro con una carrera máxima de 3" y regresión automática Platina: Superior tipo rotativo de 6 1/2" pulgada de diámetro inferior de 7" de diámetro Apertura: Horizontal entre columnas 10", vertical 14 1/2" Peso: 237 Kilos.

Para poder realizar la prueba del concreto es necesario tomar muestras del mismo en el sitio de la obra al momento de ser realizada la mezcla o de igual manera al momento de que el concreto sea vertido por el camión revolvedor, los instrumentos necesarios para poder hacer la recolección de las muestras son los siguientes:

- Una cuchara para colocar la muestra de concreto dentro del cilindro.
- Un mazo de goma.
- Una varilla liza de 600 milímetros de longitud y 16 de diámetro con una punta redondeada en forma hemisférica.
- Una regla para enrazar o en su defecto se puede enrazar con la misma varilla anteriormente mencionada.

- Moldes para los cilindros desacuero con las especificaciones técnicas de las normas de construcción.

Es necesario humedecer por completo estos instrumentos antes de procederá utilizarlos para la extracción de las muestras, tomando con la cuchara el concreto para verterlo dentro de los moldes en tres capas de igual volumen, al colocar la primer capa es decir  $1/3$  del molde se deberá introducir la varilla haciendo veinticinco penetraciones que no traspasen más de 26 milímetros de la capa inferior para posteriormente tomar el mazo de goma y golpear el molde de diez a quince veces, por lo general se toman tres muestras, en este caso tres moldes para obtener tres cilindros que serán probados en diferentes edades del mismo, para revisar el procedimiento del alcance de su resistencia, que por lo general el primero es probado a los siete días de haber sido tomada la muestra, posteriormente el segundo cilindro será probado a los catorce días después de haber sido tomada la muestra y el ultimo cilindro deberá ser probado a los veintiocho días después de haber sido elaborado, que de acuerdo con las normas de concreto que es cuando alcanzan su máxima resistencia, las muestras deberán de ser tomadas simultáneamente en los tres recipientes, y finalmente retirar el excedente de mezcla con la regla o con la varilla de consolidación realizando el proceso de enrazado, cabe mencionar que es importante que la superficie quede totalmente liza, para mejorar el acabado de la probeta se puede utilizar una llana metálica.

Al llegar las muestras al laboratorio (figura 4.2) se colocan en una pileta para que queden totalmente sumergidas para el proceso de curación de los especímenes, previamente marcados con el lugar de procedencia o ubicación de la obra de donde fueron extraídos, los cilindros son tronados en diferentes tiempos y el procedimiento es el siguiente: se retira el cilindro de la pila y se coloca en la prensa hidráulica que le aplicara una carga axial al cilindro que irá en aumento hasta que llegue el momento en el cual el cilindro de concreto o muestra falle, es decir hasta que el cilindro truene, presentan grietas que indiquen el momento de falla (figura 4.4.3), al presentarse este fenómeno, el manómetro se detiene dando a conocer la cantidad de kilogramos por centímetro cuadrado de la resistencia del espécimen probado y comparándolas con las especificaciones que el cliente requiere para la realización del pavimento comparando los resultados obtenidos con los requeridos para valorar si el concreto cumple o no con la demanda de la obra.

Al mismo tiempo que se realiza la extracción de los cilindros debe ser realizada la prueba de revenimiento del concreto para así determinar la consistencia que el concreto tiene, este procedimiento se realiza de la siguiente manera: se coloca un cono de metal sobre una superficie metálica los cuales han sido previamente humedecidos para evitar que el concreto quede adherido a la superficie de estos, se llena con la muestra de concreto en estudio en tres capas de igual altura, haciendo penetraciones de 25 repeticiones en cada una de las tres capas, posteriormente se enraza para retirar los excesos de mezcla, y se retira el cono en dirección vertical, permitiendo que la mezcla se asiente e inmediatamente tomar la medida de la altura

colocando el cono de metal de cabeza con la varilla sobre el cono midiendo desde esta hasta la parte superior de la mezcla. (Figura 4.4)

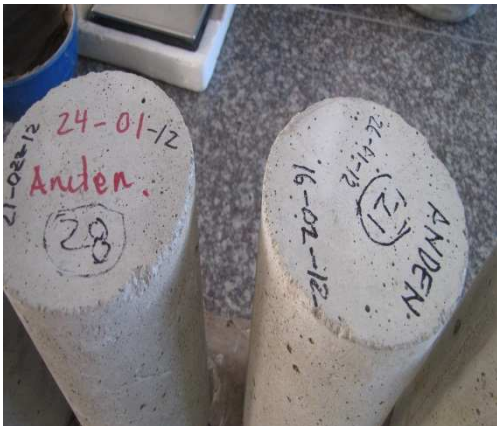


Figura 4.2. Cilindros antes de la prueba.

Fuente: [www.google.com](http://www.google.com) (2012).



Figura 4.3. Momento de falla.

Fuente: [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2012).

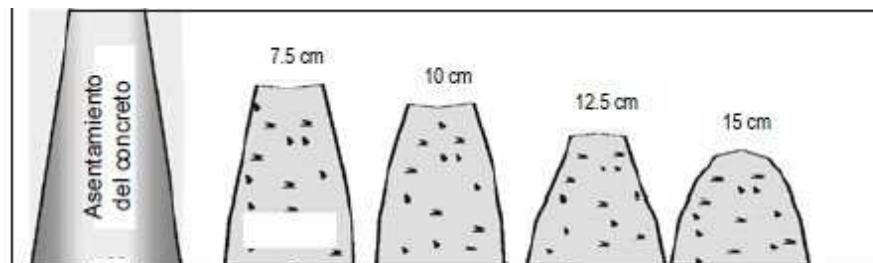


Figura 4.4 Deformación del concreto según su consistencia o revenimiento.

Fuente: [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) (2012).

#### **4.4. Descripción del proceso de investigación.**

De acuerdo con Hernández y Cols (2004) el diseño de esta investigación es no experimental por lo que se clasifica por su dimensión temporal o un número de momentos o puntos en el tiempo, en el cual se recopilan datos importantes para dicha investigación, los diseños que no son experimentales se pueden clasificar como transeccionales y longitudinales.

Se dice también que el diseño de la investigación es la estrategia que utiliza el investigador para plantear las posibles respuestas a las preguntas de la investigación, este tipo de diseño no manipula ninguna variable ya que se analizan los objetos de estudio para poder establecer un juicio acerca de lo que se ha observado.

Continuando con Hernández y Cols (2004) la investigación transversal recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. En el cual describe variables y analiza su incidencia e interrelación en un momento dado, es como tomar una fotografía de algo que sucede.

La investigación no experimental transaccional o transversal, de acuerdo con Tamayo (2007) son aquellas en las cuales la recolección de los datos se realiza en un tiempo único, describiendo las variables y analizar cuáles son los acontecimientos más probables que pueda tener el fenómeno.

