



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 PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN PARA LA URBANIZACIÓN DE LA COLONIA CALTZONTZIN.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Juan Alberto Nieves Godínez.

Asesor: I. C. Guillermo Navarrete Calderón

Uruapan, Michoacán, a 17 de Junio del 2014.



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.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes	1
Planteamiento del Problema.	7
Objetivo.	8
Pregunta de investigación.	9
Justificación.	10
Marco de referencia.	11

Capítulo 1.- Urbanización.

1.1 Normatividad para el desarrollo de nuevos proyectos de urbanización.	15
1.1.1 Sección Primera De los Desarrollos	15
1.1.2 Sección Segunda De los Desarrollos	17
1.1.3 Sección Tercera. Características de diseño urbano e infraestructura de los Desarrollos	26
1.1.4 Sección Cuarta, Áreas de Donación	43
1.1.5. Sección Primera, Disposiciones Generales	45
1.2 Definición de Topografía	49

1.3 Tipos de Levantamientos Topográficos	50
1.4 Teoría de Medición y los Errores	51
1.5 Las mediciones en general	55
1.6 Cifras Significativas	56
1.7 Métodos de cálculo	58
1.8 Tipos de mediciones que se realizan en topografía (planimetría)	60
1.9 Mediciones Directas, Mediciones Indirectas	61
1.10 Especificaciones y tolerancias para levantamientos de poligonales con tránsito y cinta	63
1.11 Levantamiento de poligonales abiertas	64
1.12 Nivelación Diferencial	65
1.13 Curvas de Nivel.	68
1.14 Levantamiento de poligonales cerradas	69
1.15 Mecánica de suelos	69
1.16 Propiedades de los suelos	70
1.17 Factores Geológicos	70
1.18 Tipos de Suelo	71
1.19 Propiedades Físicas de los Suelos.	72

1.20 Relaciones volumétricas y granulométricas	74
1.21 Granulometría en los suelos	76
1.22 Curva Granulométrica	77
1.23 Plasticidad	78
1.24 Consolidación	82
1.25 Círculos de Morhr	83
1.26 Identificación de suelos	84

Capítulo 2.- Pavimentación.

2.1 Definición de pavimentación	85
2.2 Vialidades Urbanas	86
2.3 Uso de la vía pública	89
2.4 Instalaciones para conductos subterráneos y espacios públicos	92
2.5 Nomenclatura en las vialidades	95
2.6 Dispositivos para el control de velocidad	96
2.7 Señalamiento	97
2.8 Señales Preventivas	98

2.9. Señales Restrictivas	101
2.10 Señales Informativas	103
2.11 Marcas en las Vialidades	104
2.12 Semáforos	105
2.13 Tipos de Pavimentos	106
2.14 Capas de los pavimentos flexibles	108
2.15 Asfaltos.	109
2.16 Carpetas asfálticas	111
2.17 Materiales pétreos para carpeta asfáltica	111
2.18 Carpetas por el sistema de riego	113
2.19 Carpetas de concreto asfáltico	114
2.20 Riesgo de sello	114
2.21 Fallas que se presentan en los pavimentos flexibles	115
2.22 Fallas que comúnmente ocurren en un pavimento flexible	116
2.23 Pavimentos Rígidos	117
2.24. Tipos de esfuerzos que se presentan en los pavimentos de concreto hidráulico	117
2.25 Losas de Concreto Hidráulico	118

2.26 Agrietamiento que se presenta en el concreto hidráulico	119
2.27 Juntas de Contracción	120
2.28 Juntas de Dilatación	123
2.29 Juntas de Construcción	124
2.30 Tipos de fallas en los pavimentos rígidos	125
2.31 Pruebas para llevar acabo el control de la calidad en pavimento rígido.	126

Capítulo 3.- Resumen de macro y microlocalización.

3.1 Generalidades.	128
3.1.1 Objetivo.	131
3.1.2 Alcance del proyecto.	132
3.2 Resumen ejecutivo.	132
3.3 Entorno geográfico.	133
3.4 Macro y microlocalización.	134
3.4.1 Macrolocalización.	136
3.4.2 Microlocalización.	138
3.5 Topografía.	139
3.6 Uso de Suelo regional y de la zona en estudio.	140
3.7 Economía regional y de la zona en estudio.	141
3.8 Hidrología y clima de Uruapan, Michoacán.	142
3.9 Estado físico anterior y reporte fotográfico.	144

3.10 Alternativas de solución.	152
3.11 Procesos de análisis .	153

Capítulo 4.- Metodología.

4.1 Método empleado.	155
4.1.1 Método matemático .	157
4.2 Enfoque de la investigación. .	158
4.2.1 Alcance de la investigación.	160
4.3 Diseño de la investigación. .	161
4.4 Instrumentos de recopilación de datos. .	162
4.5 Descripción del proceso o de investigación. .	164

Capítulo 5.- Cálculo, análisis e interpretación de resultados.

5.1 Aforo vehicular .	166
5.2 Levantamiento topográfico. .	169
5.3 Valor Relativo de Soporte (VRS). .	170
5.4 Diseño del pavimento rígido por el método PCA .	174
Conclusiones. .	208

Bibliografía. 212

Otras fuentes de información. 215

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

De acuerdo con la fuente de información www.canacem.org.mx en la historia el hombre se ha enseñado a construir estructuras que le ayudaron a cubrir las necesidades que se le presentaban en cada etapa de su estancia en el mundo, por ejemplo: herramientas, casas, edificios, caminos, puentes, etc.

Desde que los hombres aprendieron a vivir en comunidad y en asentamientos estables, la búsqueda de materiales y procesos constructivos para conseguir una pavimentación más confortable y duradera ha sido una inquietud constante.

Desde piedras naturales, pasando por adoquines de madera, arcilla prensada a mano y cocida, han sido muchos los tipos de materiales empleados en la pavimentación a lo largo de los siglos. Al principio los criterios eran fundamentalmente prácticos. Una vez resueltos éstos, fueron complementados por criterios más refinados en los que la belleza y el diseño cobraron mayor relevancia.

En la antigüedad se utilizaban materiales de construcción menos eficientes que los que conocemos hoy en día, fueron sustituyendo la madera, la piedra, el lodo, etc. Por materiales más eficientes y más resistentes como el acero y el concreto.

Buen ejemplo de ello es la pavimentación con mosaicos, que, procedentes de Oriente, fueron introducidos en Europa por los griegos, y divulgados por los romanos. Estos mosaicos se realizaban combinando pequeñas piezas de mármol y piedras naturales que se fijaban entre sí y al suelo utilizando cemento natural a base de cal.

Como lo indica la fuente de información <http://www.canacem.org.mx>, con la aparición en 1824 del Cemento Portland, así denominado por su inventor el inglés Joseph Aspdin, se posibilitó la producción de Piedra Artificial, como elemento constructivo que permite obtener piezas de formas muy diversas mediante procesos industrializados, mejorando el comportamiento de los productos de pavimentación y dando respuesta a las necesidades de un creciente mercado.

La tecnología de la piedra artificial dio paso al Mosaico Hidráulico, antecedente del Terrazo, que desde el último cuarto del siglo XIX ha sido el material más usado y de mayor calidad con que se ha pavimentado los suelos de las viviendas y que aún se siguen utilizando.

Con el desarrollo industrial en el sector de los materiales para la construcción, apareció una nueva tipología de maquinaria y proceso de fabricación, que sin perder las posibilidades creativas del mosaico hidráulico, permitieron mejorar las características mecánicas de las baldosas y producirlas en series mayores, naciendo el terrazo.

Casi toda la pavimentación de viviendas, locales comerciales y áreas peatonales entre los '60 y '80 estaban constituidas por baldosas prefabricadas de hormigón. A partir de los años 80, el terrazo ha mantenido su supremacía en la pavimentación de áreas comerciales y espacios peatonales, a pesar de la incorporación en el mercado de otros materiales.

Sus características mecánicas, superiores a otros productos, lo hacen idóneo para cualquier uso interior, toda vez que pueden adaptarse estas características a los

requerimientos de la superficie a pavimentar. En pavimentación exterior, las baldosas prefabricadas de hormigón siguen siendo las más utilizadas.

Con el desarrollo del terrazo, adaptándolo a los requerimientos de uso exterior, crecieron sus posibilidades de diseño, enriqueciendo la estética urbana.

Conforme va transcurriendo el tiempo, va aumentando el número de habitantes en una población.

La urbanización es el cambio de una sociedad rural a una urbana, a fin de construir las viviendas y la infraestructura necesaria para una población ya sea de un pueblo o una ciudad. En una urbanización se requiere de electricidad, agua potable, drenaje, pavimentación, recolección de residuos y transporte, entre otros servicios básicos para una sociedad.

La construcción de los caminos ha ayudado al desarrollo de una sociedad, tanto en lo económico como en lo social. Por medio de estos caminos podemos comunicarnos entre sí o llegar a un debido punto de trayectoria.

El hombre tiene la necesidad de trasladarse de un lugar a otro con el fin de satisfacer sus necesidades, por lo cual conforme va transcurriendo el tiempo tiende a recortar caminos y hacer de estos trayectos más cortos por lo cual es importante la ingeniería para que se realicen estas obras de impacto ya sea en un pueblo o en una ciudad.

Con la necesidad de disminuir el tiempo de traslado, el hombre ha tenido que ir proponiendo alternativas que ayuden a mejorar el sitio por donde se desplazara

hacia llegar a su objetivo, con el fin de hacer un camino más corto, mejorando su calidad y estilo de vida.

Entre los primeros pueblos que se reconocen como constructores de caminos, se puede hablar de los mesopotámicos, los chinos y los incas en Sudamérica.

Con la invención de la rueda se tuvo que mejorar los caminos, para que estos fueran accesos de comunicación y transporte más rápidos que le permitirían al ser humano mayor comodidad.

El hombre con el afán de disminuir el tiempo de traslado de un lugar a otro tubo la necesidad de inventar un medio de transporte que le fuera eficaz para darle solución a este problema, con lo que se da origen al automóvil, que con el tiempo fue evolucionando hasta llegar a los modelos que existen en la actualidad.

Con forme los automóviles van cambiando sus características propias tanto interiores como exteriores se tiene la necesidad de proyectar vías de comunicación con mejores características geométricas, como curvatura, sobreelevación, pendiente longitudinal y transversal, secciones transversales, uniformidad en la capa de rodamiento etc.

La función de un pavimento es la de conformar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de vehículos y a los factores ambientales, proporcionando seguridad y comodidad a quienes transiten por este.

Existen dos tipos importantes de pavimentos, los rígidos y los flexibles, los cuales se diferencian uno de otro por las capas de materiales que lo componen. La

superficie de rodamiento es una característica importante para clasificar a un pavimento.

Por ejemplo un pavimento con superficie de rodamiento a base de una carpeta asfáltica se le conoce como flexible, mientras que los pavimentos con superficie de rodamiento a base de losas de concreto hidráulico se le conoce como rígidos.

Un pavimento es la unión de capas puestas unas sobre otras, de manera horizontal utilizando como superficie para que circulen los vehículos o peatones.

Las capas más comunes de las que se compone un pavimento flexible es la capa subrasante, sub-base, base y la carpeta asfáltica.

Las capas más comunes para un pavimento rígido es la capa subrasante, sub-base y el concreto hidráulico.

En la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C. existen 8 tesis de la carrera de ingeniería civil relacionadas con el tema de pavimentación, alguna de estas tesis están basadas en el diseño, en la propuesta y en el proceso constructivo.

De tal motivo que se tomaron las siguientes tesis relacionadas con pavimentación, entre una de ellas se destaca la tesis Propuesta de pavimento rígido para las vialidades del fraccionamiento campestre Zumpimito segunda etapa, en la ciudad de Uruapan Michoacán, elaborada por Joaquín Galván Sierra, publicada en el año 2012 cuyo objetivo es diseñar la estructura de pavimento rígido para las vialidades internas del fraccionamiento denominado Campestre Zumpimito segunda etapa, el cual se proyecta en la zona sur de la Ciudad de Uruapan Michoacán,

basados en los principales métodos de diseño para este tipo de estructuras, llegando a la conclusión de que el diseño la estructura de un pavimento rígido para las vialidades internas del fraccionamiento denominado Campestre Zumpimito Segunda Etapa, el cual se proyecta en la zona sur de la ciudad de Uruapan, Michoacán, basados en los principales métodos de diseño para este tipo de estructuras .

La tesis de Diseño de la estructura de pavimento rígido para el boulevard industrial del Km 9+800 al 10+900 en la ciudad de Uruapan, Michoacán, elaborada por Cristian Pérez Sepúlveda, en el año 2011, cuyo objetivo general es el diseñar la estructura de un pavimento rígido para el boulevard industrial del km 9+800 al km 10+900 de la ciudad de Uruapan Michoacán, con el propósito de cambiar superficie de rodamiento existente, además de disminuir las constantes reparaciones que se le dan al pavimento ya existente en el lugar de la investigación, llegando a la conclusión que la estructura del pavimento rígido para el boulevard industrial del Km 9+800 al 10+900, tiene que tener una capa total de 33 cm a partir del terreno natural, la subbase tiene un espesor de 15 cm con un módulo de reacción en conjunto con la subrasante (K) de 585 Pci, con un valor relativo de soporte (VSR) de 80%, mientras que la losa de concreto hidráulico consta de un espesor de 18cm con $f'c=350\text{kg/cm}^2$. Siendo éstas las dimensiones aceptadas para el volumen de tránsito vehicular obtenido de la zona de estudio.

La tesis Proceso constructivo de la estructura del pavimento del camino que conduce a los fresnos a Urínguitiro en el municipio de Tancitaro Michoacán, elaborada por Ricardo Estrada Hurtado, publicada en el año 2008, cuyo objetivo es Proponer el proceso constructivo de la estructura del pavimento del camino que

conduce de los Fresnos a Urínguitiro en el Municipio de Tancítaro Michoacán, llegando a la conclusión de que es importante conocer el proceso constructivo de cualquier obra, conocer el porqué de sus características al momento de construir y dándole una buena supervisión para que el trabajo se ejecute de una forma exitosa.

Planteamiento del problema.

En la actualidad existen pavimentos de mala calidad, esto se debe a que quienes construyen estos pavimentos no lo hacen con el criterio adecuado, ni los materiales que son necesarios para la construcción del tipo de pavimento que se va a construir ya sea un pavimento rígido o un pavimento flexible.

En muchas ocasiones se logra ver pavimentos agrietados, que tenían una durabilidad de varios años y no duran más que dos meses, esto se debe a que quienes lo construyen disminuyen las proporciones de los materiales con los que se van a construir estos pavimentos o que muchas veces no tienen el conocimiento ni el criterio necesario para ejecutar una obra de este tipo.

Un pavimento en malas condiciones, trae consigo mismo muchos problemas tanto para el tránsito vehicular como el tránsito peatonal, provocando incomodidad al circular por este, ocasionando así tardarse más tiempo al trasladarse al sitio donde se desea llegar. Por lo que es necesario construir pavimentos de buena calidad que garanticen a quienes circulen por éste, seguridad, confianza y un traslado rápido y cómodo, teniendo en cuenta los criterios necesarios para su construcción y así construir un pavimento que sea duradero y servicial.

Un pavimento bien diseñado y construido conforme a las características que lo caracterizan y siguiendo el proceso constructivo que lo caracterice, permitirá tener un pavimento que dure mucho tiempo permitiendo dar mayor comodidad y seguridad a quienes transiten por este lugar.

Por lo que se tendrá que diseñar un pavimento ya sea flexible o rígido de acuerdo a las características del sitio donde se va a construir este tipo de obra, tomando en cuenta los procesos constructivos dependiendo del tipo de pavimento.

El buen diseño de un pavimento, el seguir el proceso constructivo que se indique dependiendo del pavimento a construirse en el sitio a ejecutar la obra nos permitirá tener un pavimento que sea duradero y que brinde comodidad y seguridad para quien transite por él, permitiendo que durante su trayecto el factor tiempo no sea un inconveniente y así poder agilizar el tráfico de los vehículos, brindando una mayor comodidad al usuario cuando este transite por él.

Por tal motivo es necesario preguntarse ¿Cuál será el factor por el cual un pavimento no cumple con su vida útil recomendada?

Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar el proyecto de pavimentación para la urbanización de la colonia Caltzontzin.

Objetivos particulares.

1. Señalar los artículos más importantes de la normatividad del código de desarrollo urbano del estado de Michoacán de Ocampo.
2. Definir el concepto de topografía.
3. Establecer el concepto de geotecnia.
4. Definir conceptualmente el término de pavimentación.
5. Señalar los tipos de pavimentos que existen.
6. Determinar el pavimento adecuado para la colonia caltzontzin.

Pregunta de investigación.

Con esta investigación se dará respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el diseño de proyecto de pavimentación para la urbanización de la colonia caltzontzin en la ciudad de Uruapan, Michoacán?

De esta misma interrogante se subdividen las siguientes preguntas secundarias:

1. ¿Qué impacto tendrá ante la sociedad este proyecto?
2. ¿Quiénes serán los beneficiados si se lleva a cabo este proyecto?
3. ¿Cuál tipo de pavimento será el apropiado para el presente caso de estudio?
4. ¿Por qué se construyen pavimentos de mala calidad?
5. ¿Tendrá que mejorarse el tipo de suelo en el presente caso de estudio?

6. ¿Qué tipo de materiales son apropiados para llevar a cabo este proyecto?
7. ¿En que influye una supervisión adecuada para la construcción de un pavimento?
8. ¿Cuál será la vida útil de este del pavimento propuesto para el presente caso de estudio?

Justificación.

La presente investigación tiene un impacto importante ante la sociedad, tal es el caso de la ciudad de Uruapan Michoacán, que cuenta con la colonia caltzontzin donde se llevó acabo el proponer el diseño una estructura de pavimento rígido que permitirá darle mayor seguridad y comodidad alas habitantes que viven en dicho lugar y los prestadores de servicios que transiten por esta vialidad.

Con forme van transcurriendo los años va creciendo la población de esta ciudad por lo que se propone este tipo de pavimento que será un pavimento de buena calidad y de mayor durabilidad que si se logra ejecutar este proyecto tendrá un impacto muy importante ante la sociedad que habita en el presenté caso de estudio.

Cabe destacar que esta investigación beneficiara a quien transite por esta vialidad, brindando un tránsito rápido, seguro, uniforme, cómodo y sobre todo una vialidad que sea duradera, que conforme transcurran los años esta vialidad siga siendo efectiva y cumpla con sus condiciones iniciales durante el trayecto de su vida útil.

Otros beneficiados con esta investigación es la persona quien llevó a cabo esta investigación, porque pudo resolver su duda acerca de este tipo de problemática que existe en lugar de estudio. Permitiendo de esta manera conocer qué tipo de pavimento es más conveniente construir en un sitio que cuente con este tipo de características, de mismo modo ayudara a todos aquellos quienes consulten esta investigación ya sean estudiantes de la Universidad Don Vasco de la Escuela de Ingeniería Civil o cualquier estudiante que comience con un nuevo proyecto de investigación igual o similar, que le permita proponer y solucionar una problemática de este tipo y así decidir qué tipo de pavimento es correspondiente proponer que se construya en una vialidad de este tipo de características ya mencionadas en supuesta investigación.

Marco de referencia.

Este proyecto de investigación se realiza en el municipio de Uruapan, Michoacán, el cual se localiza en la porción oeste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19 38` 00`` de latitud norte y los meridianos 101 56`00`al 102 22`00`` de longitud oeste de Greenwich, con una variación de altitud de 900 msnm.

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

Como lo menciona la fuente de información www.uruapan.gob.mx, el municipio de Uruapan colinda al Norte con los municipios de Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con Ziracuaretiro, Taretan al Sur con Gabriel Zamora; al oeste con los municipios de Tancítaro, San Juan Parangaricutiro, Peribán y los Reyes. Cuenta con una extensión territorial de 761 Km², el cual representa el 1.46% del total de la superficie del estado. Los datos arrojados por el Censo de Población y Vivienda del INEGI 2010, el municipio de Uruapan cuenta con 315,350 habitantes y la ciudad de Uruapan cuenta con 264,439 habitantes lo que la coloca como la segunda más poblada del Estado y en el lugar 58° en el país en cuanto a población se refiere. La densidad de población es de 336 habitantes por km².

El clima de Uruapan mantiene en el transcurso del y a través de sus diferentes situaciones geográficas, clima con temperaturas promedio diferentes y esta catalogado entre los mejores climas del mundo, dichos climas son: cálido, subhúmedo con lluvias en verano con una temperatura promedio de 23.4 grados y una precipitación pluvial promedio anual de 1127.4 ml.

De acuerdo con la fuente de información wikipedia.org/wiki/Uruapan la temperatura media anual del territorio también se encuentra dividida en tres zonas, la zona norte del municipio tiene un rango de 6 a 20 °C, la zona centro y sur tiene un promedio entre 10 y 27 °C, y finalmente dos porciones del extremo sur registran de 14 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 mas, donde el promedio es de 1,000 a 1,200 mm y de 800 a 1,000 mm.

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. El Municipio cuenta con 5 ríos entre los más importantes y la superficie que recorren en el mismo son: Río Cupatitzio con una superficie de 58.4%, Río Paracho con 19.6%, Río Parota con una superficie de 15.3%, Río Itzicuaró con 6.0% y Río Bajo Tepalcatepec ocupando una superficie de 0.79%.

De acuerdo con la fuente de información wikipedia.org/wiki/Uruapan las principales artesanías son las lacas, jícaras, bateas y máscaras, todas ellas con la famosa técnica conocida como maqué y los rebozos; además de elaborar manta rústica de algodón y de acrilán, en telares rústicos de madera de pedal, que es una de las herencias de Vasco de Quiroga.

Según la fuente de información wikipedia.org/wiki/Uruapan las comunidades indígenas existen las corundas; el churipo (un cocido de carne de res elaborado con especias regionales y verduras como el repollo); la barbacoa de borrego; las famosas carnitas de cerdo; las quesadillas (tortilla con queso) de flor de calabaza; los tamales de harina; el atole de leche, de changunga, de zarzamora, negro (cáscara de cacao),

de tamarindo, piña, de guayaba y el atole de grano; los buñuelos; el chocolate de metate; los uchepos; los camotes; los plátanos cocidos; las enchiladas michoacanas; los huevos a la michoacana; el Guacamole (una pasta hecha de aguacate con jitomate, limón, cebolla y chile), entre otros tantos platillos exquisitos. 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.

Su forma de gobierno es democrática y depende del gobierno estatal y federal; se realizan elecciones cada 3 años, en donde se elige al presidente municipal y su gabinete. El presidente actual se llama Aldo Macías Alejandres, quien fuera candidato por el Partido Revolucionario Institucional.

La colonia Caltzontzin está situada en el Municipio de Uruapan en el Estado de Michoacán de Ocampo. Tiene 4503 habitantes. Esta colonia está a 1640 metros de altitud. En esta colonia existen 2217 hombres y 2286 mujeres. La relación que existe entre mujeres y hombres es de 1.031. El ratio de fecundidad de la población femenina es de 2.72 hijos por mujer. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 6.93% de los cuales el 6.59% se presenta en los hombres y el 7.26% se presenta en las mujeres, el grado de escolaridad es de 7.26% de los cuales el 7.25% se basa en hombres y 7.26% se basa en mujeres.

CAPÍTULO 1

URBANIZACIÓN

En el presente capítulo se abordarán los temas relacionados con urbanización, topografía y geotecnia. Donde se explicaran todas las características importantes de cada uno de estos apartados, sus definiciones correspondientes, la forma de emplearse en campo que sería un factor importante para ejecutar una pavimentación.

1.1 Normatividad para el desarrollo de nuevos proyectos de urbanización.

Una urbanización es un conjunto de viviendas situadas generalmente en un antiguo medio rural junto a otras poblaciones. Los terrenos y manzanas están compuestas por una o más parcelas que tiene siempre acceso a una calle. Las parcelas disponen de servicio de electricidad, agua potable, alcantarillado, recogida de basura, como mínimo y transporte en algunos casos. Entre las diversas manzanas es habitual reservar zonas de parques y jardines de uso público.

1.1.1 Sección Primera De los Desarrollos.

En el Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo, en su apartado De los Desarrollos, capítulo uno, correspondiente a la Sección Primera, título segundo, está desarrollado en base a artículos los cuales señalan lo siguiente:

El Artículo 289, menciona que los tipos de Desarrollos que establece este Código atenderán a la densidad de población y de construcción; a la superficie del lote mínimo y de sus frentes; a su ubicación; al alineamiento y compatibilidad

urbanística; a las especificaciones de construcción; a la infraestructura, equipamiento y servicios que éstos requieran y al uso o destino del suelo previsto en los programas de desarrollo urbano aplicables.

Por otro lado, el artículo 290, de este código señala que los Desarrollos que se autoricen en el Estado, se clasificarán en los tipos siguientes:

a). Habitacionales Urbanos:

- Residencial.
- Medio.
- Interés social.
- Popular.
- Mixto.

b). Habitacionales Suburbanos:

- Campestre.
- Rústico tipo granja.

c). Comerciales:

- Venta al detalle.
- Venta al mayoreo y/o bodegas.

d). Industriales:

- Contaminantes.
- No contaminantes.

e). Cementerios:

1.1.2 Sección Segunda De los Desarrollos.

El artículo 291 de El Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección segunda, título segundo hace mención que las normas técnicas del proyecto, las obras de urbanización y construcciones en los Desarrollos y desarrollos en condominio, deberán ajustarse a lo dispuesto en este Código, en los reglamentos de construcciones, en los programas y declaratorias de desarrollo urbano y en las autorizaciones respectivas; así como a los lineamientos técnicos que para el efecto dicte el Ayuntamiento. Mientras que el artículo 292 de estas mismas normas señala que los proyectos, las obras de urbanización y construcción en los Desarrollos, deberán sujetarse a las normas técnicas siguientes:

- De diseño urbano.
- De sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial;
- De vialidad.
- De electrificación y alumbrado público.

Continuando con las normas técnicas del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo, en su apartado De los Desarrollos, capítulo uno, correspondiente a la Sección segunda, título segundo, establece que los artículos siguientes establecen los siguiente criterios tal es el caso del artículo 293 que hace mención de que las normas de diseño urbano son las que regulan el proyecto de los Desarrollos y desarrollos en condominio, en cuanto a la zonificación, dimensiones de

lotes y manzanas, densidades de población y construcción, equipamiento urbano, áreas verdes y de donación. El artículo 294 indica que cuando en un predio por fraccionar existan obras o instalaciones de servicio público, el fraccionador evitará la interferencia de sus propias obras o instalaciones con las existentes.

En caso de que se cause daño o deterioro a las obras o instalaciones existentes, el fraccionador será responsable de su reparación; para ello, el Ayuntamiento fijará un plazo perentorio, según la naturaleza del daño causado y la urgencia de repararlo, a fin de que la obra conducente quede debidamente ejecutada a tiempo. Si vencido el plazo no se hubiere concluido la reparación, ésta se ejecutará por el Ayuntamiento a cuenta del fraccionador.

Lo dispuesto en este artículo, no exime al fraccionador de las responsabilidades, e infracciones en que hubiere incurrido por la falta de prestación del o los servicios públicos afectados. Por su parte el artículo 295 del código de desarrollo urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección segunda, título segundo enuncia que queda prohibido el establecimiento de Desarrollos o desarrollos en condominio, en lugares no aptos para el desarrollo urbano, según las normas que establecen los diversos programas de desarrollo urbano, o en zonas alejadas de las redes de los servicios públicos, insalubres, inundables y en general, vulnerables, a menos que se realicen las obras necesarias de saneamiento o protección a costa del fraccionador, con autorización del Ayuntamiento correspondiente.

En todo caso, será responsabilidad del fraccionador la construcción previa de la vía de enlace del Desarrollo o desarrollo en condominio con la zona urbanizada inmediata, y de las obras necesarias para llevar los servicios públicos.

De acuerdo con el artículo 296 el código de desarrollo urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Segunda, título segundo, la construcción de vivienda multifamiliar o edificios habitacionales dentro de algún Desarrollo Habitacional Urbano, sólo podrá ejecutarse en las zonas y de acuerdo a las densidades que para tal efecto hayan sido autorizados por el Ayuntamiento. Las construcciones en los desarrollos en condominio, además de cumplir con lo dispuesto en el párrafo anterior, deberán respetar lo previsto en este Código, en cuanto a las densidades y características de las obras, continuidad de vialidades existentes y las previstas en los programas de desarrollo urbano, así como a la extensión de las áreas libres, de estacionamiento y de uso común.

Por otra parte, el artículo 297 del código de desarrollo urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección segunda, título segundo justifica que las áreas de donación en los Desarrollos o desarrollos en condominio no podrán ser objeto de enajenación, salvo en los casos previstos en este Código.

El cincuenta por ciento deberá destinarse para áreas verdes, parques o plazas públicas, en las cuales el fraccionador tendrá la obligación de equiparlas para tales efectos y el otro cincuenta por ciento, se destinará para la construcción del

equipamiento educativo público del nivel básico, áreas deportivas o recreativas e instalaciones de comercio, salud y asistencia públicas.

Las características que deberán cumplir las áreas de donación para equipamiento urbano son las siguientes:

a) Ubicarse dentro del Desarrollo o desarrollo en condominio.

b) Integrar un solo polígono, cuando la superficie no rebase los 5,000.00 metros cuadrados, y en caso de ser mayor, se determinará por la Dependencia Municipal en función del uso que se le pretenda dar por el Ayuntamiento, para lo cual deberá observar:

- Las disposiciones de los programas de desarrollo urbano de la zona en que se localice.
- Las necesidades de equipamiento urbano de la población que habitará en el Desarrollo, desarrollo en condominio o de la zona en donde se ubique.
- Las determinaciones técnicas del Sistema Normativo de Equipamiento Urbano.

c) Preferentemente al centro geométrico del Desarrollo o desarrollos en condominio.

d) Con un mínimo de dos frentes a vialidades públicas.

e) Las vialidades que las circunden deberán estar totalmente urbanizadas.

f) Proporción del predio (ancho/largo) de 1:1 a 1:2.

g) Pendiente máxima del diez por ciento.

h) La posición en relación a la manzana, deberá ser preferentemente en la cabecera, media manzana o manzana completa, de conformidad a la superficie y el uso que se le pretenda dar por parte del Ayuntamiento.

El artículo 298, dispone que los Desarrollos o desarrollos en condominio la caseta de vigilancia será considerada como parte de la superficie que el fraccionador está obligado a donar al Ayuntamiento, adicional a los porcentajes o cantidades previstas para tal fin, en el presente Código. El Ayuntamiento fijará sus especificaciones, dimensiones y ubicación. Es obligación del fraccionador construir la caseta.

Prosiguiendo con los artículos del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos, capítulo uno, correspondiente a la Sección segunda, título segundo, tal es el caso del artículo 299 que indica que las normas de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial, serán determinadas por el Organismo y regularán el proyecto, cálculo y construcción de las redes así como las descargas de aguas residuales. El artículo 300, el Organismo podrá conectar un Desarrollo o desarrollo en condominio a la red municipal de agua potable, cuando se garantice previo dictamen de factibilidad, la suficiencia de este servicio. El artículo 301, las normas de vialidad son las que regulan el proyecto de un Desarrollo o desarrollo en condominio, en cuanto a las características, especificaciones y dimensiones de las vialidades y andadores,

pavimentos, banquetas y guarniciones, así como a la nomenclatura y circulación en las mismas. El artículo 302, las vialidades de un Desarrollo o desarrollo en condominio, se construirán de acuerdo con lo previsto en este Código y sus características estarán determinadas por la función principal de cada una de ellas, conforme a la siguiente clasificación:

1. Vialidades colectoras. Son las destinadas para interconectar las diversas zonas de un centro de población en forma fluida y con el menor número de obstrucciones. Las características de este tipo de vialidades las determinará el Ayuntamiento.
2. Vialidades principales. Son aquellas destinadas a conducir el tránsito de las calles locales hacia otras zonas del desarrollo o del centro de población, o hacia las vialidades colectoras. Este tipo de vialidades nunca podrán ser cerradas y darán acceso a los lotes, departamentos, viviendas, locales o unidades.
3. Vialidades secundarias. Son aquellas destinadas principalmente a dar acceso a los lotes, viviendas, departamentos, locales o unidades de un Desarrollo o desarrollo en condominio.

Según el artículo 303 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos, capítulo uno, correspondiente a la Sección Segunda, título segundo, describe que las vialidades colectoras en los Desarrollos o desarrollos en condominio deberán estar orientadas en función de los puntos cardinales y tener una longitud mínima en relación al largo total de calles, de acuerdo con los porcentajes siguientes:

1. De tipo residencial, el veinte por ciento.
2. De tipo medio, el quince por ciento.
3. De interés social o tipo popular, el diez por ciento.

La Dependencia Municipal determinará cuando por la dimensión de un Desarrollo o desarrollo en condominio, no se requiera la construcción de vialidades colectoras o se pueda variar la orientación de estas, sólo por excepción en los casos en que las condiciones físicas o climatológicas del predio a fraccionar lo justifiquen o cuando la estructura urbana principal de la ciudad sea diversa a esta disposición.

El artículo 304 menciona que las vialidades cerradas sólo se permitirán por excepción y sólo en los casos en las condiciones físicas del predio por fraccionar lo justifiquen, o cuando se trate de vialidades de un desarrollo en condominio y que no afecte la estructura vial principal existente de la zona en donde se ubique o que esté prevista en los programas de desarrollo urbano, para lo cual deberán atender lo siguiente:

1. Tendrán un arroyo vehicular de un mínimo de 10 metros en doble sentido de circulación, y su sección transversal de paramento a paramento será de 13 metros y una longitud máxima de 120 metros y un retorno de 20 metros de diámetro como mínimo, medidos de guarnición a guarnición.
2. En los Desarrollos Industriales tendrán un arroyo vehicular mínimo de 12 metros en doble sentido de circulación, su sección transversal será de 16 metros y una longitud máxima de 120 metros y un retorno de 32 metros de diámetro como mínimo de guarnición a guarnición.

3. En los demás tipos de Desarrollos, tendrán una longitud máxima de 90 metros y un retorno de 20 metros de diámetro como mínimo de guarnición a guarnición.

De acuerdo con el artículo 305 de este mismo código, se contempla que las vialidades que conformen un sistema vial alternativo tendrán las características siguientes:

1. Andadores: Son aquellos que servirán exclusivamente para el tránsito de peatones; debiendo quedar cerrados al acceso de vehículos por medio de obstrucciones materiales. No podrán ser tomados como áreas verdes; áreas de estacionamiento, áreas privativas o libres en un desarrollo en condominio, ni tampoco como áreas de donación en los Desarrollos. Su longitud máxima será de 90 metros, se podrán intercalar hasta dos andadores entre dos vialidades.

2. Ciclo vías: Tendrán una sección transversal mínima de 1.50 metros por sentido de circulación. Podrán ubicarse dentro de parques públicos o restricciones de ríos y arroyos. Cuando se ubiquen dentro del sistema vial primario, deberán estar sobre camellones. Cuando se ubiquen dentro del sistema vial secundario, deberán estar sobre camellones o colindantes a las banquetas.

El artículo 308, destaca que el proyecto de diseño urbano de un Desarrollo o desarrollo en condominio, se deberá respetar la estructura vial existente en los desarrollos colindantes y la establecida en los programas de desarrollo urbano.

De tal forma, se deberá considerar una longitud máxima de 150 metros lineales para las manzanas, con excepción de los fraccionamientos habitacionales suburbanos campestres y rústicos tipo granja e industriales, en los que se podrán tener manzanas con una longitud máxima de 300 metros lineales. No se exigirá la continuidad de vialidades ni la longitud de las manzanas cuando exista un elemento físico o natural que lo impida.

