

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

DISEÑO DEL PROYECTO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA “EL CAPULÍN”, DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 2+740 EN EL MUNICIPIO DE ZITÁCUARO, MICH.

Tesis

Que para obtener el título de:

Ingeniero Civil

Presenta:

Omar Medina Martínez

Asesor:

I.C. Sandra Natalia Parra Macías

Uruapan, Michoacán, 24 de Marzo del 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la fuerza y la sabiduría que me dio para poder terminar mi carrera profesional y desarrollarme como una mejor persona.

A toda mi familia, abuelo, tíos, primos, hermanos, quienes todos de alguna forma fueron un gran apoyo para poder llegar hasta donde estoy.

A mis amigos por su ayuda en los momentos que lo requería durante toda la carrera y en la realización de esta tesis.

A la Universidad Don Vasco, quien fue la institución que me forjó como profesionalista y como una mejor persona.

A mis profesores por transmitirme los conocimientos que ahora obtengo y por su paciencia, en especial al Ing. Anastasio Blanco, quien durante la carrera me apoyo cuando hubo distintos inconvenientes.

Pero principalmente quiero agradecer y dar un reconocimiento a mis padres, María Elena Martínez Quesada y Ricardo Medina Ángeles, quienes siempre estuvieron a mi lado, quienes fueron mi vital apoyo, no solo durante mi carrera profesional, sino durante toda mi vida, que a pesar de todos los problemas que se han presentado nunca se dieron por vencidos y lucharon para sacarme adelante sin pensar muchas veces en ellos mismos, así es que este logro es por ustedes y para ustedes, nunca podre pagar lo que han hecho por mí, estaré toda la vida agradecido, LOS QUIERO MUCHO.

ÍNDICE

Introducción.

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

Capítulo 1.- Vías terrestres.

1.1. Orígenes del transporte.	9
1.2. Las vías terrestres en México.	10
1.3. Clasificación de las carreteras.	11
1.4. Alineamiento.	13
1.5. Volumen de tránsito.	14
1.6. Tipo de tránsito.	14
1.7. Velocidad.	17
1.8. Secciones transversales más comunes en vías terrestres.	21
1.9. Capacidad y nivel de servicio.	23
1.10. Factores que reducen la capacidad de la carretera.	25
1.11. Derecho de vía.	27

1.12. Curvatura.	28
1.13. Visibilidad.	29

Capítulo 2.- Proyecto geométrico.

2.1. Elección de ruta.	32
2.2. Metodología del anteproyecto.	33
2.3. Elementos del proyecto geométrico.	34
2.4. Drenaje de los caminos.	47

Capítulo 3.- Resumen de macro y microlocalización.

3.1. Generalidades.. . . .	59
3.2. Entorno geográfico.	60
3.3. Relieve y clima.	63
3.4. Hidrología.	64
3.5. Características y uso del suelo.	65
3.6. Flora.	66
3.7. Fauna.	66
3.8. Actividades económicas.	67
3.9. Red carretera.	71
3.10. Informe fotográfico.	72

Capítulo 4.- Metodología.

4.1. Método empleado.	77
4.2. Enfoque de la investigación.	79
4.3. Diseño de la investigación.	81
4.4. Instrumentos de recopilación.	81
4.5. Descripción del proceso de investigación.	82

Capítulo 5.- Análisis e interpretación de resultados.

5.1. Especificaciones para el diseño del camino.	84
5.2. Cálculo de curvas horizontales.	85
5.3. Libreta de secciones de terreno natural.	88

Conclusiones.	120
--------------------------------	------------

Bibliografía.	122
--------------------------------	------------

Anexos.

Resumen.

En la presente tesis se tiene como título: Diseño del proyecto geométrico de la carretera “El Capulín”, del tramo km 0+000 al km 2+740 en el municipio de Zitácuaro, Mich., en la cual el objetivo general fue diseñar el proyecto geométrico para esta carretera; y planteándose como pregunta de investigación, ¿Cuál es el diseño de proyecto geométrico necesario? para la misma.

En el primer capítulo se da a conocer el origen del transporte, las vías terrestres existentes en México y de definen los elementos más importantes a tomar en cuenta para la elaboración del proyecto geométrico.

En el capítulo 2 se define al proyecto geométrico y se dan a conocer los conceptos básicos que conforman dicho proyecto, así como el procedimiento para realizarlo.

El capítulo 3 es la macro y microlocalización, en donde se muestra la ubicación del proyecto geométrico realizado y las principales características del municipio a cual pertenece.

En el capítulo 4 se determina la metodología empleada en el proyecto, en el cual se utilizó un enfoque cuantitativo, ya que se basó en cálculos para su elaboración mediante un método matemático.

En el capítulo 5 se tiene el análisis e interpretación de resultados, donde se muestran los cálculos realizados y el análisis que se le dio para optar por una alternativa de proyecto geométrico.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

“La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido adaptada”. (Crespo; 1980:1)

“Por necesidad los primeros caminos fueron de tipo peatonal (veredas) que las tribus nómadas formaban al deambular por las regiones que les proporcionaban sus alimentos, posteriormente, al tornarse en sedentarias, estos caminos peatonales tuvieron finalidades religiosas, comerciales y de conquista; en América y México en particular, se tuvieron ejemplos de estos caminos en las civilizaciones maya y azteca en forma respectiva”. (Olivera; 1986:13)

En conformidad con Olivera (1986), cuando se inventó la rueda, surgió la carreta jalada, ya fuera por humanos o por bestias, por lo cual se vio la necesidad de preparar los caminos para que el tránsito se desarrollara con mayor eficiencia; así los espartanos y fenicios fueron los primeros en construir caminos. Los romanos construyeron caminos, en la Península Itálica así como en zonas de Europa, de África y Asia para poder ampliar sus dominios.

En la presente investigación se abordará específicamente el tema de un proyecto geométrico, el cual se entiende como el nivel de calidad de los elementos que constituyen una carretera. Su selección se genera durante la etapa de

planeación. Entre las etapas más importantes de un proyecto geométrico destacan la topografía, volumen de tránsito que habrá en el camino y velocidad del proyecto.

Buscando en la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C. se encontraron diferentes tesis relacionadas con las vías terrestres, tanto de proyecto geométrico, como de procesos constructivos de carreteras, las cuales se mencionan a continuación:

En la tesis titulada Alternativa de proyecto geométrico en la denominada “Curva del diablo” carretera Carapan-Playa azul, tramo Carapan – Uruapan km 65+000 al 66+160, del año 2008, elaborada por Dorian Vladimir Hernández Báez, se encontró que su objetivo general fue revisar el proyecto geométrico que comprende el tramo de la curva denominada “Del Diablo”, concluyendo que fue correcta la elaboración del proyecto en estudio, por lo que se cumplió el objetivo planteado satisfactoriamente.

El alumno Jesús Alberto Cuara Isidro realizó su tesis con el título propuesta de diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro - Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo, del tramo 5+000 a km 11+000 del municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán, en el año 2008, en la cual su objetivo general fue diseñar una propuesta del proceso constructivo de la construcción de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Pueblo de San Juan Nuevo, del tramo 5+000 a km 11+000 del municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán para determinar los costos de ejecución y llegó a la conclusión de que se dio respuesta a la pregunta de investigación y se cumplió con el objetivo.

Otra tesis denominada alternativa de proyecto geométrico para el entronque “Caracha” km 92+739 del camino directo Pátzcuaro – Uruapan, del 2008, realizada por Juan Ricardo Puga Magaña, señalaba como objetivo general realizar modificaciones geométricas al entronque Caracha que aumenten el grado de seguridad y eliminen la posibilidad de una colisión a los usuarios que circulan a través de este, y presenta como conclusión que se llevaron a cabo las modificaciones geométricas propuestas que coinciden con la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Planteamiento del problema.

En esta tesis se trata de diseñar el proyecto geométrico necesario para la carretera “El Capulín” del tramo km 0+000 al km 2+240 en el municipio de Zitácuaro, Mich., ya que se cuenta con un camino provisional de terracería que causa muchos problemas sobre todo en temporada de lluvias donde llega a ser intransitable.

Los habitantes que viven a los alrededores del camino tienen la necesidad de transportarse de un lugar a otro pero las condiciones con las que se encuentra actualmente el camino no les permite hacerlo de la manera que ellos desean.

Es por ello que se vio la necesidad de buscar la solución para este gran problema y el diseño de un proyecto geométrico permitiría remediar la situación, no solo para que se logre construir la carretera, sino para que sea bien planificada, revisando todas las características que se tienen para así ver cuál es la mejor alternativa del diseño.

Objetivo.

En la presente investigación se plantea un objetivo general así como varios objetivos particulares, los cuales se mencionan a continuación:

Objetivo general:

Diseñar el proyecto geométrico de la carretera “El Capulín” del tramo km 0+000 al km 2+740 en el municipio de Zitácuaro, Michoacán.

Objetivos particulares:

Los objetivos particulares son los siguientes:

1. Definir las vías terrestres.
2. Determinar el significado de un camino.
3. Indicar los tipos de caminos existentes.
4. Mencionar las partes que conforman un camino.
5. Definir al proyecto geométrico.
6. Señalar las partes que conforman un proyecto geométrico.
7. Especificar las características del tramo a diseñar.

Pregunta de investigación.

En la presente investigación habrá de darse respuesta a muchas preguntas que surgen sobre el proyecto, pero la principal y más importante es: ¿Cuál es el diseño de proyecto geométrico necesario para la carretera “El Capulín “del tramo km 0+000 al km 2+740 en el municipio de Zitácuaro, Mich.?

Justificación.

La presente investigación tiene como finalidad aportar conocimientos que se mostrarán en su desarrollo a personas que puedan tener acceso a ella. Esta investigación es de gran importancia ya que no sólo se trata de un simple proyecto, sino que se va a aplicar de forma real.

Con este trabajo se beneficiará a muchas personas directa e indirectamente. Se ayudará a las personas que viven a los alrededores del camino, ya que al

implementarse el proyecto y posteriormente sea construido, tendrán una mejor oportunidad para poder transportarse con mayor rapidez, obtener con mayor facilidad los bienes y servicios de los cuales tienen necesidad, evitaran los problemas que se tenían principalmente en temporadas de lluvia donde el camino era intransitable y con eso podrán tener un mejor nivel de vida.

Se beneficiará también a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco por ser una nueva aportación a la investigación, tendrán otra fuente de donde poder consultar para futuros trabajos que vayan a realizar y podrán darse cuenta de la importancia que tiene realizar el proyecto geométrico, demostrado mediante un modelo real.

Marco de referencia.

El tramo que está en estudio se ubica en el municipio de Zitácuaro con las coordenadas 19° 26' 42" de latitud norte y 100° 15' 22" de latitud oeste. Zitácuaro está ubicado al inicio del ángulo oeste del país y en la subregión noroeste de Michoacán, tiene una superficie de 494 km², limita al norte con los municipios michoacanos de Ocampo y Tuxpan, al este, con el Estado de México, al sur, con el de Jungapeo, también del estado de Michoacán.

Tiene clima templado con lluvias en verano. Las temperaturas máximas en verano rara vez pasarán los 25 °C y en invierno pocas veces se encuentran por debajo de los 0 °C. Está situada a 1,952 metros sobre el nivel del mar; pero el municipio cuenta con poblaciones que se encuentran desde los 1700 msnm hasta los 3,300 msnm.

La agricultura es la actividad más importante del sector agropecuario, representa el 11 % de la actividad económica del municipio, destacan los cultivos de maíz, trigo, frijol, alfalfa, jitomate, hortalizas y la fruticultura, que representa el 9% de la economía municipal, sobresaliendo la producción de: aguacate, guayaba, manzana, pera, plátano, mamey, chabacano, ciruela, capulín, higo, lima, limón, membrillo, naranja, tamarindo, tejocote, toronja y tuna.

La flora existente en el municipio es abundante y muy variada, destacan las especies forestales de aile, álamo, encino, fresno, madroño, ocote, oyamel, pino, sauz y tepozán. De entre las especies forestales, destaca el pino y el oyamel que pueblan una superficie no determinada, pero importante, por ser santuario o refugio de la Mariposa Monarca, durante los meses de octubre a marzo.

Predomina en el municipio la fauna de bosques templados, que cubre casi la totalidad del municipio, cuyas comunidades se caracterizan ser el hábitat de mamíferos de pequeñas tallas, como el conejo castellano y de monte, ardillas grises, rojas y negras, ardillón, topos, ratas y ratones de los volcanes, comadrejas, zorrillos, cacomiztles, zorras, liebres, hurones, murciélagos y tejones. Mamíferos mayores como el venado, están extinguidos por la caza ilegal. Entre los anfibios y reptiles se mencionan salamandra, lagartija, culebras y víboras de diversas clases.

Del grupo de las aves: los carpinteros, güilotas, paloma llorona, trepadores, colibríes, azulejos, tordos, búhos, codornices, gallinas de monte, así como algunas depredadores como la aguililla, gavilanes, zopilotes y cuervos.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES.

En el presente capítulo se dará a conocer el origen del transporte, así como mencionar las vías terrestres existentes en México. Se definirán los elementos importantes que deben tomarse en cuenta para la correcta elaboración del proyecto geométrico, como son el alineamiento, el tipo de tránsito, volumen de tránsito, velocidad, y derecho de vía, entre otros.

1.1. Orígenes del transporte.

Cuando surgió el hombre se vio a la necesidad de moverse, descubrir nuevos lugares y para poder cumplir con estas necesidades se vio obligado a inventar. Entonces fue cuando se empezaron a utilizar troncos como rodillos, el invento de la rueda, barcos a vela, entre otros. El hombre tuvo la necesidad de forjar nuevas cosas para poder transportarse e ir en busca de alimentos y refugios, simplemente para poder sobrevivir.

Los primeros vehículos fueron elaborados con madera y se utilizaron en muchas partes del mundo. Se empezó utilizando sólo troncos para transportar cargas muy pesadas en forma de rodillos. Con el paso del tiempo fueron viendo cual era la forma ideal para poder construir un artefacto de una sola pieza, utilizando lo que encontraban para hacer juntas y amarres. A partir de que se inventó la rueda, surgieron todo tipo de transportes por tierra.