## **CAPÍTULO 5**

### **CALCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

En el presente capítulo se abordará el proceso constructivo real de la obra de pavimentación del fraccionamiento “Las Lomas”, comenzando con el trazo respectivo de proyecto, mejoramiento de la terracería, la construcción de la base hidráulica, la carpeta de concreto, el control de calidad de los trabajos, el costo y programa de ejecución de la obra y por último la comparativa del procedimiento de construcción real.

#### **5.1. Preparación de la superficie.**

Antes de proceder a colocar la superficie de concreto hidráulico, es necesario realizar una serie de trabajos que permitan la comodidad y seguridad de los usuarios de esta obra civil, en la cual se estudió el área donde se lleva acabo, con la finalidad de proporcionar un excelente desempeño y servicio.

Se comienza con la construcción de las terracerías limpiando la zona para que quede libre de materiales, este proceso de construcción se denomina desmonte que consiste en remover la vegetación existente en el área de construcción con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejora la visibilidad, el proceso de desmonte comprende la tala de arboles y arbustos, Roza: que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba zacate o residuos de siembras, y por ultimo la limpieza y disposición final que consiste en retirar el producto del desmonte al



banco de desperdicios que se ha indicado en proyecto tal cual lo marcan las normas de construcción de la SCT (N-CTR-CAR-1-01-001/11), este trabajo se lleva a cabo con maquinaria pesada, en este caso con un tractor de cadena mediano de Caterpillar modelo D7R. (figura 5.1.1).



Figura 5.1. Tractor Caterpillar D7R.

Fuente: Propia.

En zonas muy rocosas es necesario utilizar una retroexcavadora LIEBHERR 944 (Figura 5.2.) para agilizar el trabajo de preparación de las terracerías, y para finalizar el proceso se requiere el trabajo de una motoconformadora, como la que se muestra en la figura 5.3., con la finalidad de dejar una superficie nivelada de acuerdo con los niveles de proyecto, lista para recibir los materiales que conformarán la subbase.



Figura 5.2. Retroexcavadora LIEBHERR 944.

Fuente: Propia.



Figura 5.3. Motoconformadora Caterpillar 120.

Fuente: Propia.

## **5.2 Subbase y Base hidráulica.**

Las Subbase y Base hidráulica son elementos que se utilizan para dar un mejoramiento al terreno natural, para que el concreto que se coloque sobre ellas trabaje de manera óptima.

### **5.2.1.- Subbase hidráulica.**

Esta comprende una capa de materiales pétreos seleccionados que se coloca sobre la subrasante, y su granulometría no debe de exceder las 4 pulgadas de diámetro, cuya función principal es proporcionar un apoyo uniforme a la base de un pavimento de concreto hidráulico, soportar las cargas que éste le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de materiales finos a las capas superiores de acuerdo con las normas de construcción de la SCT N-CMT-4-02-001/11 Y N-CMT-4-02-001/04.

### **5.2.2.- Base hidráulica.**

Compuesta por materiales pétreos seleccionados que no excedan los  $\frac{3}{4}$  de pulgada de diámetro, este material se constituye generalmente sobre la subbase o la subrasante, son similares a las de la subbase que son: proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta de concreto hidráulico, soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la

capa inmediata inferior y proporcionar a la capa del pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea tomando en cuenta las normativas de la SCT N-CMT-4-02-002/11 Y N-CMT-4-02-002/04.

Los materiales que se utilizan para las bases y subbases hidráulicas cumplen con lo establecido en las normas N-CMT-4-02-001, *materiales para subbases* y N-CTM-4-02-002 *materiales para bases hidráulicas* los materiales pétreos procederán de los bancos de materiales que cumplan con las características necesarias para su buen funcionamiento.

El equipo que se utiliza para la construcción de bases y subbases hidráulicas cumple con las características para obtener la calidad especificada por la SCT N-CTR-CAR-1-04-002/11 como también la maquinaria empleada para extender las bases y subbase que recomienda la SCT es igual a las características de la maquinaria empleada en esta obra de pavimentación del fraccionamiento las lomas, motoconformadora autopropulsada, con cuchillas cuya longitud es mayor de 3.65 metros y la distancia entre ejes es mayor a 5.18 metros.

De acuerdo con las normas técnicas de construcción y los resultados del estudio de mecánica de suelos realizados por el laboratorio ILCEMS (Ingeniería y Laboratorio para la Construcción y Estudio de Mecánica de Suelos) quien recomendó citando las normas de la SCT N-CTR-CAR-1-04-002/11 donde se menciona que “inmediatamente antes de iniciar la construcción de la subbase o la base hidráulica, la superficie sobre la cual se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin

irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido, se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación por medio de riegos y mezclados sucesivos hasta alcanzar la humedad adecuada obteniendo la homogeneidad en granulometría y humedad, para continuar con su colocación para ser extendido en todo el ancho de la corona y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme que en este caso el espesor recomendado por el laboratorio es de 20 centímetros de espesor, esta capa debe ser compactada con rodillo pata de cabra y rodillo liso hasta alcanzar como mínimo el 95% de dureza en la prueba de compactación Proctor.

Se repite el mismo procedimiento para la colocación de la capa de la base hidráulica con la única diferencia que el espesor recomendado por el laboratorio de mecánica de suelos ILCEMS es de 10 centímetros de espesor compactados, manteniendo la humedad en las capas cuidando que no la pierdan pero tampoco que se exceda la cantidad de líquido por que se generaría una inestabilidad en la capa y perdería las características de rigidez que se necesitan para su funcionamiento.

### **5.2.3. - La compactación.**

La compactación se realiza longitudinalmente, de las orillas hacia el centro de las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada de acuerdo con la CST N-CAL-2-05-001/05.

Las maquinas que se encargan de compactar las bases y subbases hidráulicas una vez que se encuentran niveladas deben de ser autopropulsadas y reversibles, equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración y con un diámetro de rodillo mínimo de un metro como el que se muestra en la figura 5.4.



Figura 5.4. Rodillo autopropulsado BOOMAG 211

Fuente: Propia.

### **5.3.- Concreto Hidráulico.**

El concreto es elaborado con agregados pétreos densos, para alcanzar una masa volumétrica seca de dos mil (2000) kilogramos por metro cúbico, el concreto en ocasiones es elaborado en obra o en plantas de concreto hidráulico, para este ultimo caso el concreto es transportado por Cemex (Cementos Mexicanos) hasta el sitio donde se verterá el concreto, este deberá llegar con la trabajabilidad requerida y evitando su contaminación, utilizando métodos y equipos que prevengan la segregación o perdida de ingredientes, para esto el camión revolvedor se llena con un

máximo del 80% de su capacidad y la entrega del concreto se completa dentro de la hora y media inmediata o antes de que el camión mezclador haya girado mas de 300 vueltas, lo que suceda primero, después de la incorporación del agua a los ingredientes mezclados, tomando en cuenta las normativas de la CST N-CTR-CAR-1-04-009/06.

Cuando el concreto se hace en obra se deben de tener todos los materiales necesarios para su elaboración a la mano y el lugar de mezclado de materiales se coloca a un costado del lugar a colar con el concreto hidráulico.