Dándole seguimiento a los artículos de este código el código de desarrollo urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección segunda, título segundo, se encuentra el artículo 311 que señala, cuando cualquiera de los tipos de vialidades a que se refiere este Código tenga cruzamiento o entronque con una arteria de alta velocidad, carretera, vía de ferrocarril, con un canal de riego o corriente de agua, requerirán de un proyecto especial que deberá contemplarse en el proyecto de urbanización del Desarrollo o desarrollo en condominio. Según el artículo 312, las normas de electrificación y alumbrado público son las que regulan el proyecto de un Desarrollo o desarrollo en condominio, en cuanto a las características, especificaciones, capacidad y calidad de la red, equipamiento eléctrico y de alumbrado público que determine la Comisión Federal de Electricidad y la Dependencia encargada de los servicios públicos municipales del Ayuntamiento, respectivamente.

1.1.3 Sección Tercera. Características de diseño urbano e infraestructura de los Desarrollos.

Este subtema está basado en las características de Diseño Urbano e Infraestructura de los Desarrollos.

Continuando con los artículos del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado de los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Tercera, título segundo, se destacan el artículo 313, señalando que Los Fraccionamientos Habitacionales Urbanos, son aquellos que el Ayuntamiento podrá autorizar, ubicados dentro de los límites de un centro de población y sus lotes se aprovechen predominantemente para vivienda. Mientras que como lo describe el artículo 314, para Los Fraccionamientos Habitacionales Urbanos tipo residencial, son aquéllos que se ubican en áreas cuya densidad de población puede ser mayor de 51 habitantes por hectárea pero no mayor de 150 habitantes por hectárea, y deberán tener como mínimo, las características siguientes:

1. Lotificación. Sus lotes no podrán tener una superficie menor de 300 metros cuadrados, sus frentes serán de 15.00 metros cuando se ubiquen sobre vialidades colectoras y principales y de 12.00 metros cuando tengan frente a vialidades secundarias.
2. Usos del suelo. El aprovechamiento predominante será de vivienda unifamiliar y se permitirá solamente el diez por ciento de la superficie vendible para áreas comerciales o de servicios en las zonas autorizadas.

En este tipo de Desarrollos se permitirá la construcción de viviendas multifamiliares en un máximo del diez por ciento de la superficie vendible, en las zonas autorizadas, sin sobrepasar la densidad máxima permitida.

3. Vialidad. Las vialidades colectoras deberán tener como mínimo una anchura de 20 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 3.00 metros de ancho, de los cuales el veinticinco por ciento se empleará como zona jardinada. En cada caso, el Ayuntamiento determinará la conveniencia de usar camellones. En las vialidades colectoras se deberán prever espacios para los paraderos del transporte público. Las vialidades principales deberán tener una anchura mínima de 16 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 2.50 metros de ancho de los cuales el veinte por ciento se empleará como zona jardinada. Las vialidades secundarias deberán tener una anchura mínima de 12 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 2.00 metros de ancho de los cuales el veinte por ciento se empleará como zona jardinada. En el caso de que existan andadores, éstos deberán tener como mínimo 6 metros de ancho y contar con un área jardinada de cuando menos el 40% de su anchura. Cualquier lote que tenga acceso a través de un andador, deberá estar situado a una distancia menor de 50 metros de una calle de circulación de vehículos o del lugar de estacionamiento correspondiente.
4. Infraestructura y equipamiento urbano. Todo Desarrollo que sea aprobado dentro de este tipo, deberá contar como mínimo, con las obras de urbanización siguientes:

- Fuente de abastecimiento permanente de agua potable con sistema de cloración, red de distribución y tomas domiciliarias.
- Construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con descargas domiciliarias. Cuando el Desarrollo Habitacional Urbano no esté ubicado próximo a las obras de cabeza administradas por el Organismo, se exigirá la construcción de un emisor para que descargue en ellas, o en su caso, dependiendo de las circunstancias técnicas y económicas un sistema de tratamiento de aguas negras.
- Sistema de alcantarillado pluvial.
- Guarniciones de concreto hidráulico.
- Banquetas de concreto hidráulico u otro material de calidad similar.
- Arbolado y jardinería en áreas de calles, glorietas y demás lugares destinados a este fin. El tipo de árboles y las características de la vegetación, se determinarán atendiendo a las especies nativas de cada Municipio.
- Red de riego en camellones.
- Pavimento de concreto hidráulico u otro material de calidad similar, en arroyo de vialidades.
- Redes de energía eléctrica y alumbrado público subterráneas.
- Ductos subterráneos para redes telefónicas.

- Placas de nomenclatura, señalamientos viales y de tránsito en esquina de vialidades, de conformidad al diseño y características técnicas aprobadas por el Ayuntamiento.
- Mobiliario urbano en las áreas verdes y/o espacios libres del Desarrollo Habitacional Urbano.
- Caseta de vigilancia.

El artículo 315 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos, capítulo uno, correspondiente a la Sección tercera, título segundo, determina que Los Fraccionamientos Habitacionales Urbanos tipo medio, son aquellos ubicados en áreas cuya densidad de población puede ser mayor de 151 habitantes por hectárea pero no mayor de 300 habitantes por hectárea y deberán tener como mínimo las características siguientes:

1. Lotificación. Sus lotes no podrán tener una superficie menor de 200 metros cuadrados, sus frentes serán de 10.00 metros cuando se ubiquen sobre vialidades colectoras y principales y de 8.00 metros cuando tengan frente a vialidades secundarias.
2. Usos del suelo. El aprovechamiento predominante será de vivienda unifamiliar y se permitirá solamente hasta el diez por ciento de la superficie vendible para áreas comerciales o de servicios en las zonas autorizadas.
3. En este tipo de Fraccionamientos Habitacionales Urbanos se permitirá la construcción de viviendas multifamiliares en un máximo del veinte por ciento de la superficie vendible, sin sobrepasar la densidad máxima permitida.

4. Vialidad: Las vialidades colectoras deberán tener como mínimo una anchura de 18 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 2.50 metros de ancho, de los cuales el veinticinco por ciento se empleará como zona jardinada. En cada caso, el Ayuntamiento determinará la conveniencia de usar camellones. En las vialidades colectoras se deberán prever espacios para los paraderos del transporte público.

- Las vialidades principales deberán tener una anchura mínima de 15 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 2.00 metros de ancho de los cuales el veinte por ciento se empleará como zona jardinada.
- Las vialidades secundarias deberán tener una anchura mínima de 12 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 1.50 metros de ancho de los cuales el veinte por ciento se empleará como zona jardinada. En el caso de que existan andadores, éstos tendrán como mínimo 6 metros de ancho, deberán contar con un área jardinada de cuando menos el cuarenta por ciento de su anchura.
- Cualquier lote que tenga acceso a través de un andador deberá estar situado a una distancia menor de 70 metros de una calle de circulación de vehículos o del lugar de estacionamiento correspondiente.

5. Infraestructura y equipamiento urbano. Todo Desarrollo Habitacional Urbano que sea aprobado dentro de este tipo, deberá contar como mínimo con las obras de urbanización siguientes:

- Fuente de abastecimiento permanente de agua potable con sistema de cloración, red de distribución y tomas domiciliarias.
- Construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con descargas domiciliarias. Cuando el Desarrollo Habitacional Urbano no esté ubicado próximo a las obras de cabeza administradas por el Organismo, se exigirá la construcción de un emisor para que descargue en ellas, o en su caso, dependiendo de las circunstancias técnicas y económicas un sistema de tratamiento de aguas negras.
- Sistema de alcantarillado pluvial.
- Guarniciones de concreto hidráulico.
- Construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con descargas domiciliarias. Cuando el Desarrollo Habitacional Urbano no esté ubicado próximo a las obras de cabeza administradas por el Organismo, se exigirá la construcción de un emisor para que descargue en ellas, o en su caso, dependiendo de las circunstancias técnicas y económicas un sistema de tratamiento de aguas negras.
- Sistema de alcantarillado pluvial.
- Guarniciones de concreto hidráulico.
- Banquetas de concreto hidráulico u otro material de calidad similar.

- Arbolado y jardinería en áreas de calles, glorietas y demás lugares destinados a este fin. El tipo de árboles y las características de la vegetación, se determinarán atendiendo a las especies nativas del Municipio.
- Pavimento de concreto hidráulico u otro material de calidad similar, en arroyo de vialidades.
- Redes de energía eléctrica y alumbrado público subterráneas.
- Ductos subterráneos para redes telefónicas.
- Placas de nomenclatura, señalamientos viales y de tránsito en esquina de vialidades, de conformidad al diseño y características técnicas aprobadas por el Ayuntamiento.
- Mobiliario urbano en las áreas verdes y/o espacios libres del Desarrollo habitacional Urbano.
- Caseta de vigilancia.

Otro artículo importante que describe el Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Tercera, título segundo, es el artículo 316, afirmando que los Fraccionamientos Habitacionales Urbanos tipo interés social, son aquellos que se ubican en áreas cuya densidad de población puede ser mayor de 301 habitantes por hectárea, pero no mayor de 500 habitantes por hectárea, y deberán tener como mínimo las características siguientes:

1. Lotificación: Sus lotes no podrán tener una superficie menor de 96 metros cuadrados; sus frentes serán de 7.00 metros cuando se ubiquen sobre vialidades colectoras y principales y de 6.00 metros cuando tengan frente a vialidades secundarias y su fondo mínimo será de 16 metros. (sic)

2. Usos del suelo: El aprovechamiento predominante será de vivienda y se permitirá solamente el quince por ciento de la superficie vendible para áreas comerciales o de servicios, en las zonas autorizadas.

En este tipo de Desarrollos Habitacionales Urbanos se permitirá la construcción de viviendas multifamiliares en un máximo del cincuenta por ciento de la superficie vendible en las zonas autorizadas, sin sobrepasar la densidad máxima permitida.

4. Vialidad: Las vialidades colectoras deberán tener como mínimo una anchura de 15 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 2.00 metros de ancho, de los cuales el veinte por ciento se empleará como zona jardinada. En cada caso, el Ayuntamiento determinará la conveniencia de usar camellones. En las vialidades colectoras se deberán prever espacios para los paraderos del transporte público.

Las vialidades principales deberán tener una anchura mínima de 12 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 1.50 metros de ancho de los cuales el veinte por ciento se empleará como zona jardinada.

Las vialidades secundarias deberán tener una anchura mínima de 10.50 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 1.20 metros de ancho.

En el caso de que existan andadores, éstos deberán tener como mínimo 6 metros de ancho y contar con un área jardinada de cuando menos el cuarenta por ciento de su ancho.

Cualquier lote que tenga acceso a través de un andador, deberá estar situado a una distancia menor de 70 metros de una calle de circulación de vehículos o del lugar de estacionamiento correspondiente.

5. Infraestructura y equipamiento urbano. Todo Desarrollo Habitacional Urbano que sea aprobado dentro de este tipo, deberá contar como mínimo, con las obras de urbanización siguientes:

- Fuente de abastecimiento permanente de agua potable con sistema de cloración, red de distribución y tomas domiciliarias.
- Construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con descargas domiciliarias.
- Cuando el Desarrollo Habitacional Urbano no esté ubicado próximo a las obras de cabeza administradas por el Organismo, se exigirá la construcción de un emisor para que descargue en ellas, o en su caso, dependiendo de las circunstancias técnicas y económicas un sistema de tratamiento de aguas negras.
- Sistema de alcantarillado pluvial.

- Guarniciones de concreto hidráulico.
- Banquetas de concreto hidráulico u otro material de calidad similar.
- Arbolado y jardinería en áreas de calles, glorietas y demás lugares destinados a este fin. El tipo de árboles y las características de la vegetación, se determinarán atendiendo a las especies nativas del Municipio.
- Pavimento de asfalto u otro material de calidad similar, en arroyo de vialidades.
- En el caso de las vialidades colectoras el pavimento en arroyo vehicular será de concreto hidráulico.
- Redes de energía eléctrica y alumbrado público subterráneas.
- Placas de nomenclatura, señalamientos viales y de tránsito en esquina de calles, de conformidad al diseño y características técnicas aprobadas por el Ayuntamiento.
- Mobiliario urbano en las áreas verdes y/o espacios libres.

De acuerdo con el artículo 317, del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Tercera, título segundo, los Fraccionamientos Habitacionales Urbanos tipo popular, son aquellos que por condiciones especiales de la zona en que se ubicarán, por la limitada capacidad económica de quienes vayan a habitarlos y por la urgencia inmediata de resolver problemas de vivienda, pueden ser autorizados por el Ayuntamiento, con los requisitos mínimos de urbanización que se establecen en la fracción IV, incisos a, b, d, e, i y j del artículo anterior. Para este tipo

de Fraccionamientos se requerirá al promovente presente un calendario de obras de urbanización y edificación, presupuesto, calidades y características de los materiales y obras, a efecto de exentarlo del otorgamiento de la garantía prevista en el artículo 385 de este Código.

Según el artículo 321 de este mismo código, las características mínimas que deberán cumplir los Fraccionamientos Habitacionales Suburbanos tipo campestre, son las siguientes:

1. Lotificación. Sus lotes no podrán tener un frente menor de 30 metros, ni una superficie menor a 1,200 metros cuadrados. Las construcciones deberán remeterse 5 metros a partir del paramento; superficie que se dejará como área libre. Se permitirá la construcción como máximo en el cuarenta y cinco por ciento de la superficie del lote y el resto se aprovechará en áreas verdes y espacios abiertos.
2. Usos del suelo: El aprovechamiento predominante será de vivienda unifamiliar o para recreación y huertos familiares; cuando menos se deberá destinar un diez por ciento y no más del quince por ciento del área vendible para usos comerciales y de servicios.
3. Vialidad: Las vialidades principales deberán tener una anchura de 15 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de 3 metros de ancho, de los cuales el cincuenta por ciento se empleará como zona jardinada. Las vialidades secundarias deberán tener una anchura de 12 metros, medida de paramento a paramento; las banquetas serán de

2.50 metros de ancho, de los cuales el cuarenta por ciento se empleará como zona jardinada.

4. Infraestructura y equipamiento urbano. Todo Fraccionamiento Habitacional Suburbano que sea aprobado dentro de este tipo, deberá contar como mínimo, con las obras de urbanización siguientes:

- Fuente de abastecimiento permanente de agua potable con sistema de cloración, red de distribución con tomas domiciliarias en cada lote.
- Construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con descargas domiciliarias. Cuando el fraccionamiento no esté ubicado próximo a las obras de cabeza administradas por el Organismo, se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales o por excepción a criterio del Ayuntamiento, derivado de circunstancias técnicas y de infraestructura de las obras de cabeza, sistema de letrinas secas.
- Guarniciones de concreto hidráulico, para banquetas.
- Banquetas de concreto hidráulico o material de calidad.
- Pavimento de empedrado o material de calidad similar en arroyo de vialidades.
- Redes de energía eléctrica y alumbrado público subterráneas.
- Arbolado en áreas de calles, glorietas y demás lugares destinados a ese fin, en una cantidad igual a 10 unidades por lote vendible.

- Placas de nomenclatura, señalamientos viales y de tránsito en esquina de vialidades, de conformidad al diseño y características técnicas aprobadas por el Ayuntamiento.
- Caseta de vigilancia.
- Este tipo de fraccionamientos deberán ubicarse fuera de los límites del área urbana, siendo factible su establecimiento en las zonas de crecimiento del centro de población. Los Fraccionamientos Habitacionales Suburbanos tipo campestres podrán autorizarse fuera de los límites del centro de población, siempre y cuando cuente con el estudio de impacto ambiental correspondiente sancionado por la Secretaría y en sentido positivo, de conformidad con la normatividad y criterios e indicadores de carácter ambiental.
- En este caso el Ayuntamiento podrá recibir las áreas de donación en especie o determinarle el valor comercial, a efecto de que el propietario lo entere a la Tesorería Municipal correspondiente, cuyo objetivo será la creación de un fideicomiso para la adquisición de reserva territorial municipal.

Como lo indica el artículo 323 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Tercera, título segundo, los Fraccionamientos Comerciales deberán ajustarse a las especificaciones que en cada caso fije el Ayuntamiento, de acuerdo a las características siguientes:

1. Lotificación. Sus lotes no podrán tener un frente menor de 3.50 metros y una superficie menor de 30 metros cuadrados.
2. Usos del suelo. El aprovechamiento será sólo para actividades comerciales o de servicios
3. Las obras de urbanización mínimas serán red de agua potable, sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, redes de electrificación y alumbrado público, guarniciones y banquetas, así como pavimento de asfalto en arroyos de vialidades.
4. Por ningún motivo las autoridades responsables de extender licencias de construcción lo harán para construir vivienda anexa al comercio.
5. Densidades de construcción.
6. Nomenclatura, señales de tránsito y anchura de las vías públicas, iguales a lo dispuesto para el tipo de Desarrollo Comercial predominante en la zona de su ubicación.
7. En las vialidades colectoras, se deberán prever espacios para los paraderos del transporte público.
8. Zonificación de los giros o servicios comerciales.
9. Espacios libres y su aprovechamiento.
10. Áreas para estacionamiento de vehículos y para maniobras de carga y descarga de productos, de conformidad con lo dispuesto por el reglamento de construcciones.
11. Hidrantes contra incendios.
12. Caseta de vigilancia.

Según el artículo 324 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Tercera, título segundo, en los Desarrollos Comerciales sólo se permitirá la relotificación y la subdivisión de los lotes, cuando sea factible dotar a los lotes resultantes con los servicios respectivos, sin perjudicar los suministros del sector, manzana o unidad comercial, requiriéndose en estos casos la previa autorización del Organismo. Una vez autorizado el Desarrollo Comercial no se permitirá el cambio de uso del suelo de acuerdo a la zonificación correspondiente, salvo que las circunstancias así lo justifiquen a juicio del Ayuntamiento.

En este mismo Código del Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Tercera, título segundo, se cita el artículo 326 que señala, los Fraccionamientos tipo Industriales deberán tener como mínimo, las características siguientes:

1. Lotificación. Sus lotes no podrán tener un frente menor de 20 metros, ni una superficie menor de 1,000 metros cuadrados. Las construcciones deberán remeterse 3 metros a partir del paramento.
2. Usos del suelo. El aprovechamiento predominante será el industrial y en estos Desarrollos no se autorizará la construcción de viviendas. Se permitirá solamente el diez por ciento de la superficie vendible para áreas comerciales o de servicios en las zonas autorizadas.

3. Vialidad. En este tipo de Desarrollos el fraccionador deberá entregar un estudio de vialidad para asegurar que sus vías de acceso y salida sean suficientes y adecuadas para no generar conflictos viales en las zonas aledañas. Las vialidades colectoras deberán tener una anchura mínima de 32 metros y se deberán prever espacios para los paraderos del transporte público. Las vialidades primarias deberán tener una anchura mínima de 23 metros y las secundarias deberán tener una anchura mínima de 19 metros.
4. Infraestructura y equipamiento urbano. Todo fraccionamiento que sea aprobado dentro de este tipo, deberá contar como mínimo con las obras de urbanización siguientes:
 - a) Fuente de abastecimiento de agua potable, red de distribución y tomas domiciliarias.
 - b) Sistema de alcantarillado separado, con descargas domiciliarias para drenaje sanitario, pluvial e industrial e implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales.
 - c) Red de distribución de energía eléctrica para uso industrial.
 - d) Red de alumbrado público de vapor mercurial u otro de calidad similar, de acuerdo a las normas de la Comisión Federal de Electricidad.
 - e) Ductos para redes telefónicas.
 - f) Pavimento en arroyo de vialidades, guarniciones y banquetas de concreto hidráulico, u otro material de calidad similar que soporte tráfico pesado.
 - g) Hidrantes contra incendios.

h) Arbolado nativo de la región en áreas de vialidades, glorietas y demás lugares destinados a ese fin, en una cantidad igual a 15 unidades por lote vendible.

i) Placas de nomenclatura, señalamientos viales y de tránsito en los cruces de las vialidades, según diseño y características técnicas aprobadas por el Ayuntamiento.

j) Caseta de vigilancia.

En este caso el Ayuntamiento podrá recibir el área de donación en especie o determinarle el valor comercial, a efecto de que el propietario lo entere a la Tesorería Municipal correspondiente, para la creación de un fideicomiso para la adquisición de reserva territorial municipal.

Como lo afirma el artículo 327 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección Tercera, título segundo, el diseño y ejecución de los desarrollos en condominio tipo industrial, bajo el concepto de parques industriales, deberá realizarse cumpliendo con lo establecido en las Normas Mexicanas correspondientes. Mientras que el artículo 328 de este mismo código indica, previo a la autorización de fraccionamientos Industriales por parte del Ayuntamiento, se deberán obtener las demás autorizaciones o permisos del Gobierno Federal, Estatal y Municipal en materia de medio ambiente y de protección civil.

1.1.4 Sección Cuarta, Áreas de Donación.

Como lo indica el artículo 329 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección cuarta, título segundo, las personas físicas o morales que obtengan de la autoridad la autorización definitiva para el establecimiento de un Desarrollo o desarrollo en condominio de los tipos que se señalan en este Código, tendrán la obligación de donar en los términos del artículo 297 de este Código:

1. En los fraccionamientos Habitacionales Urbanos. Las superficies que se destinen a vías públicas, el tres por ciento de la superficie total de Desarrollo para el Gobierno del Estado y el diez por ciento de la superficie neta para el Ayuntamiento, para establecer única y exclusivamente obras o instalaciones para equipamiento urbano y un tres por ciento de la superficie total a desarrollar como área verde.
2. En los conjuntos Habitacionales Urbanos. Las superficies que se destinen a vías públicas y el diecisiete por ciento de la superficie neta del desarrollo, para establecer única y exclusivamente obras o instalaciones para equipamiento urbano. (sic) Habitacionales suburbanos: Las superficies que se destinen a vías públicas y el diez por ciento de la superficie total del fraccionamiento; para establecer única y exclusivamente obras o instalaciones para equipamiento urbano.
3. (sic) Comerciales e industriales: Las superficies destinadas a vías públicas y el cinco por ciento de la superficie total del terreno a fraccionar. En los

casos que se constituyan en condominio, se donará el cinco por ciento de la superficie neta.

4. (sic) Cementerios. Las superficies destinadas a vías públicas y el diez por ciento de la superficie total del terreno a fraccionar o lo que estipule el contrato de concesión correspondiente.

Las superficies de donación se entregarán debidamente urbanizadas y mediante escritura pública, salvo las superficies destinadas a vías públicas, que costeará el fraccionador, con excepción de los Desarrollos Habitacionales Urbanos tipo popular, cuya sola inscripción de la autorización definitiva del Desarrollo, hará las veces de título de propiedad.

De acuerdo con el artículo 330 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo uno, correspondiente a la Sección cuarta, título segundo, en el caso de nuevos desarrollos que pretendan ejecutarse dentro de otros del mismo tipo, que hayan sido establecidos con anterioridad y que hubiesen satisfecho la obligación de donar terrenos para equipamiento urbano, de conformidad con las leyes, reglamentos o disposiciones vigentes en la fecha de su iniciación, o de acuerdo con los convenios celebrados con la autoridad competente, no estarán obligados a hacer la donación a que se refiere el artículo precedente. La comprobación de haber satisfecho esa donación, se hará mediante la presentación de copia cotejada del título de propiedad debidamente inscrito ante el Registro Público de la Propiedad Raíz en el Estado.

1.1.5 Sección Primera, Disposiciones Generales.

Según el artículo 331 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos Capítulo dos, correspondiente a la Sección Primera, de las Disposiciones Generales, menciona que las autorizaciones, licencias, permisos y constancias que se otorguen conforme a lo dispuesto por este Código, deberán tomar en cuenta los aspectos siguientes:

1. Las zonas en que se permiten.
2. Los diferentes tipos de Desarrollos en función del uso o destino del predio.
3. Las densidades de la población de las áreas o zonas donde se pretendan otorgar.
4. La organización de las estructuras viales y del sistema de transporte.
5. La proporción y aplicación de las inversiones en diversas etapas.
6. La dotación adecuada y suficiente de equipamiento e infraestructura.
7. Las especificaciones relativas a las características y dimensiones de los lotes, a la densidad de construcción de los lotes considerados individualmente, así como las densidades totales.
8. Los usos y destinos del suelo previstos en los programas de Desarrollo Urbano.
9. El alineamiento y las compatibilidades de uso del suelo.
10. Las especificaciones de construcción que por cada tipo de obra o servicio se señalen en las disposiciones legales aplicables.
11. La capacidad de servicio de las redes de infraestructura y del equipamiento urbano existentes.

12. La adaptación del proyecto a la topografía y a las características del suelo, con el fin de no permitir la ejecución de obras o proyectos en zonas no aptas para el desarrollo urbano.
13. La congruencia del proyecto con la estructura urbana del centro de población.
14. La dispersión de los desarrollos para evitar su desarticulación con la red básica de servicios municipales.
15. La protección del medio ambiente.
16. La dirección de los vientos dominantes.
17. Todos aquellos lineamientos, criterios o normas técnicas que se deriven de la legislación y programas en materia de desarrollo urbano.

De acuerdo con el artículo 332 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo dos, correspondiente a la Sección Primera, de las Disposiciones Generales, las autorizaciones de los Desarrollos, desarrollos en condominio, relotificaciones, subdivisiones y fusiones, se otorgarán siempre y cuando no se afecten:

1. Zonas arboladas, así como terrenos forestales o preferentemente forestales.
2. Zonas de valores naturales.
3. Zonas de monumentos históricos o aquellos considerados como patrimonio cultural.
4. Las medidas del lote tipo predominante en la zona y las características del Desarrollo o desarrollo en condominio.

5. El equilibrio de la densidad de población y construcción.
6. La imagen urbana.

El artículo 335 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo dos, correspondiente a la Sección Primera, de las Disposiciones Generales contempla que la Dependencia Municipal aprobará la publicidad destinada a promover la venta de lotes, viviendas, departamentos, locales o unidades de los Desarrollos y desarrollos en condominio, la que deberá corresponder a la autorización otorgada. De tal forma que el artículo 336 del código ya mencionado anteriormente menciona que toda persona física o moral que obtenga la autorización para el establecimiento de un Desarrollo de cualquier tipo, es responsable del cumplimiento de las disposiciones que se señalan en este Código.

Por su parte el artículo 339 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo dos, correspondiente a la Sección Primera, de las Disposiciones Generales, indica que las autorizaciones de los Desarrollos y desarrollos en condominio, se elevarán a escritura pública, la que contendrá todas las obligaciones a que debe sujetarse el propietario. Para la elevación a escritura pública la autorización, se fijará un plazo de 90 días y los gastos respectivos serán por cuenta del fraccionador, a excepción de los Desarrollos Habitacionales Urbanos tipo popular.

Una vez protocolizada la autorización, se inscribirá en el Registro Público de la Propiedad y se publicará en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del

Estado de Michoacán de Ocampo, en el periódico de mayor circulación en la Entidad, o en la cabecera municipal que corresponda, si lo hubiere.

De acuerdo con el artículo 340 del Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo dos, correspondiente a la Sección Primera, de las Disposiciones Generales, las autorizaciones que se otorguen, la Dependencia Municipal remitirá una copia de las mismas a la Secretaría y la Dirección de Catastro del Gobierno del Estado y a la Tesorería y Catastro Municipal. El artículo 341 de El código de desarrollo urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo dos, correspondiente a la Sección Primera, de las Disposiciones Generales, el Ayuntamiento, cuando el caso así lo requiera, al otorgar autorizaciones para el establecimiento de Desarrollos, fijará con base en los ordenamientos aplicables, las zonas de restricción, que por ser usual en ciertas colonias y poblaciones o por reglamentación, los fraccionadores deban dejar hacia las vías públicas o colindancias.

Dándole seguimiento al Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo en su apartado De los Desarrollos capítulo dos, correspondiente a la Sección Primera, de las Disposiciones Generales, se explican los artículos 342 y 343 que por su parte el artículo 342 señala que si el área de donación de cualquier tipo de Desarrollo fuere menor a una superficie de 500 metros cuadrados, podrá determinarse el valor comercial de la misma, a efecto de que el propietario lo entere a la Tesorería Municipal correspondiente. Recurso que podrá ser destinado para creación de un fideicomiso para la adquisición de reserva

territorial municipal. Por otra parte el artículo 343 menciona que no se autorizarán Desarrollos o desarrollos en condominio cuyos lotes no cumplan con las características estipuladas en este Código, de acuerdo a su caso y ubicación. Asimismo, no se podrán autorizar permisos de construcción, aún de carácter provisional, en predios que tengan dimensiones menores a las medidas del lote tipo autorizado en la zona.

1.2 Definición de topografía.

De acuerdo con Montes de Oca (1981), la topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio.

Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco. (grados sexagesimales).

En México se le conoce como levamiento, al conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano.

Desde un punto de vista generalizado la topografía puede definirse como la disciplina que tiene bajo su responsabilidad la captación de información física y su

procesamiento numérico, para lograr la representación geométrica, ya sea en forma gráfica o analítica, del espacio físico que nos rodea.

Los levantamientos tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes, la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos.

1.3 Tipos de Levantamientos Topográficos.

Según Montes de Oca (1981), los levantamientos topográficos, son aquellos que por abarcar superficies reducidas pueden hacerse despreciando la curvatura de la tierra sin error apreciable.

El levantamiento es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos. El levantamiento es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos. Se diferencian varios tipos de levantamientos como: Topográficos (se realizan despreciando la curvatura de la tierra sin error apreciable. Algunos tipos son, de terrenos en general, de vías de comunicación, de minas, levantamientos catastrales, levantamientos aéreos) que son los más comunes, ya que son el objeto de estudio principal de la Geodesia o Geodésicos (son levantamientos en grandes extensiones).

Dentro de los levantamientos topográficos se encuentran:

1. Levantamientos de terrenos en general.- Tienen por objeto marcar linderos o localizarlos, medir y dividir superficies, ubicar terrenos en planos generales ligando, con levantamientos anteriores, o proyectar obras y construcciones.
2. Topografía de vías de comunicación.- Es la que sirve para estudiar y construir caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc.
3. Topografía de Minas.- Tiene por objeto fijar y controlar la posición de trabajos subterráneos y relacionarlos con las obras superficiales.
4. Levantamientos catastrales.- Son los que se hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios, para fijar linderos o estudiar las obras urbanas.
5. Levantamientos Aéreos.- Son los que se hacen por medio de la fotografía, generalmente desde aviones, y se usan como auxiliares muy valiosos de todas las otras clases de levantamientos. La fotografía se dedica especialmente al estudio de estos trabajos.

1.4 Teoría de Medición y los Errores.

Como lo señala Montes de Oca (1981), ninguna medida en topografía es exacta, y es porque en la naturaleza y magnitud de los errores deben ser comprendidas para obtener buenos resultados.

De acuerdo con el INEGI (2009), los errores que más comúnmente se cometen en los trabajos de poligonación, se deben a la incorrecta medición de distancias y ángulos.

Las equivocaciones más frecuentes son:

- Ocupar vértices equivocados.
- Orientar incorrectamente la poligonal.
- Confundir el sentido en que los ángulos fueron medidos.

Los errores se dividen en dos clases:

1. Errores sistemáticos.
2. Errores accidentales.

Los Errores Sistemáticos, son los que para condiciones de trabajo fijas en el campo, son constantes y del mismo signo y por tanto son acumulativos, por ejemplo: en medidas de ángulos, aparatos mal graduados o arrastre de graduaciones en los tránsito; en medidas de distancias y desniveles, cintas o estadales mal graduados, catenaria, cinta inclinada, mala alineación, error por temperatura, etc.

De acuerdo con el INEGI (2009), los principales errores sistemáticos son por refracción atmosférica y curvatura terrestre, así como aspectos instrumentales.

Como lo menciona el INEGI (2009), el error de colimación, se presenta por la no horizontalidad de la visual, minimizándose su efecto al mantener equilibrio entre las visuales hacia atrás y hacia adelante; sin embargo cualquier diferencia en las distancias producirá un error.

Los errores que se dan en la nivelación diferencial son los siguientes:

- Error de la lectura.

- Errores instrumentales.

El error estimado en las lecturas de las miras se puede expresar como una relación del error estándar estimado en la lectura de la mira por la longitud de la distancia visual.

Los Errores Accidentales, son los que cometen indiferentemente en un sentido o en otro, y por tanto es igualmente probable que tengan signo positivo o negativo. Ejemplo, en medidas de ángulos; lecturas en graduaciones, visuales descentradas de la señal; en medidas de distancias, colocación de marcas en el terreno, variaciones en la tensión de cinta, apreciación de fracciones, etc. Las equivocaciones se evitan con la comprobación.

Los errores accidentales sólo se pueden reducir por medio de un mayor cuidado en las medidas y aumentando el número de mediadas.

Los errores sistemáticos se pueden corregir, aplicando correcciones a las medidas cuando se conoce el error, o aplicando métodos sistemáticos en el trabajo de campo para comprobarlos y contrarrestarlos.

Los errores que más comúnmente ocurren son los siguientes:

- Errores por no estar vertical el estadal.

Este tipo de error se puede evitar:

- Empleando nivel de estadal para que quede a plomo.
- Balanceando el estadal para que observador tome la mínima lectura.

Según Montes de Oca (1981), los errores por reverberación, se producen por la refracción de los rayos luminosos al subir el aire caliente que está en contacto con el suelo. Como no se puede evitar se recomienda leer menos de 10 cm en el estadal.

Los errores accidentales se dan por:

- Error por no estar perfectamente centrada la burbuja.
- Error de apreciación de fracciones en las lecturas.

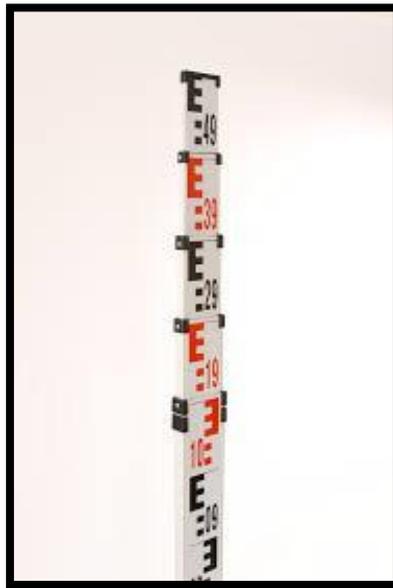


Figura 1.1 Estadal.

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

1.5 Las mediciones en general.

De acuerdo con Montes de Oca (1981), las medidas de distancias entre puntos pueden hacerse:

- a) Directas (con longímetros).
- b) Indirectas (con telémetros).

Las medidas indirectas se estudian en la parte relativa a levantamientos taquimétricos.

Las medidas directas se dividen en:

- Cinta de acero (10, 15, 20, 30 o 50 m).
- Cinta de lienzo (con entramado metálico).
- Cinta de fibra de vidrio.
- Cadena (Trabajos de poca aproximación o terreno abrupto).

Las cintas son conocidas comúnmente.



Figura 1.2 Cinta métrica.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_m%C3%A9trica.

Las distancias con que se trabaja y se marcan en planos, siempre son horizontales. Por tanto las distancias siempre que se puede se miden horizontales o se convierten a horizontales con dos datos auxiliares (ángulo vertical o pendiente).

1.6 Cifras Significativas.

Como lo menciona Montes de Oca (1981), para realizar una medición con cinta en un terreno horizontal, se tiene que poner la cinta paralela al terreno, al aire y se marcan los extremos clavando estacas, pintando marcas en forma de cruz.