1.1.1. Primeras carreteras.

Olivera (2006) señala que los primeros caminos fueron construidos por necesidad y de tipo peatonal como lo son las veredas, que eran utilizados por las tribus nómadas para buscar alimentos. Ya que las tribus se volvieron sedentarias el uso de los caminos peatonales se utilizó para otros propósitos como lo eran religiosos, comerciales y de conquista.

A consecuencia de la invención de la rueda se vio la necesidad de acondicionar los caminos para que se pudiera tener un flujo de mayor rapidez y comodidad. Los espartanos y los fenicios hicieron los primeros caminos de los que se tiene noticia.

Conforme fue pasando el tiempo se fue mejorando la forma de habilitar los caminos, ya que al ver que en caminos lodosos no se podía transitar cómodamente, se empezaron a colocar piedras para que así el camino pudiera soportar más carga.

1.2. Las vías terrestres en México.

Según Olivera (2006), en México, en la época precortesiana existían varios caminos peatonales. Los españoles implantaron las carretas y un monje franciscano construyó las primeras brechas. Así fue como hubo comunicación en las ciudades más importantes del país como Veracruz, Acapulco y Puebla.

En la segunda mitad del siglo XIX se empezó a construir las vías férreas, la actividad férrea estuvo en su apogeo cuando Porfirio Díaz estaba en el gobierno. Hoy en día, por el desconocimiento de la utilidad del ferrocarril, este está en decadencia.

Fue al inicio del siglo XX que se introdujeron en México los primeros automóviles, que usaron los caminos de carretas, pero a partir de 1925 se empezó a construir con técnicas nuevas. Los primeros caminos que se construyeron en México con técnicas avanzadas iban de la ciudad de México a Veracruz, a Laredo y a Guadalajara. Fueron construidos por constructores de Estados Unidos, pero a partir de 1940 los encargados de realizar estas obras son ingenieros mexicanos.

1.3. Clasificación de las carreteras.

De acuerdo con Crespo (2005) las carreteras tienen una clasificación diferente en distintas partes del mundo, sin embargo, en México se tienen varias clasificaciones, algunas de estas coinciden con las de otros países. Estas son: Clasificación por Transitibilidad, Clasificación por su Aspecto Administrativo y Clasificación Técnica Oficial.

1.3.1. Clasificación por transitibilidad.

Esta clasificación pertenece a las etapas de construcción de la carretera y ésta está dividida en:

- a) Terracerías: cuando la sección de proyecto es construida hasta la altura de subrasante que se puede transitar en tiempo de secas.
- b) Revestida: se refiere a cuando se ha colocado una o dos capas de materiales granulares sobre la subrasante y puede ser transitable todo el tiempo.
- c) Pavimentada: es cuando se construye totalmente el pavimento sobre la subrasante.

1.3.2. Clasificación administrativa.

En cuanto a su clasificación administrativa, las carreteras se dividen en:

1. Federales: cuando los gastos son cubiertos completamente por la federación y por lo tanto están a su cargo.
2. Estatales: se construyen por el sistema de cooperación en un 50% pagado por el Estado donde se construye y el 50% por la Federación. Estos están a cargo de las Juntas Locales de Caminos.
3. Vecinales: estos son construidos con la cooperación de tres partes, una son los vecinos que se van a beneficiar con el camino, aportando un tercio de su valor, otro tercio lo paga la Federación y el restante tercio lo costea el Estado. La construcción y conservación de estos caminos es responsabilidad del Sistema de Caminos.
4. De cuota: algunas de estas carreteras están a cargo de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos y otras son concesionadas a la iniciativa privada por algún tiempo establecido.

1.3.3. Clasificación técnica oficial.

Esta clasificación, según Crespo (2005), determina la condición física en la que se encuentra el camino, ya que considera los volúmenes de tránsito sobre el camino al final de su periodo económico y especificaciones geométricas que se aplican.

En México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes clasifica estas carreteras en:

- Tipo especial: para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, que es igual a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más.
- Tipo A: se clasifican en tipo A para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos.
- Tipo B: para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos.
- Tipo C: para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, que equivale a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos.

1.4. Alineamiento.

De conformidad con Crespo (2005), cuando se construye un camino siempre se trata de que quede situado sobre un terreno que esté plano en gran extensión, pero que éste quede dentro de la ruta general. Esto no siempre es posible, debido a que la topografía del terreno puede ser muy variada y habrá lugares en los que la pendiente que se tiene es mayor a la permitida para que el camino sea funcional, por lo que es necesario elaborar la ruta. Debido a estos desarrollos los caminos normalmente tienen mayor extensión que la que se tendría si se trazará en línea recta desde un punto hasta otro.

No obstante, siempre se debe tratar de que el camino quede lo más recto posible, hasta donde ello sea posible, de acuerdo a la topografía, al tránsito que se tiene y de las los planes que se tengan a futuro para mejorarlo. Otra cosa muy importante que debe tomarse en cuenta es que en tramos rectos de más de 10 km

de longitud producen fatiga a la vista y una hipnosis en el conductor que puede ser la causa de accidentes. También es recomendable evitar pasar los caminos por centros de población, es preferible construir libramientos siempre y cuando la situación económica lo permita.

1.5. Volumen de tránsito.

El volumen de tránsito es, según Crespo (2005), la cantidad de vehículos que circulan por un camino en un determinado tiempo y en el mismo sentido. Las unidades normalmente empleadas son vehículos por hora o vehículos por día. El Tránsito Promedio Diario (T.P.D.) es la cantidad promedio de los volúmenes que circulan por un punto del camino en 24 horas en un periodo.

El tránsito promedio diario es usado comúnmente en estudios económicos, porque representa la utilización de la vía y sirve para efectuar distribuciones de fondos, sin embargo, no se puede emplear para determinar características geométricas del camino, debido a que no se muestran las variaciones de tránsito que existen ya sea en las horas, días y meses del año. Los volúmenes horarios resultan de dividir el número de vehículos que transitan por un punto determinado en un periodo, entre el valor del periodo en horas.

1.6. Tipo de tránsito.

Crespo (2005), menciona que va a depender el tipo de camino que se tenga para ver qué tipo de tránsito va a circular por él. Para un camino donde su utilidad sea principalmente para transportar turistas se van a tener automóviles personales

de pasajeros, por otra parte en un camino, el cual sirve para trabajar en alguna mina, se utilizan vehículos de mayor carga dependiendo de las condiciones que se requieran. El tipo de tránsito de un camino es muy determinante a la hora de que se haga el proyecto, ya que con él se afecta lo que es el aspecto geométrico como a la estructura del camino, es por eso que se deben de hacer los estudios necesarios para en un futuro evitar cualquier tipo de problemas.

Es muy fácil determinar el tipo de tránsito cuando el camino ya está construido, se realizan conteos que determinan el volumen de tránsito e incluso el tipo de vehículos que circulan por él. De lo contrario, cuando aun no se construye es más complicado. Aquí se tienen que realizar más estudios diferentes que son necesarios para determinar este aspecto. Dentro de estos estudios están el geográfico-físico, socioeconómicos y políticos del lugar donde se piensa construir.

El método más utilizado para el conteo de vehículos es el automático, en el cual se utiliza un tubo de hule cerrado por una membrana en un extremo. Este tubo es colocado transversalmente al camino, y cada que pase sobre el por ahí un eje de cualquier vehículo, se genera un impulso de aire que mediante un aparato eléctrico se genera un conteo por cada impulso recibido. La gran desventaja del conteo automático es que no se pueden clasificar el tipo de vehículos que ha pasado por la vía, ya que se basa solamente en los impulsos.

Por otra parte se tiene el conteo manual, aparte de que se puede llevar un conteo de los vehículos que pasan, también se puede determinar el tipo de vehículo que circula por el camino. El problema es que en este método se debe tener una persona por cada mil vehículos por hora en la vía, los cuales estén haciendo las

anotaciones de cada uno de los vehículos, puede salir caro, es por eso que normalmente se opta por la opción del contador automático.

La capacidad máxima que puede alcanzar un camino, según el Departamento de Caminos Federales de los Estados Unidos de América, es de 900 vehículos por hora y por dos carriles de 3.66 m cada uno, así como pendiente y alineamiento adecuados.

La capacidad de una carretera se mide en vehículos por hora y por carril o dos carriles, dependiendo del caso que se tenga. Esta capacidad se ha tomado en cuenta teniéndose como un valor de velocidad promedio de 70 y 80 kilómetros por hora y una distancia entre vehículo y vehículo de 30 metros.

Aplicando la fórmula $Q = \frac{1000V}{S}$ se obtuvo una cifra de dos mil vehículos por hora aproximadamente. Donde se entiende por V como la velocidad media de los vehículos en ese momento y S al intervalo medio entre ellos.

Basándose en experiencias se han obtenido valores de capacidades prácticas de trabajo para camino de 2 hasta 4 o más carriles y son los siguientes:

Camino de dos carriles: 900 veh/hora, total.

Camino de tres carriles: 1500 veh/hora, total.

Camino de cuatro o más carriles: 1000 veh/hora, por carril, en los carriles en la dirección del mayor movimiento.

1.7. Velocidad.

“Se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la fórmula; $V = d/t$ ”. (Crespo; 2005:5)

La velocidad con la que circula un vehículo varía constantemente debido a diferentes aspectos como lo es el clima, las condiciones del automóvil, características del conductor y de la vía. Por esta razón, para proyectar se tiene que tomar valores medios de la velocidad.

El tiempo de recorrido de un lugar a otro depende de la velocidad, si cuando una persona viaja cambia la velocidad, se pueda cambiar el tiempo de recorrido. La velocidad es controlada por el conductor. Entonces la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada.

1.7.1. Velocidad de punto.

De acuerdo con Crespo (2005), la velocidad de punto es la velocidad de los vehículos en determinado sitio de un camino o una calle.

Esta velocidad da un parámetro para saber la velocidad que prevalecerá en determinado lugar y la distribución de velocidades por grupos de usuarios. En una sección de camino de dos carriles se pueden obtener datos de velocidades en un punto tomando una muestra representativa de los vehículos en un tramo del camino. Como promedio se tomará un promedio aritmético de las velocidades que se obtuvieron en la muestra en ese tramo. La velocidad de punto normalmente es utilizado para indicar velocidad para que se transite con seguridad en las curvas,

para ayudar a realizar estudios en los cuales relacionan a los accidentes con la velocidad y para establecer restricciones de velocidad.

1.7.2. Velocidad de recorrido total.

La velocidad de recorrido total se determina dividiendo la distancia recorrida, que se toma de principio a fin del viaje, entre el tiempo total que se utilizó en recorrerla. En el tiempo de recorrido es tomado en cuenta las variaciones de velocidad que tuvo el conductor, así como las paradas que tuvo, no siendo éstas por causas ajenas a la vía.

Tener el conocimiento de esta velocidad, sirve para revisar la eficiencia de la vía y puede determinar el grado de congestionamiento de un camino. Con la velocidad de recorrido total se pueden determinar índices de congestión y con eso revisar la fluidez en ciertos trayectos, así como valorar la efectividad de ciertas medidas para regular el tránsito, como puede ser prohibir estacionarse en algunos puntos, implementación de señales luminosas, entre otras.

1.7.3. Velocidad de proyecto.

La velocidad de proyecto, “no es otra cosa que aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar y correlacionar las características y el proyecto geométrico de un camino en su aspecto operacional”. (Crespo; 2005:6)

La velocidad de proyecto es muy importante para la determinación del costo del camino y se busca tener costos bajos limitándolo. Es de gran importancia porque todos los elementos del camino deben de estar basados en la velocidad de proyecto.

A continuación se muestran las velocidades de proyecto recomendadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

VELOCIDADES DE PROYECTO RECOMENDABLES				
TOPOGRAFÍA				
TIPO DE CAMINO	Plana o con poco lomerío	Con lomerío fuerte	Montañosa, pero poco escarpada	Montañosa, pero muy escarpada
Tipo especial	110 km/hr	110 km/hr	80 km/hr	80 km/hr
Tipo A	70	60	50	40
Tipo B	60	50	40	35
Tipo C	50	40	30	25

Tabla 1.1.- Velocidades de proyecto recomendables.

Fuente: Crespo; 2005: 6.

El promedio de inclinación del terreno es el que va a determinar qué tipo de región es la que se tiene. En una longitud de 30 km, si la inclinación es mayor a un 4% se considera montañoso. Ondulado o lomerío es cuando la inclinación oscila entre el 2% y 4%, y en caso de que sea menor del 2% se considera como terreno plano.

En cuestión del tiempo indicado para realizar las mediciones de velocidades se hace en tres partes, todas de una hora. La primera es una hora entre las 9 y las 12 horas, la segunda hora entre las 15 y las 18 horas y la tercera entre las 20 y las 22 horas.

1.7.4. Métodos de medición de velocidades.

Para el estudio de la velocidad de punto son aplicables distintos métodos de medición de velocidad, como lo son el método del cronómetro, el método del enoscopio y el método del radar.

1.7.4.1. Método del cronómetro.

Es el método más antiguo que existe y económico, consiste en medir el tiempo con un cronómetro. Se marca una distancia determinada, normalmente entre 30 y 100 metros, el cronómetro se pone en marcha cuando el vehículo cruza la primera línea marcada y se para el tiempo cuando se cruza la segunda línea marcada. La velocidad es determinada por el espacio recorrido en el tiempo tomado con el cronómetro.

1.7.4.2. Método del enoscopio.

Los enoscopios son cajas con forma de L, abiertas en dos partes, con un espejo situado dentro de él a 45° con las paredes de la caja. El aparato dobla a 90° la visual de observador y construirlos es muy económico.

Este aparato es colocado en un extremo de un determinado tramo con un brazo de la L perpendicular al recorrido que llevan los vehículos y el otro apunta hacia el que está observando que se ubica en el otro extremo del tramo tomado en cuenta. En este método también es utilizado un cronómetro. Cuando el observador ve la imagen del vehículo por el enoscopio, pone en marcha el cronómetro y lo para hasta el dicho vehículo pase justo por donde esta él.