Su elaboración consiste en mezclar materiales pétreos como son gravas de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, arena, cemento y agua limpia, colocando 6 botes de 19 litros con grava, cuatro botes de arena, un bote y medio de agua por saco de cemento, todos colocados en una revolvedora a motor o mezclado con pala, es necesario realizar este proceso durante siete veces para obtener lo equivalente a un metro cúbico de concreto hidráulico con una resistencia de 200 kilogramos por centímetro cubico, como se muestra en la figura 5.3.1.

Las carretillas solo se utilizan para transportar volúmenes reducidos de concreto de consistencia plástica o semiplástica en distancias cortas, de igual forma se revisan las obras falsas, cimbras o moldes que le darán forma al concreto hidráulico.





Figura 5.5. Elaboración de concreto en obra.

Fuente: Propia.

Cuando se verifica que la obra falsa se encuentra en el lugar indicado y los niveles corresponden a los propuestos en proyecto entonces se humedece la superficie donde se colocara el concreto y las partes que lo contendrán y dan forma para que no absorban la humedad que la mezcla que el concreto hidráulico contiene y así se procede a colar las calles que componen el fraccionamiento de Las Lomas con concreto hidráulico con un  $f'c$  de  $200 \text{ kg/cm}^3$  como se muestra en la figura 5.6. y 5.7.



Figura 5.6. Pavimentación en proceso

Fuente: Propia.



Figura 5.7. Pavimentación terminada

Fuente: Propia.



De acuerdo con algunos requerimientos que Infonavit requiere para poder aprobar el proyecto es que se deben de realizar pruebas de cilindros de concreto para determinar la calidad y resistencia de cada colado que se hace en la obra, por lo general se toman tres muestras para revisar su comportamiento a los siete días, a los 15 días y a los 28 días que es cuando el concreto alcanza su mayor resistencia, a continuación se presentan los ensayos de los cilindros que fueron probados en laboratorio y los resultados de cada uno.

### **5.3.1. Vibrado**

La colocación según las normas de construcción de la SCT N-CTR-CAR-1-02-003/04 se realiza dentro de los primeros treinta minutos posteriores después de haber sido incorporada el agua a la mezcla llenando totalmente las cimbras o moldes sin dejar huecos dentro de la masa de concreto empleando dos vibradores para asegurar un correcto acomodo de la revoltura.

Los vibradores se operan verticalmente mientras que el concreto es colocado en capas a la vez que la cabeza vibradora penetra aproximadamente entre 5 y 11 centímetros para acomodar la mezcla eliminando las burbujas de aire que se generan al momento de ser colocado el concreto hidráulico como se muestra en la figura 5.8.



Figura 5.8. Vibrado en concreto hidráulico.

Fuente: Propia.

### **5.3.2. Fraguado y Curado.**

Durante las diez primeras horas que siguen a la terminación del colado se evita que el agua de lluvia o alguna corriente de agua deslaven el concreto, una vez iniciado el fraguado y por lo menos durante las primeras cuarenta y ocho horas de efectuado el colado se evitara toda clase de sacudidas que interrumpan el estado de reposo y o altere el acabado superficial con huellas u otras marcas, es importante mencionar que también se cura el concreto evitando que pierda humedad para que alcance su resistencia y durabilidad potencial esto es aplicando riegos de agua sobre las superficies expuestas y los moldes o cimbras, este proceso de riego se lleva acabo durante tres días conforme a la normativa de la SCT N-CTR-CAR-1-02-003/04, el agua que se utiliza en el curado es de la misma calidad que la que se utilizo en la preparación del concreto hidráulico, como también en algunas ocasiones se coloca una membrana plástica impermeable sobre la superficie de concreto para así evitar la evaporación del agua contenida en la masa de concreto.

### **5.3.3 Descimbrado.**

Después de que el peligro de que el elemento de concreto sufra alguna deformación por causas ajenas al mismo, se procede a retirar las cimbras que confinaban la masa de concreto hidráulico este proceso debe de ser cuidadoso evitando lastimar el elemento colado, después de que son retiradas las cimbras se tienen que limpiar y dar mantenimiento para poder utilizarlas de nuevo en un próximo colado.

## CONCLUSIONES

El diseño de un pavimento es importante y necesario para así poder determinar las características de los materiales que se utilizarán, con la finalidad de seleccionar la mejor opción entre un pavimento rígido y un pavimento flexible que cumpla con las características necesarias y que provea seguridad y un beneficio a los usuarios.

Para llevar a cabo la construcción de un pavimento es necesario conocer el entorno donde se realizará la obra de construcción, se deben de hacer estudios como en el caso de esta investigación en la cual se estudió la zona, que fuese apropiada para un fraccionamiento y la comodidad de los compradores, todo comienza por realizar trabajos de topografía que determinarán la mejor distribución del proyecto de acuerdo con los linderos establecidos y las curvas de nivel que representan montes barrancas y los desniveles en general que pudiese tener el terreno a proyectar, una vez teniendo conocimiento del proyecto se procede a trazar el fraccionamiento por medio de la estación total o algunos otros aparatos topográficos para plasmar el dibujo de proyecto en el terreo real y así comenzar con la obra de desmonte en la cual se debe retirar la capa vegetal, árboles, arbustos y rocas para crear una zona de trabajo limpia con buena visibilidad y segura, después se debe conformar el terreno con cortes y rellenos necesarios para dar forma a las terracerías, una vez terminadas las terracerías y obras de drenaje y agua potable se procede a realizar las obras de pavimentación.

A lo largo de esta investigación se ha visto el proceso constructivo de la pavimentación con concreto hidráulico, en el que se puede observar el proceso de selección de los materiales para que la mezcla cumpla con las normativas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la optimización de los tiempos en obra, con la finalidad de crear pavimentos de concreto altamente resistentes y durables.

Gracias a los adelantos tecnológicos se ha facilitado y mejorado la calidad de los trabajos en obra por medio de herramientas de última generación como los programas de diseño, análisis, dibujo y cálculos que proporcionan grandes ventajas en comparación de décadas anteriores, al igual que los aparatos para topografía que permiten agilizar los trazos, levantamientos y nivelaciones de cualquier tipo de obra civil, por otro lado se sabe que es necesario realizar pruebas de los concretos que se preparan para tener argumentos sólidos acerca de la calidad de los concretos en cada preparación de la misma.

La función principal de los pavimentos ya sean rígidos o flexibles es la de proteger la superficie del desgaste por el uso cotidiano haciendo los caminos más cómodos y seguros, el trabajo que los pavimentos realizan es el de absorber las cargas recibidas por los vehículos transmitiéndolas y distribuyéndolas entre cada capa, hasta la subrasante (capa inferior), cada capa está formada con características

específicas según el estudio de mecánica de suelos, que si determina que el terreno de la localidad a construir es muy fuerte y estable entonces se puede omitir una de las capas aminorando el costo de la pavimentación, pero por lo general se dividen en tres capas de materiales distintos y espesores diferentes, siendo así la última capa quien determina si será un pavimento flexible compuesto por una carpeta asfáltica continua o un pavimento rígido elaborado con materiales pétreos y cemento dando forma al mezclar a un concreto hidráulico elaborado en piezas separados por una junta fría.