Al medir con longímetro es preferible que este no toque el terreno, pues los cambios de temperatura al arrastrarlo, o al contacto simple, influyen sensiblemente en las medidas.

Para trabajos ordinarios con cintas de 20 a 30 m, después de haber experimentado la fuerza necesaria para templar con 4 o 5Kg no es necesario el uso constante del Dinamómetro.

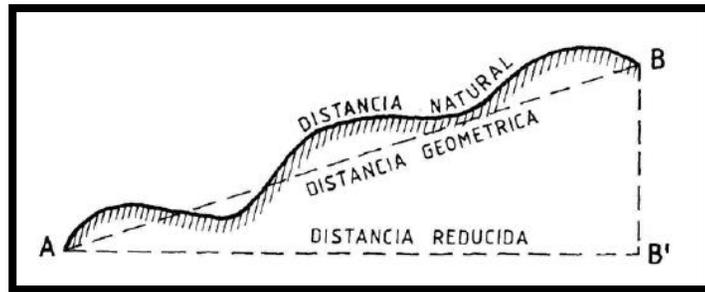


Figura 1.3 Distancia Horizontal.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Topograf%C3%ADa>.

En un terreno inclinado, la pendiente es constante, puede ponerse la cinta paralela al terreno, y deberá medirse también el ángulo vertical o pendiente para después calcular la proyección horizontal. También puede medirse por tramos poniendo la cinta horizontal a ojo.

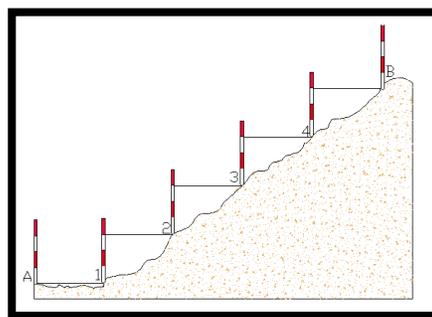


Figura 1.4 Distancia inclinada.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Topograf%C3%ADa>.

De acuerdo con Montes de Oca (1981), en un terreno irregular, siempre se medirá en tramos horizontales para evitarse el exceso de datos de inclinaciones de la cinta en cada tramo.

1.7 Métodos de cálculo.

Según Montes de Oca (1981), cualquier figura que sea esta ya sea una figura irregular, se tiene que trazar un polígono de apoyo o poligonal.

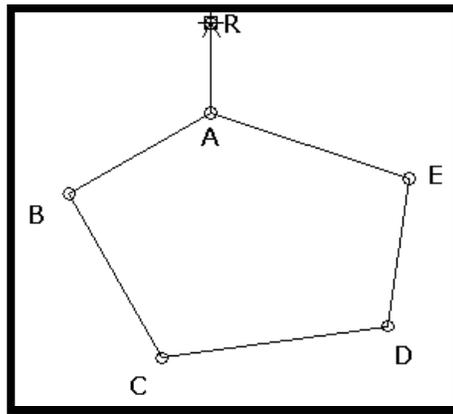


Figura 1.5 Polígono Cerrado.

Fuente: <http://www.cartesia.org/article.php?sid=223>.

Como lo indica INEGI (2009), en topografía el método más usual para el cálculo de poligonales se basa en el sistema de proyecciones ortogonales.

En todo trabajo de levantamiento lo primero que debe hacerse es un reconocimiento de la zona donde se trabajará para definir vértices del polígono, visibilidad, aparatos necesarios, personal, tiempo etc. Es indispensable que en cada punto sea visible el anterior y el que le sigue.

El polígono debe seguir aproximadamente el perímetro. Conviene trazarlo de tal modo que las distancias del perímetro por levantar, a sus lados y vértices, no sean mayores que la longitud de la cinta que se dispone.

Para transformar el polígono en una figura rígida se sigue el procedimiento de triangulación. Se miden longitudes, lados y diagonales.

Los triángulos deben ser bien conformados, es decir, lo más cerca posible del equilátero. Deben evitarse ángulos menores de 20° . Deben hacerse, dos triangulaciones diferentes para comprobar.

En resumen, el procedimiento general consiste en:

1. Reconocimiento.
2. Trazo y medición del polígono de base (incluyendo diagonales).
3. Levantamiento de detalles, en relación al polígono.
4. Cálculo de los ángulos del polígono.
5. Dibujo de lo levantado.

Como lo indica Montes de Oca (1981), la dirección de una línea se puede definir por el Rumbo o por su Azimut. Ambos pueden ser magnéticos o astronómicos. Los datos astronómicos se consideran invariables, y también se les llama verdaderos.

El Rumbo es el Angulo que forma una línea con el eje Norte –Sur, contando de 0 a 90° , a partir del norte o a partir de sur, hacia el este o hacia el oeste.

Un azimut es el ángulo que forma una línea con la dirección Norte –Sur, medido de 0° a 360° a partir del norte, en el sentido del movimiento del reloj.

1.8 Tipos de mediciones que se realizan en topografía (planimetría).

Como lo indica el INEGI (2009), la determinación de las distancias se pueden realizar por medio de cintas, o equipos electromagnéticos. Es recomendable realizar la determinación de ángulos, por medio de direcciones, repitiendo cada una de ellas en ambas posiciones del círculo.

De acuerdo con Montes de Oca (1981), los métodos de levantamiento de polígonos con tránsito y cinta se dividen en:

1. Ángulos Interiores.- Consiste en medir todos los ángulos interiores del polígono. Es especialmente adecuado para polígonos cerrados.
Tiene la ventaja de permitir que los ángulos se midan por repeticiones o reiteraciones, lo cual no ocurre con los otros métodos.
2. Deflexiones.- Consiste en medir el ángulo de deflexión en cada vértice. Se le conoce como deflexión al ángulo que forma en un vértice la prolongación del lado anterior con el lado siguiente. Estableciendo el sentido en que se va a recorrer el polígono, habrá:
 - Deflexiones derechas.
 - Deflexiones Izquierdas.

1.9 Mediciones Directas, Mediciones Indirectas.

Como lo ha dicho Montes de Oca (1981), la diferencia de alturas, o determinación de cotas de los puntos del terreno, se obtienen mediante la nivelación.

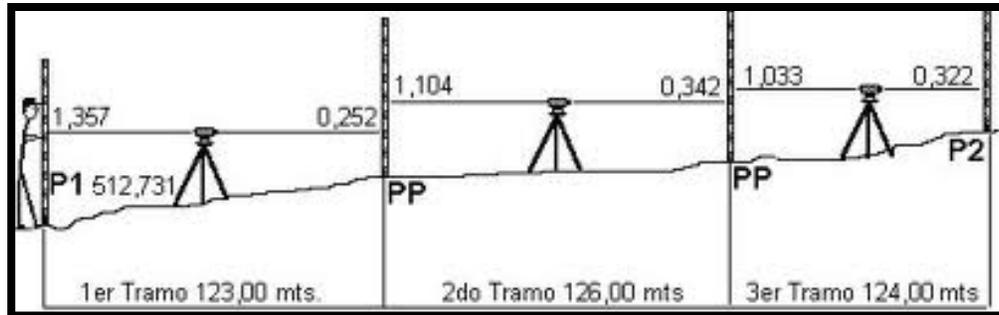


Figura 1.6 Nivelación.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nivelaci%C3%B3n>.

La nivelación puede ser:

- Indirecta.
- Directa o topográfica.

La nivelación indirecta se divide:

- Nivelación Barométrica.
- Nivelación Trigonométrica.

Las nivelaciones indirectas son las que se valen de la medición de otros elementos auxiliares para obtener los desniveles, mientras que la directa lo mide directamente.

La nivelación barométrica, está basada en la medición de la presión atmosférica, cambia según las alturas de los lugares.

En la nivelación trigonométrica los desniveles se obtienen mediante la trigonometría, con los datos medidos de ángulos y distancias.

Se consideran dos casos:

- Distancias cortas (menores de 1,500m). Con un ángulo vertical y la distancia horizontal se obtiene el desnivel.
- Si no se conoce la distancia, o es muy fácil medirla, puede medirse dos ángulos verticales. Midiendo la distancia y con estos datos puede calcularse tanto el desnivel como la distancia horizontal.

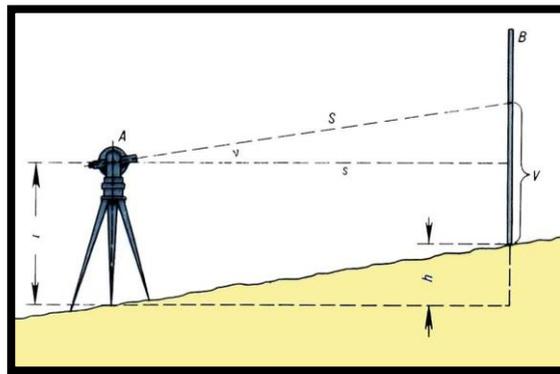


Figura 1.7 Nivelación Trigonométrica.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nivelaci%C3%B3n>.

1.10 Especificaciones y tolerancias para levantamientos de poligonales con tránsito y cinta.

De acuerdo con Montes de Oca (1981), la precisión de estos trabajos depende de muchos factores, pero básicamente, además del aparato que se utilice, depende del cuidado y experiencia del nivelador y del refinamiento con que se lleven.

La temperatura puede afectar a los estadales, y los rayos solares al aparato, si le llegan solo de un lado, por lo que en ciertos casos es recomendable usar sombrilla para protegerlo.

Los días nublados son más convenientes para nivelar, pues además de evitar lo citado anteriormente, la visibilidad es más uniforme en todas direcciones y sin sombras y contrastes fuertes que puedan hacer imprecisas las lecturas.

El error depende en gran parte del número de puestas de aparato, lo que equivale a decir, de la distancia nivelada. Entonces para una misma distancia recorrida será mayor el error en terreno accidentado que en terreno plano donde se requieren menos cambios de aparato y las visuales atrás y adelante se pueden ir haciendo iguales fácilmente lo cual es muy importante para este trabajo.

Lo más conveniente para nivelar un tramo definido, entre bancos, es que sea un mismo observador el que lo haga hasta finalizar, y el mismo día, en forma continúa sin interrupciones, pues todas las operaciones, tanto del nivelador como de los estadaleros, se mecanizan y se hacen rutinariamente, logrando una uniformidad que se traduce en mayor precisión y velocidad del trabajo.

1.11 Levantamiento de poligonales abiertas.

De acuerdo con el INEGI (2009), la poligonación es un método de posicionamiento horizontal ampliamente empleado en la actualidad, sobre todo por la facilidad y alta precisión con lo que se puede medir distancias con los nuevos equipos eléctricos y la alta confiabilidad en la determinación de ángulos.

Este método consiste en la medición de una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se determinan a través de la medición directa en campo. Existen tres tipos de poligonales:

- Cerrada.
- Abierta geoméricamente pero cerrada analíticamente.
- Abierta geoméricamente y analíticamente.

La poligonal abierta geoméricamente pero cerrada analíticamente se basa:

- Iniciando en un vértice que forma parte de un lado de control conocido, de igual o mayor precisión y termina en otro de las mismas características.

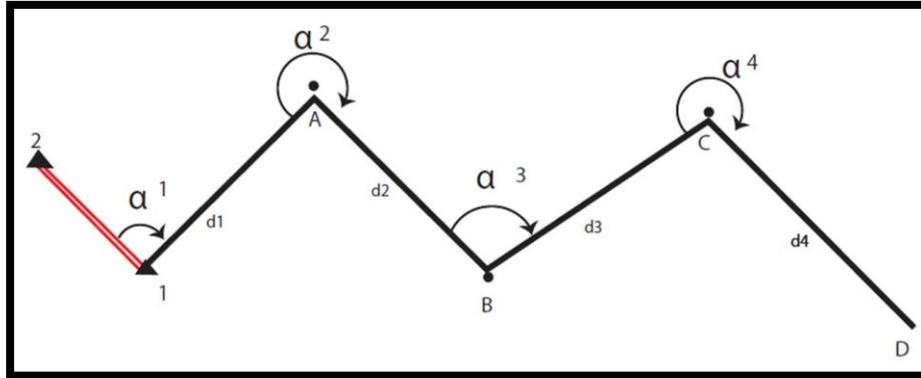


Figura 1.8 Poligonal Abierta.

Fuente: <http://topografiadeobrasciviles.org.mx/2012/11/poligonal-topografica.html>.

La poligonal abierta geoméricamente y analíticamente se basa en, una serie de líneas, sin puntos de control, por lo que no se recomiendan en ningún caso, ya que no hay forma posible de comprobar su calidad, excepto el control acimutal a través de orientaciones astronómicas.

1.12 Nivelación Diferencial.

De acuerdo con el INEGI (2009), la finalidad de la nivelación es determinar la elevación de puntos situados en el terreno.

El procedimiento para nivelar, consiste en hacer pasar planos horizontales entre dos miras o estadales para obtener el desnivel entre estos por diferencia de lecturas; sin embargo, pocas veces se establecen bancos de nivel lo suficientemente cercanos para lograr, por ello se sitúan puntos intermedios temporales llamados puntos de liga o PL, que servirán como puntos de transición para trasladar el desnivel.

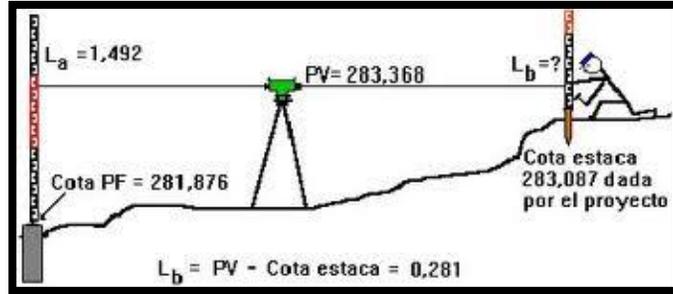


Figura 1.9 Nivelación Diferencial.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nivelaci%C3%B3n>.

La nivelación diferencial se efectúa cuando se desea determinar el desnivel entre dos puntos. Si se conoce la cota de uno de ellos, obviamente se podrá determinar la cota del otro.

Generalmente esta información se codifica en una tabla que al mismo tiempo sirve como comprobación para el cálculo del desnivel.

P.O.	+		-	COTA
BNa	1.245	1.675.905	*****	1674.660
PL-1	0.200	1675.930	0.175	1675.730

Tabla 1.1 Nivelación Diferencial.

Fuente: INEGI 2009, Tratamiento de errores en levantamientos topográficos.

De acuerdo con el INEGI (2009), la nivelación de un perfil se realiza cuando se desea determinar el perfil de una línea específica para algún proyecto.

El procedimiento es similar al de la nivelación diferencial, solo que se deberán hacer lecturas en puntos preestablecidos, de los cuales se requiere conocer la cota para determinar el perfil de la línea.

P.O.	+		-	BN o PL	COTA
BN a	1.245	1232.325	*****		1231.080
1			0.182		
2			2.715		
3	3.345			3.041	
4			1.014		

Tabla 1.2 Nivelación de Perfil.

Fuente: INEGI 2009, Tratamiento de errores en levantamientos topográficos.

La nivelación de terrenos se aplica para la elaboración de planos con curvas de nivel, las cuales representan la configuración de la superficie del terreno. Estas curvas se trazan con ciertos intervalos a los que se les denomina equidistancia entre curvas de nivel.

1.13 Curvas de Nivel.

Como lo indica el INEGI (2009), la curva de nivel es el resultado de la intersección de un plano horizontal con la superficie del terreno.

Las curvas de nivel, se pueden determinar por medio de interpolación gráfica, analítica o a estima, dependiendo de la precisión requerida en el trabajo.

1.14 Levantamiento de poligonales cerradas.

De acuerdo con INEGI (2009), las poligonales cerradas son aquellas que se inician y terminan en un mismo punto, formando un polígono cerrado geométrica y analíticamente.

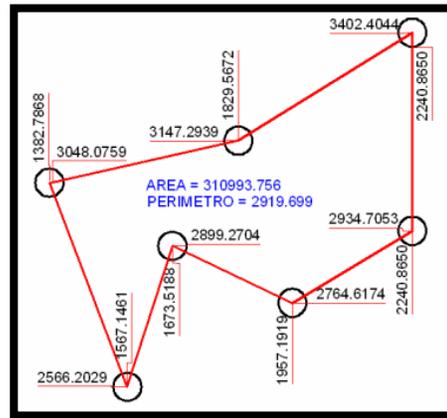


Figura 1.10 Poligonal Cerrada.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Topograf%C3%ADa>.

1.15 Mecánica de suelos.

De acuerdo con Arias (2007), la mecánica de suelos es la rama de la ingeniería civil que estudia la aplicación de las leyes de la Mecánica e Hidráulica a los problemas de Ingeniería que trata con sedimentos y otras acumulaciones no consideradas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas, independientemente que tengan contenido de materia orgánica.

En la etapa de proyecto como en la ejecución de la obra es necesario contar con datos firmes, seguros y abundantes respecto al suelo con el que se está tratando. El conjunto de estos datos debe llevar al proyectista a adquirir una concepción razonablemente exacta de las propiedades físicas del suelo que hayan de ser consideradas en su análisis.

Como lo indica Badillo, Rodríguez (2002), para un Geólogo, es todo material intemperizado en el lugar en que ahora se encuentra y con contenido de materia orgánica cerca de la superficie.

1.16 Propiedades de los suelos.

Como lo indica Arias (2007), las principales propiedades de los suelos son:

- Compresibilidad: Relacionada a la deformación que sufre un material al aplicarle una carga o al disminuir su volumen.
- Resistencia al corte: La resistencia de un material puede medirse por el esfuerzo cortante máximo que puede soportar ese material.
- Permeabilidad: Nos indica la mayor o menor facilidad con que el agua fluye a través de un suelo estando sujeta a un gradiente hidráulico dado.

1.17. Factores Geológicos.

De acuerdo con Arias (2007), los procesos que dan lugar a la alteración de las rocas son la desintegración mecánica y la descomposición química:

1. Desintegración Mecánica:

- Congelación de agua.
- Cambios de temperatura.
- Efectos de los organismos.
- Esfuerzos tectónicos.
- Efectos abrasivos del agua y el viento.
- Efectos telúricos.
- Efectos de la gravedad.

2. Descomposición química:

- Ocurre en presencia de agua y otras sustancias naturales lo que da lugar a suelos finos.

1.18 Tipos de Suelo.

Según Arias (2007), los suelos se clasifican en:

- Suelos residuales.
- Suelos transportados.

Los suelos residuales, son aquellos que permanecen en el sitio donde fueron formados.

Los suelos transportados, son aquellos formados por los productos de alteración de las rocas removidos y depositados en otro sitio diferente al de su origen siendo los principales agentes de transporte el agua, el viento, los glaciares, la gravedad etc.

1.19 Propiedades Físicas de los Suelos.

De acuerdo con Arias (2007), los suelos por su naturaleza se clasifica en:

- Gravas.
- Arenas.
- Limos.
- Arcillas.

Los suelos gruesos, se caracterizan por tener una estructura en la que las partículas se apoyan una sobre otra en forma continua, las fuerzas que existen entre el contacto de las partículas, se deben exclusivamente a su peso propio.

Nombre	Límite de tamaño	Comparación
Boleo	305mm o mayores	Una pelota de baloncesto.
Canto rodado	76mm-305mm	Toronja.
Grava gruesa	19mm-76mm	Limón o Naranja.
Grava fina	4.76mm-19mm	Chícharo o uva.

Arena gruesa	2mm-4.76mm	Sal Mineral.
Arena mediana	0.42mm-2mm	Azúcar o sal de mesa.
Arena fina	0.074mm-0.42 mm	Azucar en polvo.
Finos	Menores que 0.074mm	Tamiz No. 200.

Tabla 1.3 Comparativa de los tipos de suelo.

Fuente:<http://www.canacem.org.mx/presentacion3.pdf>.

Los suelos finos se caracterizan porque tienen su estructura influyen de manera determinante las fuerzas electromagnéticas propias de esas dimensiones y las fuerzas de origen molecular. Las partículas que lo forman no pueden ser observadas a simple vista.

La grava y arena, son producto de desintegración mecánica, existiendo infinidad de formas y tamaños en su composición, los suelos gruesos cuando carecen de finos son permeables, a medida que una arena se hace más fina y más uniforme, sus características se aproximan a las de los limos con el correspondiente decremento en permeabilidad.

Los limos, son los finos no plásticos. Son inherentemente inestables en presencia de agua y tienen la tendencia a ponerse en suspensión cuando se saturan.

En seco los limos pueden pulverizarse fácilmente. Mientras más alto es el límite líquido en un limo es más compresible.

Las arcillas son los finos plásticos, tienen baja resistencia a la deformación cuando están húmedas, son impermeables, difíciles de compactar cuando están húmedas, mientras mayor sea su límite líquido mayor será su compresibilidad, mientras más alto sea el índice plástico la arcillas será más cohesiva.

1.20 Relaciones volumétricas y granulométricas.

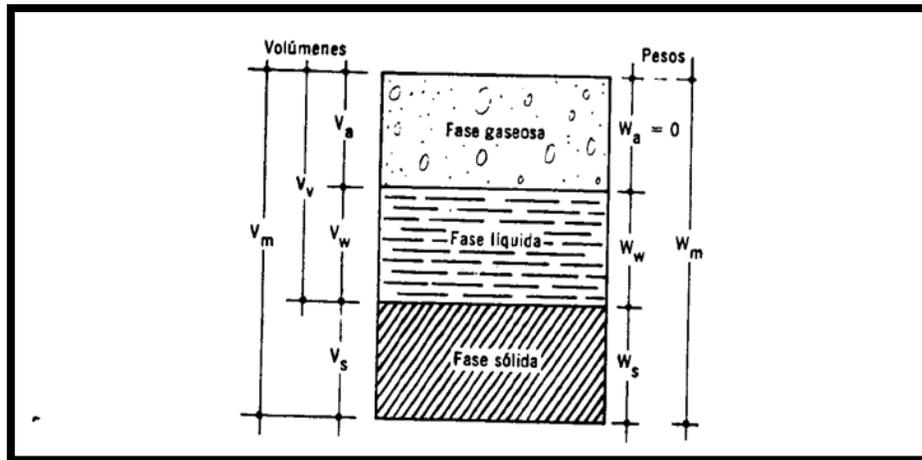
Un Suelo es un sistema de partículas cuyos espacios libres pueden estar parcial o totalmente llenos de agua, teniendo tres fases: la sólida, la líquida y la gaseosa.

Como lo menciona Arias (2007), En el suelo se distinguen tres fases:

1. Sólida: formada por partículas minerales del suelo, incluyendo la capa sólida adsorbida.
2. Líquida: generalmente agua (específicamente agua libre), aunque pueden existir otros líquidos de menor significación.
3. Gaseosa: comprende sobre todo el aire, si bien pueden estar presentes otros gases, por ejemplo: vapores de sulfuro, anhídridos carbónicos, etc.

Un suelo parcialmente saturado, no todos sus vacíos están ocupados por agua, formado por las fases, gaseosa, líquida y sólida.

Mientras que un suelo totalmente saturado, todos sus vacíos están ocupados por agua, formado por las fases líquida y sólida. La fase líquida y gaseosa del suelo suelen comprenderse en el “volumen de vacíos”.



El significado de los símbolos es el siguiente:

- V_m = Volumen total de la muestra de suelo (volumen de la masa).
- V_s = Volumen de la fase sólida de la muestra (volumen de sólidos).
- V_v = Volumen de los vacíos de la muestra de suelo (volumen de vacíos).
- V_w = Volumen de la fase líquida contenida en la muestra (volumen de agua).
- V_a = Volumen de la fase gaseosa de la muestra (volumen de aire).
- W_m = Peso total de la muestra del suelo (peso de la masa).
- W_s = Peso de la fase sólida de la muestra de suelo (peso de los sólidos).
- W_w = Peso de la fase líquida de la muestra (peso del agua).
- W_a = Peso de la fase gaseosa de la muestra, convencionalmente considerado como nulo en Mecánica de Suelos.

Figura 1.11 Esquema de una muestra de suelo con sus tres fases.

Fuente: <http://www.tesis.bioetica.org/pab2-1.htm>.

De acuerdo con Badillo, Rodríguez (2002), en Mecánica de Suelos se relaciona el peso de las distintas fases con sus volúmenes correspondientes, por medio del peso específico, la relación entre el peso de la sustancia y su volumen.

El peso específico relativo se define como la relación entre el peso específico de una sustancia y el peso específico del agua, a 4°, destilada y sujeta a una atmosfera de presión.

1.21 Granulometría en los suelos.

De acuerdo con Arias (2007), la granulometría es la parte de la Mecánica de Suelos que estudia lo referente a las formas y distribución de tamaños de las gravas o partículas que forman un suelo.

Los suelos gruesos, (Análisis por mallas). El análisis granulométrico solo tiene sentido efectuarlo en suelos gruesos o sea aquellos en que el rango de tamaño varía entre 0.074 y 76.2 mm. La medición en el tamaño de los granos de un suelo puede efectuarse de la siguiente manera:

- Análisis directo: para partículas de suelo de más de 3 pulgadas.
- Medición con mallas: Análisis mecánico usado principalmente en suelos gruesos ordenando en forma descendente una serie de mallas: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", No.4 Granulometría gruesa y 10, 20, 40, 60, 100, 200 (granulometría fina).

1.22 Curva Granulométrica.

Según Arias (2007), la distribución del tamaño de las partículas constitutivas de un suelo grueso se expresa gráficamente mediante una Curva de Distribución Granulométrica.

La curva de distribución granulométrica nos indica en general el tamaño de los granos y la buena o mala graduación de estos. La curva granulométrica se dibuja con porcentajes como ordenadas y tamaño de las partículas como abscisas. Se puede decir que un suelo bien graduado, tiene un porcentaje uniforme de tamaños. Mientras que un suelo mal graduado, su ausencia de tamaños es intermedio.

A partir de la curva de distribución granulométrica pueden obtenerse dos importantes indicadores que caracterizan un suelo:

- El coeficiente de uniformidad: $C_u = D_{60}/D_{10}$.
- El coeficiente de curvatura: $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} + D_{60}$.

El D_{10} = diámetro efectivo o sea el diámetro que corresponde a las partículas cuyo tamaño es mayor o igual que el 10% en peso del total de partículas de un suelo.

El D_{30} = diámetro de partículas cuyo tamaño es mayor o igual que el 30% en peso del total de partículas.

El D_{60} = Diámetro de partículas cuyo tamaño es mayor o igual al 60% en peso total de las partículas.

1.23 Plasticidad.

Como lo menciona Badillo, Rodríguez (2002), la plasticidad es una propiedad que sirve para clasificar suelos en forma puramente descriptiva.

De acuerdo con Arias (2007), se conoce como plasticidad de un cuerpo a la capacidad o propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones sin “rebote” elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.

ESTADO DE CONSISTENCIA	LIQUIDO	SEMILIQUIDO	PLASTICO	SEMISOLIDO	SOLIDO
Propiedades y carácter del suelo.	Suspensión.	Comportamiento de un fluido viscoso.	Comportamiento plástico.	Disminución del volumen al perder humedad (Contracción).	No disminuye volumen al secarse.

Tabla 1.4 Estado de Consistencia.

Fuente: Arias Rivera, Carlos (2007).

Como lo menciona Arias (2007), el Límite Líquido (L.L), tiene un contenido de agua de un suelo fino para el cual éste tiene una resistencia al esfuerzo cortante de 25 gr/cm². Su valor se determina en el laboratorio utilizando el método de la Copa de Casagrande (método empírico) que consiste en colocar una mezcla homogénea del

suelo que se desea clasificar, dentro de la copa y enrasarlo , haciendo seguidamente con un ranurador una pequeña ranura, y después mediante una pequeña leva la copa se levanta y cae repentinamente hasta que se cierra la ranura.

El límite plástico (L.P), es el contenido de agua según el cual el suelo comienza a perder sus propiedades plásticas para pasar a su estado semisólido. Formación de rollitos de suelo de 3mm. La formación de los rollitos se hace usualmente sobre una hoja de papel totalmente seca para acelerar la pérdida de humedad del material; también es frecuente efectuar el rolado sobre una placa de vidrio hasta que ocurra el desmoronamiento y agrietamiento; en tal momento se determinará rápidamente su contenido de agua, que es el límite plástico.

El límite de contracción (L.C). Cuando un suelo pierde agua, normalmente su volumen disminuye y esto se debe principalmente a las fuerzas de tensión capilar que son producidas por el agua intersticial.

El límite de contracción es el contenido de agua a partir del cual el volumen del suelo permanece constante aunque la humedad disminuya. Este límite suele manifestarse visualmente por un cambio de tono de color oscuro a más claro al irse secando el suelo gradualmente.

De acuerdo con Arias (2007), la carta de plasticidad muestra las características indicativas del comportamiento de los suelos de modo que localizando un suelo en ella se puede tener información a nivel cualitativo sobre su comportamiento. Dentro de la carta se han agrupado los suelos formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas:

SIMBOLO	SIGNIFICADO
M	Limos Inorgánicos.
C	Arcillas Inorgánicas.
D	Limos y Arcillas Orgánicas.

Tabla 1.5 Agrupación de los suelos.

Fuente: Arias Rivera, Carlos (2007).

Estos suelos a su vez se subdividen: de acuerdo a su LIMITE LIQUIDO en dos grupos:

- Si el L.L. es $>50\%$ son suelos de baja a mediana COMPRESIBILIDAD "L" (Low compressibility).
- Si el L.L. $> 50\%$ son de alta compresibilidad "H" (high compressibility).

Tipo	Sub-Tipos		Identificación			Simbolo de Grupo	
Suelos (partículas menores de 7.5 cm)	SUELOS GRUESOS (Más de la mitad del material se retiene en la malla No. 200)	GRAVA (Más de la mitad de la fracción gruesa se retiene en la malla No. 4)	GRAVA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad mayor a 4 y un coeficiente de curvatura	Menos del 5% en masa pasa la malla No.200	GW	
				Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para GW.	Menos del 5% en masa pasa la malla No.200	GP	
			GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo.	Más de 12% en masa de la malla No. 200 y las pruebas de límite de consistencia, clasifican a la fracción fina como ML o MH.	GM	
				Grava arcillosa; mezcla de grava, arena y arcilla.	Más de 12% en masa de la malla No. 200 y las pruebas de límite de consistencia, clasifican a la fracción fina como CL o CH.	GC	
			ARENA (Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla No. 4)	ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad mayor a 6 y un coeficiente de curvatura entre 1 y 3.	Menos del 5% en masa pasa la malla No.200	SW
					Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para SW.	Menos del 5% en masa pasa la malla No.200	SP
	ARENA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Arena limosa; mezcla de grava, arena y limo.		Más de 12% en masa de la malla No. 200 y las pruebas de límite de consistencia, clasifican a la fracción fina como ML o MH.	SM		
		Arena arcillosa; mezcla de grava, arena y arcilla.		Más de 12% en masa de la malla No. 200 y las pruebas de límite de consistencia, clasifican a la fracción fina como CL o CH.	SC		
	SUELOS FINOS (Más de la mitad del material pasa la malla No. 200)	LIMO Y ARCILLA (Límite líquido)	Menor de 50%	Limo de baja compresibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad.	ML		
				Arcilla de baja compresibilidad, mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona II de la carta de Plasticidad.	CL		
				Limo orgánico de baja compresibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad.	OL		
			Mayor de 50%	Limo de alta compresibilidad; mezcla de limo de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad.	MH		
				Arcilla de alta compresibilidad, mezcla de arcilla de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona IV de la carta de Plasticidad.	CH		
				Limo orgánico de alta compresibilidad; mezcla de limo orgánico de alta compresibilidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad.	OH		
ALTAMENTE ORGÁNICOS				Turba, fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.	Pt		

Tabla 1.6 Clasificación SUCS.

Fuente: <http://normas.imt.mx/normativa/M-MMP-1-02-03.pdf>; 4.

DILATANCIA	TENACIDAD	RESISTENCIA EN ESTADO SECO	SÍMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS
RAPIDA A LENTA	NULA	NULA A LIGERA	ML	LIMOS INORGÁNICOS, POLVO DE ROCA, LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLÁSTICOS.
NULA A MUY LENTA	MEDIA	MEDIA A ALTA	CL	ARCILLA INORGÁNICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD; ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS.
LENTA	LIGERA	LIGERA A MEDIA	OL	LIMOS ORGÁNICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGÁNICAS DE BAJA PLASTICIDAD.
LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	LIGERA A MEDIA	MH	LIMOS INORGÁNICOS, LIMOS MICÁCEOS O DIATOMÁCEOS Y LIMOS ELÁSTICOS.
NULA	ALTA	ALTA A MUY ALTA	CH	ARCILLAS INORGÁNICAS DE ALTA PLASTICIDAD, ARCILLAS FRANCAS.
NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	MEDIA A ALTA	OH	ARCILLAS ORGÁNICAS DE MEDIA A ALTA PLASTICIDAD, LIMOS INORGÁNICOS DE MEDIA PLASTICIDAD
FÁCILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACIÓN ESPONJOSA Y FRECUENTE POR SU TEXTURA FIBROSA.			Pt	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS

Tabla 1.7 Comparativa de suelos de acuerdo a sus propiedades físicas.

Fuente: Arias Rivera, Carlos (2007).

1.24 Consolidación.

De acuerdo con Juárez Badillo, Rico Rodríguez (2002), la Consolidación es un proceso de disminución de volumen que tenga lugar en un lapso, provocado por un aumento de las cargas sobre el suelo. En la prueba de consolidación el suelo se somete a cargas que se aplican en incrementos permitiendo que cada incremento actúe por un periodo de tiempo suficiente para que la velocidad de deformación sea prácticamente cero.

En la prueba de consolidación el suelo se somete a cargas que se aplican en incrementos permitiendo que cada incremento actúe por un periodo de tiempo suficiente para que la velocidad de deformación sea prácticamente cero.

El método de Casagrande, una vez trazada la curva de compresibilidad se determina el punto de máxima curvatura. En la zona de transición entre el tramo de recompresión y el virgen. Por ese punto se traza una tangente a la curva y una horizontal. Se determina la bisectriz del ángulo formado por las dos rectas. Se prolonga el tramo virgen hacia arriba hasta interceptar la bisectriz. Este punto de intersección tiene como abscisa la carga de preconsolidación.

1.25 Círculos de Mohr.

Como lo indica Juárez Badillo, Rico Rodríguez (2002), la teoría de la elasticidad se demuestra que existen planos ortogonales entre si llamados planos principales de esfuerzos en los que los esfuerzos tangenciales son nulos existiendo únicamente esfuerzos normales denominados principales (σ_1 y σ_3). A partir de estos esfuerzos principales σ_1 y σ_3 pueden obtenerse para una condición de equilibrio del prisma elemental.

El ensayo de compresión triaxial permite, determinar las tensiones y deformaciones de probetas de suelo al variar los esfuerzos que actúan obteniendo la cohesión c y ángulo de fricción interna ϕ .

Entre las ventajas de este ensayo tenemos:

- Pueden controlarse las condiciones de consolidación y drenaje.
- Permite medición de cambios de volumen.
- Puede realizarse tanto en suelos cohesivos como friccionantes.
- Puede reproducirse un estado de tensiones similar al que tiene el suelo en la naturaleza.

1.26 Identificación de suelos.

De acuerdo con Badillo, Rodríguez (2002), la identificación de un suelo, permite conocer, en forma cualitativa, las propiedades mecánicas e hidráulicas del suelo, atribuyéndole las del grupo en que situé.