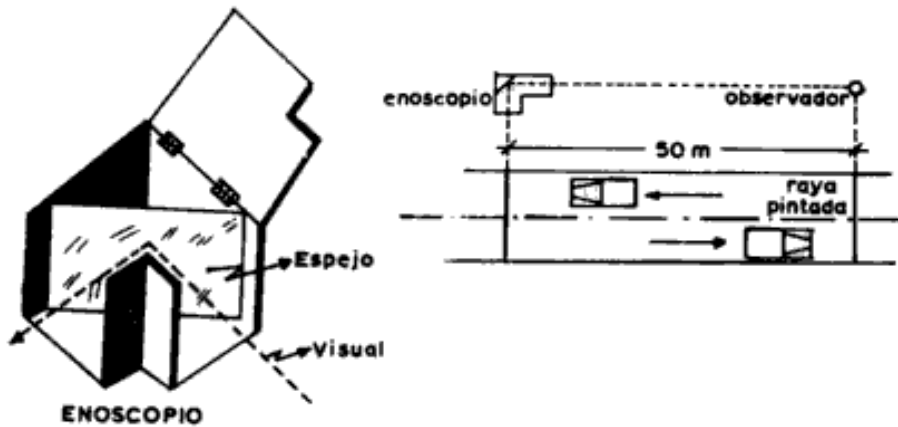


Fig. 1.1.- Enoscopia.

Fuente: Crespo; 2005: 8.

1.7.4.3. Método del radar.

Consta de un aparato adaptado con una batería de vehículo y está basado en el principio del radar. El artefacto emite ondas de alta frecuencia las cuales rebotan en el vehículo que se va acercando. Al regresar la onda, se registra y dependiendo de cómo sea la intensidad ella se determina la velocidad del vehículo.

1.8. Secciones transversales más comunes en vías terrestres.

En conformidad de Olivera (2006), la estructuración de las secciones transversales se deben construir de tal manera que los esfuerzos que lleguen a los materiales con las que fueron hechos, sean menores a lo que puede resistir, para así evitar fallas.

Existen tres secciones transversales típicas en una vía terrestre, que son en terraplén, en cajón y en balcón.

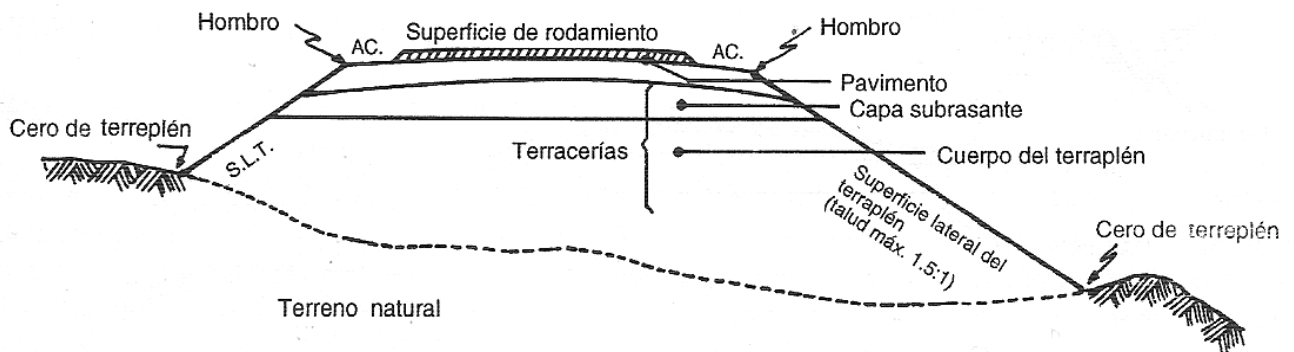


Fig. 1.2.- Sección transversal típica en terraplén para carreteras de dos carriles.

Fuente: Olivera; 2006: 5.

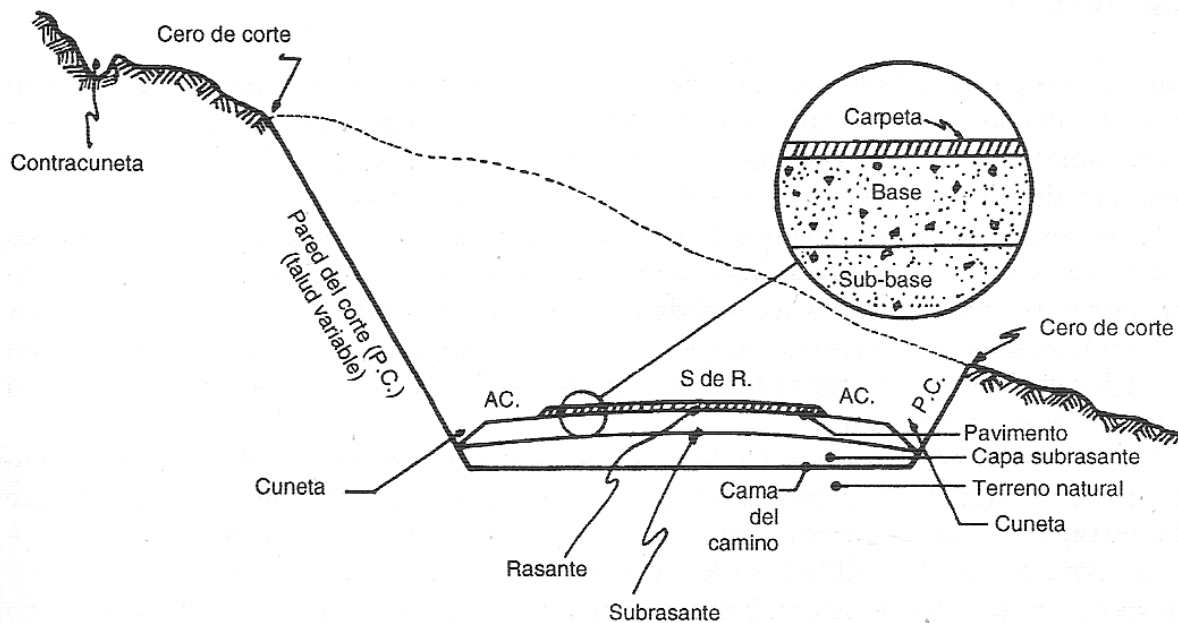


Fig. 1.3.- Sección transversal típica en corte para carreteras de dos carriles; se muestra un detalle de pavimento flexible.

Fuente: Olivera; 2006: 5.

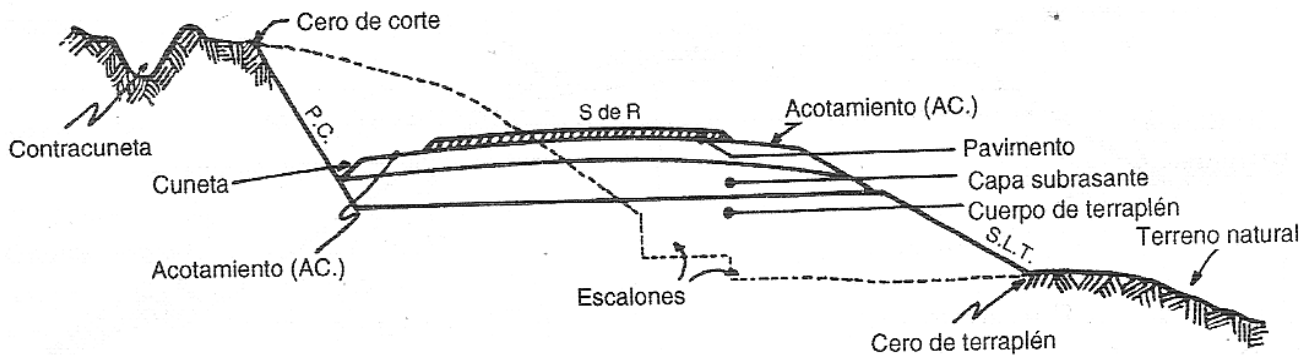


Fig. 1.4.- Sección transversal típica mixta o en balcón para caminos de dos carriles.

Fuente: Olivera; 2006: 6.

La terracería es considerada como el volumen de materiales que son necesarios excavar y sirve de relleno para formar la obra. Se dividen en 2 partes, que son el cuerpo del terraplén y la capa subrasante que tiene 30 cm de espesor como mínimo. Algunas condiciones que debe cumplir la terracería son la resistencia mínima, expansión máxima, entre otras.

1.9. Capacidad y nivel de servicio.

Mier (1987), afirma que la capacidad se define como la eficiencia que tiene un camino, en tanto que el nivel de servicio es el que establece las condiciones en que un conductor presenta durante su recorrido o viaje, cuando la capacidad esta sobre los volúmenes de tránsito. El nivel de servicio va a ser alterado con el volumen de tránsito.

1.9.1. Capacidad de un camino.

Es la cantidad máxima de vehículos que circulan por él con las condiciones que se tengan en un determinado tiempo. El tiempo que se ocupa para determinar la capacidad debe ser bien especificado. En periodos cortos, la capacidad es el tránsito máximo que se alcanza en el periodo especificado. En periodos largos, que puede ser desde un día o un año, la capacidad va a depender del conductor, de las veces que vaya a transitar sobre el camino.

Los alineamientos tanto horizontal como vertical, son condiciones que sobresalen en un camino, y no se pueden cambiar a menos que se reconstruya el camino, mientras que el tránsito es un parámetro que puede variar en varios periodos.

Otros aspectos que pueden llegar a afectar la capacidad del camino, son las condiciones climatológicas, como lo pueden ser las lluvias, neblina, smog; pero realmente no se toma en cuenta porque su estudio es demasiado complejo y variable durante todas las temporadas.

1.9.2. Nivel de servicio.

El nivel de servicio es un parámetro el cual sirve para darse cuenta de los factores que influyen para que el operador le de uso al camino. Estos factores pueden ser la velocidad, interrupciones de tránsito, los tiempos de recorrido, y varían según el volumen de transito que se tenga.

Los diferentes niveles de caminos van a depender de los volúmenes de tránsito, así como de la estructura de éste y de la velocidad.

1.9.3. Objetivos de la capacidad.

Se tienen principalmente dos dificultades por solucionar en los caminos, el primero es cuando se desea construir una nueva obra. Aquí las dimensiones del proyecto van a ser directamente afectadas por la capacidad que se requerirá.

La segunda es cuando ya está construido el camino. Se utiliza cuando se ocupe saber las condiciones en que opera el camino, determinando su nivel de servicio y alguna fecha en la que se puede saturar.

Con el conocimiento de los niveles de servicio que se tienen en un camino y también planeando estos niveles a futuro, se puede determinar las prioridades de las necesidades que se pueden presentar para el funcionamiento satisfactorio.

1.10. Factores que reducen la capacidad de las carreteras.

De acuerdo con Crespo (2005), las capacidades de las carreteras siempre se van a querer determinar como valores ideales para que el tránsito de vehículos sea el óptimo, sin embargo, en la realidad la mayoría de las veces es muy complicado que se llegue a esa optimización, esto es debido a que existen varios factores que pueden afectar para que no se cumplan esas condiciones. Las principales condiciones que van a afectar la capacidad de la carretera son el ancho de sección, la visibilidad, pendiente ancho de acotamientos y la cantidad de vehículos que circulan por el camino.

Para tener una capacidad práctica se determinó que el ancho óptimo de la sección es de 3.66 m por carril y 1.80 m de acotamiento, dando un ancho total de 11 m, pero en muchas ocasiones no se tienen estas dimensiones, por ejemplo en una red caminera donde el ancho total es menor a 11 m. Es por eso que se han establecido distintos anchos de sección dependiendo del tipo de camino que se tenga, así como de su topografía.

La A.A.S.H.T.O. obtuvo la siguiente tabla para efecto de anchos de carril en la capacidad práctica:

EFFECTOS DEL ANCHO DEL CARRIL		
Ancho del carril, en metros.	Vehículos por hora, total en los caminos de dos carriles.	Porcentaje de la capacidad con respecto a la sección óptima.
3.66 (óptima)	900	100
3.35	774	86
3.05	693	77
2.75	630	70

Tabla 1.2.- Efectos del ancho del carril.

Fuente: Crespo; 2005: 15.

Los acotamientos afectan directamente a la capacidad práctica, ya que si no se cuenta con ellos, cuando un carro quede varado en la carretera, va a obstruir el paso de los demás vehículos y en peores escenarios puede causar graves accidentes.

Los vehículos pesados son otro problema que afecta a la capacidad práctica, debido a su gran tamaño y a que circulan a baja velocidad.

En la siguiente tabla se muestra como se ve afectada la capacidad práctica según el tipo de terreno, ya sea plano u ondulado:

EFECTOS DE LOS VEHÍCULOS PESADOS				
Porcentaje de vehículos pesados, con relación al tránsito total. Caminos de dos carriles.	Terreno plano		Terreno ondulado	
	Vehículos por hora, total en caminos de dos carriles.	Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora.	Vehículos por hora total en caminos de dos carriles.	Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora.
0	900	100	900	100
10	800	89	640	71
20	710	79	500	55

Tabla 1.3.- Efecto de los vehículos pesados.

Fuente: Crespo; 2005: 16.

Existen algunos otros factores que van a afectar las condiciones de la capacidad practica como lo son los obstáculos laterales y los señalamientos, pero ya se mostraron los de mayor importancia.

1.11. Derecho de vía.

En conformidad de Mier (1987), el derecho de vía es una tira de terreno que tiene un ancho determinado que sirve para alojar una vía de comunicación.

El ancho del derecho de vía se determina tomando en cuenta la utilidad que se le va a dar, las normas de seguridad que se vayan a requerir y la eficiencia que se quiera tener del servicio que se dé.

En México se ha determinado que el derecho de vía debe tener una distancia mínima de 40 metros, esto quiere decir 20 m por carril partiendo del eje, se puede reducir el ancho de las calles cuando se pase por zonas urbanas. En algunas ocasiones especiales el ancho del derecho de vía puede aumentarse o reducirse.

Los procedimientos para adquirir la propiedad del derecho de vía, diversa de acuerdo al tipo de camino que se tenga, a razón de los fondos con los que se construirá.

“Para los caminos federales, el procedimiento a seguir queda definido por el articulado de la “Ley de Vías Generales de Comunicación” expedido por decreto de fecha 30 de diciembre de 1939.” (Mier; 1987:57).