En la investigación desarrollada en el área de construcción del fraccionamiento “Las Lomas” ubicado en la colonia Popular Campestre en la ciudad de Uruapan, Michoacán, se realizó el proceso constructivo de una pavimentación de concreto hidráulico de un espesor comprendido entre las tres capas de 50 centímetros desde el terreno natural comprendidos por 20 centímetros de subbase de materiales pétreos con características granulométricas no mayores a 4 pulgadas de diámetro, mientras que la segunda capa está conformada por materiales pétreos y aglutinantes finos que permiten compactarse resultando así una capa rígida y fuerte de 15 centímetros de espesor y lista para recibir la última capa que esta compuesta por concreto hidráulico formado por grava triturada de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, arena, cemento y agua que al momento de ser mezclados forman una masa espesa moldeable y que posteriormente al paso de días se transforma en una piedra artificial que en este caso resiste cargas de doscientos kilogramos por centímetro cúbico, el costo de un pavimento rígido es relativamente alto en comparación de un pavimento flexible, pero sus ventajas son que es mucho mas resistente a los agentes naturales de intemperismo, y requiere de muy

poco mantenimiento durante su vida útil, mientras que los pavimentos flexibles son de menor costo pero requieren de mantenimiento constante que a largo plazo podría ser mejor opción un pavimento rígido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Betancourt Suárez Max (2008)  
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal  
Ed. Trillas, México.
  
- Crespo Villalaz, Ing. Carlos (1980)  
Vías de Comunicación.  
Ed. Limusa, México.
  
- Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2004)  
Metodología de la Investigación.  
Ed. Mc Graw Hill, México.
  
- Jurado Rojas, Yolanda (2005)  
Técnicas de Investigación Documental.  
Ed. Thomson, México.
  
- Merritt Loftin Ricketts (2008)  
Manual del Ingeniero Civil, tomo II  
Ed. Mc Graw Hill, E.U.A.



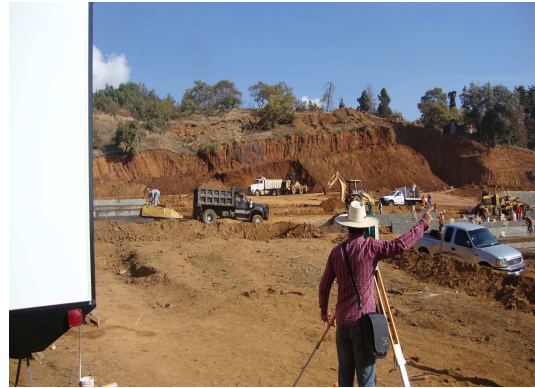
- Mier S. Alfonso José (1987)  
Introducción a la ingeniería de Caminos.  
UMSNH. Mexico.
  
- Olivera Bustamante Fernando (2006)  
Estructuración de Vías Terrestres.  
Compañía editorial continental, México.
  
- Pérez Sepúlveda Cristian  
Diseño de la Estructura del Pavimento Rígido para el Boulevard Industrial del Km  
9+800 al 10+900 en la ciudad de Uruapan, Michoacán,  
Tesis inédita de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Universidad Don Vasco A.C.,  
en la ciudad de Uruapan, Michoacán.
  
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (S.C.T.) (2010)  
Normas y Manuales  
México.
  
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (S.C.T.) (1974)  
Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras

## OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN :

- <http://normas.imt.mx/barra.php?tm=1>
- [www.construaprende.com/t/07/t7](http://www.construaprende.com/t/07/t7)
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- <http://dgst.sct.gob.mx/fileadmin/viales>
- <http://documentos.arq.com.mx>
- [www.cemexmexico.com](http://www.cemexmexico.com)
- Google Heath.

## ANEXOS

### Reporte fotográfico.



Anexo "A" Trazo y nivelación de terracerías.

Fuente: Propia.



Anexo "B" Cimbrado para contener el concreto hidráulico de la pavimentación del fraccionamiento Las Lomas .

Fuente: Propia.



Anexo "C" Concreto hidráulico colocado dentro del cimbrado.

Fuente: Propia.



Anexo "D" El proceso de colado consiste en preparar y terminar la mitad longitudinal de la calle y posteriormente la otra mitad.

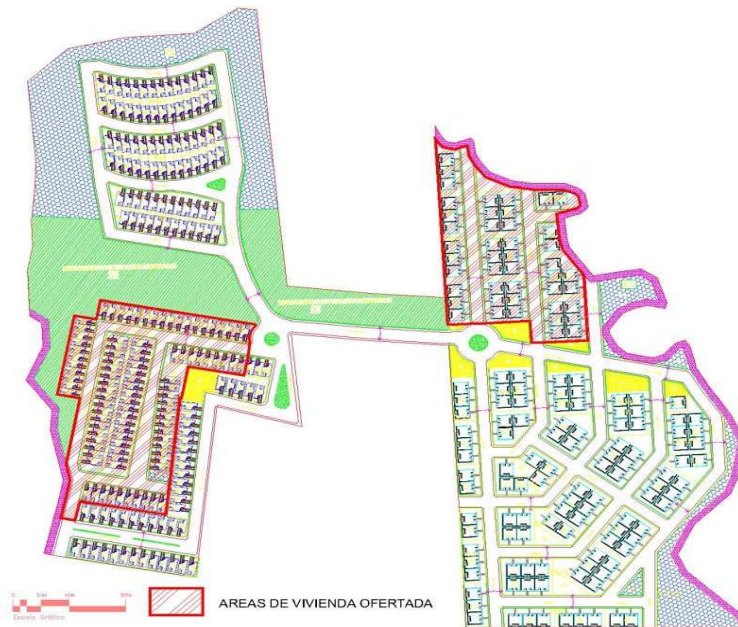
Fuente: Propia.





Anexo "E" Primera etapa terminada.

Fuente: Propia.



Anexo "F" Área de vivienda ofertada terminada.

Fuente: Propia, Paramo (2011).

A continuación se muestran los ensayos o pruebas de laboratorio que fueron efectuados en cada calle que ha sido colada dentro del fraccionamiento Las Lomas dando a conocer la resistencia de cada capa de concreto para finalmente comprobar que la resistencia es adecuada para el tránsito vehicular, si una capa no cumple con la resistencia adecuada deberá ser removida y elaborada nuevamente con la resistencia adecuada.