La identificación de campo de suelos gruesos, para distinguir las gravas de las arenas puede usarse el tamaño $\frac{1}{2}$ cm como equivalente a la malla N°4 y para la estimación del contenido de finos basta considerar que las partículas de tamaño correspondiente a la malla N° 2000, son aproximadamente las más pequeñas que pueden distinguirse a simple vista. Para examinar la fracción fina contenida en el suelo, deberán ejecutarse las pruebas de identificación de campo de suelos finos que se detallaran adelante; sobre la parte que pase la malla N° 40.

La identificación en campo de suelos finos, se puede identificar por sus características de dilatación, de tenacidad y de resistencia en estado seco. El color y olor del suelo pueden ayudar, especialmente en suelos orgánicos.

El conjunto de pruebas citadas se efectúa en una muestra de suelo previamente cribado por malla N° 40 o, en ausencia de ella, previamente sometido a un proceso manual equivalente.

Como lo indica Badillo, Rodríguez (2002), en la prueba de dilatancia, una pastilla con el contenido de agua necesario para que el suelo adquiriera una consistencia suave , pero no pegajosa, se agita alternativamente en la palma de la mano, golpeándola secamente contra la mano, manteniéndola apretada entre los dedos.

CAPÍTULO 2

PAVIMENTACIÓN

En el presente capítulo, se definirá el concepto de pavimentación, señalando los tipos de pavimentos que existen sus características principales de cada uno de ellos de acuerdo a su tipo, retomando todo lo necesario para ejecutar un pavimento ya sea flexible o rígido de manera correcta, de acuerdo al tipo de terreno en el que se quiera ejecutar, así como sus componentes necesarios para utilizarlos de una manera correcta. Se mencionarán métodos para la conservación de pavimentos o restauración de ellos para darle un uso adecuado y una vida útil duradera. Se señalarán algunas normas que son importantes para el correcto uso de una vialidad que será la base fundamental para la ejecución de una pavimentación.

2.1 Definición de pavimentación.

De acuerdo con Olivera (1991), se define como pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados que recibe en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten adecuadamente distribuidas a las capas inferiores; proporcionan la superficie de rodamiento en donde se debe tener una operación “rápida” y “cómoda”.

Según Badillo y Rodríguez (2004), se entiende por pavimento a la capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento de cualquier obra vial, la cual tiene como finalidad proporcionar una superficie de rodamiento uniforme y estable, resistente al tránsito de los vehículos, el

intemperismo ocasionado por los agentes naturales y a cualquier otro agente que provoque algún daño.

O bien, partiendo de lo dicho por Rico y Del Castillo (1994), un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales debidamente apropiados, comprendidas entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, con color y textura apropiados, resistente a la acción de tránsito, a la del intemperismo y entre muchos otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

2.2 Vialidades Urbanas.

Como lo menciona Arnal y Betancourt (2005: 21), el art. 7 Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF), se dice que “Vía pública es todo espacio de uso común que por disposición de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, se encuentra destinado al libre tránsito, de conformidad con la Ley y reglamentos de la materia, así como todo inmueble que de hecho se destine para ese fin.

Una vía pública es todo espacio que está destinado al libre tránsito y de uso común la cual no puede ser invadida por ninguna otra vivienda. En lo referente al transporte ya sea público o privado existen distintas conformaciones de caminos conocidas también como derecho de vía.

De acuerdo con Molinero y Sánchez (1998), se entiende por derecho de vía a la porción de vialidad o superficie de rodamiento por donde circulan las unidades de

transporte, incluyendo el peatón. Estos derechos de vía se presentan en tres variantes diferentes, pudiendo a lo largo de la vialidad presentar uno o varios tipos de derechos de vía, siendo los siguientes:

- El derecho de vía tipo A, esta muestra una separación física tanto longitudinal como vertical del derecho de vía, lo cual trae como consecuencia evitar cualquier interferencia entre vehículos y peatones. Este tipo puede presentarse de manera subterránea, elevada o a nivel y como ejemplo claro están los sistemas de metro que existen en diferentes ciudades, las autopistas urbanas para el caso del transporte privado y los sistemas de autobuses guiados de algunas ciudades.



Figura 2.1 Derecho de vía tipo A.

Fuente: es.wikipedia.org, (2014).

- El derecho de vía tipo B, muestra una separación física longitudinal a través de elementos fijos, como son barreras o guarniciones. Sin embargo, se siguen manteniendo los cruces a nivel con otros vehículos así como con los peatones.



Figura 2.2 Derecho de vía tipo B.

Fuente: www.fotosimagenes.org/via-egnatia.

- Derecho de vía tipo C, el cual representa la vialidad en la que su superficie de rodamiento es compartida entre varios medios de transporte. Es decir, opera con tránsito mixto. Esta operación puede incluir tratos preferenciales como son la del transporte público.



Figura 2.3 Derecho de vía tipo C.

Fuente: www.fotosimagenes.org/via-egnatia.

De acuerdo con lo establecido en el Manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras (1986), en los últimos 30 años se ha acelerado el desarrollo del sistema vial y la necesidad del uso de autotransporte se ha traducido en un incremento considerable de los viajes por calles y carreteras, al tal grado que se ha tenido que depender de dispositivos de control de tránsito para la protección e información. Es tan grande tal dependencia que es indispensable el uso de dispositivos para obtener el máximo rendimiento de cualquier camino ya sea para grandes autopistas tanto para caminos viales. Esta necesidad de dispositivos uniformes es importante tanto en esfera nacional como internacional.

2.3 Uso de la vía pública.

De acuerdo con el artículo 8 del RCDF señala que “no se expedirá constancia de alineamiento y número oficial, licencia de construcción especial, orden,

autorización, ni registro de manifestación de construcción, para instalación de servicios públicos en predios frente a la vía pública de hecho o aquella que se presume como tal” (Arnal y Betancourt, 2005).



Figura 2.4 Uso de la Vía Pública.

Fuente: Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

Para la construcción de cualquier calle es necesario contar con una licencia y cumplir con todos los requisitos anteriores para su autorización, este artículo tiene como objetivo dar un orden urbano para así tener una adecuada administración.

Según, en el art. 10 del RCDF se señala que “se requiere de autorización de la administración para:

1. Realizar obras, modificaciones o reparaciones en la vía pública;
2. Ocupar la vía pública con instalaciones de servicio público, comercios semifijos, construcciones provisionales o mobiliario urbano.

3. Romper el pavimento o hacer cortes en las banquetas y guarniciones de la vía pública para la ejecución de obras públicas o privadas.
4. Construir instalaciones subterráneas o aéreas en la vía pública". (Arnal y Betancourt; 2005)

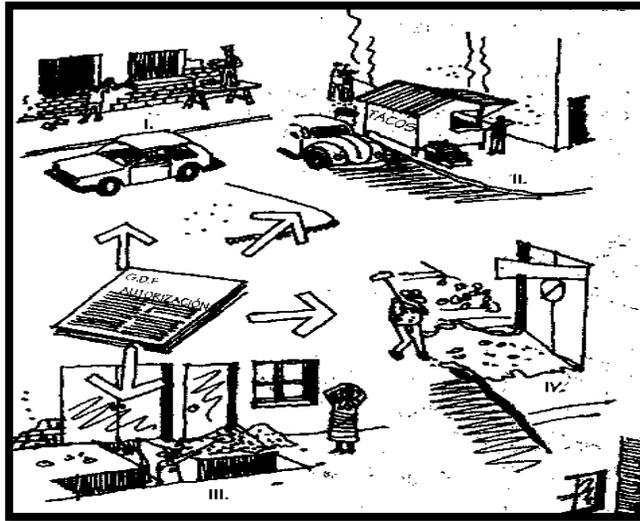


Figura 2.5 Autorización por parte de la administración.

Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

Como lo menciona Arnal y Betancourt (2005), es muy importante tomar el caso de la reparación en banquetas por parte de particulares donde es de vital importancia la construcción de rampas para personas con discapacidad. Se debe ir pensando también en otro tipo de discapacitados y algunos otros sistemas de seguridad para atravesar las calles principalmente para:

- Los confinados a sillas de ruedas.
- Los que caminan con dificultad con muleta o prótesis.
- Ciegos o con deficiencia visual.

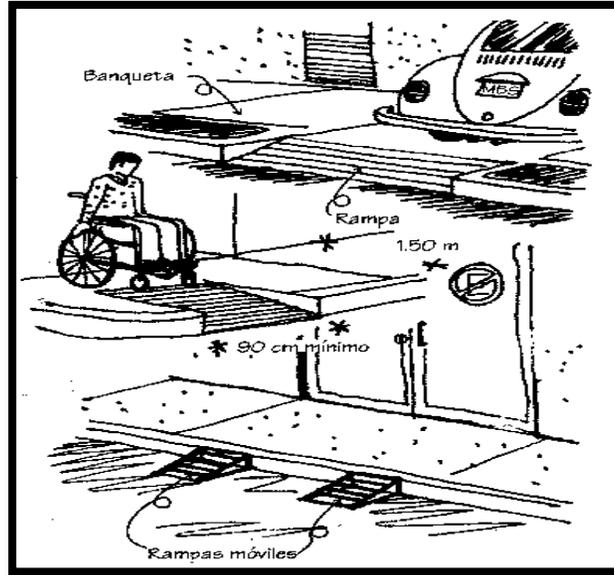


Figura 2.6 Rampas en banquetas.

Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

2.4 Instalaciones para conductos subterráneos y espacios públicos.

De acuerdo con Arnal y Betancourt (2005), en el Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, en el artículo 18 menciona que, las obras para la instalación, mantenimiento o retiro de ductos para la conducción de toda clase de fluidos, telecomunicadores, energía eléctrica y cualesquiera otros en el subsuelo de la vía pública y espacios de uso común del dominio del Distrito Federal, se sujetan a disposiciones:

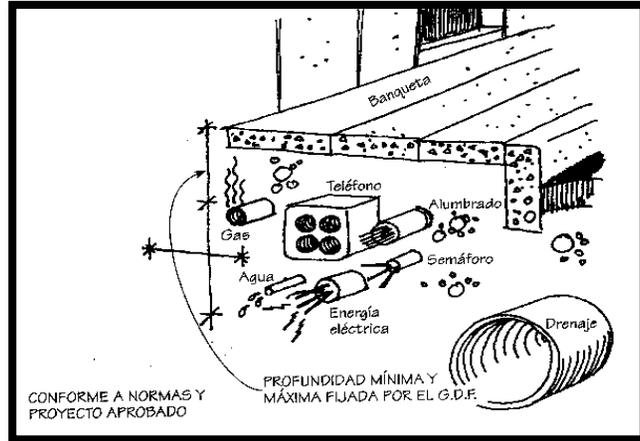


Figura 2.7 Tipos de instalaciones Subterráneas.

Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

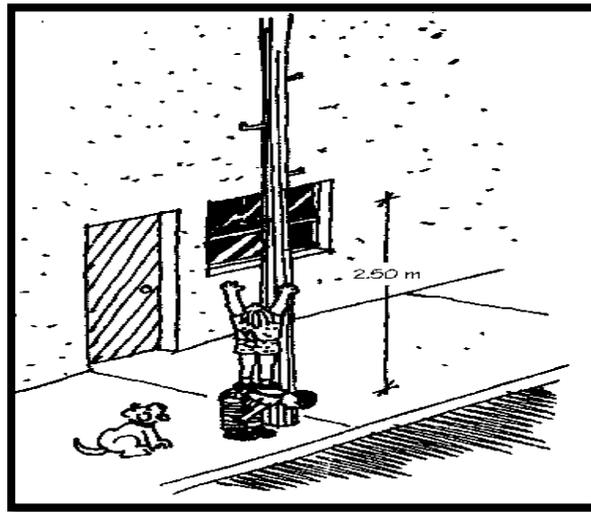


Figura 2.8 Medida de altura de postes.

Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

Como lo menciona Arnal y Betancourt (2005), en el art 20 del RCDF, la Administración podrá ordenar el retiro o cambio de lugar de estructuras, postes o instalaciones por cuenta de sus propietarios o poseedores, por razones de seguridad

o porque se modifique el ancho de las banquetas o se ejecute cualquier obra en la vía pública que lo requiera y establecerá el plazo para tal efecto.

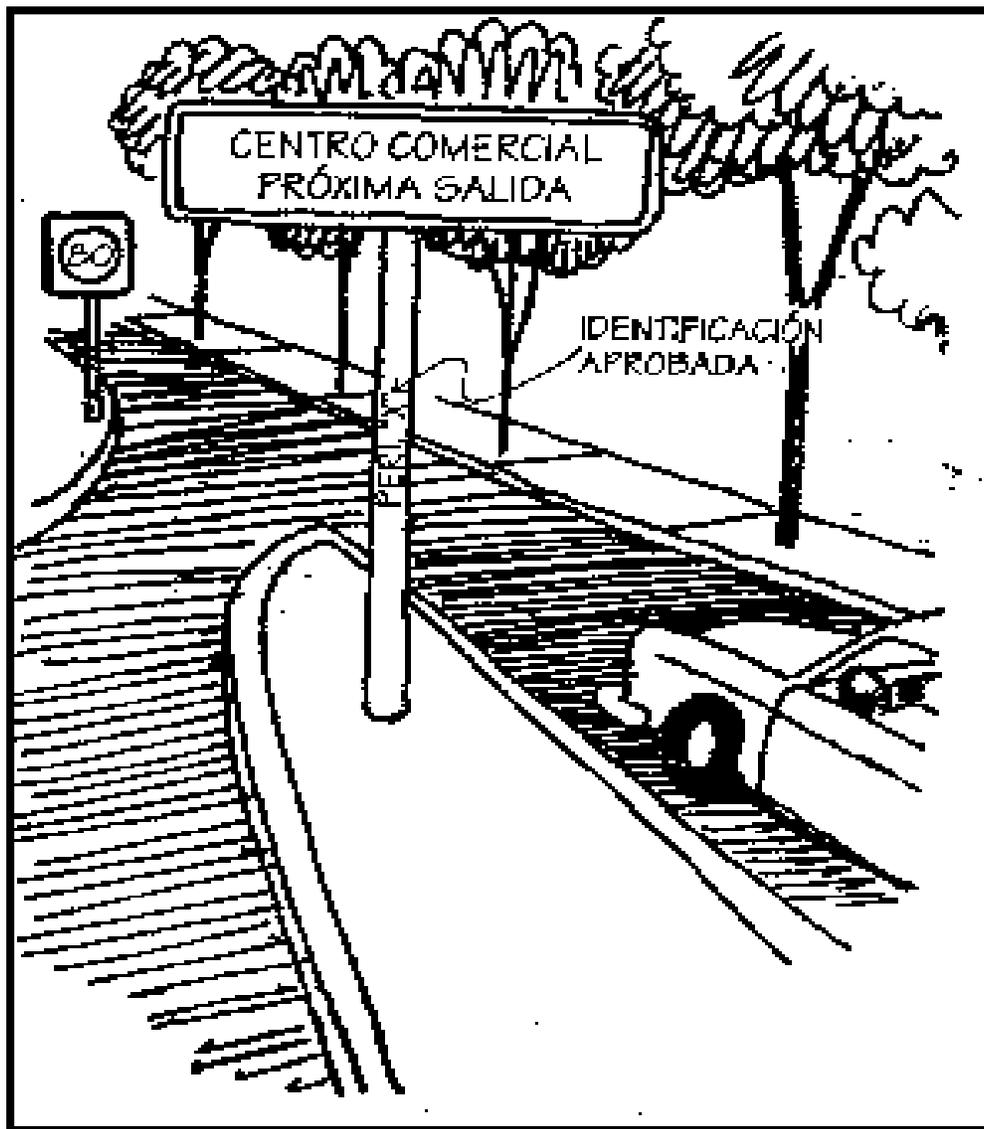


Figura 2.9 Identificación de postes.

Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

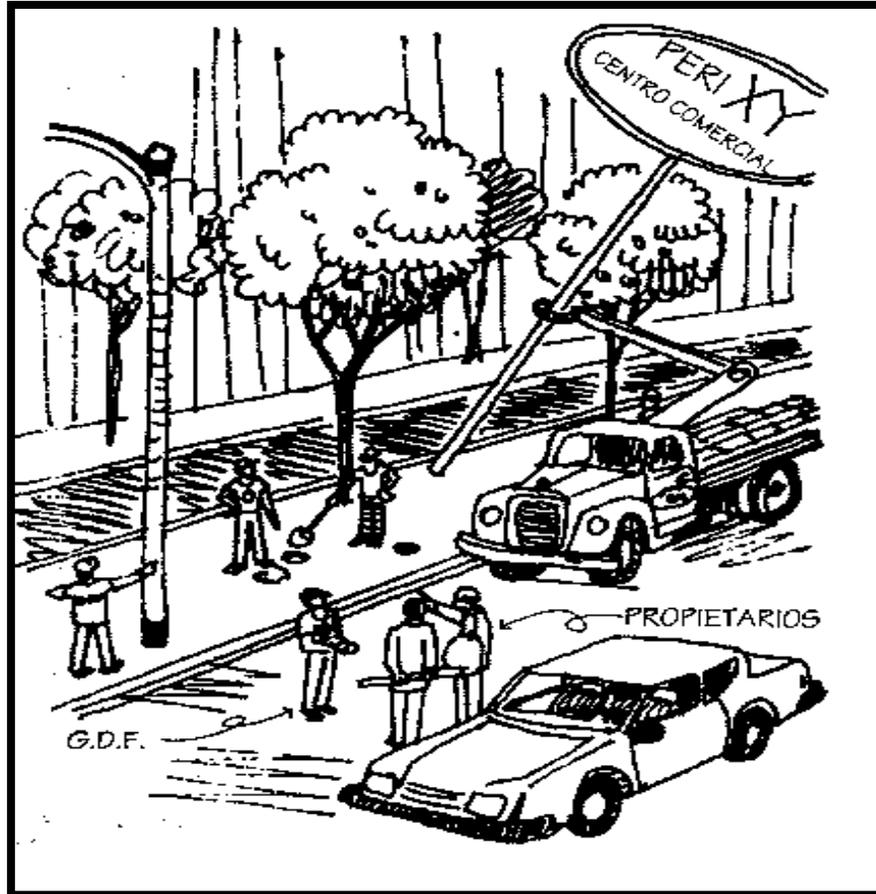


Figura 2.10 Retiro de estructuras.

Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

2.5 Nomenclatura en las vialidades.

Según Arnal y Betancourt (2005), en el art 21 del RCDF señala que La secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda establecerá la nomenclatura oficial para la denominación de la vía pública, parques, jardines, plazas y predios en el Distrito Federal. Las placas de nomenclatura constituyen mobiliario urbano, por lo que se rigen por el reglamento de la materia.

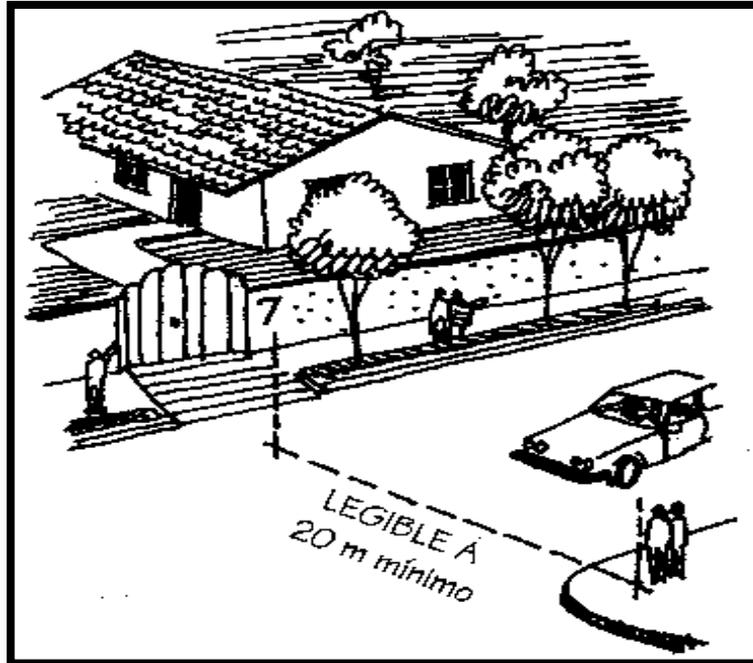


Figura 2.11 Numeración.

Fuente: Arnal y Betancourt (2005).

2.6 Dispositivos para el control de velocidad.

De acuerdo con Arnal y Betancourt (2005), las condiciones que han hecho posible la construcción de topes, han sido básicamente la circulación a altas velocidades en zonas urbanas y suburbanas, ocasionando el atropellamiento de peatones, estas situaciones de inseguridad son propiciadas principalmente por la irresponsabilidad de los conductores. De tal manera se presentan los tipos de conflicto a resolver:

1. Cruce de peatones.
2. Aproximación a zona urbana.
3. Intersección próxima.

4. Curva cerrada.
5. Pendiente pronunciada descendente.

2.7 Señalamiento.

De acuerdo con Mier (1987), las señales son tableros fijados en postes, con símbolos, leyenda ó ambas cosas, que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de peligros, su naturaleza, la existencia de determinadas restricciones ó prohibiciones que limiten sus movimientos sobre el camino y proporcionarle la información necesaria para facilitar su viaje.

Los dispositivos del control de tránsito deben cumplir con 4 requisitos fundamentales:

1. Llamar la atención de modo que no pase desapercibido el señalamiento.
2. Transmitir un mensaje claro.
3. Imponer respeto a los usuarios del camino y localizarse en un lugar estratégico para así dar tiempo de reaccionar.
4. Satisfacer una necesidad importante.

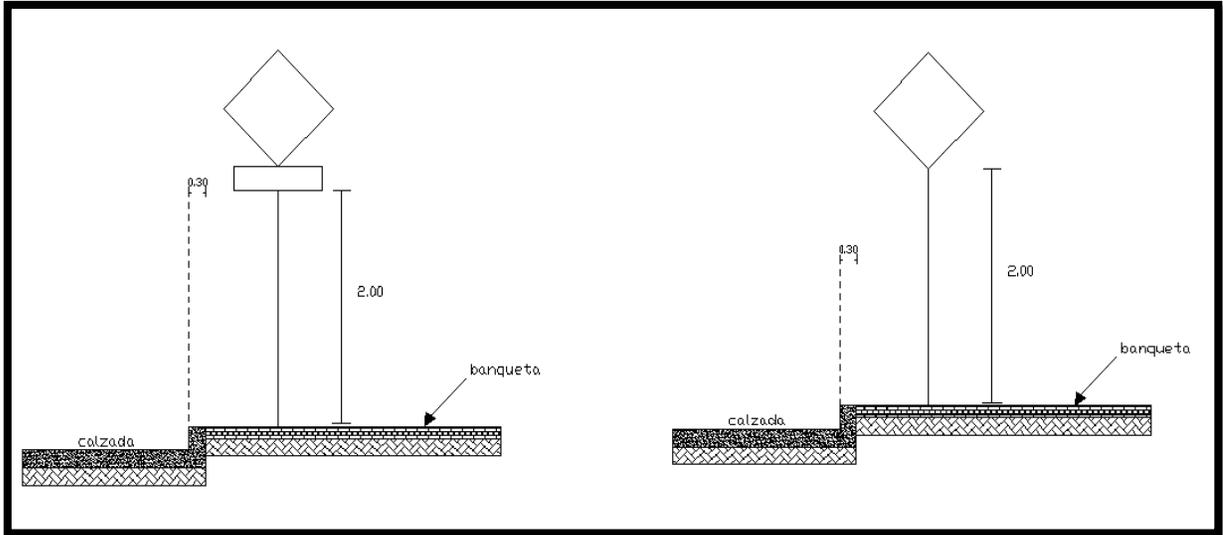


Figura 2.12 Señales de tránsito.

Fuente: Mier, (1987).

2.9 Señales Preventivas.

Como menciona el manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras, (1986), las señales preventivas son tableros fijados en postes, conformados por símbolos que tienen con finalidad prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de algún peligro en el camino y su naturaleza.

De acuerdo con Mier (1987), los tableros son cuadrados conformados por una diagonal vertical, y los tamaños recomendados están indicados en la siguiente tabla:

Dimensiones. (cms).	Lámina comercial Conveniente para un Desperdicio mínimo. (cms.)	Uso
60x60 (sin ceja)	122x244	Caminos estatales y urbanos.
71x71 (con ceja)	152x305	Caminos federales y vías rápidas urbanas.
86x86 (con ceja)	91x183	Caminos de alta velocidad y autopistas,
117x117 (con ceja)	122x244	Caminos de alta velocidad y autopistas.

Tabla 2.1 Tamaños recomendables para señales.

Fuente: Mier; (1987).

Las señales preventivas se colocarán a una distancia que dependerá de la velocidad, como se muestra en la siguiente tabla.

Velocidad	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Km/h									
Distancia	30	40	55	75	95	115	135	155	175
m									

Tabla 2.2 Distancia en señales.

Fuente: MDCTCC (1986).

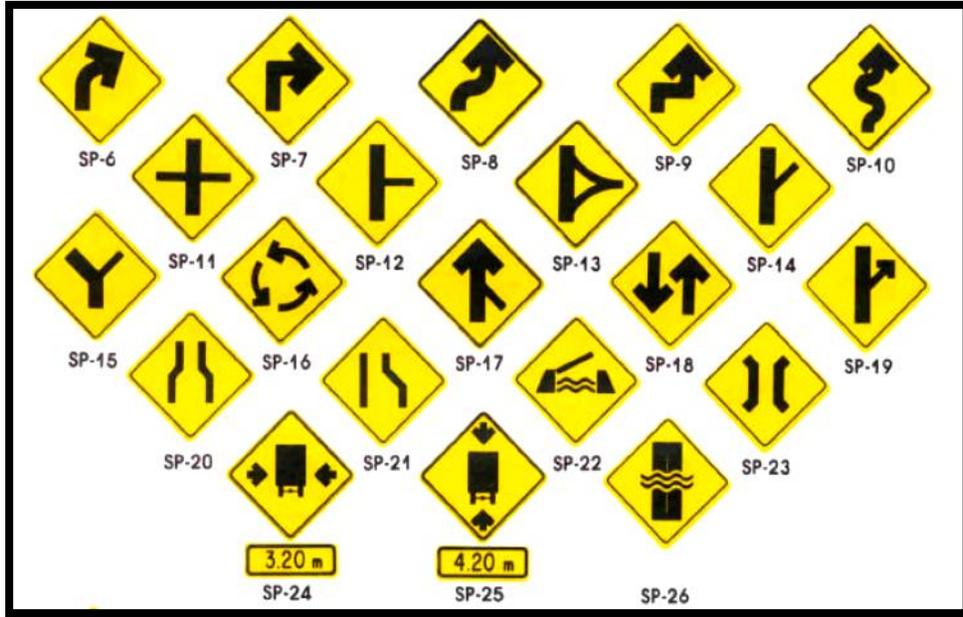


Figura 2.13 Señales Preventivas.

Fuente: MDCTCC (1986).



Figura 2.14 Señales Preventivas.

Fuente: MDCTCC (1986).

2.9 Señales Restrictivas.

Menciona Mier (1987), que las señales restrictivas tienen por objetivo indicar al usuario ya sea peatonal o vehicular indicar la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito. Se usan principalmente para reglamentar el derecho de paso, el movimiento a lo largo del camino, los movimientos direccionales, las limitaciones de dimensiones y peso de vehículos, la prohibición de paso a cierto tipo de vehículos, las restricciones a los peatones, las limitaciones de estacionamiento, entre otras.

Excepto las de ALTO y CEDA EL PASO, todas son de forma rectangular, contando con una mayor dimensión en sentido vertical. La señal de ALTO es de forma octagonal y la de CEDA EL PASO está conformado por un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo. La señal de ALTO está conformada por un fondo rojo mate con letras y filete blancos; por otro lado la señal CEDA EL PASO tiene fondo blanco, una franja perimetral roja y leyenda en negro, preferentemente reflejantes. A diferencia de las otras señales que tienen fondo blanco, filete negro, anillo rojo, letras, números y símbolos en negro.

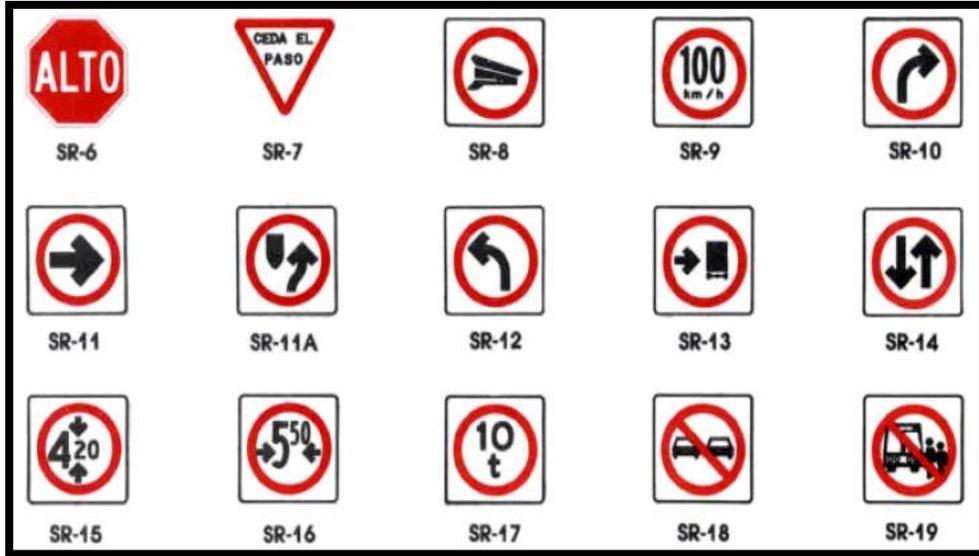


Figura 2.15 Señales Restrictivas.

Fuente: MDCTCC (1986).



Figura 2.16 Señales Restrictivas.

Fuente: MDCTCC (1986).

2.10 Señales Informativas.

De acuerdo con el Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras (MDCTCC) 1986, las señales informativas son tableros fijados en postes conformadas con leyendas o símbolos, que tienen como finalidad guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras para así informarle sobre nombres e ubicaciones de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones necesarias.



Figura 2.17 Señales Informativas.

Fuente: MDCTCC, (1986).

2.11 Marcas en las Vialidades.

Como lo menciona Mier (1987), las marcas en vialidades son las rayas, símbolos y letras que se pintan y colocan sobre pavimentos, estructuras o guarniciones para indicar los riesgos, regular o canalizar el tránsito ó complementar las indicaciones de otras señales. Las cuales se clasifican en:

1. Marcas en el pavimento, como lo son rayas centrales, rayas separadoras de carriles, rayas en las orillas de la carpeta, rayas canalizadoras, rayas de parada, rayas para el cruce de peatones, rayas de aproximación de obstáculos, marcas para el cruce de ferrocarriles, marcas para estacionamiento y marcas para darle uso adecuado a los carriles.
2. Marcas en guarniciones para la prohibición de estacionamiento o marcas en obstáculos dentro de la superficie de rodamiento.
3. Indicadores de algún peligro y de alineamiento, conocidos generalmente como fantasmas que son postes de concreto con una franja de material reflejante colocada en su extremo superior.



Figura 2.18 Balizamiento.

Fuente: www.obrasenmiciudad.df.gob.mx.

2.12 Semáforos.

Continuando lo dicho por Mier (1987), los semáforos son dispositivos electrónicos que sirven para regular y dirigir el tránsito tanto de vehículos como de peatones en calles y caminos por medio de tres luces que generalmente son de color rojo, amarillo y verde, aunque también puede agregarse una más con una flecha verde para indicar circulaciones de frente, vuelta a la izquierda o derecha.



Figura 2.19 Semáforo.

Fuente: www.icmedianet.org.

2.13 Tipos de Pavimentos.

De acuerdo con Olivera (2006), existen dos principales tipos de pavimentos:

1. Los flexibles: la superficie de rodamiento esta proporcionado por una carpeta asfáltica y la distribución de todas las cargas proporcionadas por los vehículos hacia capas inferiores se generan por características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales, con esto la carpeta asfáltica se somete a pequeñas deformaciones de capas inferiores, sin que se rompa la estructura las capas que conforman un pavimento flexible son: carpeta asfáltica, base y subbase, las cuales se construyen sobre la capa subrasante.

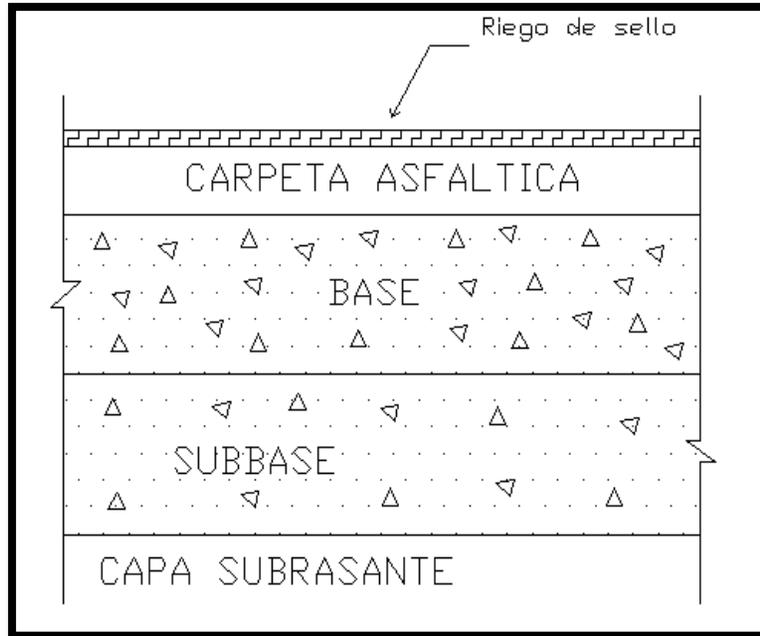


Figura 2.20 Capas de un pavimento Flexible.

Fuente: Olivera, (2006).

2. Los rígidos: en este tipo de pavimento, la superficie de rodamiento está conformada por losas de concreto hidráulico que distribuyen las cargas de los vehículos, hacia capas inferiores, por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Este tipo de pavimento no permite deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural.

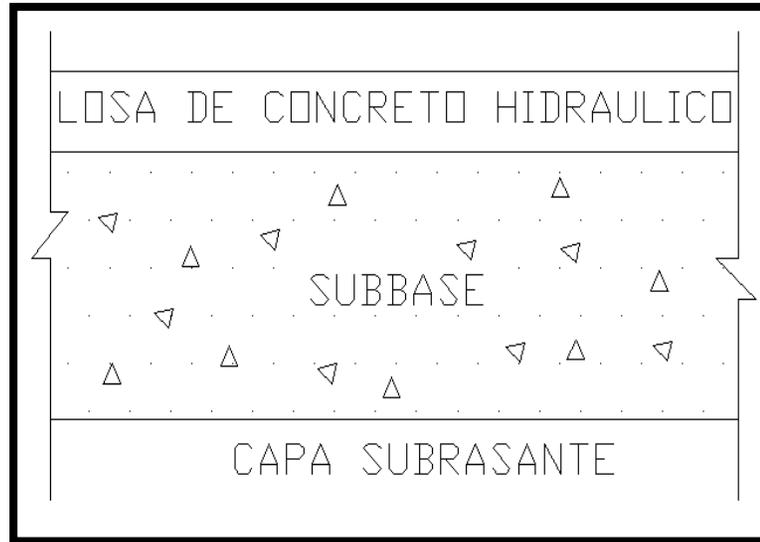


Figura 2.21 Capas de un pavimento Rígido.

Fuente: Olivera, (2006: 18).