1.12. Curvatura.

“Se denomina grado de curvatura al ángulo en el centro correspondiente a un desarrollo de arco de 20 m” (Crespo; 2005:16), y su relación con el radio de la curva es:

$$\frac{360}{G} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{20}$$

En donde:

$$G = \frac{1145.91}{R} = \frac{1146}{R}$$

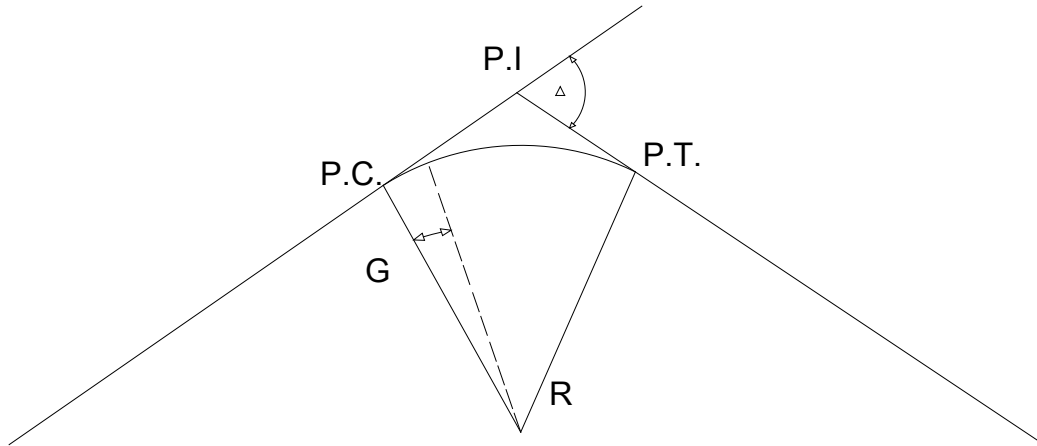


Fig. 1.5.- Grado de curvatura.

Fuente: Crespo; 2005: 16.

A continuación se muestran los grados máximos de curvatura recomendables según el tipo de camino y topografía:

GRADOS MAXIMOS DE CURVATURA RECOMENDABLES				
TOPOGRAFÍA				
Tipo de camino	Plana o con poco lomerío	Con lomerío fuerte	Montañosa, pero poco escarpada	Montañosa, pero muy escarpada
Tipo especial	2°30'	4°30'	6°	6°
Tipo A	8°	11°	16°30'	26°
Tipo B	11°	16°30'	26°	35°
Tipo C	16°30'	26°	47°	67°

Tabla 1.4.- Grados máximos de curvatura recomendables.

Fuente: Crespo; 2005: 17.

1.13. Visibilidad.

Crespo (2005), menciona que la visibilidad es una parte muy importante en las carreteras, ya que normalmente los caminos están construidos para velocidades muy bajas a comparación con la que transitan realmente los vehículos, esto provoca que

los caminos en ocasiones se vuelvan peligrosos. Entonces es necesario que exista en las carreteras una distancia de visibilidad la cual pueda tomar medidas preventivas en caso de un imprevisto y se pueda tomar una decisión a tiempo.

Son tomadas en cuenta dos distancias de visibilidad, la distancia de visibilidad para pasar y la distancia de visibilidad para parar.

La distancia de visibilidad para parar, se compone de dos factores que actúan al momento de ver un objeto repentinamente que se atraviese por el camino. Uno es la distancia que recorre el vehículo desde el momento que el conductor ve el objeto, hasta que pisa el pedal de freno y el segundo factor es la distancia que recorre el vehículo desde que el conductor pisa el pedal de freno, hasta que el vehículo se para por completo.

La distancia de visibilidad para pasar, se refiere a la distancia que se ocupa para que un vehículo pueda rebasar a otro que va a menor velocidad, sin que haya peligro de que choque con otro vehículo que venga en dirección contraria.

Al calcular la distancia de visibilidad para pasar en un camino de dos vías, se hacen suposiciones en función del comportamiento del conductor que son las siguientes:

- El vehículo que es rebasado lleva una velocidad menor a la de proyecto.
- El vehículo que va a rebasar debe de reducir su velocidad a la de vehículo que será rebasado en lo que transcurre el tramo en el cual la distancia de visibilidad aun no es segura.
- Cuando se llega a la zona segura de rebase, el conductor tiene un pequeño instante para decidir si es conveniente o no sobrepasar al otro automóvil.

- Si se rebasa, el conductor tiene que acelerar mientras lo hace.
- El vehículo pasa al carril opuesto cuando se empieza la maniobra de rebase, y cuando se termina dicha maniobra vuelve a su carril.

CAPÍTULO 2

PROYECTO GEOMÉTRICO.

En el presente capítulo se dará a entender lo que es un proyecto geométrico, se analizarán y definirán los conceptos básicos de las partes que lo conforman y el procedimiento para llevarlo a cabo.

Algunos aspectos de los que se hará énfasis son la elección de la ruta, alineamiento vertical y horizontal, así como el drenaje en los caminos.

2.1. Elección de ruta.

La ruta, según Olivera (2006), es una franja de terreno sobre la cual se va a construir una vía terrestre, la cual será de un ancho variable, dependiendo de las etapas que se vayan llevando a cabo.

Esta etapa es la más importante del proyecto, ya que si se cometen errores en etapas posteriores, se pueden resolver fácilmente, pero si se comete un error a la hora de elegir la ruta, tratar de solucionarlo implica muchas pérdidas tanto de tiempo como de dinero; ya que en la elección de la ruta se hacen varios estudios, reconocimientos e informes.

En esta fase intervienen varios especialistas de la ingeniería como lo son especialistas en elaboración de proyectos geométricos, así como geólogos que son de gran importancia.

Para elaborar el proyecto de alguna obra, se tienen que saber primero las condiciones en las que se encuentra el lugar donde se piensa proyectar. Para esto se requiere de mapas de la zona donde se realizará, preferentemente con curvas de

nivel, como son los mapas del país, del estado, del municipio. También aspectos importantes como lo son fotografías aéreas, tener conocimiento del clima existente, datos geológicos, entre otros.

En México generalmente los especialistas se pueden apoyar en planos y fotografías con los que cuenta la INEGI, estos especialistas que se van a encargar de elegir la ruta, analizan con mucho detenimiento la información proporcionada por INEGI para así poder tener buenas propuestas de la ruta. Posteriormente, hacen reconocimiento del lugar mediante avionetas. Con estos reconocimientos también se pueden tomar fotografías que son interpretadas por los especialistas mediante estereoscopios. Con las interpretaciones obtenidas se pueden realizar reconocimientos posteriores más a detalle, ahora con helicópteros para poder tener vuelos a menor altura y en algunos casos aterrizar en algunos sitios en específico.

Con los recorridos ya mencionados y las características obtenidas de ellos como lo son las fotografías se pueden determinar datos como: pendientes existentes, tipos de drenajes naturales, tipos de suelos, posibles bancos de material que pueden servir para construir la obra, pantanos, entre otros datos que son de gran utilidad.

Ya que termine esta etapa se tendrán los datos de los recorridos realizados, planos obtenidos, etc., donde se vea la ruta que fue elegida y aceptada.

2.2. Metodología del anteproyecto.

“Tanto como en el anteproyecto como en el proyecto definitivo se pueden realizar por el método tradicional de brigadas terrestres de localización o por el método fotogramétrico, de acuerdo con el tipo de topografía, con la nubosidad o la

ausencia de ella en la zona, con la accesibilidad y con el programa de trabajo”.
(Olivera; 2006:37)

Enseguida se muestran los pasos a seguir para realizar el anteproyecto:

A) Con base en los datos de elección de la ruta, se traza y nivela una poligonal abierta que coincida lo más posible con la alternativa aceptada. Con los datos de campo se dibuja sobre cartulina de buena calidad, con escala 1:2000:200. Es decir, 1:2000 en proyección horizontal y 1:200 en proyección vertical.

B) Se obtiene la topografía de cuando menos 100 m a cada lado de la poligonal y se marca en la cartulina.

C) De acuerdo con el tipo de camino, con auxilio de un compás de puntas sobre la topografía se traza una línea que tenga la pendiente gobernadora menos 0.5%; ésta es una línea quebrada, generalmente de segmentos cortos, denominada “línea a pelo de tierra”. La abertura del compás que trazará la línea a pelo de tierra para topografía con líneas de nivel a cada 2 m, escala de 1:2000 y pendiente gobernadora P_g en porcentaje es:

$$\text{Abertura} = 1 / (10P_g - 5), \text{ en metros}$$

2.3. Elementos del proyecto geométrico.

Los elementos del proyecto geométrico están agrupados en alineamiento horizontal, alineamiento vertical y secciones transversales de la obra. A continuación se explican cada una de ellas.

2.3.1. Alineamiento vertical.

“Es la proyección del desarrollo del centro de la línea de una vía terrestre sobre un plano vertical; sus elementos son las tangentes verticales y las curvas verticales”. (Olivera; 2006: 27)

Las tangentes verticales se componen por longitud y pendiente. Las prolongaciones hacia adelante y hacia atrás de una tangente, son cortadas en un punto vertical en cual se denomina, punto de inflexión vertical (PIV), que tiene características de cadenamiento y una elevación.

En este tipo de alineamiento existen tres tipos de pendientes de tangentes verticales, que son la mínima, la gobernadora y la máxima. La mínima garantiza que haya un buen drenaje en la corona del camino y normalmente se define como un 0.5 %. La gobernadora es la que se pretende tener durante toso el trazo. Y la máxima es la pendiente mayor utilizada. En el proyecto de alineamiento vertical siempre se tendrá una combinación de todas las pendientes ya mencionadas, con la finalidad de que el tiempo de recorrido el camino sea el menor posible. Se pueden estudiar las combinaciones de pendientes mediante las curvas de Tangarín. El paso que se tiene de una pendiente vertical a otra se denomina curva vertical, cuya característica principal es que la componente horizontal de la velocidad de los vehículos es constante a través de ella.

Una curva que cumple con esta característica es la parábola. Existen curvas en cresta y curvas en columpio. Dentro de las características que debe tener la longitud de una curva vertical es que debe de tener un buen drenaje, aparte de una

buena apariencia, la comodidad para los usuarios. Existen tablas para calcular dicha longitud.

La longitud de las curvas verticales debe estar definida mediante estaciones a cada 20 metros y el principio de curva vertical (PCV), debe estar situado en una estación cerrada. Para conocer las elevaciones en cualquier estación se tiene la siguiente fórmula:

$$Z_n = Z_{n-1} + (P_1/5) - (A (2n+1)/10N)$$

Donde:

Z_n = Elevación de un punto.

Z_{n-1} = Elevación del punto anterior.

P_1 = Pendiente de entrada.

A = Diferencia algebraica de pendientes.

N = Número de estaciones en la longitud total de la curva.

n = Número de estaciones del PCV al punto considerado.

2.3.2. Alineamiento horizontal.

“El alineamiento horizontal es la proyección de centro de la línea de una obra vial sobre un plano horizontal. Sus elementos son tangentes y curvas horizontales. La posición de los puntos y elementos de un proyecto geométrico, tanto en planta como en elevación, está ligada a los datos geodésicos del banco más cercano a la nueva obra”. (Olivera; 2006: 31)

En el alineamiento horizontal, las tangentes verticales tienen longitud y dirección. La dirección es el rumbo que lleva la tangente, mientras que la longitud es

la distancia que hay entre el final de la curva horizontal anterior y el principio de la siguiente curva del mismo tipo.

La longitud mínima de una tangente horizontal determina las condiciones que se necesitan para poder cambiar la curvatura, pendiente y el ancho de la corona. La longitud mayor puede ser indeterminada, pero es recomendable no tener tramos en línea recta de más de 15 kilómetros, ya que esto provoca cansancio o daño a la vista de los conductores que transitan por ahí.

Si se llegan a tener lugares donde la tangente sea mayor a los 15 kilómetros, es muy probable que se generen accidentes, y eso es algo que siempre se quiere evitar. Entonces es conveniente colocar bayonetas con dos o tres curvas amplias a una distancia de 15 kilómetros, para cumplir con el parámetro ya mencionado.

Al punto donde se unen dos tangentes en el alineamiento horizontal, se le llama punto de inflexión (PI). En la unión de esas dos tangentes se forma un ángulo, al cual se le denomina ángulo de deflexión (Δ).

Para que un vehículo cambie de dirección de una tangente a otra, se necesita una curva que tenga una longitud proporcional a la aceleración centrífuga de los vehículos. Esta aceleración debe variar de cero a un punto máximo, y debe regresar a cero al entrar a la segunda tangente. Las curvas que cumplen con estas condiciones son la espiral de Euler y la Lemniscata de Bernoulli.

La curva de espiral no se puede utilizar para realizar un cambio, es por eso que se usa una en la entrada y otra en la salida, y entre éstas dos se coloca una curva circular. En la curva circular no existe cambio de aceleración centrífuga, ésta se identifica por grado de curvatura, que es el ángulo que se genera por un arco de

20 m de longitud. Dado que un ángulo de 360° subtende un arco de $2\pi R$, el ángulo subtendido por un arco de 20 m es:

$$360 / 2\pi R = G_c / 20$$

Entonces

$$G_c = 1145.96/R$$

Donde:

G_c = Grado de curvatura.

R = Radio de curva circular.

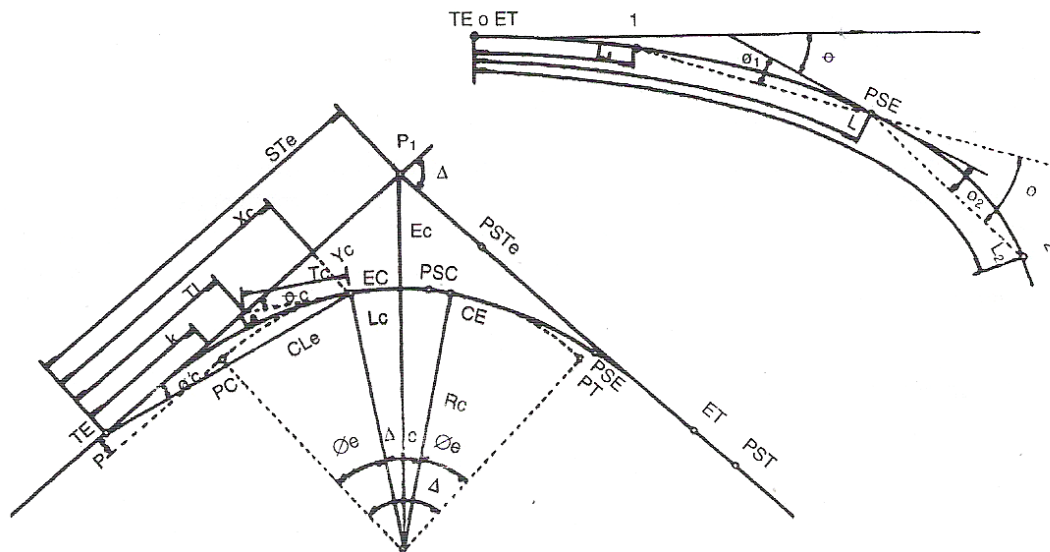


Fig. 2.1.- Elementos de la curva circular con espirales.