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>190 - 192</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>15/Ago./2011</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>12/Ago./2011</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		190	191	192
	MUESTRA N°		40	41	42
	TOMADA DE:		Losa de rodamiento vial calle cerrada de Aristóteles L.derecho		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	250		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
finalidad					
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CEMENTO MOCTEZUMA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad	REVOLVEDORA UN SACO			
	Tipo de acomodo	VIBRADOR DE INMERSION			
	Agua consumo por saco				
Revenimiento en cm.	14.00	14.00	14.00		
DATOS DEL ESPECIMEN	Diametro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		15-ago-11	15-ago-11	15-ago-11
	Fecha de ruptura		22-ago-11	29-ago-11	12-sep-11
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		348000.00	38800.00	45800.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		196.90	219.60	259.20
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		79%	88%	104%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NMX-C 156-1997- ONNCCE

NMX-C 161-1997- ONNCCE

NMX-C-159-ONNCCE-2004

NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>193 - 195</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>15/Ago./2011</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>12/Ago./2011</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		193	194	195
	MUESTRA N°		43	44	45
	TOMADA DE:		Losa de rodamiento vial calle cerrada de Aristóteles centro		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	250		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CEMENTO MOCTEZUMA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		REVOLVEDORA UN SACO		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por saco				
Revenimiento en cm.		15.00	15.00	15.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		15-ago-11	15-ago-11	15-ago-11
	Fecha de ruptura		22-ago-11	29-ago-11	12-sep-11
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		38800.00	42800.00	47800.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		219.60	242.20	270.50
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		88%	97%	108%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS  
 NMX-C 156-1997- ONNCCE  
 NMX-C 161-1997- ONNCCE  
 NMX-C-159-ONNCCE-2004  
 NMX-C-083-ONNCCE-2004



## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>197 - 199</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>16/Ago./2011</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>13/Sep./2011</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		197	198	199
	MUESTRA N°		47	48	49
	TOMADA DE:		Losa de rodamiento vial calle cerrada de Aristóteles lado izquierdo		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	250		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CEMENTO MOCTEZUMA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		REVOLVEDORA UN SACO		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por saco				
Revenimiento en cm.		13.00	13.00	13.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		16-ago-11	16-ago-11	16-ago-11
	Fecha de ruptura		23-ago-11	30-ago-11	13-sep-11
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		37400.00	48600.00	52400.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		211.60	275.00	296.50
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		85%	110%	119%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NMX-C 156-1997- ONNCCE

NMX-C 161-1997- ONNCCE

NMX-C-159-ONNCCE-2004

NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>200 - 202</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>16/Ago./2011</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>13/Sep./2011</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		200	201	202
	MUESTRA N°		50	51	52
	TOMADA DE:		Losa de rodamiento vial calle cerrada de Aristóteles lado derecho		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	250		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CEMENTO MOCTEZUMA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		REVOLVEDORA UN SACO		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		14.00	14.00	14.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diametro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		16-ago-11	16-ago-11	16-ago-11
	Fecha de ruptura		23-ago-11	30-ago-11	13-sep-11
	Edad de la prueba en dias		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		36200.00	47200.00	50800.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		204.80	267.10	287.50
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		82%	107%	115%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NMX-C 156-1997- ONNCCE

NMX-C 161-1997- ONNCCE

NMX-C-159-ONNCCE-2004

NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>2190 - 2192</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>29/Feb./2012</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>28/Mar./2012</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		2190	2191	2192
	MUESTRA N°		675	676	677
	TOMADA DE:		ento vial calle cerrada de Aristóteles frente manzana 2 vivienda 37 a 4		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	200		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CONCRETOS CEMEX		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		CAMION REVOLVEDOR		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		13.00	13.00	13.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		29-feb-12	29-feb-12	29-feb-12
	Fecha de ruptura		07-mar-12	14-mar-12	28-mar-12
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		27000.00	32400.00	37200.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		152.80	183.30	210.50
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		76%	92%	105%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS  
 NMX-C 156-1997- ONNCCE  
 NMX-C 161-1997- ONNCCE  
 NMX-C-159-ONNCCE-2004  
 NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>2232 - 2234</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>29/Feb./2012</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>28/Mar./2012</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		2232	2233	2234
	MUESTRA N°		699	700	701
	TOMADA DE:		ento vial calle cerrada de Aristóteles frente manzana 2 vivienda 37 a		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	200		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
finalidad					
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CONCRETOS TIRSA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		CAMION REVOLVEDOR		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		14.00	14.00	14.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		01-mar-12	01-mar-12	01-mar-12
	Fecha de ruptura		08-mar-12	15-mar-12	28-mar-12
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		24000.00	31200.00	37400.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		135.80	176.60	211.60
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		68%	88%	105%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS  
 NMX-C 156-1997- ONNCCE  
 NMX-C 161-1997- ONNCCE  
 NMX-C-159-ONNCCE-2004  
 NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>2248 - 2250</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>02/Mar./2012</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>30/Mar./2012</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		2248	2249	2250
	MUESTRA N°		705	706	707
	TOMADA DE:		ento vial calle cerrada de Aristóteles frente manzana 2 vivienda 42 a		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	200		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
finalidad					
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CONCRETOS TIRSA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		CAMION REVOLVEDOR		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		14.00	14.00	14.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		02-mar-12	02-mar-12	02-mar-12
	Fecha de ruptura		09-mar-12	16-mar-12	30-mar-12
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		26600.00	31400.00	35800.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		150.50	177.70	202.60
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		75%	89%	101%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS  
 NMX-C 156-1997- ONNCCE  
 NMX-C 161-1997- ONNCCE  
 NMX-C-159-ONNCCE-2004  
 NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>2271 - 2273</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>03/Mar./2012</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>31/Mar./2012</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		2271	2272	2273
	MUESTRA N°		714	715	716
	TOMADA DE:		punto vial calle cerrada de Aristóteles frente manzana 2 vivienda 42 a 4		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	200		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CONCRETOS TIRSA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		CAMION REVOLVEDOR		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		16.00	16.00	16.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		03-mar-12	03-mar-12	03-mar-12
	Fecha de ruptura		10-mar-12	17-mar-12	31-mar-12
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		24000.00	29600.00	35200.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		135.80	167.50	199.20
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		68%	84%	100%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS  
 NMX-C 156-1997- ONNCCE  
 NMX-C 161-1997- ONNCCE  
 NMX-C-159-ONNCCE-2004  
 NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>2520 - 2522</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>12/Mar./2012</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>09/Abr./2012</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		2520	2521	2522
	MUESTRA N°		813	814	815
	TOMADA DE:		ento vial calle cerrada de Aristóteles frente manzana 2 vivienda 1 a 1		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	200		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CONCRETOS TIRSA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		CAMION REVOLVEDOR		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		15.00	15.00	15.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		12-mar-12	12-mar-12	12-mar-12
	Fecha de ruptura		19-mar-12	26-mar-12	09-abr-12
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		24600.00	31000.00	36400.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		139.20	175.40	206.00
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		70%	88%	103%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NMX-C 156-1997- ONNCCE

NMX-C 161-1997- ONNCCE

NMX-C-159-ONNCCE-2004

NMX-C-083-ONNCCE-2004

## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>2575 - 2577</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>14/Mar./2012</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>11/Abr./2012</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		2575	2576	2577
	MUESTRA N°		846	847	848
	TOMADA DE:		ento vial calle cerrada de Aristóteles frente manzana 2 vivienda 17 a		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	200		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CONCRETOS TIRSA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		CAMION REVOLVEDOR		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		15.00	15.00	15.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		14-mar-12	14-mar-12	14-mar-12
	Fecha de ruptura		21-mar-12	28-mar-12	11-abr-12
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		24400.00	30600.00	35800.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		138.10	173.20	202.60
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		69%	87%	101%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS  
 NMX-C 156-1997- ONNCCE  
 NMX-C 161-1997- ONNCCE  
 NMX-C-159-ONNCCE-2004  
 NMX-C-083-ONNCCE-2004