2.14 Capas de los pavimentos flexibles.

En conformidad con lo señalado por Badillo y Rodríguez (2004), los pavimentos flexibles se componen por distintas capas las cuales tienen una función específica, las cuales son las siguientes:

1. Sub-base: para muchos, una de las principales funciones de esta capa en un pavimento flexible no es más que de carácter económico. Se trata de formar un espesor requerido del pavimento con el material más barato posible. Se sabe que todo el espesor podría ser construido con un material de la mejor calidad, como el usado en la base, pero es recomendable hacer aquella más delgada y sustituirla en parte por una sub-base de menor calidad, aun cuando esto traiga consigo un aumento en el espesor

total del pavimento, pues cuanto menor sea la calidad del materia colocado será mayor el espesor necesario para soportar los esfuerzos transmitidos.

2. Base: hasta cierto punto existe en la base una función económica a la discutida para el caso de la sub-base ya que permite reducir el espesor de la carpeta, más costosa, pero la función principal de la base de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito. La base en la mayoría de los casos tiene también que drenar el agua que se logre introducir a través de la carpeta o por los acotamientos del pavimento, así como impedir la ascensión capilar.
3. Carpeta: la carpeta debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada y eficaz, con textura y color adecuado y resistir los efectos del tránsito. Hasta donde sea posible debe impedir el paso del agua al interior del pavimento para evitar cualquier deformación.

2.15 Asfaltos.

Según Crespo (1996), los asfaltos son componentes conformados de muchos petróleos en los cuales se encuentran disueltos y su historia data de hace más de 5 mil años debido a que las recientes excavaciones arqueológicas muestran que 3200 a 540 años antes de Cristo se utilizó mucho el asfalto en Mesopotamia empleado como cemento para ligar mamposterías, así como también usada como capa impermeabilizante en los baños de los templos y tanques de agua. Posteriormente se tiene que 300 años antes

La mayor parte de asfalto que es utilizado hoy en día en América proviene del proceso de la refinación del petróleo. El asfalto refinado se produce en gran variedad de tipos desde los sólidos, duros y quebradizos hasta aquellos fluidos casi tan líquidos como lo es el agua. de Cristo el asfalto es empleado en la momificación.

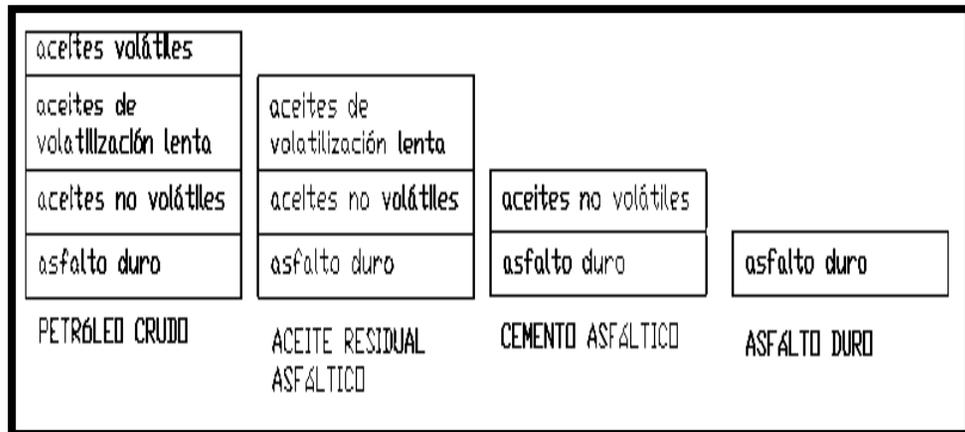


Figura 2.22 Tipos de productos asfálticos por destilación del petróleo crudo.

Fuente: Crespo, (1996).



Figura 2.23 Tipos de productos asfálticos líquidos.

Fuente: Crespo (1996).

2.16 Carpetas asfálticas.

De acuerdo con Olivera (2006), la carpeta asfáltica es la capa superior de un pavimento flexible y es aquella que proporciona la superficie de rodamiento para los vehículos. Es elaborada con materiales pétreos y productos asfálticos.

Los materiales pétreos que son utilizados para la construcción de carpetas son suelas inertes, generalmente provenientes de playones de ríos o arroyos, de depósitos naturales los cuales son denominados minas, o de rocas que generalmente requieren de cribado, triturado o bien ambos para poder ser utilizados.

En este caso en particular, la granulometría es de vital importancia, y debe satisfacer las normas correspondientes, debido a que los materiales pétreos deben cubrirse en su totalidad con el asfalto ya que si la granulometría cambia, también cambiará la superficie por cubrir.

2.17 Materiales pétreos para carpeta asfáltica.

Como lo menciona Crespo (1996), existen ciertos requisitos que se deben cumplir en la elaboración de la carpeta, la manera comúnmente empleada de hacer uso del asfalto es mezclándolo con un agregado pétreo que tenga características conocidas. Sin embargo, no cualquier tipo de agregado pétreo puede emplearse adecuadamente para formar la carpeta. De ahí se exige la necesidad de conocer sus características físicas para saber si funcionará de manera apta o no.

Los materiales pétreos que quieren ser utilizados en la elaboración de carpetas asfálticas deben tener los siguientes requisitos:

1. No deben emplearse agregados pétreos que presenten más del 35% en peso, de fragmentos que tengan forma de lascas o que tengan marcada tendencia a romper en forma de lascas cuando se les tritura. Regularmente se consideran como lascas las que tengan una longitud mayor de tres veces la dimensión menor del agregado.
2. No deben utilizarse agregados pétreos que contengan materia orgánica en forma perjudicial o arcilla en grumos.
3. Los agregados pétreos no deben tener más del 20% de fragmentos suaves.

Los agregados pétreos deben utilizarse por recomendación secos o cuando mucho con una humedad igual a la de absorción de ese material. Por lo contrario, debe utilizarse un adicionante en el asfalto.

El tamaño máximo del agregado pétreo no deberá ser mayor que las 2/3 partes del espesor de la carpeta diseñada.

Deberá tener suficiente resistencia para soportar, sin dañarse o romperse, las cargas del equipo de compactación.

La porción que pase la malla #40 no debe tener una contracción lineal mayor de tres para materiales que, en mezclas en el lugar, su granulometría caiga en la zona número uno, y el 2% si cae en la zona número dos. Para los concretos asfálticos la contracción lineal debe ser igual o menor a 2%.

Los materiales pétreos deberán llenar características granulométricas tales que la curva graficada deberá quedar dentro de las zonas marcadas por las

curvas siguientes. Es recomendable que para dar una superficie antiderrapante, usar siempre como curva de proyecto la curva inferior, o ligeramente más abajo.

La absorción del material pétreo no debe ser mayor de 5%. La densidad aparente del material pétreo no debe ser menor de 2.3%.

El material pétreo debe tener buena adherencia con el asfalto, satisfaciendo una de las especificaciones siguientes:

1. Desprendimiento máximo por fricción, 2.5%.
2. Cubrimiento máximo con asfalto inglés, 90%.
3. Pérdida máxima de estabilidad, por inmersión en agua, 25%.
4. El material pétreo debe resistir la prueba de intemperismo acelerado.

2.18 Carpetas por el sistema de riegos.

Según Olivera (2006), las carpetas por riego consisten en una serie de capas sucesivas conformadas de productos asfálticos y pétreos sobre la base impregnada.

La forma de construir una carpeta por riego es de la siguiente:

1. Sobre la base debidamente impregnada se da un primer riego de producto asfáltico que se cubre con un riego de material pétreo más grueso que se vaya a usar, con la ayuda de una compactadora de rodillo liso de 10 toneladas se le da un acomodo haciendo tres cubrimientos de la superficie. En seguida se repite toda la operación anterior, sólo que el material pétreo será de dimensiones menores al usado con anterioridad. En seguida utilizando el material pétreo más fino se vuelve a repetir dicha operación,

es decir, se da un riego de asfalto fluidificado, se riega el material pétreo y se acomoda con la ayuda de un rodillo liso.

2. Se deja una semana para que fragüe el producto asfáltico es decir, que se evaporen los solventes y después, por medio de un barrido manual o mecánico, se retira el material fino que no esté completamente adherido al resto de la estructura. Esto es de suma importancia para evitar contratiempos a los usuarios ya que cuando no se hace o se realiza en forma deficiente, se pueden romper los parabrisas con las partículas expelidas hacia atrás por las llantas de los vehículos.

2.19 Carpetas de concreto asfáltico.

Como lo menciona Olivera (2006), las carpetas de concreto asfáltico son mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico; como éste último se presenta sólido a temperatura ambiente, es necesario que la elaboración se efectúe en una planta en la que se calienta hasta 140°C y por consiguiente se calienta el material pétreo, lo que genera que la temperatura sea de 160°C.

2.20 Riesgo de sello.

De acuerdo con Olivera (2006), el tratamiento de riego de sello es similar a la elaboración de la carpeta de un riego, sólo que a diferencia de éste se hace sobre una base y aquel sobre una carpeta que es necesario impermeabilizar, aunque también sirve como capa de desgaste y con esto mejorar el coeficiente de rugosidad y aun para señalar la superficie de rodamiento, que los conductores reconocerán por el color de la superficie o por el ruido de las llantas.

2.21 Fallas que se presentan en los pavimentos flexibles.

De acuerdo con Rico y Del Castillo (1994), la mayor parte de la tecnología que el ingeniero de pavimentos ha ido desarrollando ha sido evitar la aparición de deterioros y fallas que con el paso del tiempo se han ido tipificando y describiendo con el mayor detalle posible, con esto se ha logrado ir estableciendo una relación causa-efecto, que permite desarrollar un conjunto de normas de criterio de proyecto y conservación. Las fallas de los pavimentos pueden posiblemente dividirse en tres grupos:

1. Fallas por insuficiencia estructural, se trata de pavimentos construidos con materiales inapropiados en cuanto a resistencia o con materiales de buena calidad pero con espesores insuficientes. En general es la falla que es producida cuando las combinaciones de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y los respectivos espesores no son los convenientes para que se establezca un mecanismo de resistencia adecuado.
2. Fallas por defectos constructivos, se trata de pavimentos quizá bien proporcionados y formados por materiales resistentes, en cuya construcción se han generado errores o defectos que comprometen el comportamiento en conjunto.
3. Fallas por fatiga, son aquellos pavimentos que originalmente estuvieron quizá en condiciones favorables, pero que por la continua repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga, degradación estructural y pérdida de resistencia y deformación acumulada. Como quiera que estos fenómenos estén asociados al número de repeticiones de la carga, las fallas de fatiga

resultan claramente influidas por el tiempo en el que han estado en servicio. Son fallas típicas de un pavimento que durante mucho tiempo trabajó sin problema alguno.

2.22 Fallas que comúnmente ocurren en un pavimento flexible.

1. Agrietamiento en “piel de cocodrilo”, se trata de un agrietamiento que se extiende sobre toda la superficie de rodamiento o por la mayor parte de ella, por lo cual dicha superficie adquiere el aspecto que da nombre al fenómeno. Esta condición es indicativa de movimiento excesivo de una o más de las capas del pavimento de fatiga, la mayor parte en la misma carpeta.

2. Deformación permanente en la superficie del pavimento, está ligada a aumento de compacidad en las capas granulares de base o sub-base, debido a una carga excesiva, carga repetida o a rotura de granos, también puede deberse a consolidación en la subrasante o aún en el cuerpo de la terracería. El ancho del surco excede al de la llanta y tiende ser mayor en comparación a éste.

3. Fallas por cortante, se debe a la falta de resistencia al esfuerzo cortante en la base o sub-base del pavimento y más raramente en la subrasante. Consisten la mayor parte en surcos profundos, nítidos y bien marcados, cuyo ancho no excede mucho al de la llanta. En este caso suele haber también elevación del material de carpeta a ambos lados del surco, pero la falla es distinguida fácilmente de un simple desplazamiento de carpeta por la mayor profundidad afectada.

4. Agrietamiento longitudinal, consiste en la aparición de grietas longitudinales de no gran abertura en el orden de 0.5 cm en toda el área que corresponde a la

de la circulación de las cargas más pesadas. Agrietamientos de este tipo son hechas por movimientos de las capas de pavimento que tienen lugar predominantemente en dirección horizontal, el fenómeno puede ocurrir en la base, sub-base o con cierta frecuencia en la subrasante. Son indicativos de fenómenos de congelamiento y deshielo o de ciertos cambios volumétricos por variación de contenido de agua.

2.23 Pavimentos Rígidos.

Como lo señala Rico y Del Castillo (1994), un pavimento rígido tiene como elemento estructural fundamental una losa de concreto la cual es apoyada sobre una capa de material previamente seleccionado, a la que se le da el nombre de sub-base. Cuando la subrasante del pavimento tenga una calidad lo suficientemente buena, la losa puede colocarse directamente sobre ella ahorrándose así una sub-base especial. Los factores que afectan el espesor de la losa son principalmente el nivel de carga que han de soportar, las presiones de inflado de las llantas de los vehículos, el módulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto que en ellas se utilice.

2.24 Tipos de esfuerzos que se presentan en los pavimentos de concreto hidráulico.

1. Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos.
2. Esfuerzos directos de compresión y cortamiento causados por las frecuentes cargas de las ruedas.

3. Esfuerzos de compresión y tensión causados por la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas.
4. Esfuerzos de compresión y tensión causados por la expansión y contracción del concreto.
5. Esfuerzos de compresión y tensión debidos a la combadura del pavimento por efectos de los diversos cambios de temperatura.

De tal manera que los pavimentos rígidos estén sujetos a los esfuerzos mencionados anteriormente, es notorio que para que estos pavimentos cumplan de forma satisfactoria y económica la vida útil que de ellos se espera, es fundamental que el proyecto esté basado en los siguientes factores:

1. Volumen, tipo y peso del tránsito a servir en la actualidad y en un futuro.
2. Valor relativo de soporte y características de la subrasante.
3. Clima de la región.
4. Resistencia y calidad del concreto a emplear.

2.25 Losas de Concreto Hidráulico.

De acuerdo con Olivera (2006), la parte superior de todos los pavimentos rígidos, son las losas de concreto hidráulico que son construidos sobre la subbase y proporcionan la superficie de rodamiento. El concreto hidráulico es un material pétreo de forma artificial, que es elaborado mezclando parte del agua y cemento Portland, con arena y grava en proporciones reglamentarias para que se produzcan la resistencia y densidad deseadas.

Las principales propiedades que se deberán observar en las gravas y arenas son:

1. Dureza.
2. Plasticidad.
3. Sanidad.
4. Forma de la partícula y granulometría.

En cuanto a la plasticidad, la grava y la arena deben ser materiales inertes, es decir, deben tener un índice plástico y una contracción lineal de 0. Además de cumplir las normas de desgaste e intemperismo acelerado, con lo cual es asegurado su dureza y durabilidad, aunque es importante conocer si los agregados tienen álcalis y si éstos actuarán de forma perjudicial al concreto a través del tiempo.

El cemento Portland debe cumplir ciertos requisitos químicos y físicos establecidos. Los cementos que tengan más de tres meses almacenados en sacos, o más de 6 meses a granel, después del último reporte, deberán ser analizados nuevamente, verificando características de calidad. El agua que se utilice para la fabricación de concreto deberá cumplir de igual manera con requisitos y calidades ya establecidos. También pueden utilizarse aditivos para concreto que se tienen a la venta para distintos usos como lo son: retardantes o acelerantes de resistencia para reducir la cantidad de agua sin disminuir fluidez.

2.26 Agrietamiento que se presenta en el concreto hidráulico.

De conformidad con lo mencionado con Olivera (2006), el concreto hidráulico es un producto que desde que se termina su proceso de mezclado y puesto en obra,

está sujeto a agrietarse esto debido a la pérdida de agua por evaporación y por aquellas reacciones químicas internas en esta etapa, estas anomalías pueden reducirse a un mínimo si se curan de manera adecuada, para ello lo más efectivo es un espacio superficial, inmediatamente después del tendido, de alguna de las muchas sustancias que existen en el mercado que impiden la evaporación del agua de la mezcla.

Además deberán tomarse en cuenta factores como el clima, como es evitar el colado cuando haya vientos con alta velocidad o temperaturas muy altas como en las costas. Es importante que después del tercer día se deba mantener húmeda la superficie por medio de riegos de agua.

Este agrietamiento mencionado se presentará de manera no uniforme, y su abertura puede ser de tal magnitud que se pierda la interacción granular entre las diferentes partes lo cual no debe tolerarse en los pavimentos rígidos, sino al contrario, se deberá asegurar que las losas del pavimento trabajen de manera conjunta al aplicárseles cargas. En general, se puede decir que si las grietas no se abren más de 3 mm, se asegura que haya acción interregular. Claro está que el que las grietas se abran más o menos es función del lardo de las losas y también de su ancho, por ello se debe forzar a que las grietas sean perpendiculares a la dirección del colado.

2.27 Juntas de Contracción.

De acuerdo con lo citado por Olivera (2006), para que el agrietamiento del concreto no llegue a ser de manera irregular, sino en forma perpendicular al eje del

colado y asegurar el trabajo en conjunto de las losas, es necesario la construcción de juntas de contracción a distancias previamente determinadas, de acuerdo al tipo de juntas de contracción que se vayan a utilizar, se pueden utilizar tres tipos de losas:

1. De concreto simple.
2. De concreto con pasa juntas de sujeción.
3. De concreto armado.

Un pavimento rígido es de concreto simple cuando no es utilizado dentro de la masa ninguna cantidad de acero. Para asegurar que las grietas no se abran más de 3 mm, se deberá tener una relación de largo a ancho de las losas menor de 1.25, siendo por lo general el valor de 1.15. Es de manera común que las losas no sean mayores en este caso de 4.5 m.

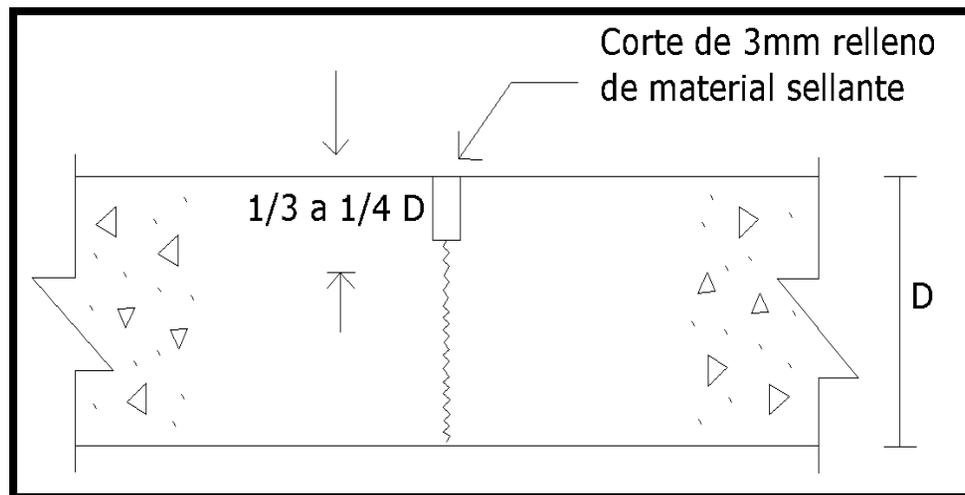


Figura 2.24 Juntas de contracción para pavimentos rígidos.

Fuente: Olivera (2006).



Figura 2.25 Corte con Disco.

Fuente: www.urbanfreak.net .

Según Olivera (2006), cuando la longitud de las losas es mayor a 4.5 m es decir, que la relación de largo a ancho es mayor a 1.25, pero menor de 1.4 se deberán usar pasajuntas de sujeción que se muestra en la figura 2.6, que son varillas corrugadas que se colocan en el sitio de aserrado hacia la mitad del espesor, con 40 cm de longitud dentro de cada losa. La colocación de estas pasajuntas se debe realizar antes del colado y se fijan por medio de silletas parecidos al armado de castillos, de manera triangular, en los lugares antes seleccionados de acuerdo a su relación largo- ancho.

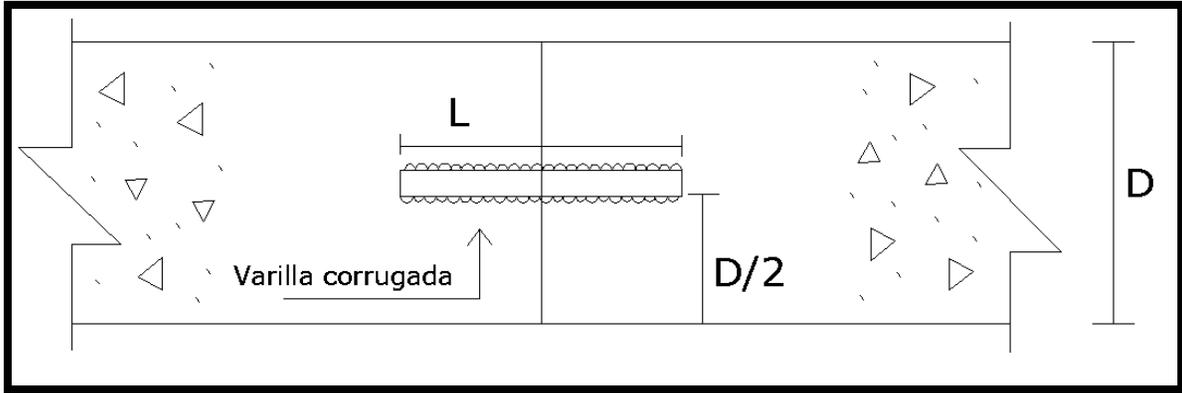


Figura 2.25 Pasajuntas de succión para pavimentos rígidos.

Fuente: Olivera (2006).

2.28 Juntas de Dilatación.

De acuerdo con Olivera (2006), para evitar que cuando las losas de concreto se dilaten, se tengan fuertes esfuerzos de compresión al chocar con algún tipo de obstáculo, que podrían ser las paredes o las columnas de una bodega, o el pavimento rígido de una avenida importante que intercepte al de una secundaria, o también la unión de una pista de aterrizaje y una calle de rodaje en un aeropuerto, será necesario construir las juntas de expansión que se muestran en la figura siguiente:

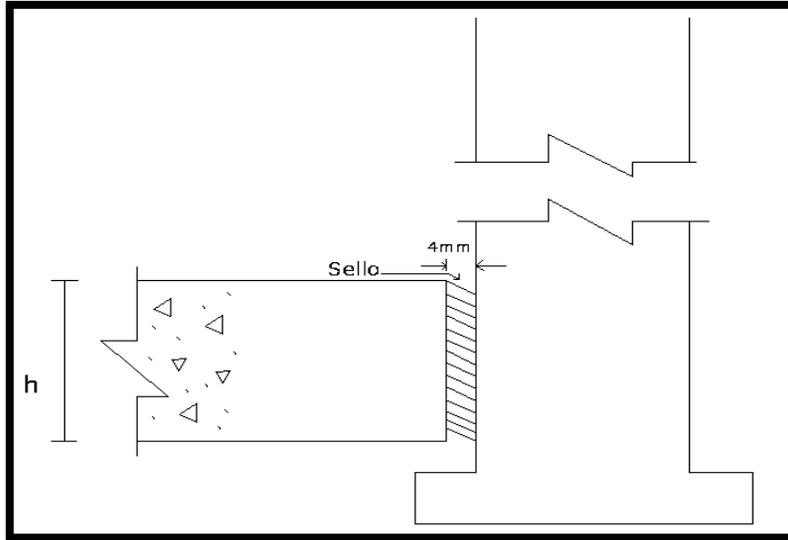


Figura 2.26 Junta de expansión para pavimentos rígidos.

Fuente: Olivera, (2006).

2.29 Juntas de Construcción.

De acuerdo con Olivera (2006), hablándose de juntas en pavimentos rígidos se tienen las juntas de construcción, las cuales son elaboradas cuando por algún motivo en especial se suspende el colado del concreto fresco, los motivos pueden ser de carácter fortuito o por procedimiento de construcción, los motivos fortuitos suelen ser: que se terminen los áridos o que se averíe la mezcladora, o también que el concreto premezclado no llegue en el tiempo acordado o empiece un fuerte aguacero y que por ello el colado se suspenda por más de 30 min, etc. Por procedimiento de construcción, se puede suspender un colado al terminarse la jornada de trabajo o al terminarse el ancho de la franja de colado.

2.30 Tipos de fallas en los pavimentos rígidos.

Partiendo de lo señalado por Rico y Del Castillo (1994), las fallas en los pavimentos rígidos pueden deberse a dos causas principales. La primera es referida a deficiencias de la propia losa y comprende por un lado defectos del concreto, tales como la utilización de materiales y agregados no adecuados.

La otra causa principal de falla en los pavimentos rígidos se refiere al inadecuado comportamiento estructural del conjunto losa, sub-base, subrasante y aun terracería y terreno de cimentación.

Los agrietamientos causados por trabajo defectuoso de los pasa-juntas son debidos generalmente a que estos elementos quedan mal lubricados y con esto no permiten el movimiento para el que fueron diseñados. El espaciamiento excesivo de estos elementos también es fuente de grandes problemas.



Figura 2.27 Agrietamiento Ocurrido en un pavimento rígido.

Fuente: www.launion-narino.gov.

2.31 Pruebas para llevar acabo el control de la calidad en pavimento rígido.

De acuerdo con lo señalado por Olivera (2006), para el control de calidad es necesario que de forma continua se realice la prueba de revenimiento, con lo cual se podrá tener una idea de la calidad del concreto que se está utilizando, pues si se están obteniendo asentamientos aceptables y en un momento dado cambian, ya sea porque aumente o disminuya, será indicio de que no se están efectuando las dosificaciones necesarias.



Figura 2.28 Cilindros para pruebas de concreto.

Fuente: www.obrasenmiciudad.df.gob.mx.

Se elaborarán especímenes para verificar el módulo de ruptura y la resistencia a la compresión simple. Por cada 10 m³ se elabora un par de cilindros y por cada 50 m³ un par de vigas. Con lo primero se podrá tener indicios de la probable resistencia a los 28 días, a los 2 días, si se usa curado a vapor o a los 7 días si se curan en

cámara húmeda o se saturan en agua. También se puede conocer la posible resistencia a los 28 días, si se conoce el consumo de cemento Portland, o el contenido de este producto en la mezcla fresca.

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

El presente capítulo se abordarán las principales características geográficas, climatológicas, geológicas, fisiográficas, topográficas, orográficas, hidrológicas, geotécnicas, etc., del sitio donde se propone llevar a cabo el proyecto de investigación. Por lo cual se hará mención las características físicas del objeto de estudio, se presentaran algunas fotografías de algunas de las calles donde se propone dicho proyecto de investigación.

3.1 Generalidades.

El supuesto proyecto de investigación está localizado en el Estado de Michoacán. El Estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17°54'34" y 20°23'37" de latitud Norte y los 100°03'23" y 103°44'09" de longitud Oeste. Colinda con el estado de Jalisco al noroeste, al suroeste con Colima, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con el Estado de México, al sureste con Guerrero y al suroeste con el Océano Pacífico, de acuerdo con lo citado en la página www.sre.gob.mx.

Según la fuente de información bibliográfica www.sre.gob.mx, el Estado de Michoacán cubre una extensión de (59,864 km²) que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, ocupando el lugar número 16 en extensión entre las 32 entidades del país. Tiene un litoral que se extiende a lo largo de 210.5

Km. Sobre el Océano Pacífico. Tiene una superficie de 59,928 kilómetros cuadrados aproximadamente. La entidad está conformada por 113 municipios y su capital es la ciudad de Morelia.



Figura 3.1. Localización de Michoacán.

Fuente: <http://www.sre.gob.mx>.

De acuerdo con la fuente de información bibliográfica www.urupan.gob.mx, Uruapan Michoacán se localiza en la porción oeste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19 38` 00`` de latitud norte y los meridianos 101 56`00`al 102 22`00`` de longitud oeste de Greenwich, con una variación de altitud de 900 msnm. El Municipio cuenta con una extensión territorial de 761 Km², el cual representa el 1.46% del total de la superficie del estado.

Su hidrografía se constituye por el río Cupatitzio, las presa Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y la cascada conocida como La Tzaráracua. El relieve se conforma por el sistema volcánico transversal, y los cerros de Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena.

De acuerdo con la fuente de información es.wikipedia.org/wiki/Caltzontzin, Caltzontzin se encuentra en las coordenadas GPS:

- Longitud (dec): -102.005278
- Latitud (dec): 19.429722

La localidad se encuentra a una mediana altura de 1640 metros sobre el nivel del mar. Caltzontzin está situada en el Municipio de Uruapan, en el Estado de Michoacán de Ocampo, tiene 4503 habitantes.

Caltzontzin está a 1640 metros de altitud. En la localidad hay 2217 hombres y 2286 mujeres. La relación mujeres/hombres es de 1.031. El ratio de fecundidad de la población femenina es de 2.72 hijos por mujer. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 6.93% (6.59% en los hombres y 7.26% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 7.26 (7.25 en hombres y 7.26 en mujeres).

En Caltzontzin el 15.21% de los adultos habla alguna lengua indígena. En la localidad se encuentran 960 viviendas, de las cuales el 1.87% disponen de una computadora.

En Caltzontzin hay un total de 1007 hogares. De estos 960 viviendas, 91 tienen piso de tierra y unos 67 consisten de una sola habitación, 935 de todas las

viviendas tienen instalaciones sanitarias, 916 son conectadas al servicio público, 943 tienen acceso a la luz eléctrica. La estructura económica permite a 84 viviendas tener una computadora, a 562 tener una lavadora y 893 tienen una televisión.

Aparte de que hay 312 analfabetos de 15 y más años, 53 de los jóvenes entre 6 y 14 años no asisten a la escuela. De la población a partir de los 15 años 347 no tienen ninguna escolaridad, 1187 tienen una escolaridad incompleta. 640 tienen una escolaridad básica y 665 cuentan con una educación post-básica. Un total de 309 de la generación de jóvenes entre 15 y 24 años de edad han asistido a la escuela, la mediana escolaridad entre la población es de 7 años.

3.1.1 Objetivo.

El objetivo principal de esta investigación es el diseño de un pavimento rígido para la urbanización de la colonia caltzontzin, que permita dar mayor seguridad confianza, comodidad a las personas, vehículos y a todos aquellos que transiten por estas vialidades. Pero en general favorecerá a las personas que habitan en esta población, permitiéndole dar mayor costo a sus predios, pues cabe señalar que un predio con los cuatro servicios básicos como lo son agua, luz, drenaje y pavimentación incrementan su valor económico, al igual que las personas que día con día visitan esta comunidad para comprar sus productos alimenticios. Cabe destacar que esta comunidad es muy sobresaliente en la ciudad de Uruapan Michoacán por el comercio de productos alimenticios que se generan por parte de esta población perteneciente a la colonia Caltzontzin al igual que las personas que viven en dicha comunidad.

3.1.2 Alcance del proyecto.

La presente investigación está basada en el diseño de un pavimento rígido para la urbanización de la colonia caltzontzin, con el fin de mejorar la calidad y el estilo de vida de las personas o vehículos que transiten por esta vialidad.

Cabe destacar que los estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco serán unos de los principales beneficiados con la supuesta investigación, sirviendo como base para cualquier duda que se tenga acerca del diseño de un pavimento rígido. Esta investigación estará en la Biblioteca de la Universidad Don Vasco por lo cual será una fuente de información para cualquier persona que tenga interés o duda acerca del diseño de un pavimento rígido.

3.2 Resumen ejecutivo.

La información obtenida para la siguiente investigación, fue recaudada por el alumno Juan Alberto Nieves Godinez, mediante un levantamiento topográfico realizado en el presente caso de estudio, con estación total y GPS, con esos datos obtenidos en campo se pasaron a la computadora donde se pudieron observar con mayor claridad los datos obtenidos. Esta información consta de planos, levantamientos, cotas de nivel del terreno, secciones y nombres de las calles nombre de las manzanas, localización de los predios más importantes que servirán con base para localizar un cierto punto o situar un banco de nivel.

En esta investigación se diseñara un pavimento rígido para la urbanización de la colonia caltzontzin, ubicada en la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Se realizó la visita al lugar de los trabajos donde se pretende efectuar la siguiente investigación, encontrando calles no pavimentadas al 100%, donde una cuadra si esta pavimenta y otra cuadra no está pavimentada, pavimentos en mal estado con agrietamientos, que no cumplen su vida útil. Se pueden observar calles pavimentadas que no respetan los anchos mínimos de banquetas, guarniciones en mal estado agrietadas, existen calles que no cuentan con rampas para discapacitados, postes de luz eléctrica, faltan topes en algunas calles que brinde mayor seguridad a las personas que transitan por estas calles.

Se puede decir que la falta de topes, rampas, postes de luz eléctrica son debidas a la falta de planeación de obra por parte de quien este ejecutando la obra.

Los agrietamientos en pavimentos y guarniciones se deben a que existe un mal proceso constructivo, falta de compactación, no se realizan pruebas de compactación por parte de un laboratorio, no se utilizan los espesores necesarios del materiales pétreos, nivelación incorrecta, no se deja fraguar el concreto, falta de agua al pavimento. Las proporciones de agua-cemento-grava-arena no son las indicadas para el proceso de un pavimento rígido, otro factor seria también que una vez terminado el concreto y ya fraguado este se tiene que realizar cortes con una cortadora de concreto tanto en el pavimento como en la guarnición.

3.3 Entorno geográfico.

Hoy en día el entorno geográfico es un medio que ha ido cambiando conforme van transcurriendo los años por la sociedad, tal es el caso donde se llevara a cabo el proyecto de investigación, que permitirá mejorar la calidad de vida de todas las

personas que transiten por estas vialidades, haciéndola esta una vialidad más segura y cómoda, permitiendo el comercio de los productos que se venden en esta comunidad.

El entorno geográfico de Uruapan, Michoacán, se basa en bosque mixto, con pino y encino, y el bosque tropical deciduo, con parota, guaje, cascalote y cirián. La superficie forestal maderable es ocupada por pino encino y oyamel, en el caso de la no maderable, es ocupada por matorrales de distintas especies.

En la actualidad el entorno geográfico de la colonia caltzontzin, se compone principalmente por huertas de aguacate, en algunos predios se tienen arboles de ficus y algún otro tipo de vegetación, como son rosales, aves de paraíso entre otras.

Entre otros sitios importantes que se encuentran en esta comunidad, son un panteón, un auditorio, la plaza principal, la iglesia, la jefatura de policía, escuelas, que se verían beneficiados si lleva a cabo este proyecto de investigación.

3.4 Macro y microlocalización.

Esta investigación se lleva a cabo en el municipio de Uruapan Michoacán, la localidad se encuentra situada, de acuerdo con la fuente de información bibliográfica www.uruapan.gob.mx, en la porción oeste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19 38` 00`` de latitud norte y los meridianos 101 56`00`al 102 22`00`` de longitud oeste de Greenwich, con una variación de altitud de 900 msnm. El Municipio cuenta con una extensión territorial de 761 Km2, el cual representa el 1.46% del total

de la superficie del estado. La entidad está conformada por 113 municipios y su capital es la ciudad de Morelia.

Por otro lado caltzontzin que es el lugar donde se llevara a cabo esta investigación, como lo señala la fuente de información <http://es.wikipedia.org/wiki/Caltzontzin>, se encuentra situado en las coordenadas GPS:

- Longitud (dec): -102.005278
- Latitud (dec): 19.429722

Esta localidad se encuentra a una mediana altura de 1640 metros sobre el nivel del mar, situado en el Municipio de Uruapan, en el Estado de Michoacán de Ocampo, tiene 4503 habitantes.