Fuente: Olivera; 2006: 32.

PI= Punto de intersección de las tangentes.

TE= Punto donde termina la tangente y empieza la espiral.

EC= Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular.

CE= Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral.

ET= Punto donde termina la espiral y empieza la tangente.

PSC= Punto cualquiera sobre la curva circular.

PSE= Punto cualquiera sobre la espiral.

PST= Punto cualquiera sobre las tangentes.

PSTe= Punto cualquiera sobre las subtangentes.

Δ = Ángulo de flexión de las tangentes.

Δ_c = Ángulo central de la curva circular.

Θ = Deflexión de la espiral en el EC o CE.

θ = Deflexión de la espiral en un PSE.

Φ_c = Ángulo de la cuerda larga.

Φ_1 = Ángulo entre la tangente a un PSE y una cuerda atrás.

Φ_2 = Ángulo entre la tangente a un PSE y una cuerda adelante.

Φ = Ángulo entre dos cuerdas de la espiral.

STe= Subtangente.

TC= Tangente corta.

CLe= Cuerda larga de la espiral.

Ec= Externa.

Rc= Radio de la curva circular.

L= Longitud de la espiral a un PSE.

Le= Longitud de la espiral al EC o Ce.

Lc= Longitud de la curva circular.

LT= Longitud total de la curva circular con espirales.

oc= Ángulo de la cuerda larga.

Gc= Grado de curvatura de la cuerda circular.

Rc= Radio de la curva circular.

ST= Subtangente.

E= Externa.

M= Ordenada media.

C= Cuerda.

CL= Cuerda larga.

L= Longitud de arco.

Lc= Longitud de la curva circular.

2.3.3. Sección transversal de una obra vial.

Olivera (2006), afirma que la sección transversal de una obra vial es un corte respecto al plano vertical y es normal a la línea central del alineamiento horizontal. Esta sección deja ver las dimensiones de los elementos que la conforman.

En un proyecto geométrico, se hace el diseño para un nivel de subrasante, que es el nivel final que se tiene en terracerías, por lo que a ese nivel se consideran las dimensiones.

El ancho y la pendiente transversal son las características de la subcorona. En tangentes horizontales se tiene la pendiente transversal, a la cual se le llama bombeo. Este bombeo sirve para desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la carretera. Éste se hace hacia ambos lados de la corona y varía según el tipo de camino que se tenga, entre el 2% y 3%.

A la sección transversal que se tiene en las curvas del alineamiento horizontal, se le llama sobreelevación y es la pendiente completa que se le da a la corona hacia el centro de la curva. Fundamentalmente tiene dos funciones, la de tener un buen drenaje y evitar la fuerza centrífuga que se provoca sobre los vehículos.

La sobreelevación, fricción, la velocidad de proyecto y el grado máximo de curvatura se relacionan en la siguiente fórmula:

$$G \text{ máx} = 146735(\mu + S \text{ máx}) / V^2$$

En la que:

$G_{\text{máx}}$ = Grado máximo de curvatura para la velocidad que corresponde a la curva circular entre las espirales, si las hay.

V = Velocidad de proyecto en km/h.

μ = Coeficiente de fricción entre llantas y superficie de rodamiento en decimal.

S = Sobreelevación en decimal.

Es posible utilizar varios grados de curvatura dependiendo de la velocidad de proyecto, pero este grado de curvatura no debe de exceder al máximo. Para su cálculo, se debe definir $S_{\text{máx}}$, lo que se hace dependiendo de la cantidad de vehículos pesados que transiten por ese lugar, incluso se toma en cuenta si en dicho lugar se tienen heladas o no. En México se usa $S_{\text{máx}}=.10$. La variable μ es definida dependiendo del tipo de superficie de rodamiento y velocidad de proyecto.

Para una velocidad determinada, pero teniendo un grado de curvatura menor que el máximo, la sobreelevación es menor y ésta se obtiene de las normas de proyecto geométrico para carreteras.

Para que en la corona se tenga una sobreelevación que corresponda a una curva circular, se tendrá que pasar, en el carril exterior del bombeo a posición horizontal, es una distancia a la cual se le nombra como "N". Luego, este mismo carril se gira en otra distancia "N" de horizontal, hasta que concuerda con la inclinación de bombeo del carril interior. Por último, la corona se gira hasta que se tenga la sobreelevación que se requiere de la curva circular. El valor de "N" se calcula con la fórmula $N = (\text{bombeo} \times L_e) / S$, tomando en cuenta que los dos últimos movimientos mencionados, se realizan en la longitud de la espiral (L_e).

Debido a que en la curva circular los vehículos transitan "atravesados", es necesario que el ancho de la corona sea mayor al que se utiliza en las tangentes, por lo que se realiza una ampliación. Esta ampliación es de acuerdo con el grado de curvatura circular que se tenga y también la proporcionan las normas de proyecto geométrico y es colocada hacia afuera de la curva.

VELOCIDAD		50			60			70			80			90			100			110		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0° 15'	4583.68	0	2.0	28	0	2.0	34	0	2.0	39	0	2.0	45	0	2.0	50	0	2.0	56	0	2.0	62
0° 30'	2291.84	0	2.0	28	0	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	20	2.3	56	20	2.7	62
0° 45'	1527.89	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.3	45	30	2.8	50	30	3.4	56	30	4.0	62
1° 00'	1145.92	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.5	39	30	3.0	45	30	3.6	50	30	4.5	56	30	5.2	62
1° 15'	916.73	20	2.0	28	20	2.3	34	30	3.0	39	30	3.7	45	40	4.5	50	40	5.5	56	40	6.3	62
1° 30'	763.94	20	2.0	28	30	2.8	34	30	3.8	39	30	4.4	45	40	5.3	50	40	6.4	56	40	7.3	64
1° 45'	654.81	30	2.2	28	30	3.2	34	30	4.1	39	40	5.0	45	40	6.1	50	40	7.3	58	50	8.1	71
2° 00'	572.96	30	2.5	28	30	3.6	34	30	4.5	39	40	5.7	45	40	6.7	50	50	8.1	65	50	8.9	78
2° 15'	509.30	30	2.8	28	40	4.0	34	40	5.1	39	40	6.2	45	50	7.3	55	50	8.7	70	60	9.4	83
2° 30'	458.37	30	3.1	28	40	4.4	34	40	5.5	39	50	6.8	45	50	7.9	57	60	9.2	74	60	9.8	86
2° 45'	416.70	30	3.4	28	40	4.7	34	40	6.0	39	50	7.3	47	50	8.4	60	60	9.6	77	60	10.0	88
3° 00'	381.97	40	3.7	28	40	5.1	34	50	6.4	39	50	7.7	49	60	8.8	63	60	9.9	79			
3° 15'	352.58	40	3.9	28	40	5.4	34	50	6.7	39	50	8.1	52	60	9.2	66	60	10.0	80			
3° 30'	327.40	40	4.2	28	50	5.7	34	50	7.1	40	60	8.5	54	60	9.6	69						
3° 45'	305.58	40	4.4	28	50	6.0	34	50	7.5	42	60	8.8	56	60	9.8	71						
4° 00'	286.48	40	4.7	28	50	6.3	34	50	7.8	44	60	9.1	58	70	9.9	71						
4° 15'	269.63	50	4.9	28	50	6.6	34	60	8.1	45	60	9.4	60	70	10.0	72						
4° 30'	254.65	50	5.1	28	50	6.9	34	60	8.4	47	70	9.6	61									
4° 45'	241.25	50	5.4	28	60	7.1	34	60	8.7	49	70	9.7	62									
5° 00'	229.18	50	5.6	28	60	7.4	36	60	8.9	50	70	9.9	63									
5° 15'	208.35	60	6.0	28	60	7.8	37	70	9.3	52	80	10.0	64									
6° 00'	190.99	60	6.3	28	70	8.2	39	70	9.6	54												
6° 30'	176.29	60	6.7	28	70	8.6	41	80	9.8	55												
7° 00'	163.70	60	7.0	28	70	8.9	43	80	9.9	55												
7° 30'	152.79	70	7.3	29	80	9.1	44	80	10.0	55												
8° 00'	143.24	70	7.6	30	80	9.4	45															
8° 30'	134.81	70	7.9	32	80	9.6	46															
9° 00'	127.32	80	8.2	33	90	9.7	47															
9° 30'	120.62	80	8.4	34	90	9.8	47															
10° 00'	114.59	80	8.6	34	90	9.9	48															
10° 30'	109.13	90	8.8	35	100	10.0	48															
11° 00'	104.17	90	9.0	36	100	10.0	48															
11° 30'	99.64	90	9.2	37																		
12° 00'	95.49	100	9.3	37																		
12° 30'	91.67	100	9.5	38																		
13° 00'	88.15	100	9.6	38																		
13° 30'	84.88	110	9.7	39																		
14° 00'	81.85	110	9.8	39																		
14° 30'	79.03	110	9.8	39																		
15° 00'	76.39	110	9.9	40																		
15° 30'	73.93	120	9.9	40																		
16° 00'	71.62	120	10.0	40																		
16° 30'	69.45	120	10.0	40																		
17° 00'	67.41	130	10.0	40																		

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas.)

Nota. Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.

Fig. 2.3.- Ampliaciones y transiciones para el tipo B.

Fuente: Olivera; 2006: 35.

VELOCIDAD		40			50			60			70			80			90			100		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0° 15'	4583.63	20	2.0	22	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	30	2.0	56
0° 30'	2291.84	20	2.0	22	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	30	2.0	56
0° 45'	1527.89	20	2.0	22	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	30	2.0	56
1 00	1145.92	20	2.0	22	30	2.0	28	30	2.0	34	30	2.5	39	30	3.0	45	40	3.6	50	40	4.6	56
1 15	916.74	30	2.0	22	30	2.0	28	30	2.3	34	40	3.0	39	40	3.7	45	40	4.5	50	50	6.5	56
1 30	763.94	30	2.0	22	30	2.0	28	40	2.8	34	40	3.6	39	40	4.4	45	50	5.3	50	50	7.3	56
1 45	654.81	30	2.0	22	30	2.2	28	40	3.2	34	40	4.1	39	50	6.0	45	50	6.0	50	60	8.1	65
2 00	572.96	30	2.0	22	40	2.5	28	40	3.6	34	50	4.6	39	50	5.7	45	50	6.8	50	60	8.7	70
2 15	509.30	30	2.0	22	40	2.8	28	40	4.0	34	50	5.1	39	50	6.2	45	60	7.4	53	60	9.3	74
2 30	458.37	40	2.1	22	40	3.1	28	50	4.4	34	50	5.5	39	60	6.7	45	60	7.9	57	70	9.6	77
2 45	416.70	40	2.3	22	40	3.4	28	50	4.7	34	50	6.0	39	60	7.2	46	60	8.4	60	70	9.9	79
3 00	381.97	40	2.5	22	50	3.7	28	50	5.1	34	60	6.4	39	60	7.7	49	70	8.8	63	70	9.9	79
3 15	352.59	40	2.7	22	50	3.9	28	50	5.4	34	60	6.8	39	60	8.1	52	70	9.2	66	80	10.0	80
3 30	327.40	40	2.9	22	50	4.2	28	60	6.0	34	60	7.1	40	70	8.5	54	70	9.6	69			
3 45	305.58	50	3.1	22	50	4.4	28	60	6.0	34	60	7.5	42	70	8.8	56	70	9.8	71			
4 00	286.48	50	3.3	22	50	4.7	28	60	6.3	34	60	7.8	44	70	9.1	58	80	9.9	71			
4 15	269.63	50	3.4	22	60	4.9	28	60	6.6	34	70	8.1	45	70	9.4	60	80	10.0	72			
4 30	254.65	50	3.6	22	60	5.1	28	60	6.9	34	70	8.4	47	80	9.6	61						
4 45	241.25	50	3.8	22	60	5.4	28	60	7.1	34	70	8.7	49	80	9.8	63						
5 00	229.18	50	3.9	22	60	5.6	28	70	7.4	36	70	8.9	50	80	9.9	63						
5 30	208.35	60	4.2	22	60	6.0	28	70	7.8	37	80	9.3	52	90	10.0	64						
6 00	190.99	60	4.5	22	70	6.3	28	70	8.2	39	80	9.6	54									
6 30	176.29	60	4.8	22	70	6.7	28	80	8.6	41	90	9.8	55									
7 00	163.70	70	5.1	22	70	7.0	28	80	8.9	43	90	9.9	55									
7 30	152.79	70	5.3	22	80	7.3	29	90	9.1	44	90	10.0	56									
8 00	143.24	70	5.6	22	80	7.6	30	90	9.4	45												
8 30	134.81	80	5.8	22	80	7.9	32	90	9.6	46												
9 00	127.32	80	6.1	22	90	8.2	33	100	9.7	47												
9 30	120.62	80	6.3	22	90	8.4	34	100	9.8	47												
10 00	114.59	90	6.5	22	100	8.6	35	100	9.9	48												
11 00	104.17	90	6.9	22	100	9.0	36	110	10.0	48												
12 00	95.49	100	7.3	23	110	9.3	37															
13 00	88.15	100	7.6	24	110	9.6	38															
14 00	81.85	110	7.9	25	120	9.8	39															
15 00	76.39	110	8.2	26	120	9.9	40															
16 00	71.62	120	8.5	27	130	10.0	40															
17 00	67.41	120	8.7	28	140	10.0	40															
18 00	63.66	130	8.9	28																		
19 00	60.31	130	9.1	29																		
20 00	57.30	140	9.2	29																		
21 00	54.57	140	9.4	30																		
22 00	52.09	150	9.5	30																		
23 00	49.82	150	9.6	31																		
24 00	47.75	160	9.7	31																		
25 00	45.84	160	9.8	31																		
26 00	44.07	170	9.9	32																		
27 00	42.44	170	9.9	32																		
28 00	40.93	180	10.0	32																		
29 00	39.51	190	10.0	32																		
30 00	38.20	190	10.0	32																		

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas.)