## INFORME DE RESISTENCIAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

<b>Obra:</b> <u>Conjunto habitacional Las Lomas</u>	<b>Ensayes:</b> <u>3187 - 3189</u>
<b>Localización:</b> <u>Uruapan Michoacán</u>	<b>Fecha de recibo:</b> <u>04/Abr./2012</u>
<b>Cliente:</b> <u>Constructora Pecasa S.A de C.V.</u>	<b>Fecha de informe:</b> <u>02/May./2012</u>

IDENTIFICACION	ENSAYE N°		3187	3188	3189
	MUESTRA N°		1065	1066	1067
	TOMADA DE:		damiento vial calle Platon frente manzana 12 modulo 3 lote 2 y 3 lad		
DATOS PREVIOS	PROPORCIONES	F'c (kg/cm2)	200		
		Rev. Proyecto cm	14 + - 2		
	N°	cemento Marca y tipo			
	DE FECHA:	consumo cemento			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	cantidad proyectada			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	Maarca y Tipo	CONCRETOS TIRSA		
		Consumo			
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	Cantidad usada			
		Finalidad			
	Equipo de mezclado y su capacidad		CAMION REVOLVEDOR		
	Tipo de acomodo		VIBRADOR DE INMERSION		
	Agua consumo por sacco				
Revenimiento en cm.		14.00	14.00	14.00	
DATOS DEL ESPECIMEN	Diámetro en cm.		15.00	15.00	15.00
	Sección en cm.		176.70	176.70	176.70
	Fecha de colado		04-abr-12	04-abr-12	04-abr-12
	Fecha de ruptura		11-abr-12	18-abr-12	02-may-12
	Edad de la prueba en días		7	14	28
DATOS DEL ENSAYE	Tipo de prueba		COMPRESION AXIAL SIMPLE		
	Procedimiento de curado		INMERSION TOTAL EN AGUA		
	Carga de ruptura en kg.		26400.00	31800.00	37600.00
	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>		149.40	180.00	212.80
	% DE LA RESISTENCIA DEL PROYECTO		75%	90%	106%

### **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

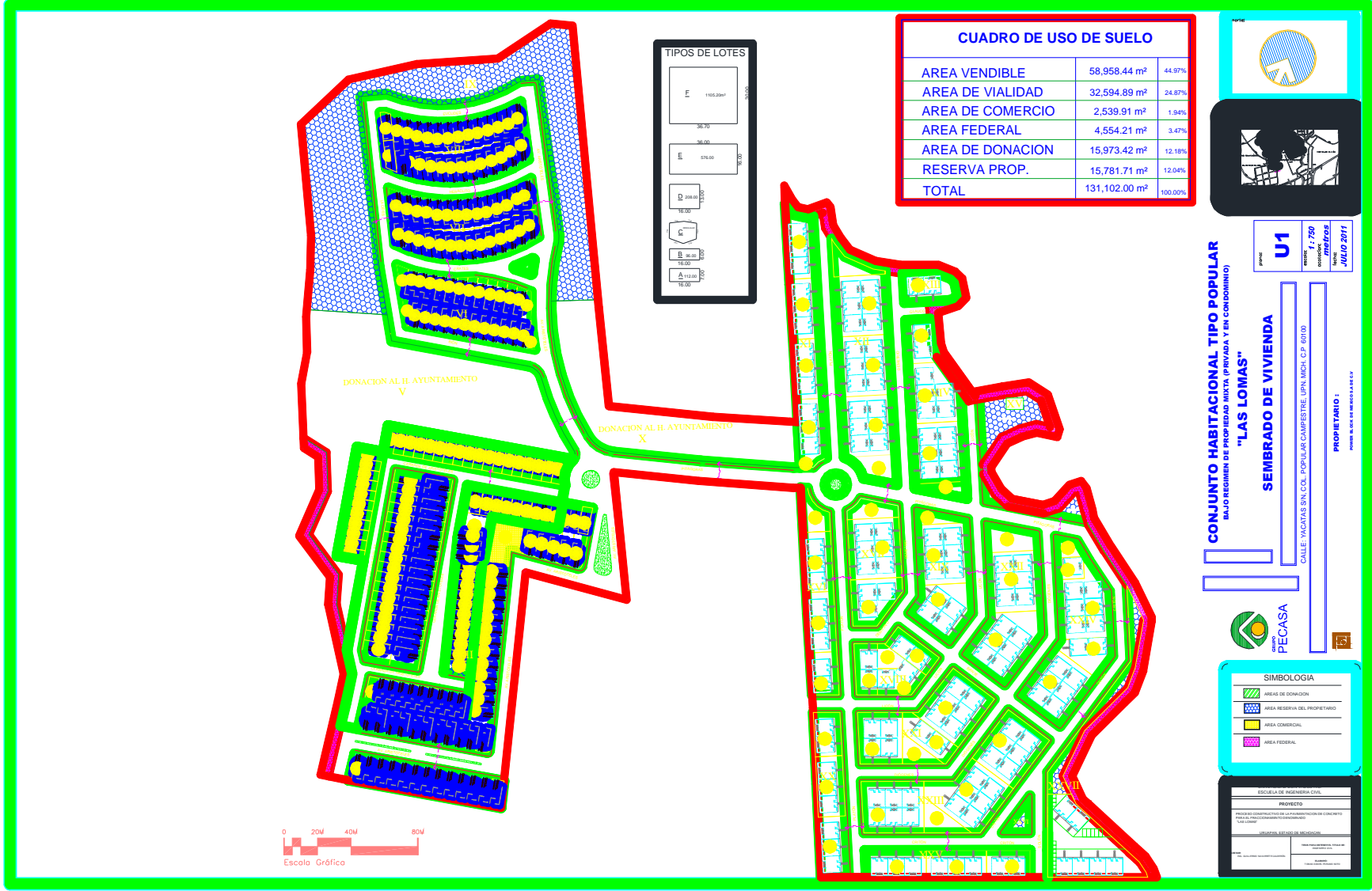
LA RESISTENCIA OBTENIDA CUMPLE DEACUERDO CON LA FATIGA DE PROYECTO DE ACUERDO A LAS NORMAS (NOM) NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NMX-C 156-1997- ONNCCE

NMX-C 161-1997- ONNCCE

NMX-C-159-ONNCCE-2004

NMX-C-083-ONNCCE-2004

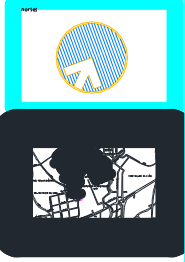


**TIPOS DE LOTES**

E	1100.00m <sup>2</sup>	100.00
E	570.00	100.00
D	238.00	133.00
B	60.00	100.00
A	110.00	100.00

**CUADRO DE USO DE SUELO**

AREA VENDIBLE	58,958.44 m <sup>2</sup>	44.97%
AREA DE VIALIDAD	32,594.89 m <sup>2</sup>	24.87%
AREA DE COMERCIO	2,539.91 m <sup>2</sup>	1.94%
AREA FEDERAL	4,554.21 m <sup>2</sup>	3.47%
AREA DE DONACION	15,973.42 m <sup>2</sup>	12.18%
RESERVA PROP.	15,781.71 m <sup>2</sup>	12.04%
<b>TOTAL</b>	<b>131,102.00 m<sup>2</sup></b>	<b>100.00%</b>



**CONJUNTO HABITACIONAL TIPO POPULAR**  
BAJO REGIMEN DE PROPIEDAD MIXTA (PRIVADA Y EN CONDOMINIO)

**"LAS LOMAS"**

**SEMBRADO DE VIVIENDA**

CALLE VACATAS S/N. COL. POPULAR CAMPESTRE. UPA, MCH. C.P. 60100

PROPIETARIO I  
NOMBRE DE LOS HEREDEROS A.A.E.C.