A continuación se muestra un mapa de la República Mexicana, donde se aprecia claramente el Estado de Michoacán de Ocampo, para conocer mas a fondo la zona donde se llevara a cabo la investigación:



Figura 3.2. Ubicación del Estado de Michoacán.

Fuente: es.wikipedia.org.

3.4.1 Macrolocalización.

Con los datos obtenidos anteriormente se pudo ubicar al estado de Michoacán, dando como resultado ubicar de una manera más exacta al municipio de Uruapan Michoacán, lugar donde se llevara este proyecto de investigación, por medio de la siguiente imagen se dará a conocer la ubicación exacta y los municipios con los que se comunica este municipio.



Figura 3.3. Ubicación de Uruapan Michoacán.

Fuente: www.mexico24.org, (2012).

Para llegar al Municipio de Uruapan, Michoacán, se tienen diferentes accesos si se viaja por el norte te encuentras con el municipio de Charapan, el municipio de Paracho y el municipio de Nahuatzen; al este con el municipio de Tingambato, al municipio de Ziracuaretiro y el municipio de Taretan; al sur con el municipio de Gabriel Zamora y el municipio de Parácuaro; al oeste con el municipio de Nuevo Parangaricutiro, con el municipio de Peribán, con el municipio de Tancítaro y con el municipio de Los Reyes.

3.4.2 Microlocalización.

En el municipio de Uruapan Michoacán se encuentra la **colonia caltzonzin**, lugar donde se llevara a cabo este proyecto de investigación el cual se encuentra situado según lo menciona la fuente de información <http://es.wikipedia.org/wiki/Caltzontzin>, se encuentra situado en las coordenadas GPS:

- Longitud (dec): -102.005278
- Latitud (dec): 19.429722

Esta comunidad se encuentra a una mediana altura de 1640 metros sobre el nivel del mar. A continuación se muestra una imagen de la ubicación donde se pretende llevar a cabo este proyecto de investigación:

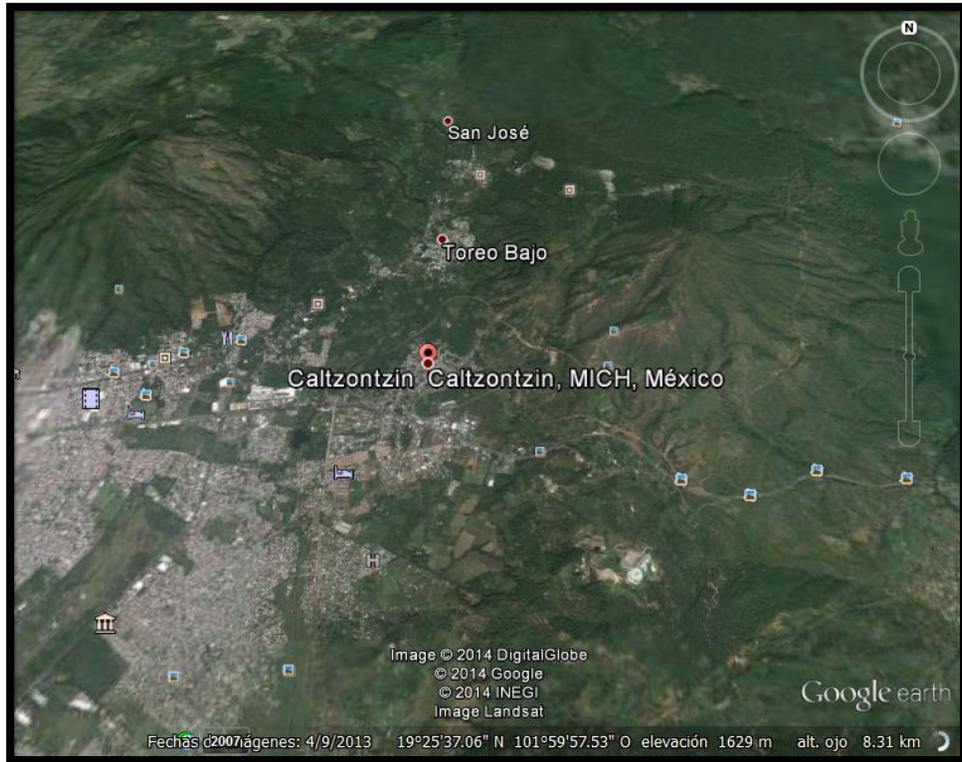


Figura 3.4. Ubicación de Caltzonzin.

Fuente: Programa Google Earth.

3.5 Topografía.

La ciudad de Uruapan tiene una importante vulnerabilidad topográfica, es decir su terreno es muy accidentado, se caracteriza por tener desniveles en algunos sitios, este municipio está rodeado de una extensa zona de bosques así como de huertos de aguacate, al norte de Uruapan se pueden encontrar huertas de aguacate y bosque; al occidente, huertas de aguacate, montañas y bosques; al oriente, bosques y un poco de llanos y al sur, abundantes barrancas.

La comunidad de caltzontzin se ubica a una mediana altura de 1640 metros sobre el nivel del mar. En esta comunidad existen calles pavimentadas con diferentes niveles topográficos, los cuales serán tomados como base para desarrollar el diseño de una nueva pavimentación, que permita tener los niveles correctos tomando en cuenta predios existentes que se verán favorecidos con esta investigación, así como todos aquellos que transiten por estas vialidades.

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

Los suelos del municipio de Uruapan se caracterizan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero. La superficie forestal maderable es ocupada por pino encino y oyamel, en el caso de la no maderable, es ocupada por matorrales de distintas especies.

En el municipio domina el bosque mixto, con pino y encino, y el bosque tropical deciduo, con parota, guaje, cascalote y cirián. Su fauna se conforma principalmente por coyote, zorrillo, venado, zorra, cacomixtle, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca.

Mientras que el suelo la colonia calzontzin perteneciente al municipio de Uruapan Michoacán, se puede decir que en su totalidad corresponde a un suelo tipo B, suelo cohesivo que presenta fisuras o ha sido intervenido, con fragmentos que no se adhieren tan bien como en el suelo Tipo A. Este tipo de suelo presenta una fuerza de compresión media.

3.7 Economía regional y de la zona en estudio.

De acuerdo con la fuente citada <http://es.wikipedia.org/wiki/Uruapan> la población económicamente activa del municipio de Uruapan en el año 2005 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 2005, 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, fabricación de papel, productos a base del chocolate y empaques de aguacate.

El sector del comercio y servicios se integra por la actividad de hoteles y restaurantes de la ciudad, así como de los centros comerciales, entre los cuales se encuentran grandes cadenas internacionales y nacionales.

Mientras que en la comunidad de calzonzin algunas de las actividades agrícolas son; el aguacate, 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.

En el sector del comercio son la venta de sus productos como son el maíz, la leche y sus derivados. Existen restaurantes de comida y cena que son unos de sus grandes atractivos de esta comunidad.

3.8 Hidrología y clima de Uruapan Michoacán.

Según la fuente de información es.wikipedia.org, Uruapan, Michoacán, se encuentra totalmente inmerso en el Eje Neovolcánico Transversal, por lo que su territorio es accidentado y montañoso, destacando los cerros Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena, hacia el oeste, y ya fuera del municipio se encuentra el volcán Pico de Tancítaro, la mayor elevación del estado. El Municipio de Uruapan se

encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 417.9 metros como mínima y una altura máxima de 3,340 msnm.

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

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

1,200 a 1,500 mm, y hacia el sur se suceden dos zonas más, donde el promedio es de 1,000 a 1,200 mm y de 800 a 1,000 mm.

3.9 Estado físico anterior y reporte fotográfico.

En la visita al sitio donde se llevará a cabo el proyecto de investigación, se pudo apreciar calles con las siguientes características:

1. Calles sin pavimentar.
2. Calles con pavimentos agrietados.
3. Calles que no respetan los límites de banquetas.
4. Banquetas que no cuentan con rampa para discapacitados.
5. Los desniveles de las calles no son correctos.
6. Falta de planeación al momento de ejecutar este tipo de obra.
7. Calles sin drenaje sanitario sin descargas domiciliarias.
8. Falta de alumbrado público.
9. Camellones en mal estado.
10. Calles que ya cuentan con pavimento de concreto hidráulico, sin señalamiento de tránsito y topes.

La vista al predio que se estudiará permitió, observar las condiciones físicas del lugar, y en las que se encuentra anteriormente y así proponer soluciones que favorezcan a este lugar.

A continuación se presenta un informe fotográfico en el que se observa el tipo de terreno topografía, y las obras necesarias para darle más calidad a este tipo de vialidad. En este reporte se describe cada una de las imágenes, en las cuales se observan las condiciones en las cuales se encuentra el predio actualmente, contemplando las ventajas y desventajas que conlleva a realizar este tipo de obra.

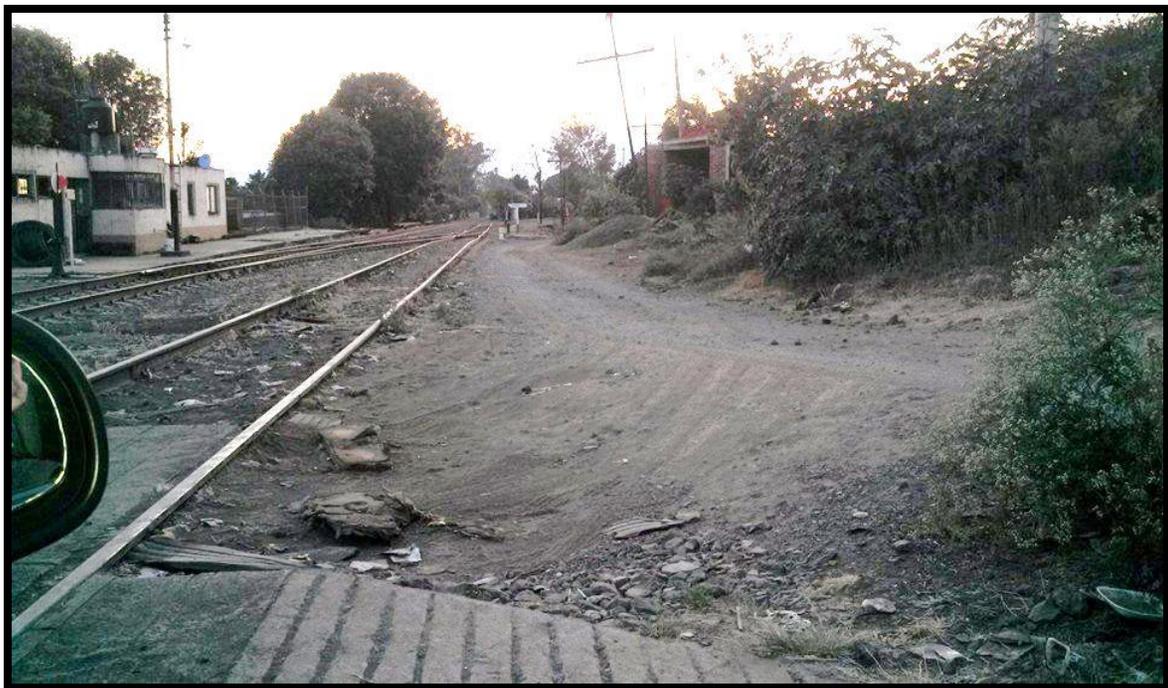


Figura 3.5. Entrada Principal al predio donde se llevará a cabo el proyecto de investigación.

Fuente: Propia.



Figura 3.6. Calle que se encuentra sin pavimento de concreto hidráulico.

Fuente: Propia.

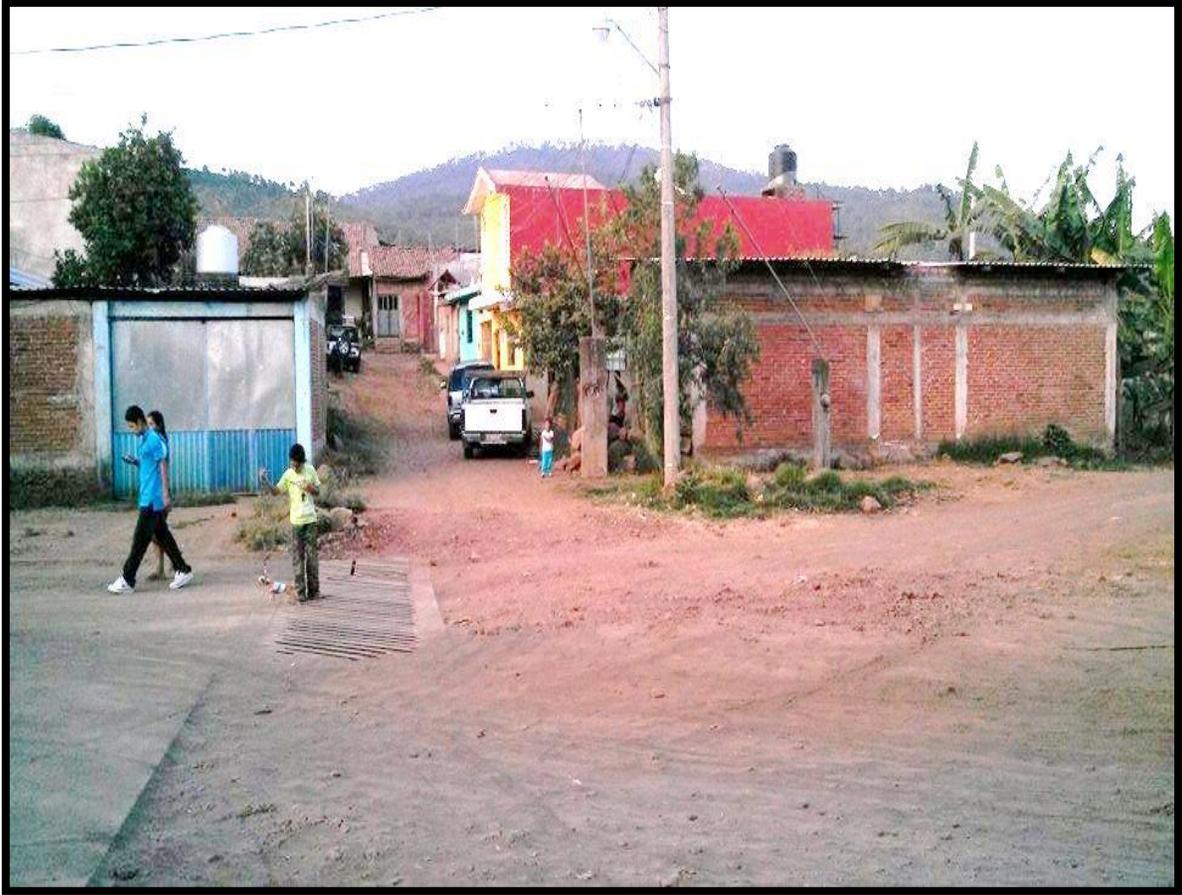


Figura 3.7. En esta imagen se aprecia una parte de calle que ya cuenta con pavimento de concreto hidráulico.

Fuente: Propia.



Figura 3.8. En esta imagen se aprecia la diferencia de niveles de terreno natural que es uno de principales problemas a resolver.

Fuente: Propia.

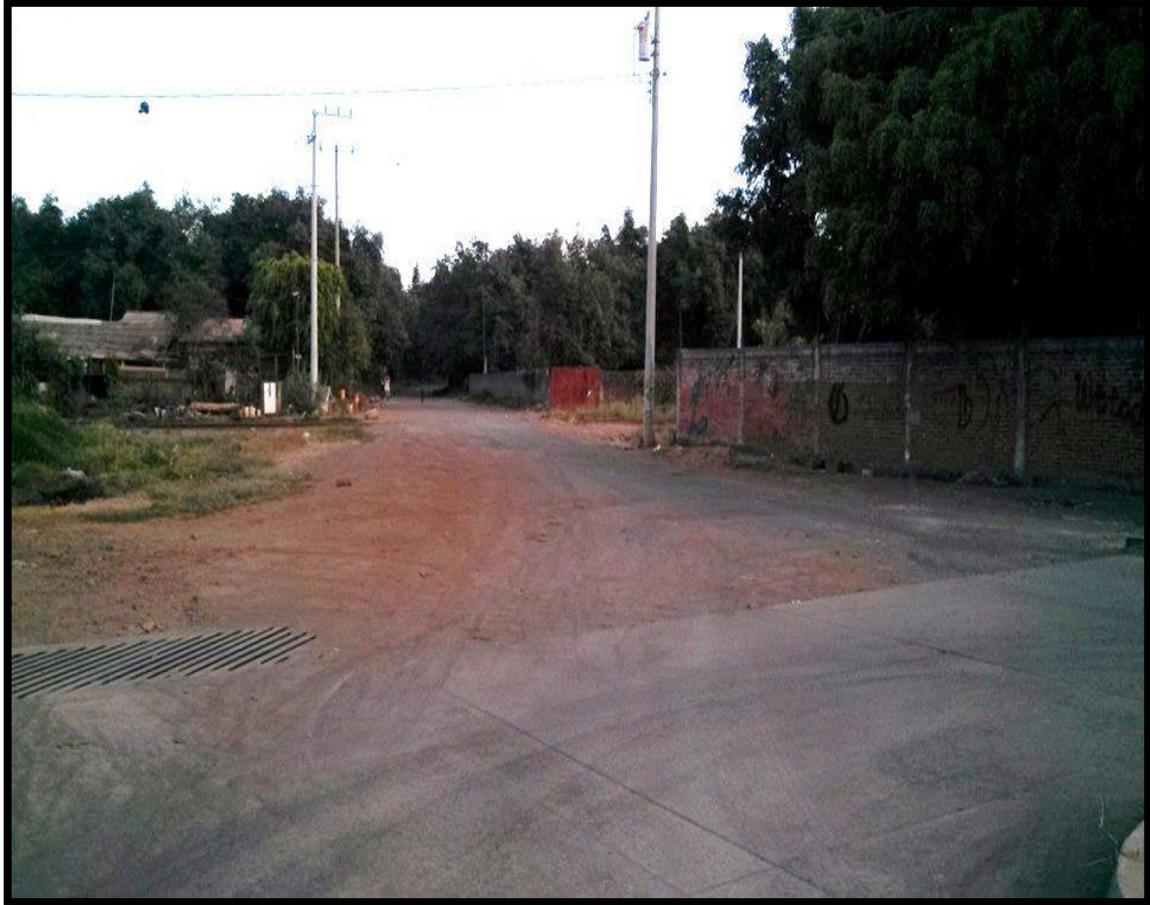


Figura 3.9. En esta imagen se aprecia una parte de calle que cuenta con pavimento de concreto hidráulico y predios que se encuentran en la parte más baja con respecto a los niveles de terreno natural y de piso de concreto hidráulico.

Fuente: Propia.



Figura 3.10. En esta imagen se aprecia una parte de calle que cuenta con pavimento de concreto hidráulico y parte de la calle sin pavimento de concreto hidráulico.

Fuente: Propia.



Figura 3.11. En esta imagen se aprecia los camellones con guarnición en mal estado, medidas incorrectas, así como parte de la calle que se encuentra con pavimento de concreto hidráulico, falta de topes y señalamientos de tránsito.

Fuente: Propia.

3.10 Alternativas de solución.

Este proyecto de investigación está basado en el diseño de un pavimento rígido para la urbanización de la colonia caltzontzin. Llevando consigo mismo a que este tipo de vialidades cumplan con las siguientes características:

1. Seguras.
2. Tranquilas.
3. Cumplimiento de su vida útil.
4. Niveles topográficos correctos.
5. Respetando los derechos de vialidad.
6. Alumbrado Público.
7. Situar señalamientos de tránsito y topes.
8. Mejorar la calidad para cualquier tipo de obra a construir en este sitio.

Para lograr este tipo de soluciones se deben seguir tomar los siguientes criterios:

1. Llevar a cabo una planeación de obra.
2. Seguir correctamente el proceso de obra para realizar este tipo de trabajos, respetando las proporciones adecuadas.

3. Que este tipo de obra sea supervisado y realizado bajo el cargo de un ingeniero civil.

4. El encargado en iniciar esta obra sea quien de finalización de esta.

5. Realizar un levantamiento topográfico del sitio como se encuentra actualmente, para poder darle los niveles correctos y así ejecutar de manera adecuada este tipo de proyecto.

3.11 Procesos de análisis.

Para realizar los cálculos de este proyecto de investigación se utilizó el siguiente software y equipos o herramientas de trabajo:

1. Estación total con software prolink.

2. Nivel topográfico.

3. Civil Cad.

4. Auto Cad.

5. Word.

6. Excel.

7. Cinta métrica.

8. Flexómetro.

9. Libreta de nivel.

9. Bancos de nivel.

10. Estacas.

11. Plomada.

12. Levantamiento topográfico.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se abordarán los temas relacionados con la metodología de la investigación realizada para este proyecto de investigación, mencionando los métodos correspondientes a este tipo de investigación, como son el enfoque que se empleó, el diseño de esta investigación, los instrumentos utilizados para la obtención de información y la descripción del proceso que se siguió para llevar a cabo esta investigación.

4.1 Método empleado.

El método empleado en este proyecto de investigación fue el método científico, ya que este aplica la lógica a las realidades o hechos observados.

De acuerdo con Tamayo y Tamayo, (2000), el método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos, caracterizando generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica.

Por lo tanto, el método científico es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se pone a prueba la hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo.

Según Tamayo y Tamayo (2000), el método científico se caracteriza porque rechaza o elimina todo procedimiento que busque manipular la realidad una forma

caprichosa, tratando de imponer prejuicios, creencias o deseos que no se ajusten a un control adecuado de la realidad y de los problemas que se investigan.

Como lo menciona Tamayo y Tamayo, (2000), el método científico consiste en la conjugación de la inducción y la deducción, es decir, se da el pensamiento reflexivo. En el proceso reflexivo se dan cinco etapas para resolver un problema:

1. Percepción de una dificultad. El individuo encuentra algún problema que le preocupa, y se halla sin medios para llegar al fin deseado.

2. Identificación y definición de la dificultad. El individuo efectúa observaciones que le permite definir su dificultad con mayor precisión.

3. Soluciones propuestas para el problema. A partir del estudio de los hechos, el individuo formula conjeturas acerca de las posibles soluciones del problema, esto es, formula hipótesis.

4. Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas. El individuo llega a la conclusión de que si cada hipótesis es verdadera, le seguirán ciertas consecuencias.

5. Verificación de la hipótesis mediante la acción. El individuo pone a prueba cada una de las hipótesis buscando hechos observables que permitan confirmar si la consecuencias que deberían seguir se producen o no.

De acuerdo con Tamayo y Tamayo, (2000), el método científico se caracteriza por:

1. Ser fáctico. Tiene una referencia empírica.
2. Trasciende los hechos. Los científicos expresan la realidad, para ir más allá de las apariencias.
3. Verificación empírica. Formula respuesta a los problemas planteados y para apoyar sus propias afirmaciones.
4. Autocorrectivo. Justifica las propias conclusiones.
5. Formulación de tipo general. La cosa en particular o el hecho singular interesa en la medida en que este es un miembro de una clase o caso de una ley.
6. Es objetivo. Se logra el objeto tal como es, evitando la distorsión del sujeto que lo conoce mediante las circunstancias concretas. Un hecho es un dato real y objetivo.

4.1.1 Método Matemático.

De acuerdo con Mendieta (2005), el método matemático es el que se sigue mediante la utilización de números para llegar a un resultado, por lo que sin darnos cuenta al utilizar el método matemático se aplica un procedimiento científico y se comparan cantidades con el fin de adquirir nociones derivadas de importancia.

Según Mendieta (2005), en cualquier investigación que asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobación y estas se tomen en cuenta para afirmar o negar algo, se estará aplicando el método cuantitativo. Cuando se realiza un trabajo por un investigador, este enriquece más

sus conocimientos y descubre a su vez fenómenos que ajustan o modifican la hipótesis inicial.

Mendieta (2005), afirma en la matemáticas es el genético que indica el origen del objeto, el número entero es originado por la adición indefinida de una unidad misma, este método es usado para hacer comparaciones económicas, volúmenes, capacidades, estadísticas, etc. En el método matemático se comparan cantidades para así poder obtener nociones derivadas, de importancia, valor económico y capacidad.

Con lo retomado anteriormente se puede decir que en la presente proyecto de investigación se utilizó el método científico matemático, porque esta investigación se compone de diferentes tipos de problemas que existen actualmente en el presente lugar de estudio, donde se le dará la solución a este tipo de problemas y se comprobará por medio de este método.

4.2 Enfoque de la investigación.

De acuerdo con Hernández y Cols (2010), el tipo de enfoque que se empleó en esta investigación es el cuantitativo.

Según Hernández y Cols (2010), en este proyecto de investigación se puede decir que se utilizó el enfoque cuantitativo porque usa recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Presenta un conjunto de procesos que se pueden comprobar, los cuales no se pueden brincar o eludir. El

orden es riguroso, partiendo de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación. De las preguntas de investigación se establecen hipótesis, determinando variables; se desarrolla un plan para probarlas, se analizan las soluciones obtenidas y se establece una serie de conclusiones para determinar cuál es solución más viable o correcta a este tipo de problema.

Como lo menciona Hernández y Cols (2010), el enfoque cuantitativo tiene las siguientes características:

1. El investigador plantea un problema.

2. Una vez planteado el problema de estudio, el investigador considera lo que se ha investigado anteriormente, construyendo un marco teórico, del cual deriva una o varias hipótesis.

3. La hipótesis se generan antes de analizar los datos.

4. La recolección de datos se fundamenta en la medición.

5. Los datos se presentan mediante números.

6. Se busca el máximo control para lograr una explicación posible.

7. Los análisis cuantitativos se interpretan mediante hipótesis.

8. La investigación cuantitativa debe ser más objetiva posible.

9. Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible.

10. En una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados.

11. Se intenta explicar y predecir los fenómenos investigados.

12. Se sigue un proceso para darle solución al problema.

13. Se utiliza la lógica razonamiento deductivo.

14. Pretende identificar las leyes universales y casuales.

15. La búsqueda cuantitativa ocurre en la realidad externa al individuo.

4.2.1 Alcance de la investigación.

Este proyecto de investigación es descriptiva, porque como lo menciona Hernández y Cols, (2010), busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describiendo tendencias de un grupo de población.

De acuerdo con Hernández y Cols, (2010), el alcance descriptivo consiste en que el investigador tiene la meta de describir fenómenos, situaciones o eventos, detallando como suceden o se manifiestan. Recogiendo información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos a los que se refiere el tema.

Según Hernández y Cols, (2010), el alcance descriptivo busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de persona, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta o un análisis. Es decir, únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o

conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan estas.

4.3 Diseño de la investigación.

De acuerdo con Hernández y Cols, (2010), la investigación no experimental cuantitativa es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. En este tipo de investigación no hay condiciones ni estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural.

Por lo tanto, el diseño de esta investigación es no experimental, porque al momento de realizar el estudio no se está manipulando deliberadamente las variables, observando los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos y darles una solución.

Según Hernández y Cols, (2010), el diseño transversal o transeccional, se utiliza cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo. En este tipo de diseño se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito esencial es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores y se pueden dividir en dos tipos fundamentales:

1. Descriptivos: Tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. El procedimiento consiste en medir un grupo de personas u objetos, una o más variables y proporcionar su descripción.

2. Causales: Tienen como objetivo describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado. Se trata también de descripciones pero no de variables individuales sino de sus relaciones, sean estas puramente correlacionales o relaciones causales. En este diseño lo que se mide es la relación entre variables en un tiempo determinado.

4.4 Instrumentos de recopilación de datos.

Para la realización de este proyecto de investigación, se utilizó los siguientes programas y herramientas que permitieron hacer esta una investigación más profunda y confiable, obteniendo resultados correctos que serán mostrados en la presente investigación. Las herramientas y programas que forman parte de esta investigación son:

- Autocad con software prolink.
- Excel.
- Word.
- Estacion total.
- Civil Cad.
- Nivel topográfico.
- Power point.

El software Autocad, es un programa para computadora que se utiliza para dibujo 2D y modelado 3D, para esta investigación ayudara a dibujar los planos que serán demostrados más adelante. Este programa será la base para procesar los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, permitiendo por medio del software Civil cad, realizar las curvas de nivel del terreno natural y realizar el perfil del terreno natura y del piso terminado, tomando en cuenta los niveles existentes en el terreno.

El software Excel, es un programa para computadora, la cual se compone por medio de hojas de cálculo, permitiendo realizar cálculos mediante fórmulas y comandos, creando gráficas, tablas, para dibujar el perfil del terreno, se hace una tabla de excel para marcar los puntos por donde va pasando el perfil.

El software Word, es un programa de computadora es un programa de computadora que sirve para crear, modificar, e imprimir documentos escritos. A este tipo de programas se los conoce como Procesadores de Texto, y son los más comunes de entre todas las aplicaciones de computadora.

La estación total, es un aparato electrónico el cual servirá como base para realizar el levantamiento topográfico del presente caso de estudio, el cual ayudara a para buscar los ángulos horizontales, verticales y distancias del terreno, una vez obtenidos estos puntos serán pasados a al software AutoCAD para su digitalización e impresión.

El software Civil Cad es un programa de computadora diseñado para crear funciones adicionales que automatizan y simplifican las tareas dentro de AutoCAD.

El nivel topográfico es un instrumento que tiene como finalidad la medición de desniveles entre puntos que se hallan a distintas alturas o el traslado de cotas de un punto conocido a otro desconocido.

El software power point es un programa de computadora que permite crear materiales que se pueden utilizar en un proyector. El uso de este material para anunciar un informe o una propuesta se denomina presentación. Al usar PowerPoint, puede crear pantallas que incorporan efectivamente texto y fotos, ilustraciones, dibujos, tablas, gráficos y películas, y pasar de una diapositiva a otra como en una presentación con diapositivas. Puede animar texto e ilustraciones en la pantalla usando la característica de animación, así como agregar una narración y efectos de sonido. También, puede imprimir materiales y distribuirlos mientras realiza la presentación.

4.5 Descripción del proceso o de investigación.

Para poder llevarse a cabo esta investigación, primero se tuvo que localizar una calle perteneciente a la ciudad de Uruapan Michoacán que contara con algún problema que se le pudiera dar solución, por lo cual se encontró la colonia Caltzonzin la cual se encontraba con calles sin pavimento de concreto hidráulico o calles que ya contaban con concreto hidráulico en mal estado, por lo cual se tomó la decisión de efectuar este proyecto de investigación en esta colonia.

De tal manera tener más información de las calles que se encontraban con este tipo de problema, en primer lugar primero se dio un recorrido por toda la colonia, tomándose fotos de las calles más afectadas, después se prosiguió a realizar un

levantamiento topográfico con equipos topográficos como son la estación total y el nivel topográfico para corroborar los desniveles de cada una de las calles de esta colonia para tomar los niveles existentes de las calles. Los datos obtenidos por medio de estos equipos topográficos fueron pasados a diferentes softwares o programas de computadora como son el Autocad, Civil cad, Prolink, Excel, Word, Power point, que fueron fundamentales para proporcionar la información de manera impresa dándole el formato que se requiere para poder presentarla a un lector.

Una vez presentada al lector en este caso a los asesores encargados de la tesis cada quien en su especialidad, se hicieron las correcciones que ellos observaron que fueron necesarias. Una vez realizadas estas correcciones y autorizada por parte de los asesores el derecho de impresión, se prosiguió a darle la impresión final, dándole el diseño acorde para así mostrarla cualquier tipo de lector que dese consultar este tipo de investigación que ayudara a resolver cualquier duda que pueda surgir sobre este tema de investigación.

CAPÍTULO 5

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentarán los análisis y los procedimientos necesarios para el diseño de pavimento rígido de la colonia Caltzontzin.

5.1 Aforo vehicular.

De acuerdo con Crespo (1996), se le conoce como volumen de tránsito a la cantidad de vehículos de motor que transiten por un camino en determinado tiempo y en el mismo sentido. Las unidades comúnmente usadas son: vehículos por día o vehículos por hora. Es llamado Tránsito Promedio Diario (T.P.D.) al promedio de los volúmenes de tránsito que circulan durante 24 horas en un determinado periodo.

La clase de vehículos que transitan o transitarán por un camino variará según el tipo de camino que se vaya a tratar.

El tipo de tránsito influye de una manera decisiva en el proyecto de un camino, ya que afectará notablemente en la parte geométrica.

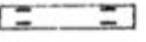
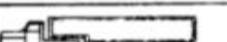
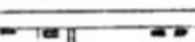
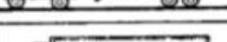
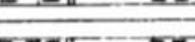
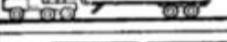
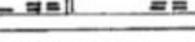
TIPO DE VEHICULO	NUM. DE EJES	ESQUEMAS		SIMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS			
		PERFIL	PLANTA						
VEHICULOS LIGEROS	AUTOMOVILES	2			Ap	—	46	58	
	CAMIONETAS	2			Ac		12		
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2			B	—	12	42	
	CAMIONES	2			C2	73	100		30
		3			C3	13			
					T2-S1				
		4			T2-S2	7			
		5			T3-S2	7			
					T2-S1-R2				
	OTRAS COMBINACIONES								
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	V A R I A B L E		E ⁿ n = variable	V A R I A B L E				
	MAQUINARIA AGRICOLA								
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS								
	OTROS								

Figura 5.1 Clasificación general de los vehículos.

Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, (1991).

Según Crespo (1996), para el conteo de los vehículos el método que comúnmente más se utiliza es el automático que consiste en un tubo de hule cerrado en un extremo por una membrana, este tubo se coloca transversalmente a la vía y al paso de cada eje de un vehículo sobre el tubo, se produce un impulso de aire sobre

la membrana que establece un contacto eléctrico con un aparato que va sumando el número de impulsos recibidos. Los contadores automáticos tienen una gran desventaja la cual es que no pueden clasificar los vehículos por tipo, cosa que si es factible cuando el conteo se hace de manera manual.

A continuación se mostrará un aforo vehicular en la cual se indican el tipo de vehículos de acuerdo a la norma y como complemento se muestran los peatones, bicicletas y motocicletas que circulan por la calle avenida Lázaro Cárdenas en la colonia Caltzontzin, (ver anexo uno), perteneciente a la Ciudad de Uruapan, Michoacán. En la presente tabla se muestran los datos indicando el día y la hora en la cual se asistió para realizar dicho aforo. El método empleado para la recopilación de esta información fue el método manual.

AFORO VEHICULAR					
TIPO	LUNE 14 DE ABRIL 10:30 AM- 11:30 AM	MIERCOLES 16 DE ABRIL 10:00 AM- 1100AM	VIERNES 17 DE ABRIL 1:00 PM- 2:00 PM	LUNES 21 DE ABRIL 4:00 PM- 5:00 PM	MARTES 22 DE ABRIL 5:30 PM- 6:30 PM
AUTOMOVILES TIPO A2	35	34	35	46	37
CAMIONETAS PICK UP TIPO C2	15	23	29	23	25
CAMIONETAS CERRADAS TIPO B2	7	10	8	5	6

CAMIONES TIPO B3	5	6	7	3	4
MOTOCICLETAS	10	3	23	18	14
BICICLETAS	4	3	2	3	1
PEATONES	56	24	71	43	67

Tabla 5.1. Tabla Aforo vehicular de la colonia Caltzontzin.

Fuente Propia.

5.2 Levantamiento topográfico.

Una vez realizado el registro del aforo vehicular en la colonia Caltzontzin se procedió a realizar un levantamiento topográfico de esta colonia con la ayuda de la estación total. De acuerdo con Bannister (2002), la topografía se puede definir como el arte o tecnología de hacer mediciones de las posiciones relativas de accidentes naturales y todas aquellas obras hechas por el hombre sobre la superficie de la Tierra, así como la representación gráfica o numérica de esta información.