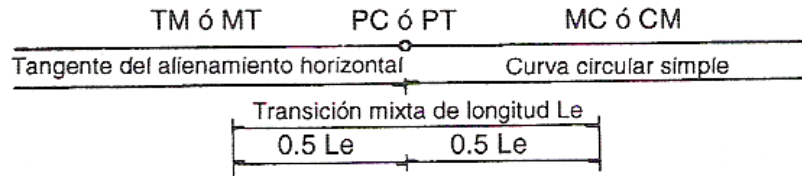
Nota. Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.

Fig. 2.4.- Sobreelevaciones y transiciones del tipo C.

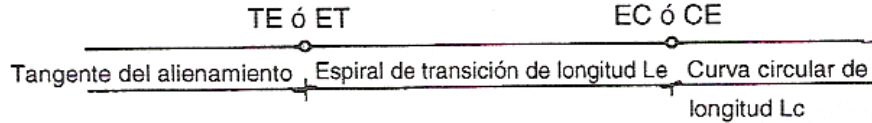
Fuente: Olivera; 2006: 36.

LOCALIZACIÓN RELATIVA DE LAS TRANSICIONES

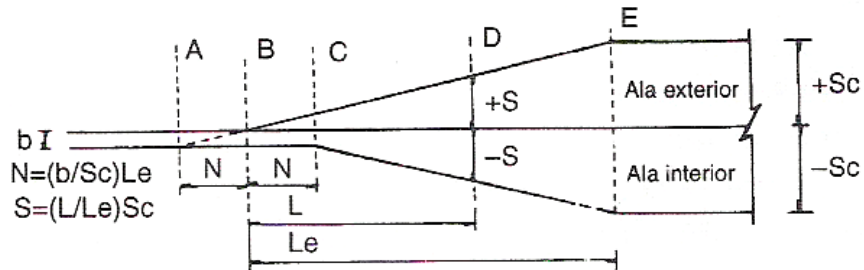
a) Transición mixta



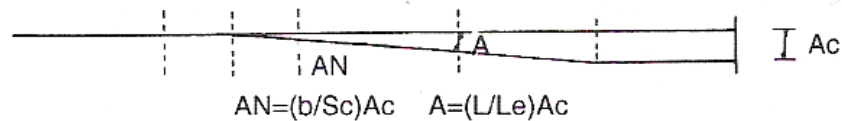
b) Espiral de transición



VARIACIÓN DE LA SOBREELEVACIÓN



VARIACIÓN DE LA AMPLIACIÓN



SECCIONES TRANSVERSALES

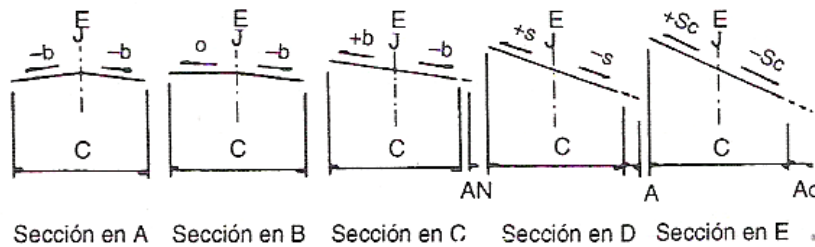


Fig. 2.5.- Desarrollo de la sobreelevación y la ampliación de las curvas horizontales.

Fuente: Olivera; 2006: 37.

2.4. Drenaje de los caminos.

De acuerdo con el Manual del Ingeniero Civil (2008), el drenaje adecuado es un tema de gran importancia en el diseño de una carretera. Una mala instalación del drenaje en carreteras puede ocasionar que éstas se deterioren con mayor rapidez y se desarrollan condiciones adversas de seguridad, como lo es el hidroplaneo.

Por eso es de gran importancia que una parte considerable del presupuesto para la construcción de una carretera sea destinado a las instalaciones de drenaje. La función general del sistema de drenaje de una carretera es extraer el agua de lluvia del camino, así como el agua del derecho de vía de la propia carretera.

“Cuando el camino debe seguir el curso de un valle o corriente de agua, las terracerías deben quedar a una altura conveniente sobre el nivel de las aguas máximas del río o valle, ya sea que se admita o no que el agua llegue hasta mojar las terracerías”. (Crespo; 2005: 141)

2.4.1. Drenaje superficial.

Con el drenaje superficial se trata de evitar dos aspectos ya mencionados, como lo es la forma de reducir la cantidad de agua que llega el camino y la manera de sacarla de él lo más rápido posible.

En conformidad con Wright (1993), las estructuras de las carreteras que se encargan de controlar el drenaje superficial, son la corona de la carretera, el acotamiento, los taludes, cunetas y contracunetas longitudinales (canales), las alcantarillas y los puentes.

2.4.1.1. Obras de captación y defensa.

Existen distintos tipos de obras de captación en una carretera, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

➤ Cunetas.

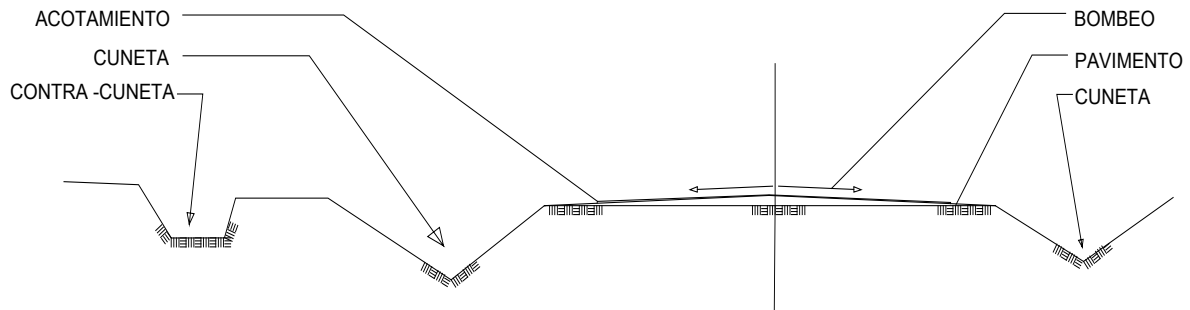


Fig. 2.6.- Cunetas.

Fuente: Crespo; 2005: 142.

Las cunetas son conductos que se realizan en ambos lados de un camino con la finalidad de recibir y transportar el agua pluvial que se genera en el camino, en los cortes o en ocasiones en pequeñas áreas contiguas.

Como el área que se drena por las cunetas es pequeña, éstas son proyectadas para tener una capacidad de lluvias fuertes de 10 a 20 minutos de duración. Es seguro considerar que la cuneta va a recibir el 80% del agua pluvial que escurre en la mitad del ancho del derecho de vía. Las dimensiones y otros aspectos que forman parte de la cuneta, se definen dependiendo de la cantidad de flujo que escurrirá por la misma. Las formas más comunes en que se construyen las cunetas, son triangulares o trapezoidales, basándose su diseño en los principios de flujo en canales abiertos.

Al construir una cuneta se busca que ésta sea eficiente y fácil de construir y conservar. Normalmente su forma y dimensiones son determinadas por el ingeniero encargado de la obra, basándose en las condiciones climatológicas del lugar, su topografía, geología y en ocasiones en la experiencia obtenida en obras anteriores.

Se busca principalmente que las cunetas sean lo más chicas y menos profundas como sea posible, para facilitar su construcción, así como para tener mayor seguridad en el camino, mayor economía y una mejor conservación.

Los taludes de la cuneta deben ser lo más inclinados que se pueda y con un buen acabado también dará un mejor aspecto al camino. Se considera un nivel mínimo bajo la subrasante de 30 cm y un máximo de 90 cm, esto para que no sea muy peligrosa.

Para evitar problemas de deslaves en cunetas debido a las grandes velocidades del flujo que circula por ella, se tienen los siguientes valores de la velocidad a cual los materiales empiezan a deslavarse:

Material	Velocidad en m/seg	Material	Velocidad en m/seg
Arena fina	0.45	Arcilla arenosa	0.50
Arena media	0.60	Arcilla firme	1.25
Arena gruesa	0.90	Arcilla común	0.85
Grava fina	1.50	Tepetate	2.00
Grava media	2.00	Zampeado	4.00
Grava gruesa	3.50	Concreto	7.00

➤ **Contracunetas.**

Éstas son zanjas que se realizan en lugares necesarios para evitar que a las cunetas les llegue más agua de la que fue proyectada. Ya que, como se mencionó anteriormente, las cunetas sólo pueden transportar el agua que proviene del bombeo del camino, de los cortes y de áreas adyacentes pequeñas, con la finalidad de encausar el agua que proviene de otras de zonas más alejadas hacia el camino, se tienen que construir contracunetas transversales a la pendiente del terreno. Éstas captan el agua, alejándola de los terraplenes y cortes.

El uso de las contracunetas, se tiene previsto para lugares montañosos o en lomerío, pero siempre se debe de verificar el tipo de material con el que se esta trabajando, para evitar que la construcción de dichas contracunetas sean perjudiciales en lugar de benéficas.

Son calculadas igual que las cunetas, se construyen en forma trapezoidal de 50 cm de plantilla y taludes de 1:1 en un material bien compactado. Las contracunetas de deben colocar a una distancia de cinco metros del talud del corte.

➤ **Bombeo.**

El bombeo es la pendiente que se le da al camino partiendo del centro hacia ambos lados, el cual tiene la finalidad de drenar el agua que cae directamente sobre el camino.

El tipo de bombeo a emplear va a depender del tipo de superficie que se tenga, cuidando que sea fácil para los conductores transitar por ahí y por consecuente tener un buen aspecto del camino.

En México son utilizados dos tipos de bombeos, uno del 2% que se utiliza para caminos asfaltados, y el otro con una pendiente de 1.5% empleado para caminos de concreto hidráulico.

➤ **Lavaderos.**

El lavadero es una cubierta ya sea de lámina, concreto o de piedra acomodada, el cual sirve para encausar el agua proveniente de taludes o terraplenes. Otra función muy importante que tienen, es evitar erosionar el terreno en lugares donde se tenga ese tipo de problema y pueda dañar el camino.

2.4.1.2. Obras de cruce.

La finalidad de una obra de cruce es que el agua circule rápidamente de un lado a otro del camino sin que se afecte las condiciones de éste. Se utilizan cuando se tiene un cauce que cruza por donde se va a proyectar un camino.

➤ **Alcantarillas.**

Una alcantarilla está confirmada por dos partes, que son el cañón y los muros de cabeza. El cañón es la parte que forma el canal de dicha alcantarilla, mientras que los muros de cabeza son los que evitan que haya erosión alrededor del cañón, para guiar la corriente de agua y evitar que el talud o terraplén obstruya el canal.

Las alcantarillas se dividen en alcantarillas en cajón, alcantarillas en bóveda y alcantarillas de tubo, esto dependiendo de la forma que tenga el cañón.

En una obra de un camino se debe tener gran cuidado en la implementación de las alcantarillas y colocar todas las que sean necesarias, ya que si eso no se

toma en cuenta desde un principio, después se verán las consecuencias y esto generaría costos mayores.

Al localizar las alcantarillas no necesariamente deben de quedar de manera normal al camino, no se debe de forzar a eso, ya que esto provocaría daños a la estructura por erosión, generada por los cambios bruscos de la corriente de agua y por consecuente generaría mayor costo en mantenimiento y conservación.

En los casos donde se puede hacer una alcantarilla normal sin tener los problemas ya mencionados, es cuando esviajamiento de una corriente es menor a 5 grados.

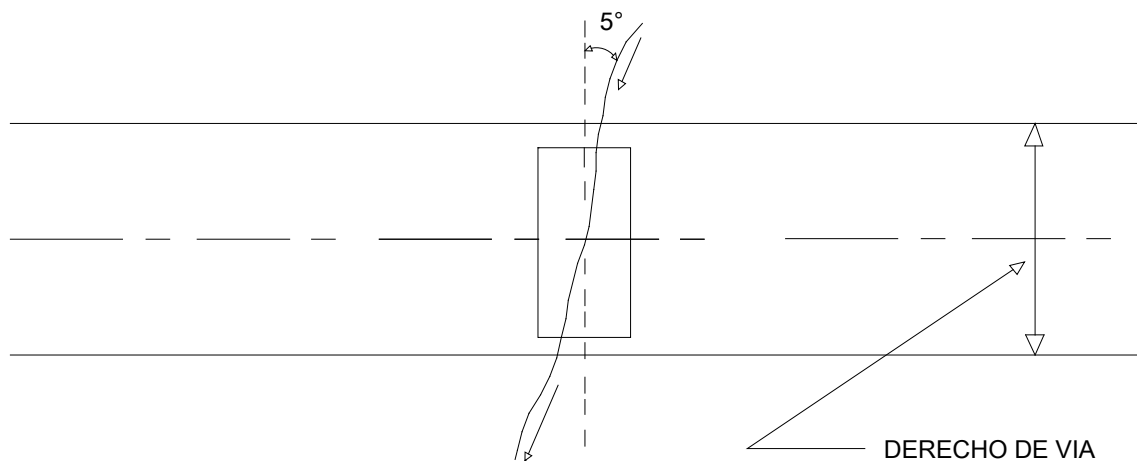


Fig. 2.7.- Esviajamiento.

Fuente: Crespo; 2005: 149.

Por otro lado, cuando la dirección de la corriente, forme un ángulo mayor a 5 grados respecto a la normal del eje del camino, por mayor seguridad es

recomendable alinear la alcantarilla con el fondo del cauce, sin importar que ésta resulte de mayor longitud y genere más costos que si fuera construida normal.

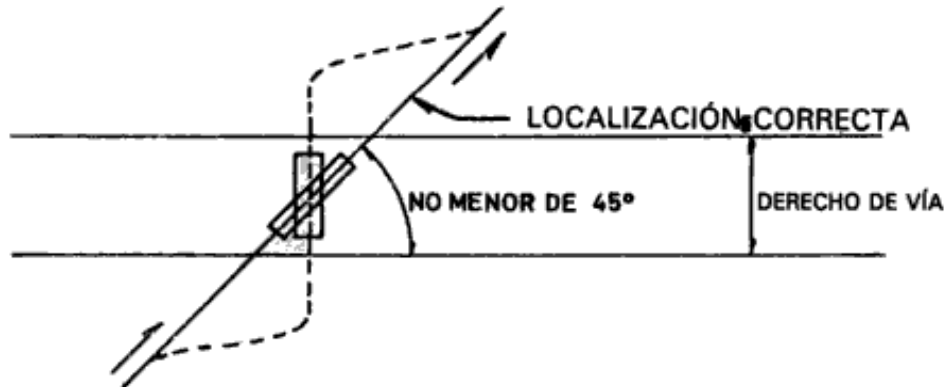


Fig. 2.8.- Alcantarilla.