**U1**  
USO HABITACIONAL TIPO POPULAR  
FECHA DE EMISIÓN: 17 FEB 2011  
FECHA DE VIGENCIA: JULIO 2011



**SIMBOLOGIA**

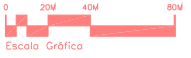
[Green hatched box]	AREAS DE DONACION
[Blue hatched box]	AREA RESERVA DEL PROPIETARIO
[Yellow box]	AREA COMERCIAL
[Pink box]	AREA FEDERAL

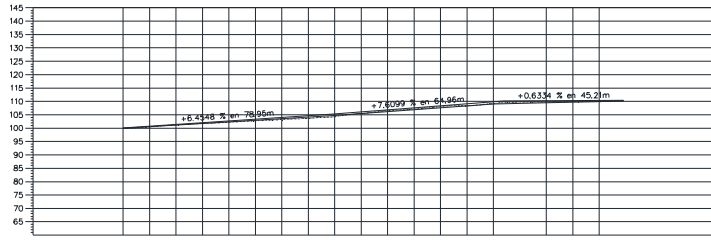
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO**

PROYECTO DE DISEÑO Y PLANEACION DE UN CONDOMINIO PARA LA PRODUCCION DE UN CONDOMINIO TIPO POPULAR

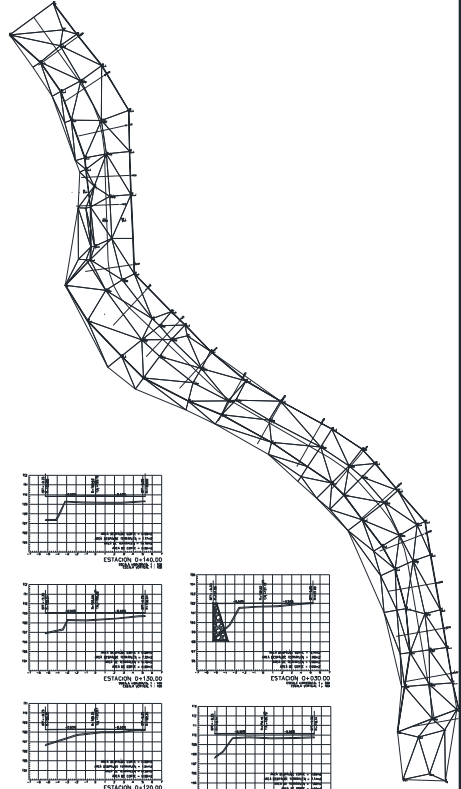
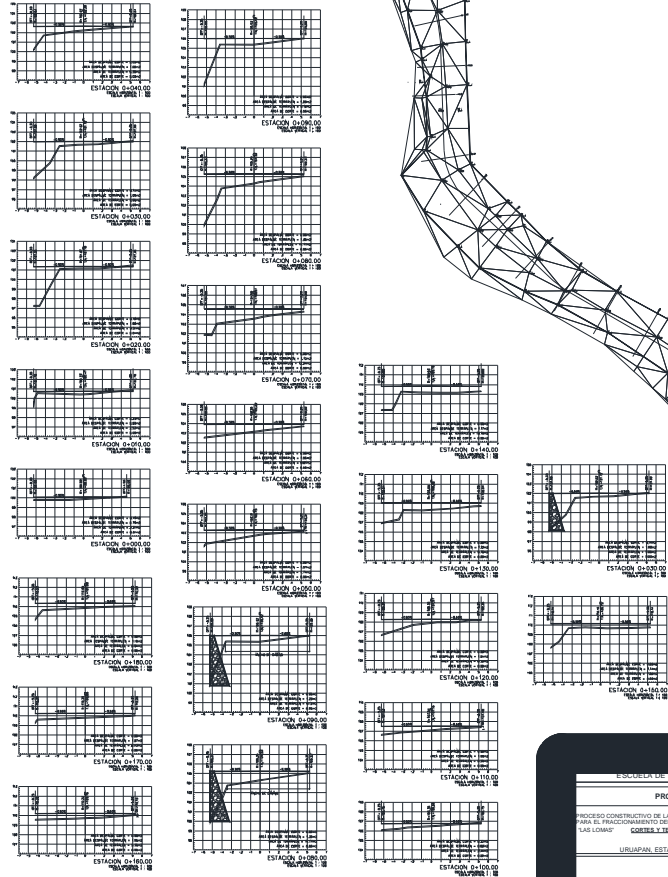
UBICACION DEL PROYECTO