Los levantamientos se dividen en geodésicos y topográficos, los geodésicos se distinguen por la técnica y el uso que se les da, las redes de mediciones de ángulos y distancias entre puntos son necesarias para controlar todos los levantamientos de este tipo y al levantar grandes áreas, como un país completo.

Los levantamientos topográficos producen mapas y planos de accidentes naturales hechos por el hombre. En realidad no existe una diferencia los

suficientemente clara entre mapa y plano, pero en general se acepta que en un plano los detalles quedan dibujados a escala exacta, mientras que en un mapa muchas de las características se deben representar por símbolos a escala pequeña.

5.3 Valor Relativo de Soporte (VRS).

De acuerdo con Rico y Del Castillo (1994), en el ensaye de Valor Relativo de Soporte o mejor conocido como VRS, dicho ensaye fue originalmente desarrollado por el Departamento de Carreteras del Estado de California; el VRS de un suelo, se obtiene de una prueba de penetración, en la que un vástago de 19.4 cm^2 (3 plg^2), de área se hace penetrar en un molde con un suelo que es previamente compactado a 2,000 psi, la penetración de dicho vástago se realiza con una velocidad de 0.127 cm/min (0.05 plg/min), registrando la carga de penetración a cada 0.25 cm (0.1"). El espécimen de suelo en el cual se realiza el ensaye, está confinado en un molde de acero de 15.2 cm (6") de diámetro, y una altura de 20.30 cm (8"), el suelo se prepara cribando el material seco por la malla de 2.54 cm (1"), para después agregar el agua necesaria para con esto obtener la humedad óptima de compactación, pesando 4 kg de material húmedo el cual se colocará en el molde distribuido en tres capas varillas, es decir poner 1 capa por vez y penetrando con una varilla por varias veces hasta completar las 3 capas, para colocarlo en una prensa que le aplicará una carga de 140 kg/cm^2 , carga aplicada uniformemente en la superficie del suelo al interior del molde, este proceso se denominaba ensaye Porter, en la actualidad con la aplicación del ensaye AASHTO tanto Estándar como Modificado, se debe igualar las características de Masa Volumétrica Seco Máximo y

Humedad óptima de compactación obtenidas en los ensayos previos, y posteriormente aplicar la penetración que nos determinará el VRS del material que se está estudiando.

Según Rico y Del Castillo (1994), existen diversos factores los cuales pueden afectar los resultados de VRS de un suelo lo cuales son: la textura del suelo en la superficie interior del molde, el contenido de agua el cual no sea el óptimo, y la condición de compactación dada al espécimen. A continuación se mostrará una tabla donde se presenta el cálculo del VRS obtenido con las pruebas de laboratorio realizadas para el presente caso dicho de estudio, en el cual se muestran los resultados obtenidos de esta prueba.

LECTURAS DE ENSAYE		
CTE CARGA:	3079.11 (LECT)= 5.96 EN KG	
DEF. (MM)	LEC. (MM)	CARGA (KG)
0.00		
2.00	0.095	286.56
4.00	0.118	357.37
6.00	0.300	917.77
8.00	0.365	1117.92

FORMULA DEL VRS
$VRS = (2DALECTURA / 1425) \times 100$

VALOR RELATIVO DE SOPORTE	
VRS (%) 2ª LECTURA	25%

	VRS (MIN)
TERRAPLEN	5
SUBYACENTE	10
SUBRASANTE	20
SUBBASE	50/60
BASE	80

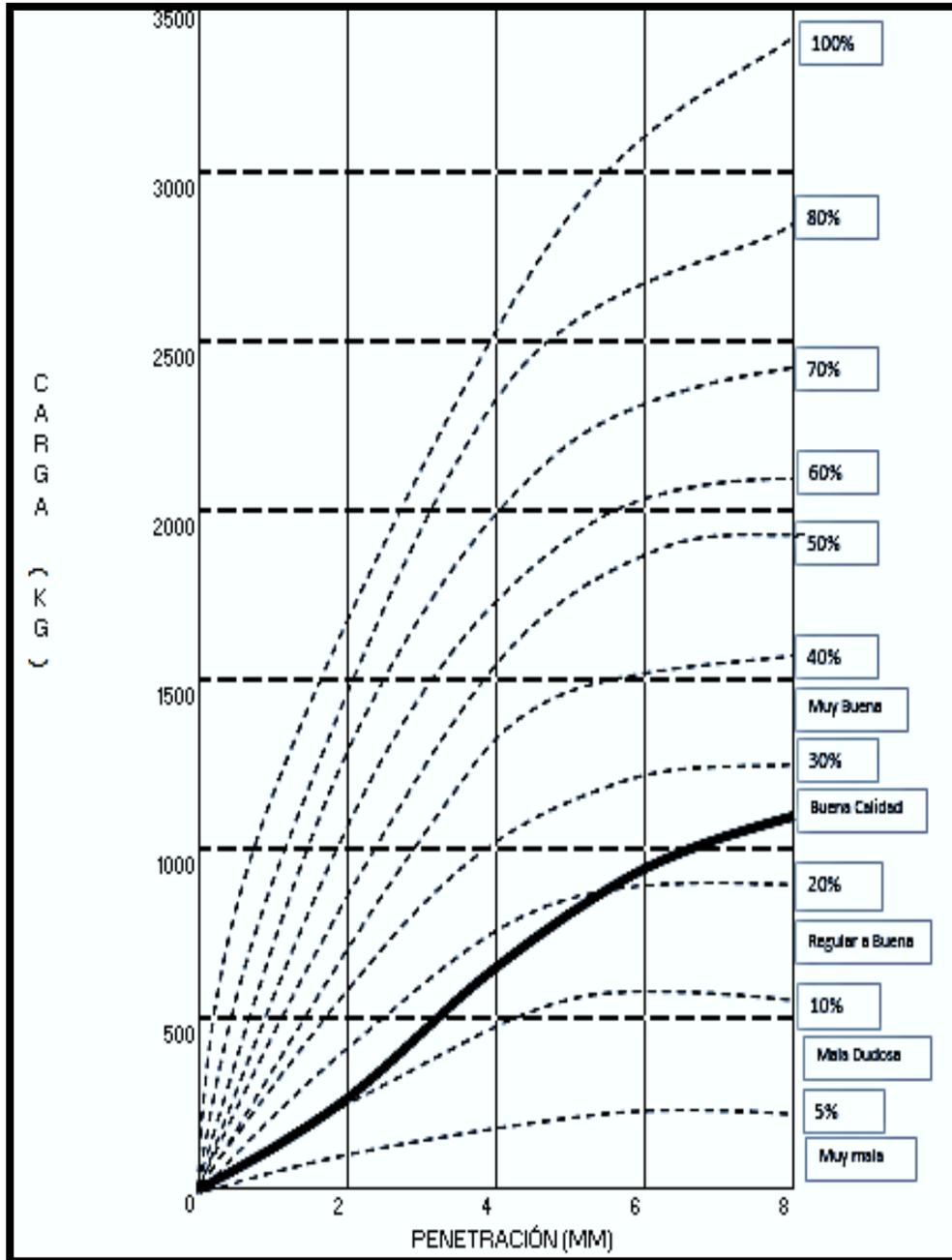
CALIDAD DE LA MUESTRA
SUBBRASANTE DE BUENA CALIDAD

Tabla 5.2. Lecturas y determinación de VRS de la colonia Caltzontzin.

Fuente Propia.

Una vez obtenidos las lecturas y determinados los datos del VRS de la colonia Caltzontzin, se tomó la calle avenida Lázaro Cárdenas, donde se obtiene un VRS de un 25%, el cual es un valor que se deberá tomar en cuenta para la realización del diseño de un pavimento rígido.

A continuación se presenta una gráfica donde se muestra el resultado del VRS obtenido para el presente caso de estudio.



Grafica 5.1. VRS obtenido en la pruebas de laboratorio para la colonia Caltzontzin.

Fuente propia.

5.4 Diseño del pavimento rígido por el método PCA.

De acuerdo con lo mencionado con Rico y Del Castillo (1994), el método que se eligió para el diseño de pavimento rígido para la colonia Caltzontzin fue el de Portland Cement Association (PCA), el cual se basa principalmente en el concepto de consumo de resistencia, este método calcula las distintas tensiones que son producidas por el tránsito en cada rango de carga, comparándolas con la resistencia de diseño, estableciendo con esto el número de repeticiones permitidas en cada rango de carga, que comparado con el número de repeticiones esperadas, permite establecer un porcentaje de consumo de resistencia por cada rango, y cuya suma no debe exceder de un 100% así mismo dentro de este método existe el análisis por erosión el cual limita los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes y esquinas de las losas, y con ello controlar la erosión del material de cimentación.

Cabe señalar que existen diversos factores que se deben tomar en cuenta para llevar a cabo el método Portland Cement Association (PCA). Los factores que se deben emplear son los siguientes:

1. El Valor Relativo de Soporte (VRS).
2. El tipo y cantidad de vehículos que transitan por la vialidad y con ello obtener el Tránsito de Proyecto Diario Anual (TPDA).

A continuación se muestran los cálculos para obtener este valor:

DIA	AUTOMOVILES TIPO A2	CAMIONETAS PICK UP TIPO C2	CAMIONETAS CERRADAS TIPO B2	CAMINO TIPO B3
LUNES/21/ABRIL/14	36	16	8	6
MARTES/22/ABRIL/14	35	20	10	7
MIERCOLES/23/ABRIL/14	36	25	9	4
JUEVES/24/ABRIL/14	41	24	6	4
VIERNES/25/ABRIL/14	38	26	7	5
SABADO/26/ABRIL/14	40	23	8	5
DOMINGO/27/ABRIL/14	37	25	5	4

Tabla 5.3. Resumen de aforo vehicular de la colonia Caltzontzin.

Fuente Propia.

Con los datos obtenidos anteriormente se prosigue a realizar un promedio de vehículos que transitan por la vialidad del presente caso de estudio, de acuerdo al aforo realizado se toma el total de los vehículos que transitan, para después dividirlo por los días que se asistió a realizar el aforo en este caso 7 días.

PROMEDIO DE VEHICULOS SEMANALES		
TIPO	TOTAL	PROMEDIO
A2	263	38
C2	159	23
B2	53	8
B3	35	5

Tabla 5.4. Promedio de vehículos que transitan en la colonia Caltzontzin.

Fuente Propia.

Una vez obtenido el promedio de vehículos se multiplica por un periodo de 12 horas las cuales son las consideradas debido a que las 12 horas restantes son de noche y el tránsito baja considerablemente. Al sumar el total de vehículos transitables en un periodo de 12 horas se obtiene el TPDA, el cual fue de 768 vehículos.

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), se establece mediante el método de conteo y es el resultado del conteo de vehículos durante 24 horas al día durante y los 365 días del año. Cabe considerar que para esta investigación se están considerando un periodo de 12 horas para realizar el siguiente conteo:

CALCULO DEL TRAFICO PROMEDIO ANUAL		
TIPO	PROMEDIO DE VEHICULOS SEMANALES	PERIODO 12 HORAS
A2	38	456
C2	23	276
B2	8	96
B3	5	60
	TPDA	888

Tabla 5.5. Cálculo del tráfico promedio anual de la colonia Caltzontzin.

Fuente Propia.

Con los datos obtenidos anteriormente pertenecientes al Tránsito Promedio Anual (TPDA), se hace una distribución de tránsito expresada en porcentaje, esta distribución tiene que sumar el 100% que representa el total de los vehículos.

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PARA EL DISEÑO			
TIPO	PERIODO 12 HORAS	TPDA	PORCENTAJE
A2	456	888	51.36%
C2	276	888	31.08%
B2	96	888	10.81%
B3	60	888	6.75%
		TOTAL	100%

Tabla 5.6. Determinación del porcentaje de vehículos para el diseño de la colonia Caltzontzin.

Fuente Propia.

Para los efectos de diseño se realizó un resumen de los vehículos que actualmente transitan por el presente caso de estudio, expresado en porcentajes, los cuales fueron distribuidos de manera conveniente y bajo criterios de diseño. Se distribuyó el tránsito del tipo A2 para agregar el tipo A1, para después tomar un porcentaje mínimo para el tipo TS-S1, también se sumó el tipo B2 y B3.

Estos datos obtenidos se presenten en la siguiente tabla:

RESUMEN DE PORCENTAJES DE ACUERDO AL TIPO DE VEHÍCULO	
TIPO	PORCENTAJE
A1	26%
A2	24.69%
B2,B3	13.50%
C2	33.81%
T2-S1	2%
TOTAL	100.00%

Tabla 5.7. Resumen de porcentajes de acuerdo al tipo de vehículo de la colonia Caltzontzin.

Fuente Propia.

Un factor muy importante que se debe considerar es el periodo de diseño del pavimento el cual es seleccionado en función del tipo de vía, nivel de tránsito y un análisis económico y de servicio, generalmente para pavimentos rígidos es de 20 años, este valor será utilizado para el diseño y se utilizará una tasa de crecimiento anual del 20%.

Otro dato necesario que influye para llevar a cabo este diseño es el FP (factor de proyección) el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$FP = (1 + \text{tasa de crecimiento})^{\text{Periodo de diseño}}$$

Figura 5.1. Fórmula para obtener el factor de proyección.

Fuente: Rico y Del Castillo, 1994.

Desarrollando la fórmula anterior, y realizando el cálculo correspondiente se obtiene:

$$FP = (1 + 1.20/100)^{20}$$

$$FP = (1 + 0.0120)^{20}$$

$$FP = (1.012)^{20}$$

$$FP = 1.27.$$

Para obtener el factor de seguridad se debe determinar el tipo de camino así como el volumen de tránsito, estos valores se recomiendan de la siguiente manera:

1. Casos especiales con muy altos volúmenes de tráfico pesado y cero mantenimientos.
2. Para Autopistas o vialidades de varios carriles en donde se presentará un flujo ininterrumpido de tráfico y altos volúmenes de tráfico pesado.
3. Autopistas y vialidades urbanas con volúmenes moderados de tráfico pesado.
4. Caminos y calles secundarias con muy poco tráfico pesado.

Para efectos del presente diseño de pavimento rígido y de las características del camino se tomará un factor de seguridad de 1.0

A continuación se calculara el volumen total de vehículos esperados en la vida de este proyecto de investigación mediante la siguiente formula:

$$V_t = (TPDA (FP) / N) (TCP/100) (CCP) (365) (n)$$

Figura 5.2. Fórmula para obtener el volumen total de vehículos esperados en la vida de este proyecto de investigación.

Fuente: Rico y Del Castillo (1994).

Esta fórmula se puede expresar de la siguiente manera, donde:

- V_t = Volumen total de vehículos esperados en la vida de proyecto.
- FP = Factor de proyección.
- TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual.
- N = Número de carriles.
- TCP = Porcentaje de vehículos pesados. (Suma de porcentaje de vehículos excluyendo tipo A1 y tipo A2).
- n = Periodo de diseño (años).
- CCP = Factor de seguridad o factor de corrección.

Desarrollando la fórmula para obtener el volumen total de vehículos esperados en la vida de este proyecto de investigación se obtiene:

$$TPDA = 888.$$

$$FP= 1.27.$$

$$N= 1.0.$$

$$TCP= 13.50\%+ 33.81\%+2\%= 49.31\%.$$

$$CCP= 1.0 \text{ (Factor de seguridad de corrección).}$$

$$n= 20.$$

Una vez desarrollado los datos se tiende a desarrollar la fórmula para obtener el volumen total de vehículos esperados en la vida de este proyecto de investigación quedando de la siguiente manera:

$$Vt= ((888) (1.27)) (/ 1)^* (49.31/100)*(1.0) (365)(20).$$

$$Vt= (1127.76) (0.4931) (7300).$$

$$Vt= 4059518.729 \text{ vehículos.}$$

Por lo tanto, para este diseño se tiene un valor de vehículos total de 4059518.729 y este valor será utilizado para las repeticiones esperadas. El método seleccionado, establece que en base a la distribución de los tipos de vehículos esperados en la vida de proyecto, se determine el número de ejes equivalente, tanto sencillos y contemplando el peso que tiene cada uno de ellos en la estructura, nos determinarán el total de ejes por cada 1,000 vehículos, así como también las repeticiones de cargas esperadas para cada tipo y peso de los ejes. Estos datos se pudieron obtener con el uso de una hoja de cálculo, la cual se mostrará a

continuación la primer parte antes de calcular si es factible el espesor losa de concreto hidráulico propuesto.

DATOS GENERALES DEL AFORO DE CAMPO								
DATOS GENERALES								
TPDA		TASA DE CRECIMIENTO ANUAL			PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)			
888.0		1.20%			20.0			
CLASIFICACION DEL TRANSITO EN PORCENTAJE								
A1	A2	B2,B3	C2	C3	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3
26.00 %	24.69%	13.50 %	33.81%	0.00%	2.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SUMA DEL PORCENTAJE= 100%								
CALCULO DEL VOLUMEN TOTAL DE VEHICULOS EN LA VIDA DE PROYECTO								
TPDA (Transito de promedio o diario anual).	FP (Factor de proyección).	N (Número de carriles en un sentido)	r (Tasa de crecimiento anual).	Tcp (Porcentaje de vehículos pesados).	CCP (Factor de corrección de tránsito en el carril de diseño).	N (Periodo de diseño en años).		

888.0	1.27	1.0	1.20%	49.00%	1.0	20.0
-------	------	-----	-------	--------	-----	------

$$V_t = (TPDA (FP) / N) (TCP/100) (CCP) (365) (n)$$

$$V_t = 4,032,200.84$$

DETERMINACIÓN DE REPETICIONES ESPERADAS

TIPO DE VEHICULO	PESO TOTAL (TON).	COMPOSICION DE TRANSITO	NUMERO DE VEHICULOS	NUMEROS DE EJES DEL VEHICULO		PESOS DE LOS EJES (TON).		
				DELANTEROS	TRASEROS	TOTAL ES	DELANTEROS	TRASEROS
A2	2.0	50.7%	450	450	450	900	1.0	1.0
B2	15.5	13.5.7%	120	120	120	240	5.5	10.0
C2	15.5	33.8%	300	300	-	300	5.5	-
C3	23.0	0.0%	0	0	-	0	5.5	-
T2-S1	24.5	2.0%	18	18	-	18	5.5	-
T2-S2	31.5	0.0%	0	0	-	0	5.5	-
T3-S2	39.0	0.0%	0	0	-	0	5.5	-
T3-S3	43.0	0.0%	0	0	-	0	5.5	-

TIPO DE VEHICULO.	PESO TOTAL (TON).	COMPOSICION DE TRANSITO.	CLASIFICACION DE EJES.		TOTAL EJES C/1000 VEHIC.	REPETICIONES ESPERADAS.		
			PESO EJE.	TOTAL EJES.				
A2	2.0	50.7%	1.0	900	1013.51	4,086,690.04		
B2	15.5	13.5%	10.0	240	270.27	1,089,784.01		
C2	15.5	33.8%	5.5	300	337.84	1,362,230.01		
C3	23.0	0.0%						
T2-S1	24.5	2.0%	5.5	18	20.27	81,733.80		
T2-S2	31.5	0.0%						
T3-S2	39.0	0.0%						
T3-S3	43.0	0.0%						
EJES SENCILLOS								
TIPO DE VEHICULO.	PESO TOTAL (TON).	COMPOSICION DE TRANSITO.	NUMERO DE VEHICULOS.	NÚMERO DE EJES DEL VEHICULO.		PESO DE LOS EJES. (TON).		
				DELANTEROS.	TRASEROS.	TOTAL ES.	DELANTEROS.	TRASEROS.
C2	15.5	33.8%	300	-	300	300	-	18.0

C3	23.0	0.0%	0	-	0	0	-	18.0
T2-S1	24.5	2.0%	18	15	18	33	18.0	18.0
T2-S2	31.5	0.0%	0	0	0	0	18.0	18.0
T3-S2	39.0	0.0%	0	0	0	0	18.0	22.5
T3-S3	43.0	0.0%	0	0	0	0	18.0	22.5
TIPO DE VEHICULO.	PESO TOTAL (TON).	COMPOSICIÓN DEL TRANSITO.	CLASIFICACIÓN DE EJES		TOTAL EJES C/1000 VEHICULOS.	REPETICIONES ESPERADAS		
			PESO EJE	TOTAL EJES				
C2	15.5	33.8%	18	300	337.84	1,362,230.01		
C3	23.0	0.0%	-	-	-	-		
T2-S1	24.5	2.0%	-	33	37.16	149,845.30		
T2-S2	31.5	0.0%	-	-	-	-		
T3-S2	39.0	0.0%	-	-	-	-		
T3-S3	43.0	0.0%	-	-	-	-		

EJES TANDEM

Tabla 5.8. Cálculo para comprobar si es factible el espesor de losa de concreto hidráulico propuesto para la colonia Caltzontzin.

Fuente: Propia.

Ahora con los resultados obtenidos de las repeticiones esperadas se procede a calcular el espesor de la subbase y espesor de la losa de concreto. Para esto se necesitan distintos datos, uno de ellos es el Módulo de Ruptura (MR) el cual se propondrá de la siguiente manera:

$$MR = 0.12 f'c.$$

$$F'c = MR / 0.12.$$

Calculando:

$$MR \text{ (propuesto)} = 42 \text{ Kg /cm}^2,$$

$$F'c = 42 \text{ Kg /cm}^2, / 0.12$$

$$F'c = 350 \text{ Kg /cm}^2.$$

Según Rico y Del Castillo (1994), el módulo de ruptura, es el valor obtenido mediante el procedimiento indirecto para determinar la resistencia a la tensión del concreto por el ensaye a la flexión de una viga.

Otro dato necesario es el Modulo de Reacción (K), el cual se obtiene con el VRS y entrando a la siguiente gráfica:

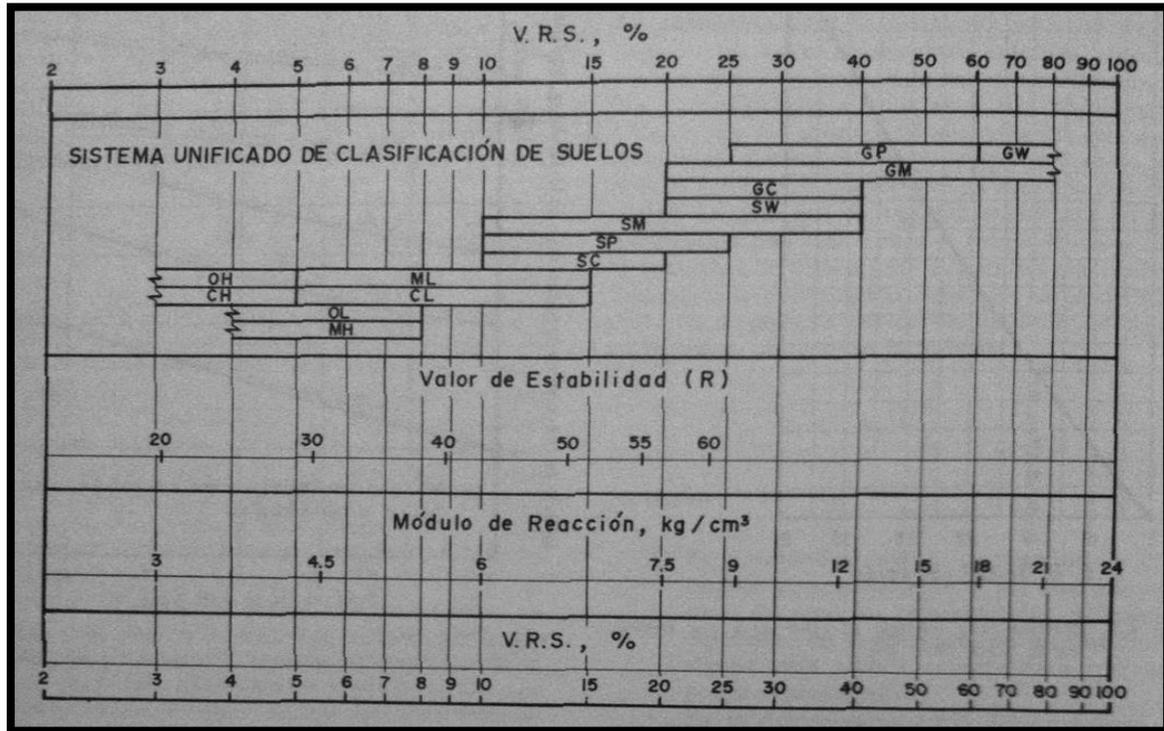


Figura 5.3. Gráfica para obtener el Módulo de Reacción.

Fuente: Rico y Del Castillo (212: 1994).

Una vez obtenido el módulo de reacción se procede a consultar la gráfica con el VRS obtenido anteriormente el cual es del 25% y se sube en línea recta hasta llegar al Módulo de Reacción el cual es aproximadamente de 8.75 Kg/cm³. Este valor obtenido aún es necesario mejorarlo, para ello es necesario proponer el espesor de la subbase el cual será de 20 cm. Con estos 2 datos se entra a la siguiente gráfica para obtener el Módulo de Reacción mejorado.

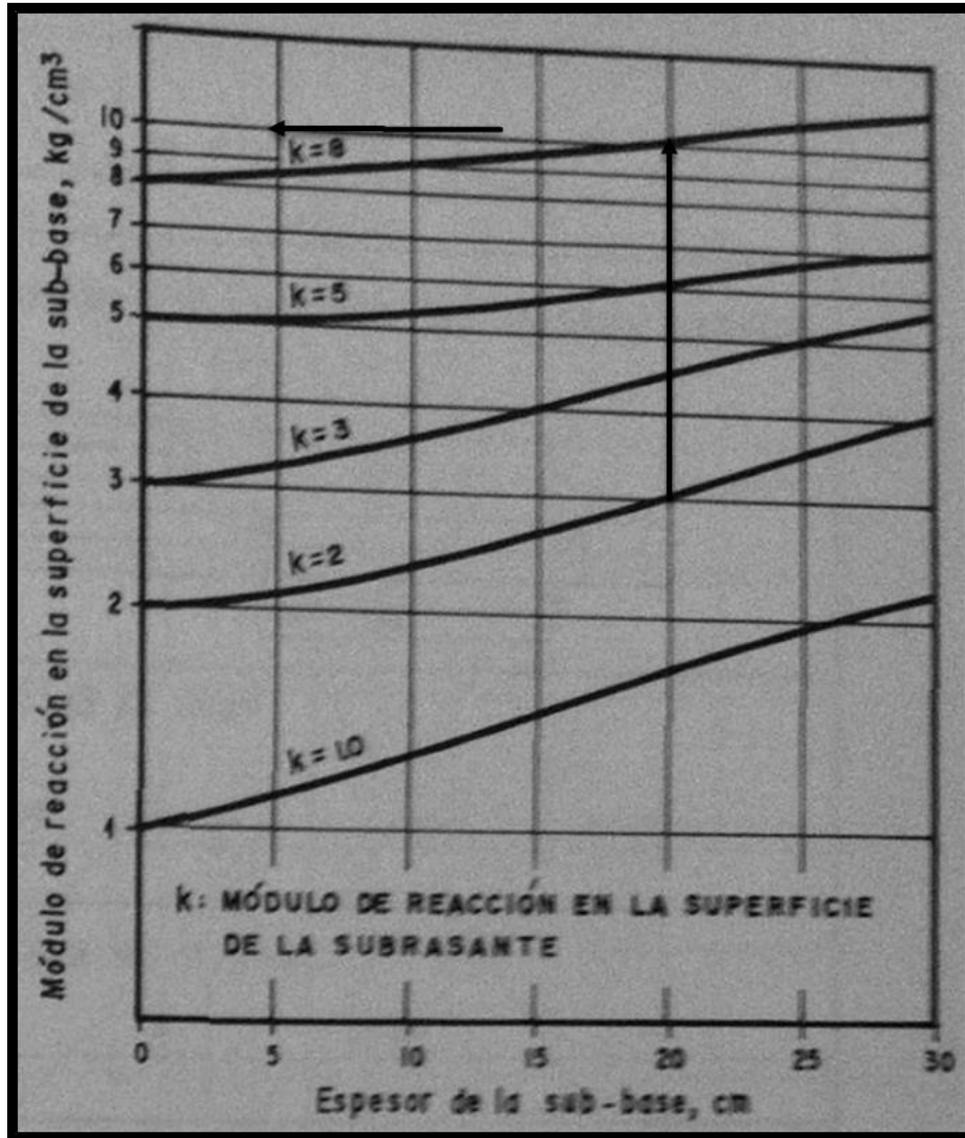


Figura 5.4. Gráfica para obtener el Módulo de Reacción mejorado.

Fuente: Rico y Del Castillo, (1994).

Se obtuvo un Módulo de Reacción mejorado entrando con el espesor de la sub-base propuesto 20 cm y el Módulo de Reacción de 8.75 Kg/cm³, para lo cual nos da como resultado un Módulo de Reacción Mejorado de 10 Kg/cm³.

Ahora se prosigue a utilizar la gráfica siguiente para conocer el esfuerzo actuante en ejes sencillos (MR), para ello es necesario proponer un espesor de losa de concreto hidráulico para este caso se propondrá 17.5 cm, el Módulo de Reacción Mejorado (K) de 10 Kg/cm^3 , y los pesos en ejes sencillos de acuerdo al tipo de vehículo, en este caso los pesos son de 1 tonelada, 5.5 toneladas y 10 toneladas.

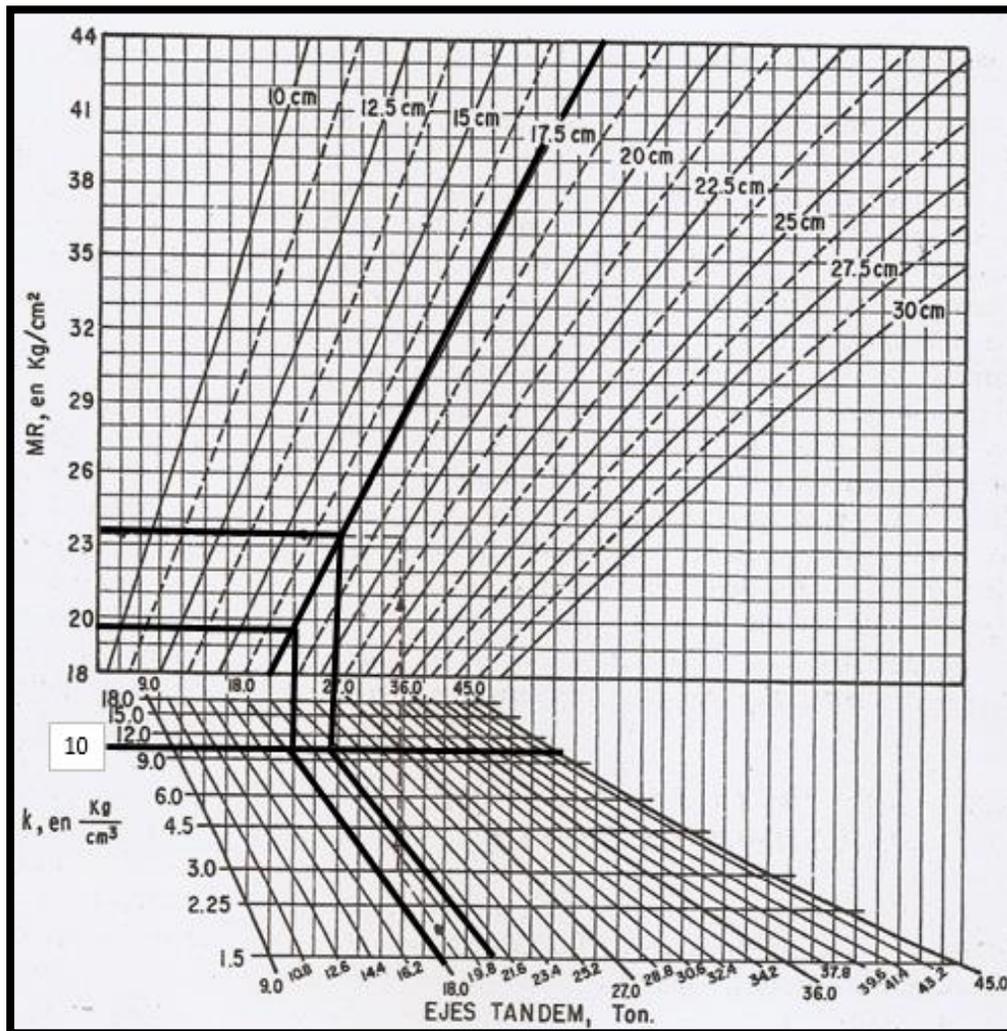


Figura 5.5. Gráfica para obtener el esfuerzo actuante en ejes sencillos.

Fuente: Rico y Del Castillo, (1994).

Al momento de consultar la gráfica para obtener el esfuerzo actuante en ejes tándem se entra con los valores anteriormente dichos se obtiene que para 1 t se tiene un MR menor de 18 Kg/cm^2 , para 5.5 t se tiene un MR menor de 18 Kg/cm^2 y para 10 t se tiene un MR de 19 Kg/cm^2 .

De igual manera es necesario hacer el mismo procedimiento pero ahora con el peso de ejes tandem de acuerdo al tipo de vehículo, los cuales son de 18 t y 22.5 t.

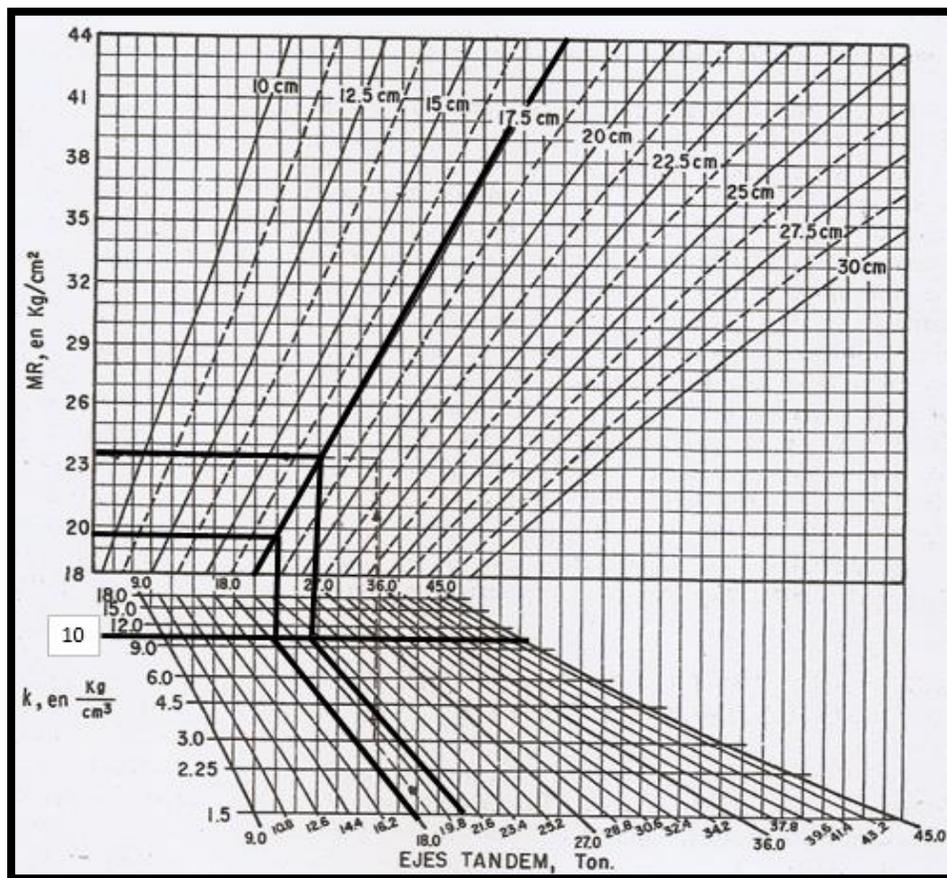


Figura 5.6. Gráfica para obtener el esfuerzo actuante en ejes tandem.