Fuente: Crespo; 2005: 149.

En ocasiones, cuando se tienen caminos en los cuales las cunetas son demasiado largas, es recomendable aliviar las cunetas mediante alcantarillas de alivio a cada 100 metros, lo cual da salida al agua acumulada en dichas cunetas, cuidando así que éstas trabajen en óptimas condiciones.

➤ **Vados.**

En algunos lugares se llega a tener barrancos muy pequeños que cruzan un camino y que solamente en algunas temporadas del año llega a escurrir agua por ahí, en ese caso es donde se utilizan los vados. El camino es pavimentado con concreto, sin que sea perjudicado el paso de la corriente intermitente y pequeña. En

lugares donde es más notable el vado, se debe indicar el nivel que alcanza el agua, para que los conductores decidan si pasan o no por ahí.

Para tener un vado eficiente se deben considerar varios puntos, como lo son que la superficie de rodamiento no sufra erosión al pasar el agua, evitar socavación aguas arriba y aguas abajo, se debe facilitar el escurrimiento y mostrar señalamientos que adviertan cuando no se pueda circular debido a un tirante de agua alto.

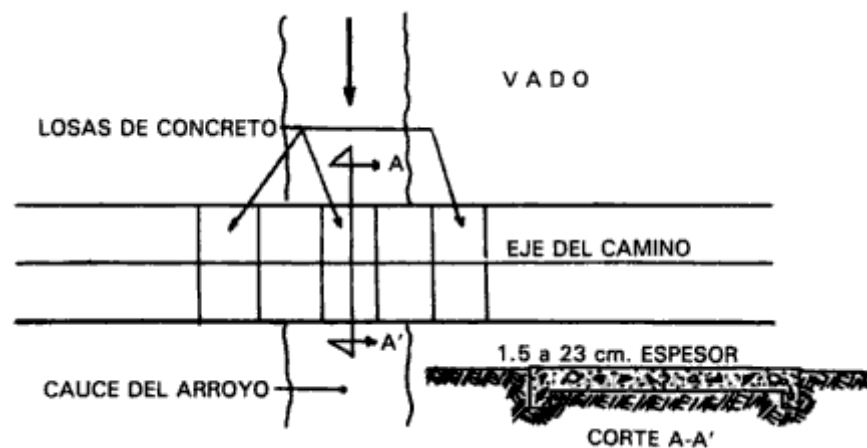


Fig. 2.9.- Vado.

Fuente: Crespo; 2005: 185.

➤ **Puente vado.**

“Se denomina puente vado o puente bajo a una estructura en forma de puente que se utiliza para dar paso al gasto de las aguas máximas ordinarias y que durante el periodo de aguas máximas extraordinarias permite que el agua sobrepase por encima de ella”. (Crespo; 2005: 185)

Un puente vado debe de tener altura y longitud que permita el paso de las avenidas ordinarias, la superestructura debe tener dimensiones mínimas con el objeto de que sea menor la obstrucción al paso del agua y ésta se debe de construir abajo del nivel de las aguas máximas extraordinarias, para que objetos, como los arboles pasen sobre la estructura y no la dañen.

2.4.1.3. Drenaje subterráneo.

El drenaje subterráneo, de alguna manera, es semejante al drenaje superficial, ya que se forman canales entre sus partes impermeables por donde pasa agua.

La finalidad del drenaje subterráneo es crear ductos por los cuales se pueda controlar rápidamente el escurrimiento de esa agua.

Debe de tomarse con mucha seriedad la utilización de drenaje subterráneo, porque es gran responsable de que un camino no sufra daños.

Es de gran importancia mantener un camino seco para que pueda soportar más fácilmente las cargas que recibe de los vehículos que transitan por él, es entonces la gran importancia que tiene este tipo de drenaje.

➤ Zanjas.

Las zanjas son usadas en caminos que se construyen en zonas bajas, y son hechas fuera del camino a determinada distancia. Las dimensiones con las que se construyen normalmente son de 0.60 m en la base y de 0.90 a 1.20 m de altura o profundidad.

La finalidad de las zanjas, es mantener el nivel freático lo más bajo posible, mientras más profunda sea la zanja, más bajo quedará dicho nivel freático. Pero se debe de tener mucho cuidado en esto, porque si se construyen a poca distancia del camino, se pueden generar accidentes y aparte daría mal aspecto al camino, es por eso que se deben de construir lejos de él aunque sea necesario hacerlas más profundas.

➤ **Drenes ciegos.**

Los drenes ciegos son zanjas saturadas por piedra o grava. Si se construye de manera correcta, generan muy buenos resultados. Éstas zanjas se colocan normalmente a los dos lados del camino bajo las cunetas y sus dimensiones son de 0.45 m de ancho y de 0.60 a 0.90 de profundidad.

Se debe tener gran cuidado a la hora de construirlas, se deben de graduar correctamente los materiales, ya que si se construyen de mala forma puede resultar contraproducente, porque esto puede generar retención del agua y lo que se requiere es lo contrario.

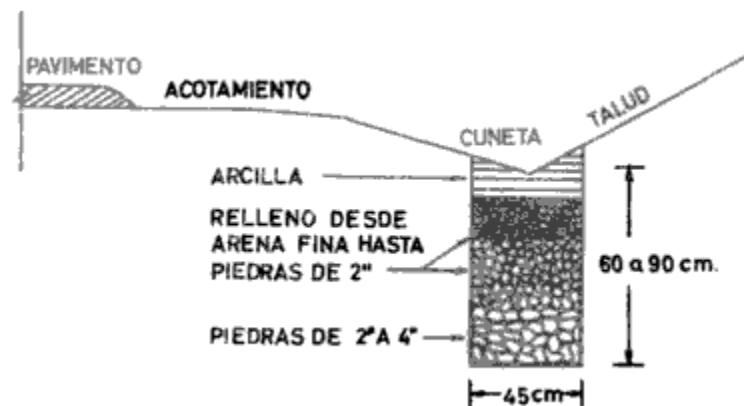


Fig. 2.10.- Dren ciego.

Fuente: Crespo; 2005: 188.

➤ **Drenes de tubo.**

Ésta es la forma más compleja de drenaje subterráneo. Los tubos para este tipo de drenaje deben de cumplir con varias condiciones para que puedan funcionar eficientemente. Los requerimientos que se deben de cumplir son los siguientes:

- a) Aplastamiento. se deben de colocar tubos que tengan la capacidad de soportar las cargas provenientes del tránsito vehicular, y así evitar rupturas o agrietamientos que llevarían a la falla del drenaje.
- b) Flexión. La flexión en los tubos es de gran importancia, ya que algunos terrenos llegan a ser inestables, lo que provoca pequeñas deformaciones en ellos y deben ser capaces de resistirlas.
- c) Presión hidráulica. En ocasiones las tuberías del drenaje trabajan a presión y debido a las altas velocidades que llevan se pueden provocar la destrucción de ésta, entonces se deben de asegurar muy bien las uniones para evitar este tipo de fallas, que limitarían el buen funcionamiento del drenaje.
- d) Capacidad de infiltración. Aquí dependerá del tipo de tubo que se tenga, si es perforado o no. Con un tubo perforado, se permiten máximas infiltraciones, pero sin dejar pasar lodos hacia dentro del tubo.
- e) Durabilidad. Para que una tubería sea durable, debe tener resistencia a la corrosión y la erosión.

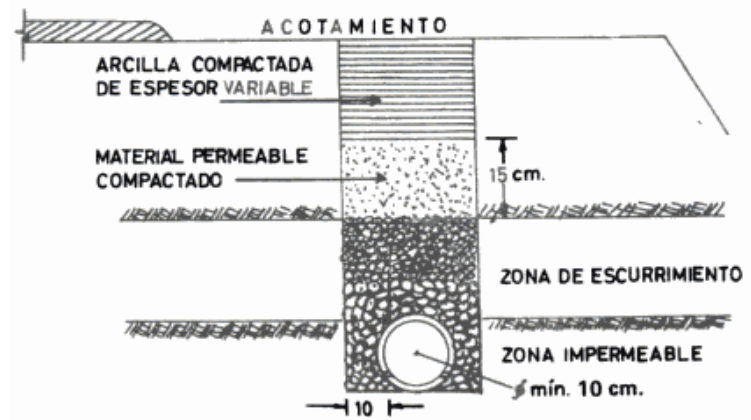


Fig. 2.11.- Dren de tubo.

Fuente: Crespo; 2005: 189.

En el próximo capítulo se dará a conocer el resumen de macro y microlocalización, en donde se mencionara el entorno geográfico del lugar donde se realizará en proyecto, y distintas características del lugar como la flora, fauna, hidrología, clima; esto complementado con un informe fotográfico del lugar.

CAPÍTULO 3

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN.

En el presente capítulo se abordará el tema de resumen ejecutivo de macro y microlocalización, en donde se definirá la ubicación física del proyecto en estudio, así como las principales características del municipio al cual pertenece, como lo son aspectos económicos, hidrología, flora, fauna, entre otras particularidades que ayudarán a conocer de manera más detallada el entorno que lo rodea.

3.1. Generalidades.

El proyecto en estudio se encuentra ubicado en el estado de Michoacán, se localiza en la parte oeste de la República Mexicana y se sitúa entre los ríos Lerma y Balsas, el lago de Chapala y el Océano Pacífico.

La capital de Michoacán es Morelia, antiguamente llamada Valladolid y está ubicada a 1,920 metros sobre el nivel del mar.

Cuenta con 113 municipios y económicamente depende en gran medida de la agricultura; destacan sus cultivos de aguacate y también es un gran productor de garbanzo, limón, ajonjolí, sorgo y fresa.

Sin embargo, específicamente, Zitácuaro es donde se sitúa el camino en estudio en esta investigación.

3.2. Entorno geográfico.

El municipio de Zitácuaro, está ubicado al inicio del ángulo oeste del país y en la subregión noroeste de Michoacán. Cuenta con una superficie de 494 km², ocupando el lugar 43° en el estado, siendo éste de los de mediana extensión. Su posición geográfica casi corresponde a la porción central del Sistema Volcánico Transversal, desembocando sus corrientes en la cuenca del Río Balsas.

Zitácuaro limita al norte con los municipios de Ocampo y Tuxpan, al este, con el Estado de México, al sur, con el municipio de Jungapeo, que corresponde al estado de Michoacán.



Fig. 3.1.- Ubicación de Zitácuaro en el estado de Michoacán.

Fuente: www.google.com

Respecto a sus coordenadas geográficas de Zitácuaro, se tienen las siguientes, de acuerdo a distintos puntos del municipio:

La situación más septentrional, se localiza a $19^{\circ} 33' 37''$ de latitud norte y corresponde al NE del centro de la Peña, cuya altitud sobre el nivel del mar es de más de 3,000 metros.

La situación más meridional, se localiza a $19^{\circ} 17' 44''$ de latitud norte y corresponde al cerro de El Águila, de casi 2,500 m. de altitud, sobre el nivel del mar en el extremo sureste del municipio.

La situación más oriental, con $100^{\circ} 11' 24''$ de longitud oeste, correspondiente a un punto que se halla al sureste de Lengua de Vaca, a un poco mas de 2,800 metros de altitud sobre el nivel del mar.

La situación más occidental, con una longitud de $100^{\circ} 30' 01''$, corresponde al paralelo de las Mesitas, en el extremo suroeste del municipio que se encuentra a una altitud de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

3.3. Relieve y clima.

El municipio de Zitácuaro se encuentra dentro de una de las regiones más atractivas del noroeste Michoacano, distintivo del municipio es que de acuerdo a los rasgos o características orográficas del mismo, sobresalen en la región algunas zonas montañosas importantes que conforman parte del sistema montañoso conocido como sierra del campanario, entre las principales elevaciones que destacan en el municipio encontramos: el cerro volcán el Molcajete con una elevación promedio de 2440 metros sobre el nivel del mar, cerro la Pachuca con 2460 (msnm), cerro de la Campana con 2460 (msnm), cerro Las Flores con 2540 (msnm), cerro Gordo con 2660 (msnm), cerro Zirahuato con 27400 (msnm), cerro Cacique con 3200 (msnm) y el cerro Pelón con 3500 (msnm).

Respecto al clima, Zitácuaro se caracteriza por contar con uno de los climas más agradables del país. En el sobresalen cuatro tipos de climas que son:

El semicálido subhúmedo, que se caracteriza por las lluvias predominantes en verano, con humedad media, la cual cubre un promedio de 21.66% del territorio municipal.

Templado subhúmedo, con lluvias en verano, con una mayor humedad, este clima cubre un 50.04% del territorio municipal.

Templado subhúmedo, caracterizado por sus lluvias en verano, y con humedad media, este clima cubre un 11.76% del territorio.

Semifrío subhúmedo, característica de este tipo de clima son lluvias durante el verano, de mayor humedad, clima que cubre un promedio del 16.54% de la superficie del municipio.

3.4. Hidrología.

En el municipio, las características y potencialidad de los recursos hidrológicos, se establecen por los grados de precipitación pluvial, manantiales, ríos, almacenamientos artificiales con que cuenta, así como por las condiciones de sus mantos freáticos, el uso y destino del agua y los factores que les afectan.

De acuerdo a las estaciones meteorológicas que se encuentran en el municipio, se observa que Zitácuaro es caracterizado por tener lluvias más abundantes durante el verano. Es en los meses de Junio y Julio, cuando la precipitación mantiene un nivel ascendente, teniendo una precipitación mínima de 185.1 mm y una máxima de 208.3 mm, para posteriormente descender en los meses de agosto y septiembre, donde se alcanza una máxima de 170.1 mm y una mínima de 167.6 mm, teniéndose entonces una precipitación pluvial promedio anual de 927.8 mm.