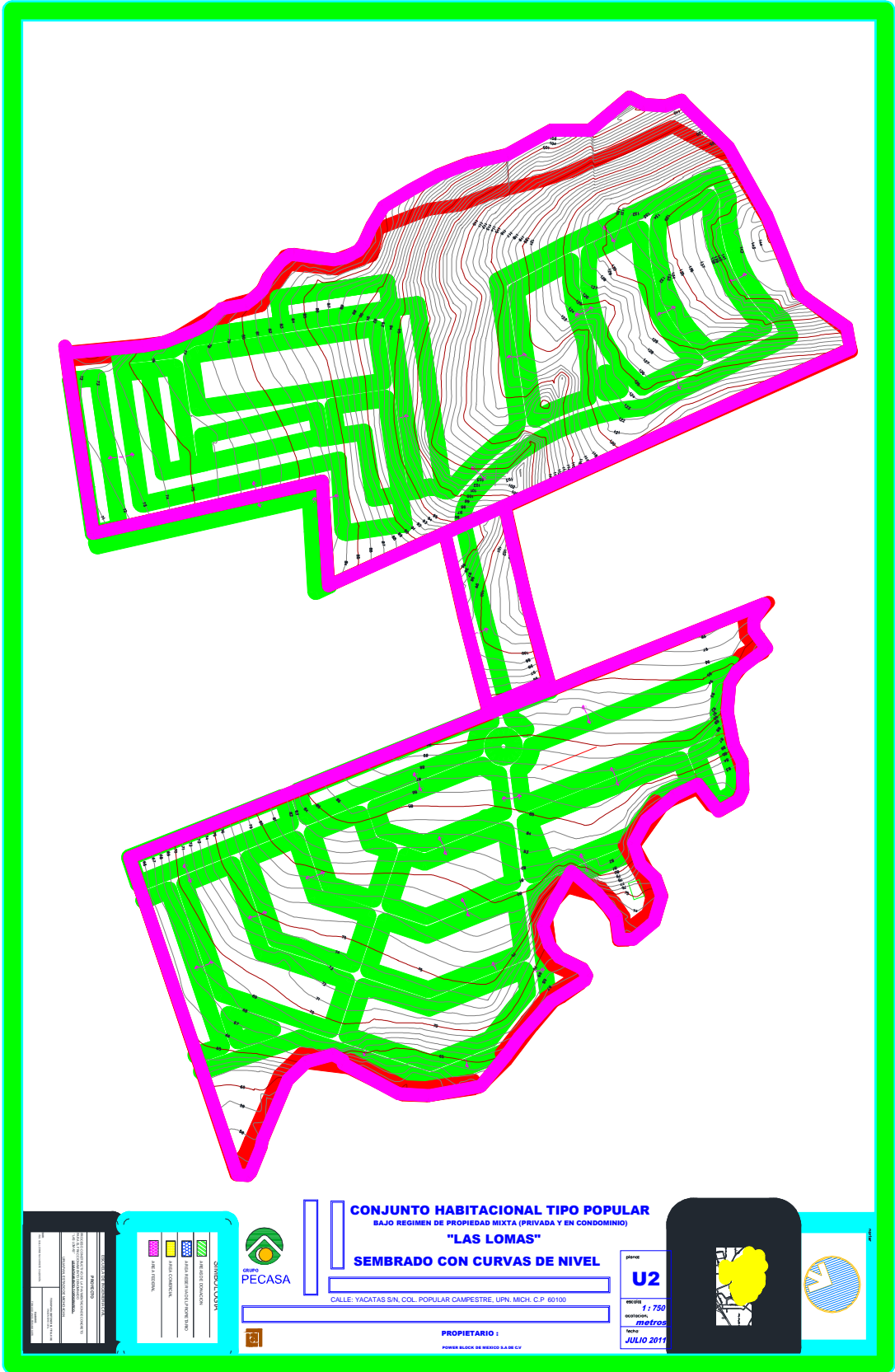


TIPO DE MATERIAL			
FACTOR DE ABUNDAMIENTO		1,000	
FACTOR DE COMPACTACION		1,000	
ORDENADAS DE LA CURVA MASA			
ESPECOR	VOLUMEN	ESPECOR	VOLUMEN
TERRAPLEN		TERRAPLEN	
CORTE		CORTE	
TERRAPLEN		TERRAPLEN	
CORTE		CORTE	
SUBRASANTE		SUBRASANTE	
TERRENO		TERRENO	

**PERFIL**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 1000  
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 1,48m<sup>3</sup>  
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -1,363,75m<sup>3</sup>  
 TOTAL VOLUMEN DESPALME EN CORTE = 10,07m<sup>3</sup>  
 TOTAL VOLUMEN DESPALME EN TERRAPLEN = -194,04m<sup>3</sup>



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO	
PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PAVIMENTACION DE CONCRETO PARA EL TRACCIONAMIENTO DENOMINADO	
1-45 LOMAS GENERAL TERESA MARTEL	
URUAPAN, ESTADO DE MICHOACAN	
TRABAJO PARA ENTENDER EL TRABAJO DE INGENIERIA CIVIL	ALUMNO
DEL CULMINAR SU MISION EDUCATIVA	FECHA DE ENTREGA DEL TRABAJO



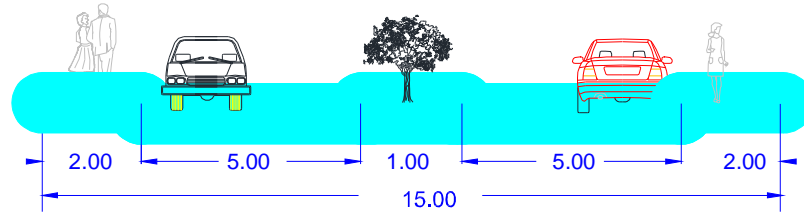
PROYECTO	CONJUNTO HABITACIONAL TIPO POPULAR "LAS LOMAS"
PROYECTANTE	GRUPO PECASA
PROYECTO DE ARQUITECTURA	PROYECTO DE ARQUITECTURA
PROYECTO DE INGENIERIA	PROYECTO DE INGENIERIA
PROYECTO DE DISEÑO	PROYECTO DE DISEÑO
PROYECTO DE CONSTRUCCION	PROYECTO DE CONSTRUCCION
PROYECTO DE MANTENIMIENTO	PROYECTO DE MANTENIMIENTO
PROYECTO DE OPERACION	PROYECTO DE OPERACION
PROYECTO DE CIERRE	PROYECTO DE CIERRE



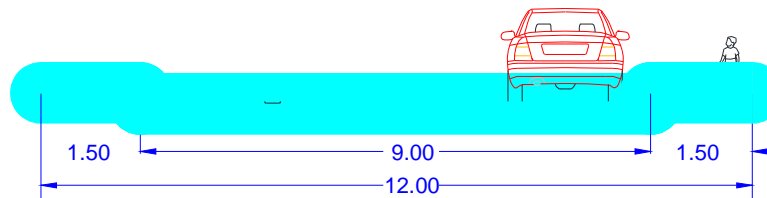
**CONJUNTO HABITACIONAL TIPO POPULAR**  
 BAJO REGIMEN DE PROPIEDAD MIXTA (PRIVADA Y EN CONDOMINIO)  
**"LAS LOMAS"**  
**SEMBRADO CON CURVAS DE NIVEL**  
 CALLE YACATAS SIN. COL. POPULAR CAMPESTRE. L.P.N. MICH. C.P. 60100

planos  
**U2**  
 escala  
 1 : 750  
 unidades  
 metros  
 fecha  
 JULIO 2011

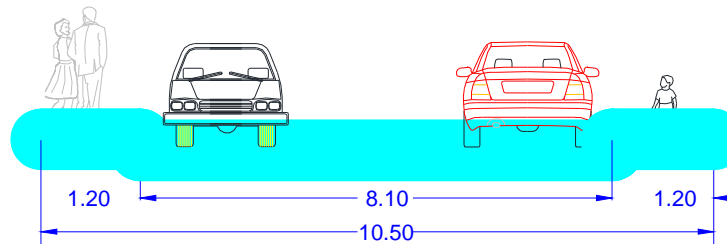
PROPIETARIO :  
 POWER BLOCK DE NEGOCIO S.A DE CV



Calle colectora corte A---A'



Calle primaria corte B----B'



Calle Secundaria corte C----C'

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO	
PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PAVIMENTACION DE CONCRETO PARA EL PAVIMENTAMIENTO DENOMINADO "CAG LOMAS" TIPO DE CALLES DEL PAVIMENTAMIENTO.	
URUAPAN, ESTADO DE MICHOACAN	
TITULO PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERIA CIVIL MEXICO, D.F. 2014	TITULO PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERIA CIVIL MEXICO, D.F. 2014
NOMBRE DEL ALUMNO TITULO ENVIADO: PAVIMENTACION	NOMBRE DEL ALUMNO TITULO ENVIADO: PAVIMENTACION