Fuente: Rico y Del Castillo, (1994).

Al entrar con los valores correspondientes se obtiene que para 18 t se tiene un MR de 19 Kg /cm² y para 22.5 t un MR de 23.5 Kg /cm². Ahora al tener los valores de MR para ejes sencillos y ejes tandem es necesario calcular la relación de resistencias, la cual solo se calculará para los valores de MR mayor a 18 Kg /cm² los que sean menores se tomará una relación de resistencias de 0.50. Esta relación de resistencias se calculará mediante la siguiente formula.

$$Rr = (\text{MR (actuante)}) / (\text{MR (disponible)}).$$

Calculando para ejes sencillos:

$$Rr = 19/42$$

$$Rr = 0.45$$

Calculando para ejes tandem:

$$Rr = 19/42$$

$$Rr = 0.45$$

$$Rr = 22.5/42$$

$$Rr = 0.54$$

Con los valores de relación de resistencias (R_r), calculados se procede a entrar a la tabla siguiente en la cual indicará el número permisible de repeticiones.

RELACION DE RESISTENCIAS	NÚMERO PERMISIBLE DE REPETICIONES
0.51	400,000
0.52	3000,000
0.53	240,000
0.54	180,000
0.55	130,000
0.56	100,000
0.57	75,000
0.58	57,000
0.59	42,000
0.60	32,000
0.61	24,000
0.62	18,000
0.63	14,000
0.64	11,000

0.65	8,000
0.66	6,000
0.67	4,500
0.68	3,500
0.69	2,500
0.70	2,000
0.71	1,500
0.72	1,100
0.73	850
0.74	650
0.75	490
0.76	360
0.77	270
0.78	210
0.79	160
0.80	120
0.81	90

0.82	70
0.83	50
0.84	40
0.85	30

Tabla 5.9. Para obtener el número permisible de repeticiones.

Fuente: Rico y Del Castillo, (1994).

Por lo tanto al tener el número permisible de repeticiones se continuará con el cálculo del porcentaje de fatiga consumido el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$PFC = (\text{Repeticiones esperadas}) / (\text{Repeticiones permisibles}).$$

Obteniendo todos los datos anteriores se procede a mostrar la segunda parte del cálculo de este proyecto de investigación para determinar si es factible el espesor de losa de concreto hidráulico propuesto anteriormente este espesor es de 17.5 cm.

CÁLCULO DEL ESPESOR	
Módulo de Ruptura kg/cm²	42.00
Concreto f'c kg/cm²	350.00
Factor de seguridad para caminos y calles secundarias con muy poco tráfico pesado.	1.00

Determinación de la capacidad cortante de la capa de apoyo, (%VSR).		25.00			
VSR de diseño saturado		25.00			
Obtención del módulo de reacción de la capa de apoyo “k”, utilizando subbase de buena calidad y espesor en cm		20.00			
Módulo de reacción “k” mejorado		10.00			
Tomando en cuenta los datos del tránsito y las propiedades mecánicas del concreto se determinara la fatiga consumida por medio de los siguientes datos:					
SUPONIENDO UN ESPESOR DE LOSA DE 17.5 CM.					
Peso por eje.	Peso afectado por F.S.	Esfuerzo actuante.	Relación de esfuerzos.	Repeticiones permisibles.	Porcentaje de fatiga consumido.
EJES SENCILLOS					
1.0	1.0	< 18	0.50	INFINITAS	0.0%
5.5	5.5	< 18	0.50	INFINITAS	0.0%
10.0	10.0	19.0	0.45	INFINITAS	0.0%
EJES TANDEM					
18.0	18.0	19.0	0.45	INFINITAS	0.0%

22.5	22.5	22.5	0.54	180,000.00	0.0%
SUMA=					0.0%
Por lo tanto se concluye que se utilizará una estructura de 17.5 cm de concreto con un MR de 42kg/cm², asentada sobre una subbase de 20 cm con un VRS mínimo del 50%.					

Tabla 5.9. Calculo de la subbase y del espesor de la losa del pavimento de concreto hidráulico para la colonia Caltzontzin.

Fuente: Propia.

Por medio del cálculo realizado se puede proponer un espesor de losa de concreto hidráulico de 17.50 cm y utilizando el procedimiento explicado anteriormente da como resultado la suma de porcentaje de fatiga consumido 0%, lo cual indica que el espesor propuesto es factible y es utilizable para el pavimento. Por lo tanto el diseño de espesores se puede apreciar en la siguiente tabla:

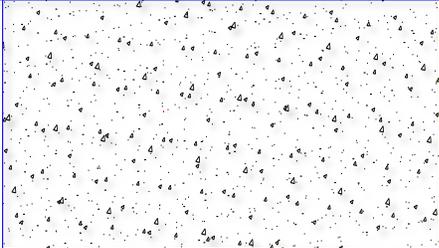
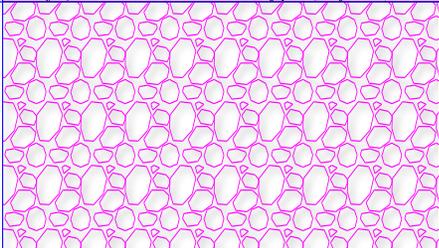
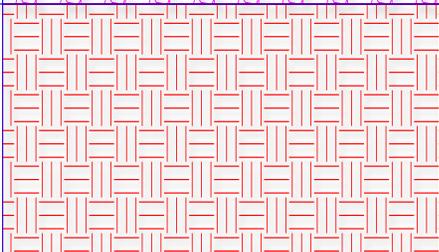
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
ESPESOR (CM)	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	DETALLES
17.50 CM		CONCRETO HIDRAULICO MR = 42 KG/CM2
20.00 CM		SUBBASE HIDRAULICA VRS MIN 50%
SIN ESCALA		TERRENO NATURAL

Tabla 5.10. Estructura del pavimento rígido propuesto para la colonia Caltzontzin.

Fuente: Propia.

Una vez determinado el espesor de la losa de concreto que se utilizará para este proyecto de investigación (ver anexo uno), se realiza el diseño de las juntas que se deberán utilizar, las juntas tienen como objetivo controlar la fisuración y el

agrietamiento natural que sufre un concreto, durante su construcción y uso, adicionalmente tienen la función de dividir el pavimento en secciones adecuadas para el proceso constructivo, permiten también el movimiento y el fenómeno de alabeo en las losas, y permiten la transferencia de carga entre losas.

En la siguiente tabla se determinará el tamaño de varilla y distancias para las juntas longitudinales de acuerdo al espesor del pavimento, en este caso el espesor del pavimento propuesto es de 17.5cm.

ESPESOR DE PAVIMENTO (CM).	TAMAÑO DE VARILLA EN (CM).	DISTANCIA AL EXTREMO LIBRE			
		305CM	366CM	427CM	732CM
12.7	1.27X61	76CM	76CM	76CM	71CM
14	1.27X64	76CM	76CM	76CM	64CM
15.2	1.27X66	76CM	76CM	76CM	58CM
16.5	1.27X69	76CM	76CM	76CM	53CM
17.8	1.27X71	76CM	76CM	76CM	51CM
19.1	1.27X74	76CM	76CM	76CM	46CM
20.3	1.27X76	76CM	76CM	76CM	43CM
21.6	1.27X79	76CM	76CM	76CM	41CM
22.9	1.59X76	91CM	91CM	91CM	61CM

24.1	1.59X79	91CM	91CM	91CM	58CM
25.4	1.59X81	91CM	91CM	91CM	56CM
26.7	1.59X84	91CM	91CM	91CM	53CM
27.9	1.59X86	91CM	91CM	91CM	51CM
29.2	1.59X89	91CM	91CM	91CM	48CM
30.5	1.59X91	91CM	91CM	91CM	46CM

Tabla 5.10. Para determinación de varillas y longitudes.

Fuente: Manual del Constructor (2003).

Una vez revisada los datos de la tabla anterior para la determinación de varillas y longitudes se puede decir que las juntas longitudinales quedarán de la siguiente manera:

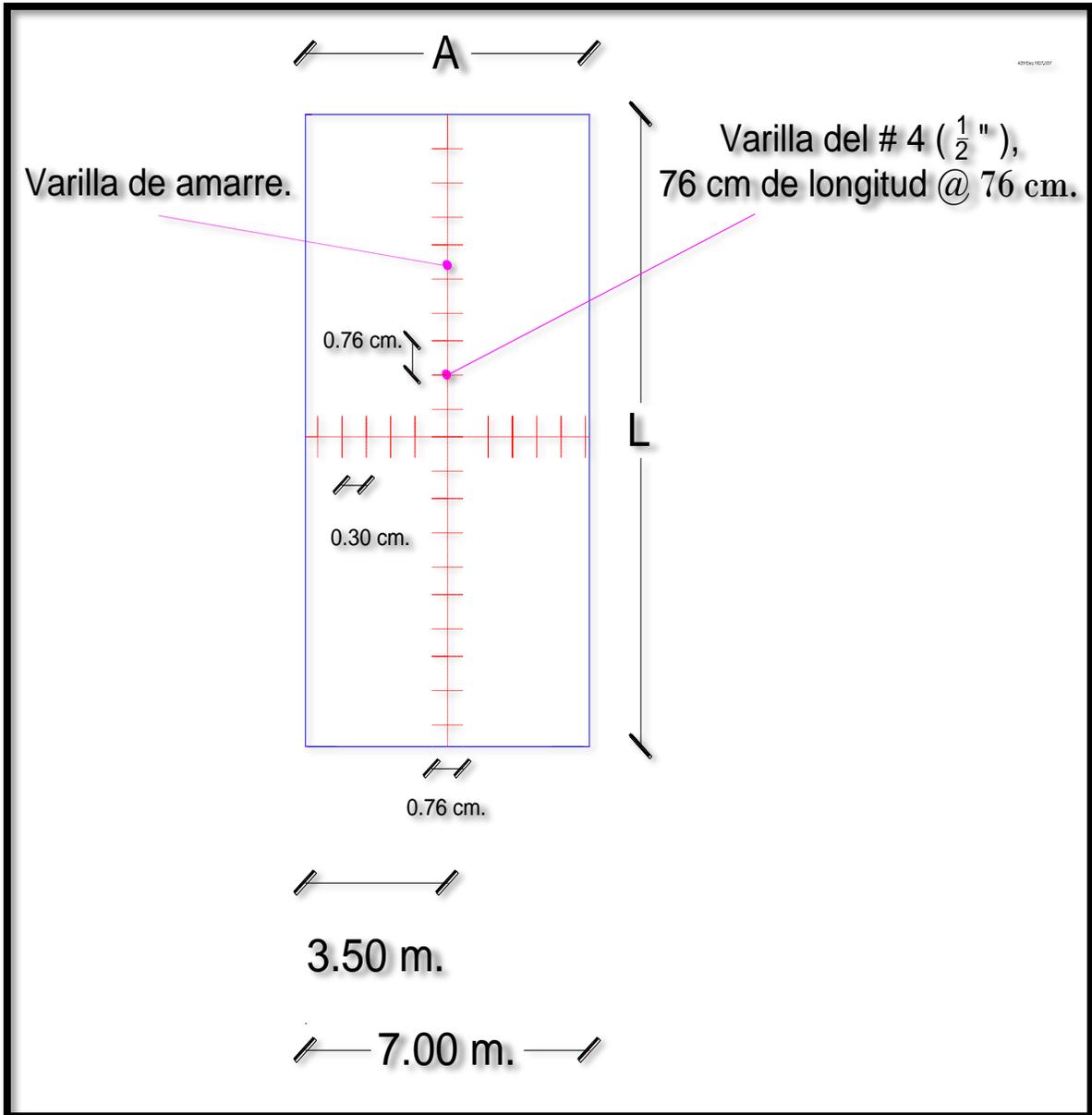


Figura 5.7. Juntas longitudinales para diseño de pavimento rígido.

Fuente propia.

Por consiguiente se determinará el diseño de pasajuntas las cuales se usan en las juntas transversales para transferir las cargas a las losas adyacentes. El esfuerzo y la deflexión en la junta son mucho más pequeños cuando las cargas son

soportadas por dos losas. El uso de pasajuntas puede minimizar las fallas de bombeo y de diferencia de elevación de juntas, las cuales han sido consideradas por la PCA como factores importantes en el diseño de espesor. En la tabla siguiente se determinará el tamaño de varilla y distancias de acuerdo al espesor del pavimento en este caso 17.5cm.

ESPESOR DE LA LOSA		BARRAS PASAJUNTAS					
		DIÁMETRO		LONGITUD		SEPARACIÓN	
cm	in	mm	in	cm	in	cm	in
13 a 15	5 a 6	19	$\frac{3}{4}$	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	$1 \frac{1}{4}$	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	$1 \frac{1}{2}$	51	20	38	15
43 a 50	17 a 20	45	$1 \frac{3}{4}$	56	22	46	18

Tabla 5.11. Diámetros y longitudes recomendadas en pasajuntas.

Fuente: Manual del Constructor, (2003).

Por lo tanto las juntas transversales quedarán de la siguiente manera:

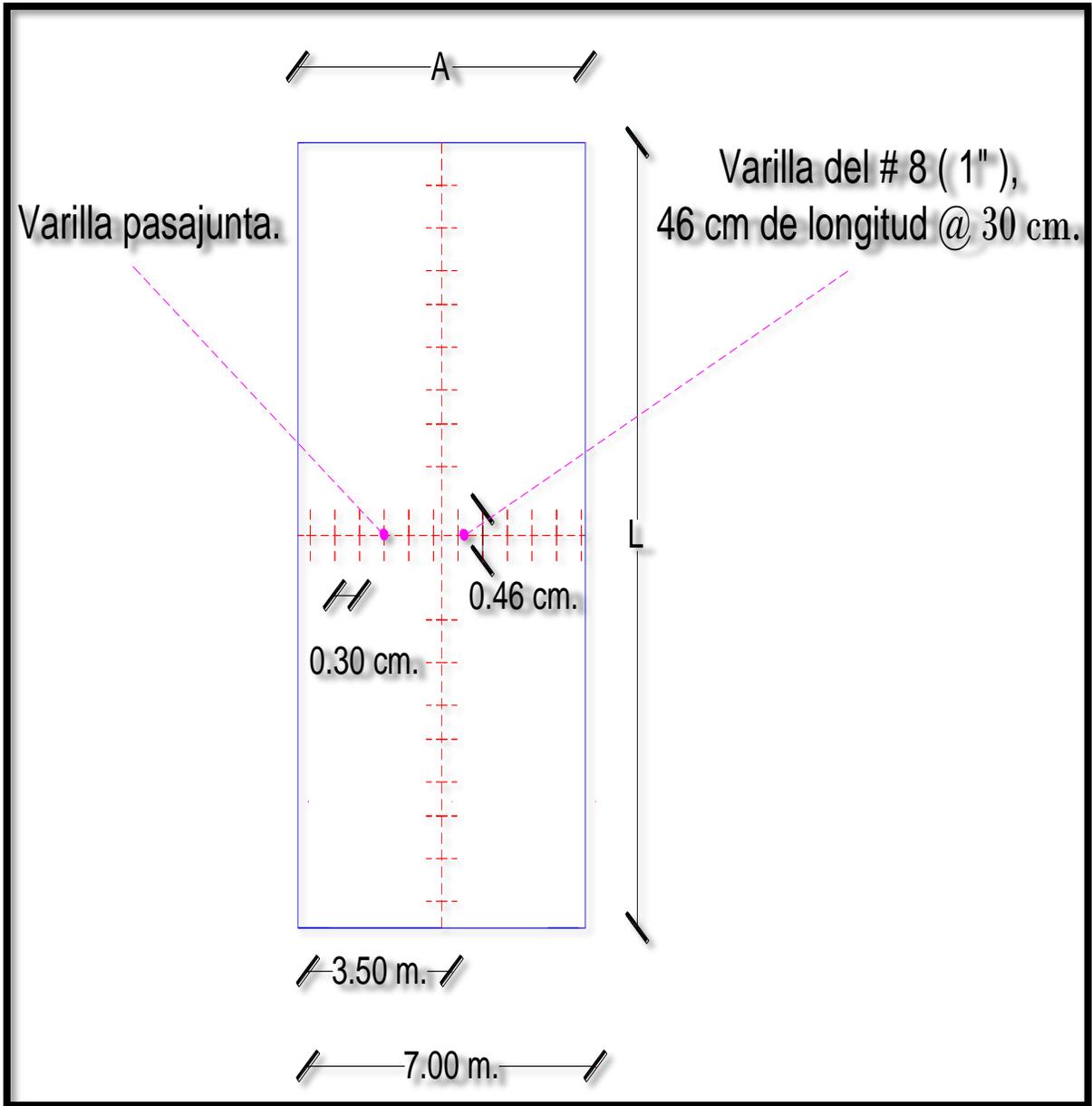


Figura 5.8. Juntas transversales para diseño de pavimento rígido.

Fuente: propia.

Por último se procede a diseñar la modulación de losas la cual se refiere a definir la forma que tendrán los tableros de losas del pavimento. Esta forma se da en

base a las dimensiones de tableros, o dicho de otra forma, a la separación entre juntas tanto transversales como longitudinales.

La modulación de losas va a estar regida por la separación de las juntas transversales que a su vez depende del espesor del pavimento. Existe una regla práctica que permite dimensionar los tableros de las losas para inducir el agrietamiento controlado bajo sus cortes, sin necesidad de colocar acero de refuerzo continuo. La cual se expresa de la manera siguiente:

$$\text{SJT} = (21 \text{ a } 24) D.$$

Dónde:

SJT = Separación de Juntas Transversales (≤ 5.0 m).

D = Espesor del pavimento. (17.5 cm).

Para este proyecto de investigación se propuso un espesor de pavimento de concreto hidráulico de 17.5 cm, con la formula anterior se expresa de la siguiente manera:

$$\text{SJT} = (21 \text{ a } 24) D.$$

$$\text{SJT} = (24) \times 17.5.$$

$$\text{SJT} = 420 \text{ cm} < 500 \text{ cm}.$$

Para que se dé por aceptado este valor tiene que cumplir con la expresión siguiente:

$$0.71 < X / Y < 1.4$$

En donde:

X = Distancia vertical de la losa.

Y = Distancia horizontal de la losa.

Calculando se tiene:

$$4.20 \text{ m} / 3.50 \text{ m} = 1.20 \text{ m.}$$

$$0.71 \text{ cm} < 1.20 \text{ m} < 1.4 \text{ m.}$$

Con estos datos obtenidos podemos decir que cumple y la separación de juntas será de 4.2 m, quedando de la siguiente forma:

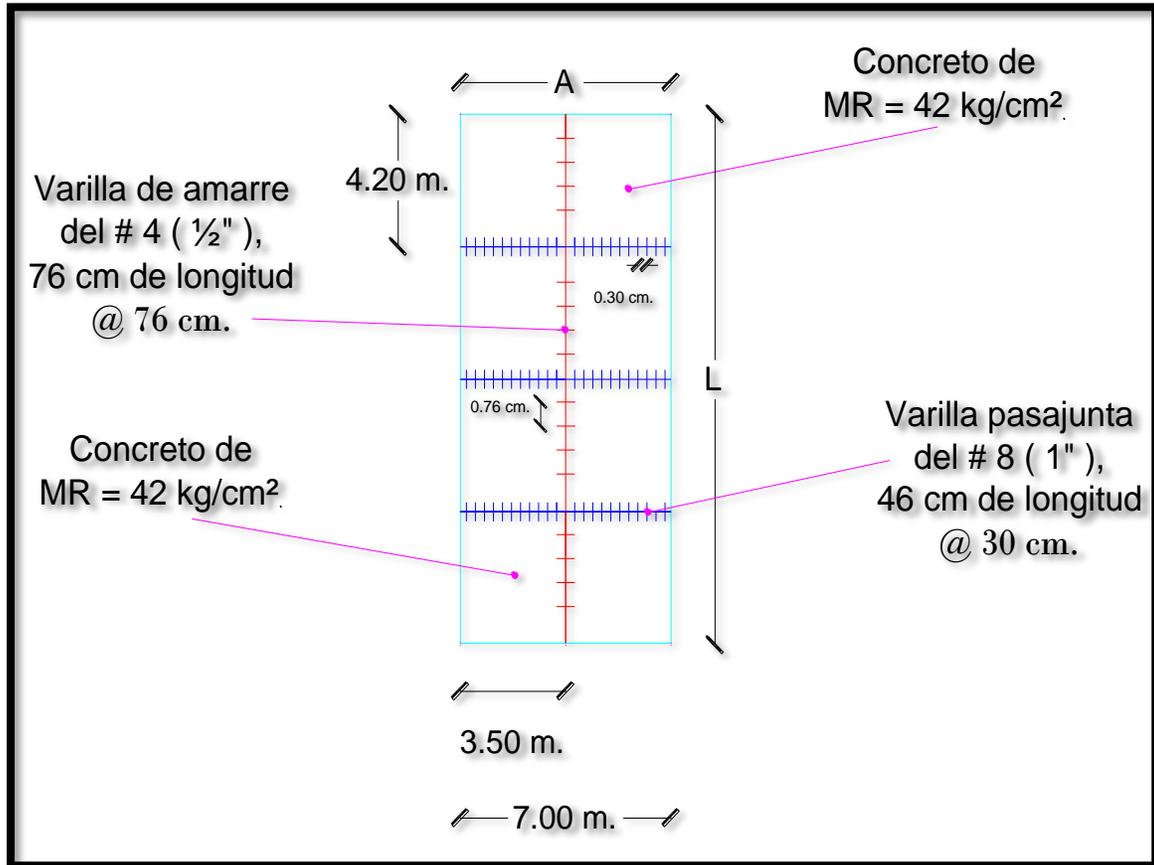


Figura 5.9. Diseño de Losas.

Fuente propia.

En la presente investigación llamada diseño del proyecto de pavimentación para la urbanización de la colonia caltzonzin se propuso un pavimento flexible el cual quedo estructurado y conformado de la siguiente manera:

1. Espesor de subbase hidráulica con VRS min 50% de 0.20 cm de espesor.

2. Colocación de varilla del #4 ($\frac{1}{2}$ ") en sentido horizontal @ 0.76 cm de separación.

3. Colocación de varilla del # 8 (1") en sentido vertical @ 0.30 cm de separación.

4. Espesor de concreto hidráulico con un MR= 42kg/cm² de 17.50 cm de espesor.

Por lo tanto se puede afirmar que este proyecto de investigación se puede ejecutar de una manera satisfactoria respetando los procesos constructivos ya mencionados anteriormente.

CONCLUSIONES

El diseño de un pavimento flexible es una rama de la ingeniería civil que es muy importante para urbanizar cualquier lugar, en la presente investigación se tomó como sitio de estudio la colonia Caltzontzin, a la cual se asistió al lugar y al recorrer sus calles se pudo apreciar que en alguna de éstas no se contaba con pavimento, en cambio las que sí contaban con pavimento, era un pavimento de mala calidad, que ocupaban construirse nuevamente por lo cual se realizó este proyecto de investigación el cual lleva por nombre Diseño del Proyecto de Pavimentación para la Urbanización de la colonia Caltzontzin.

De esta manera, en esta investigación se buscó dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Cuál es el diseño de proyecto de pavimentación para la urbanización de la colonia Caltzontzin en la ciudad de Uruapan, Michoacán?, para responderla se eligió el método Portland Cement Association (PCA), para llevar a cabo el proceso de diseño de este pavimento rígido, el cual se basa principalmente en el concepto de consumo de resistencia. Por medio de este método y con los distintos resultados obtenidos del diseño de pavimento realizado permitió cumplir satisfactoriamente el diseño del proyecto de pavimentación para la urbanización de la colonia Caltzontzin en la ciudad de Uruapan, Michoacán.

En esta investigación se plantearon objetivos específicos para complementar esta información, que fueron cumplidos uno a uno satisfactoriamente, estos objetivos específicos están señalados como los objetivos particulares de la presente investigación, como es el caso de señalar los artículos más importantes de la

normatividad del código de desarrollo urbano del estado de Michoacán de Ocampo, el cual sirvió para saber acatar las reglas que se deben cumplir al momento de fraccionar un predio.

Se cumplió la definición del concepto de topografía, que de acuerdo con lo mencionado por Montes de Oca (1981), la topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio.

Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

Se mencionaron los diferentes métodos topográficos que se pueden utilizar así como también el equipo que se necesita para ejecutar un levantamiento topográfico, donde se muestra un plano (anexo uno), el cual muestra las calles de esta colonia, camellones existentes y predios que existen.

Se estableció el concepto de Mecánica de Suelos el cual se cumplió satisfactoriamente, retomando lo mencionado por Arias (2007), la mecánica de suelos es la rama de la ingeniería civil que estudia la aplicación de las leyes de la Mecánica e Hidráulica a los problemas de Ingeniería que trata con sedimentos y otras acumulaciones no consideradas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas, independientemente que tengan contenido de materia orgánica.

Se explicó todo lo relevante con esta rama importante de la ingeniería civil.

Se responde el concepto de pavimentación, de acuerdo con Olivera (1991), se define como pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados que recibe en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten adecuadamente distribuidas a las capas inferiores; proporcionan la superficie de rodamiento en donde se debe tener una operación “rápida” y “cómoda”.

Se mencionan las capas que debe llevar un pavimento ya sea rígido o flexible, cabe destacar que en esta investigación se le dio más importancia al pavimento rígido el cual es nuestro tema a investigar.

Una vez definido el concepto de pavimentación, también se cumple el objetivo de señalar los tipos de pavimentos que existen, como ya se mencionó anteriormente se destacan el pavimento rígido y el pavimento flexible.

Ya que se señalaron y se cumplieron estos objetivos se cumple satisfactoriamente el último de los objetivos particulares el cual era el de determinar el pavimento adecuado para la colonia Caltzontzin en la ciudad de Uruapan, Michoacán, el cual fue el de diseñar un pavimento rígido que ya con todo este proceso de investigación que se realizó se puede decir que este tipo de pavimento fue el correcto para que se ejecute en la colonia Caltzontzin en la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Por medio del uso y comprensión de uno de los métodos más utilizados en la actualidad para este tipo de estructuras, en la cual se analizaron dos opciones en cuestión de espesores propuestos y con ello se obtuvo la estructuración más adecuada en cuestión de análisis teórico la cual se mencionará en seguida.

Se propuso una losa de concreto hidráulico con un espesor de 17.5 cm, realizada con concreto hidráulico de un Módulo de ruptura no menor a 42 Kg /cm² en la cual se utilizarán juntas longitudinales con varilla del #4 (½”) de 76 cm de longitud @ 76 cm de separación y juntas transversales con varilla del #8 (1”) de 46 cm de longitud @ 30 cm de separación. También se contemplan acotamientos de concreto hidráulico, conformados con las mismas características del concreto utilizado en las losas principales.

Para soportar la superficie de rodamiento, se conformará una capa de súbbase con un espesor de 20 cm, la cual deberá cumplir con las especificaciones correspondientes de la normativa SCT.

Con estos datos obtenidos se da por concluido el diseño del proyecto de pavimentación para la urbanización de la colonia Caltzontzin, proponiendo un pavimento rígido por el método Portland Cement Association (PCA), de esta forma se puede llevar a ejecutar este proyecto de investigación satisfactoriamente en la colonia Caltzontzin en la ciudad de Uruapan, Michoacán.

BIBLIOGRAFÍA.

- Arias Rivera, Carlos G, (2007).
Cuaderno de Comportamiento de Suelos.
Editorial Facultad de Ingeniería de la UNAM, México.
- Arnal Simon Luis, Bentancourt Suárez Max, (2005).
Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.
Editorial Trillas, México.
- A. Bannister, S. Raymond, R. Baker, José de la Cera Alonso, (2002).
Tecnicas Modernas en Topografia.
Editorial Limusa, México.
- Crespo Villalaz Carlos, (1996).
Vías de comunicación: caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos.
Editorial Limusa, México.
- Código de desarrollo Urbano del estado de Michoacán de Ocampo, (2011).
Editorial D.O.F. Congreso de Michoacán de Ocampo, México.
- Hernández Sampiori, Roberto y Cols (2010).
Metodología de la investigación.
Editorial Mc Graw Hill, México.
- Juárez Badillo, Rico Rodríguez Alfonso, (2002).
Mecánica de suelos Tomo 1.
Editorial Limusa, México.

- Jurado Reyes Yolanda (2005).
Técnicas de investigación documental.
Editorial Thompson, México.
- Martínez, Alfredo (2003).
Manual del constructor civil.
Editorial Cultural, México.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (1986).
Manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras.
Editorial SCT, México.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (1991).
Manual de proyecto geométrico de carreteras.
Editorial SCT, México.
- Juárez Badillo, Rico Rodríguez, (2004).
Mecánica de suelos Tomo 2.
Editorial Limusa, México.
- Mendieta Alatorre Ángeles (2005).
Métodos de investigación y manual académico.
Editorial Purrua, México.
- Mier Suarez, Alfonso José, (1987).
Introducción a la Ingeniería de Caminos.
Editorial UMSNH, México.

- Montes de Oca, Miguel, (1981).
Topografía.
4ta. ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, México.
- Olivera Bustamante, Fernando, (1991).
Estructuración de vías terrestres.
Editorial Cecsca, México.
- Reyes Ibarra, Mario A. y Hdez. Navarro, Antonio, (2009)
Tratamiento de errores en levantamientos topográficos.
Editorial INEGI, México.
- Rodríguez Rico Alfonso, Hermilo del castillo (1994).
La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y
aeropistas, Volumen 2.
Editorial Limusa, México.
- Tamayo y Tamayo Mario (200).
El proceso de la investigación científica.
Editorial Limusa, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

Historia de Caltzontzin.

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Caltzontzin>.

Historia del Estado de Michoacán de Ocampo.

- http://www.sre.gob.mx/coordinacionpolitica/images/stories/documentos_gobieranos/pmichoesp.pdf.

Historia de la urbanización.

- <http://www.canacem.org.mx/presentacion3.pdf>.

Historia de Uruapan, Michoacán.

- www.mexico24.org, 2012.
- www.uruapan.gob.mx.
- <http://www.uruapan.gob.mx/micrositios/turismo/ubicacion.html>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Michoacan%C3%A1n>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Uruapan>.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Uruapan_\(municipio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Uruapan_(municipio)).

Mecánica de suelos.

- <http://www.tesis.bioetica.org/pab2-1.htm>.
- Fuente: <http://normas.imt.mx/normativa/M-MMP-1-02-03.pdf>; 4.

Pavimentación.

- <http://www.fotosimagenes.org/via-egnatia>.
- <http://www.icmedianet.org/semaforo-para-menores-en-tve/>.
- <http://www.launion-narino.gov.co/noticias.shtml?apc=Cnxx-1-&x=2888212>.
- http://www.obrasenmiciudad.df.gob.mx/?attachment_id=34752.
- www.urbanfreak.net.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental_de_v%C3%ADas_terrestres.

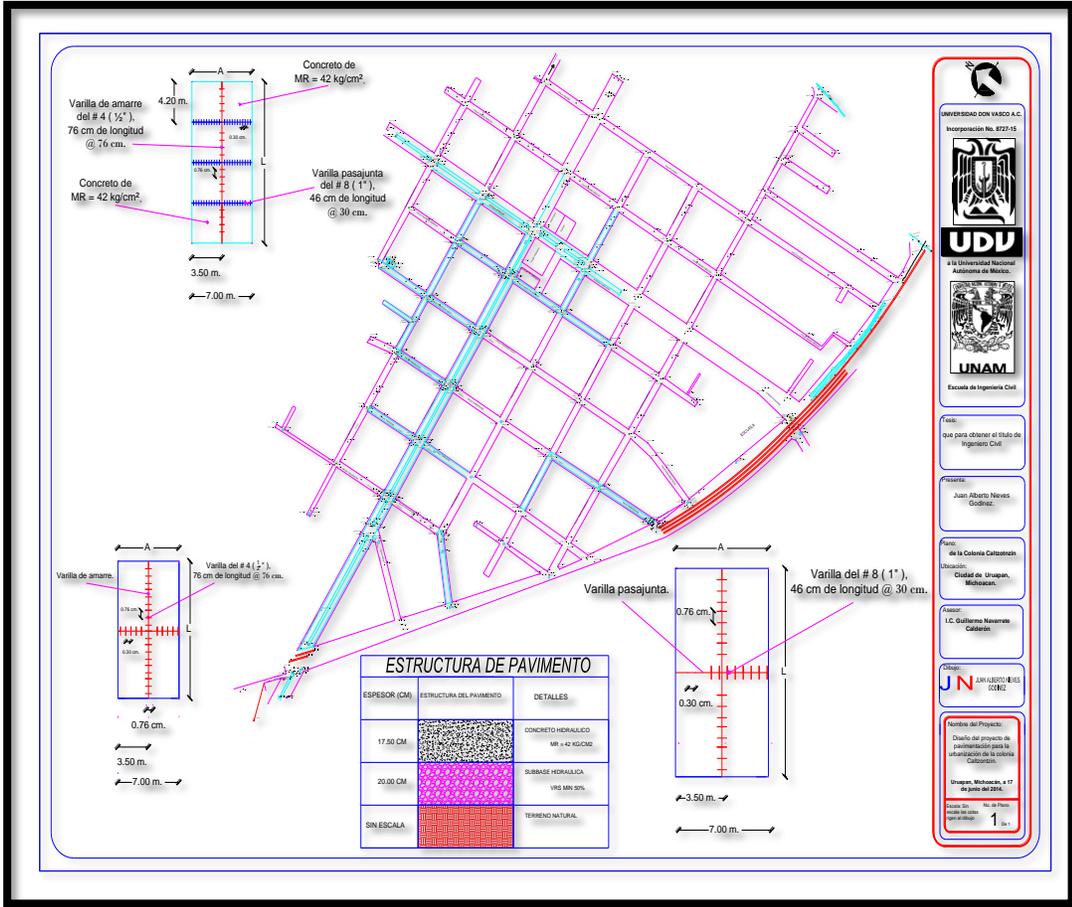
Topografía.

- <http://www.cartesia.org/article.php?sid=223>.
- <http://topografiadeobrasciviles.org.mx/2012/11/poligonal-topografica.html>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Estadal>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Nivelaci%C3%B3n>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Topograf%C3%ADa>.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Urbanismo_en_M%C3%A9xico.

Urbanización.

- http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_de_Dispositivos/INTRODUCCION_A_LA_QUINTA_EDICION.pdf.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Urbanizaci%C3%B3n>.

ANEXOS



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.
Incorporación No. 8723-15

UDV
UNIVERSIDAD DON VASCO
Autónoma de México

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela de Ingeniería Civil

Tesis:
Que para obtener el título de
Ingeniero Civil

Alumno:
Juan Alberto Nevias
Godínez

Tutor:
de la Carrera Graduación
Licenciación:
Ciudad de Uruapan,
Michoacán

Asesor:
I.C. Guillermo Nuñez
Cabrera

Dibujó:
JN JUAN ALBERTO NEVIAS
GODÍNEZ

Nombre del Proyecto:
Diseño del proyecto de
pavimentación para la
rehabilitación de la carrera
Graduación

Uruapan, Michoacán, a 17
de mayo del 2016.

Escala de
los planos:
1:50