Zitácuaro está ubicado en la región hidrológica RH18 del Balsas, dentro de la cuenca del río Cutzamala. En la cuenca se encuentran gran cantidad de ríos como lo son El Crescencio Morales, La Márgara-San Isidro, El Establo, Macutzío, río Chiquito, Guadalupe, el Oro, San Bartolomé, el Sauz y el río Seco, así como el canal Tuxpan-Bosque, de los embalses destaca la Presa del Bosque, cuya capacidad de

almacenamiento contribuye en gran medida al desarrollo económico y social de la región.

De acuerdo con la más reciente información estadística, se reporta una infraestructura hidráulica cuantificada en seis manantiales, diez ríos, una presa, un embalse y cinco pozos profundos. Con esta información, se deduce que el municipio cuenta con un gran potencial en el sentido hidrológico.

3.5. Características y uso del suelo.

En el territorio municipal se cuenta con tres tipos de suelo, clasificados como andosol, acrisol y cambisol, siendo más predominantes el andosol y el acrisol.

El suelo clasificado como andosol se caracteriza por tener una tierra de color negro, formado a partir de cenizas volcánicas principalmente. En condiciones normales presenta una vegetación similar a la que se da en bosques templados, con textura suelta y susceptible a la erosión.

El suelo tipo acrisol, es caracterizado por ser un suelo viejo y ácido, se encuentra principalmente en zonas montañosas, de origen volcánico, se caracteriza por ser arcilloso y fácilmente erosionable, presenta un color rojo o amarillo claro, tiene muy pocos nutrientes, siendo entonces un suelo no apto para la agricultura, por lo que es más conveniente el uso forestal.

En cuanto al uso del suelo, la estadística señala que el municipio cuenta con una superficie oficial de 494 km², la cual se distribuye de la siguiente manera: un 20.3% se destina al uso agrícola, otro 8.6% a uso pecuario, así como el 56.1% a uso

forestal, el 3% a uso urbano, un 0.1% es considerado suelo erosionado, los cuerpos de agua ocupan el 4.6% y el restante 7.3% corresponde a usos no determinados.

3.6. Flora.

La flora existente en el municipio es muy abundante y variada, sobresalen las especies forestales de aile, álamo, encino, fresno, madroño, ocote, oyamel, pino, sauz y tepozán.

En vegetación arbustiva también se tiene una gran variedad, como es el zacatón, jara y mirto, así como diversidad en té, plantas medicinales, silvestres y de ornato. Existe también gran cantidad de orquídeas y abundante planta de zarzamora silvestre y hongos.

De entre las especies forestales, las más sobresalientes son el pino y el oyamel, que son importantes por ser santuario de la mariposa monarca, en los meses de octubre a marzo.

También existe una gran cantidad de vegetación cultivada, como guayabo, naranjo, lima, zapote, ciruela, aguacate, mango y pera, además de otras plantas silvestres que se cultivan, como la zarzamora, arrayán y capulín.

3.7. Fauna.

En general, predomina la fauna de bosques templados, que se caracterizan por ser el hábitat de mamíferos pequeños, como el conejo castellano y de monte, ardillas grises, rojas y negras, ardillón, topos, ratas y ratones de los volcanes, comadrejas, zorrillos, zorras, liebres, hurones, murciélagos y tejones. Mamíferos

mayores como el venado se han extinguido debido a la caza ilegal. Anfibios y reptiles como la salamandra, lagartija, y víboras de diversas clases.

Existen también distintas clases de aves como los carpinteros, palomas, trepadores, colibríes, azulejos, tordos, búhos, codornices, gallinas de monte, así como algunos depredadores como la aguililla, gavilanes, zopilotes y cuervos.

3.8. Actividades económicas.

El municipio de Zitácuaro, en el año 2000, registro una población económicamente activa (PEA) de 43,314 personas, de las cuales 42,719 estaban ocupadas y 595 desocupadas.

El sector terciario o comercio y servicios, es el más importante de la estructura económica del municipio, ya que el total de la población ocupada del 2000, concentró el 53.8%, seguido por el sector secundario o industrial con el 22.3%, en tercer sitio se ubicó el sector primario o agropecuario con el 21.9% y por último no especificado con el 2%.

3.8.1. Sector agropecuario.

El sector agropecuario, es tercero en importancia en la estructura económica del municipio, en el año 2000, concentró el total de la población ocupada, que ascendió a 42,716 trabajadores, es decir, 9,355 personas se dedicaban a actividades tales como agricultura, ganadería, forestal apicultura, entre otras.

El 85 % de la superficie total de Zitácuaro se destina a usos agropecuarios.

3.8.1.1. Agricultura y ganadería.

La agricultura es la actividad más importante del sector agropecuario, representa el 11 % de la actividad económica del municipio, destacan los cultivos de maíz, trigo, frijol, alfalfa, jitomate, hortalizas y la fruticultura, que representa el 9% de la economía municipal, sobresaliendo la producción de: aguacate, guayaba, manzana, pera, plátano, mamey, chabacano, ciruela, capulín, higo, lima, limón, membrillo, naranja, tamarindo, tejocote, toronja y tuna.

La actividad ganadera es segunda en importancia en sector agropecuario del municipio, representa el 6% de la actividad económica en el municipio, se ha desarrollado en forma extensiva, con animales criollos e híbridos, producto de las cruzas con otras especies. Las principales crías son ganado bovino, porcino, ovino, caprino y aves.

Esta actividad se ha visto seriamente castigada durante varios años, debido a las crisis recurrentes, a sus altos costos de inversión, a la falta de créditos. Altas tasas de interés de los créditos otorgados y la falta de industrialización de productos. La falta de coordinación entre ganaderos, autoridades federales, estatales, municipales, jefes de tenencia y autoridades ejidales, no han permitido la agilización de los programas, proyectos, acciones y la comercialización de recursos destinados al campo.

3.8.2. Sector industrial.

La actividad industrial es la transformación de los recursos naturales a través de sucesivas fases, por procedimientos físicos o químicos.

El Sector Industrial o Secundario ocupa el segundo lugar en importancia en la economía del municipio; el primer lugar lo tiene el Sector Terciario o Comercio de Servicios. En el Sector Industrial se han llevado a cabo más progresos tecnológicos que en el Sector Terciario.

En el año 2000, concentró el 22.3% de la población ocupada del municipio, es decir 9,533 personas, de las cuales el 79.87% se ubica en 8 localidades, siendo las siguientes: Heroica Zitácuaro 67.54%, Rincón de Nicolás Romero 3.16%, San Francisco Curungueo 2.11%, Valle Verde 1.84%, Zirahuato de los Bernal 1.46%, San Felipe los Alzati 1.24%, Macho de Agua 1.33% y Rincón de Curungueo 1.19%. Considerando los datos anteriores, casi el 70% de la actividad industrial se concentro en la cabecera municipal.

3.8.3. Comercio y servicios.

En México el comercio ha registrado un fuerte crecimiento en los últimos años. En el año 1998, en México existían **1,442,624** establecimientos dedicados al comercio. Para el año 2003, se contabilizaron **1,580,587**, lo cual significa un aumento cercano al **10 % en cinco años**. En Zitácuaro la actividad más importante en la economía es el comercio, en el año de 1993, registró 2,360 establecimientos y un personal ocupado de 4,830 personas, superiores en un 72.1% y 82.7% a los observados en 1988, respectivamente, que fueron de 1,372 establecimientos y 2,643

personas ocupadas. Otros datos importantes del comercio del año 1993, son los siguientes: 21.3 millones de pesos (MDP) de remuneraciones, 483.5 MDP de ingresos, 400.2 MDP insumos totales y 83.3 MDP de valor agregado, siendo superiores en más de un 100% en los registrados en 1988. Del total de establecimientos comerciales, el 96.2% son al por menor y tan solo el 3.8% al por mayor. Las unidades de comercio y abasto público son siete: cinco mercados públicos, un tianguis y una tienda DICONSA. Cuenta con una Central de Abasto, la cual no está en operación, a consecuencia de su situación legal.

Para el desarrollo de la actividad comercial, la ubicación geográfica de Zitácuaro resulta estratégica, en virtud de que constituye el centro regional de abasto y comercio para la población de los municipios vecinos, incluyendo algunos del Estado de México.

En los últimos años, los servicios han registrado un crecimiento sostenido por el Municipio de Zitácuaro, en 1999, las oficinas de correos ascendieron a 18, de las cuales 1 con administración, 6 auxiliares, 5 expendios y 6 agencias. Únicamente contaba con 2 oficinas telegráficas.

En el año de 1999, se tenían en el Municipio 9 sucursales bancarias, que representaron el 3.1% del total estatal, predominando la institución financiera BBVA - Bancomer, 15 Casas de cambio y 2 cajas de ahorro y préstamo.

Entre los principales problemas que enfrentan los servicios, destacan los siguientes: insuficientes oficinas de correos y telégrafos; déficit del servicio de

teléfono; y existencia de pequeños establecimientos de servicios, carentes de financiamiento para crecer.

3.9. Red carretera.

La red vial actual de la ciudad de Zitácuaro, se compone por vías regionales, primarias, secundarias y locales. La vialidad regional está conformada por los accesos carreteros de la ciudad de Morelia y Toluca, entroncando con el Libramiento Francisco J. Mújica y el de Huetamo, hasta el entronque con la vialidad que se dirige a Camébaro.

Las vías primarias son la Avenida y Boulevard Revolución, Libramiento Samuel Ramos y otras más que aunque no tienen la sección para este tipo de vialidad, si lo son por el flujo vehicular que prestan, como las avenidas Hidalgo, Moctezuma, 5 de Mayo y Morelos.

Por su parte, las de tipo secundario, se localizan principalmente en el centro urbano y entre éste y la antigua estación del ferrocarril: Degollado, Cuauhtémoc, Guadalupe Victoria y vías que se dirigen a El Naranjo, Aputzio de Juárez y Nicolás Romero.

El resto de la vialidad del centro de la ciudad lo conforman las llamadas locales, que son las que dan acceso a todos los predios.

En general, el sistema vial presenta problemas de saturación de las vías primarias y secundarias en las horas pico, especialmente la zona central es la que muestra mayores puntos conflictivos, por la presencia en la mayor parte de las calles del comercio ambulante.

En 1999, La red carretera del municipio, se integraba por 149.3 km. de los cuales 57.9 eran federales, 43.8 estatales y 47.6 caminos rurales.

En resumen, la problemática que presenta la red carretera del municipio, se sintetiza en lo siguiente: Falta de balastreo y pavimentación de los caminos y rurales; e insuficiente mantenimiento y conservación de las vías primarias y secundarias.

3.10. Informe fotográfico.

En el momento de hacer el levantamiento topográfico, se hizo un recorrido del tramo en estudio, obteniendo fotografías, las cuales muestran el estado en el cual se encuentra el camino actualmente, y con ellas se puede dar una idea del porque es necesario el proyecto geométrico.



Fig. 3.4.- Levantamiento topográfico del camino.

Fuente: Propia.

Dentro del análisis de estas fotografías, se puede observar el estado en el que se encuentra el camino, el tipo de vegetación con la que se cuenta, las construcciones existentes, y diferentes aspectos importantes para el estudio del camino.

En la siguiente fotografía se muestra el camino, que actualmente es de terracería, también se muestra el tipo de vegetación que se encuentra en el lugar:



Fig. 3.5.- Vegetación existente en el tramo.

Fuente: Propia.

Haciendo el recorrido, se encontró zonas en las cuales el camino se encuentra muy afectado, debido a los escurrimientos existentes en temporadas de lluvia, las cuales han generado socavación en distintos puntos:



Fig. 3.6.- Condiciones actuales del camino en estudio.

Fuente: Propia.

Hay que tomar en cuenta las construcciones existentes a los alrededores del camino, ya que son de vital importancia al momento de definir por donde va a ser trazado a la hora de realizar el proyecto, y determinar si es necesario removerlas en caso de invadir terreno del camino.



Fig. 3.7.- Construcción existente junto al camino.

Fuente: Propia.

Dentro del tramo carretero en estudio, se localiza un puente que se muestra a continuación:



Fig. 3.8.- Puente dentro del tramo carretero.

Fuente: Propia.

En el próximo capítulo se tratará la metodología, los métodos aplicados a este proyecto según las condiciones que se tengan, mencionando el alcance que se tiene y los instrumentos que se utilizaron para la recopilación de datos

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA.

En este capítulo se determina el método que se utilizó para la elaboración del proyecto de investigación, tomando en cuenta su enfoque de investigación, el alcance que se tiene de la investigación, el diseño y la recopilación de datos. En la recopilación de datos, se citarán los programas que fueron utilizados en la elaboración del proyecto para que éste arrojará resultados más confiables y de manera tal que facilitara la creación del mismo.

4.1. Método empleado.

El método que es empleado en esta investigación, es el método científico el cual, según Tamayo (2000), es una serie de pasos en los que se plantean problemas científicos y son puestas a prueba las hipótesis que se tienen del trabajo.

El método científico se basa en la objetividad en el proceso investigativo, dejando a un lado la subjetividad.

Los conceptos e hipótesis se consideran como elementos del método científico, entendiendo como los conceptos, a los términos utilizados por cada ciencia para ser identificada por sí misma. Dentro de los conceptos se pueden encontrar los conceptos como abstracción, conceptos y comunicación y definición operacional.

Por otra parte, una hipótesis muestra lo que se está buscando, pero no se sabe aún si las suposiciones obtenidas son correctas o no. En sí, la hipótesis es una suposición que es puesta a prueba, para ver si es real o tiene validez.

En la hipótesis se deben de tener conceptos totalmente claros, deben tener referencias empíricas, ser específicas y deben estar relacionadas con técnicas que estén a disposición.

Dentro de las etapas del método científico se encuentran las siguientes:

- **Percepción de una dificultad.** Existe un problema preocupante y no se cuenta con los medios necesarios para llegar a un fin esperado.
- **Identificación y definición de la dificultad.** Mediante observaciones de identifican con mayor precisión sus dificultades.
- **Soluciones supuestas para el problema.** Aquí es donde se empiezan a formular hipótesis, a partir del análisis de los acontecimientos.
- **Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas.** Se determina si las hipótesis planteadas dieron los resultados esperados.
- **Verificación de la hipótesis mediante la acción.** Se ponen a prueba las hipótesis, tratando de buscar si las consecuencias requeridas existen o no.

En el método científico se va más allá de las apariencias, es auto correctivo, y se realiza con objetividad.

Existen diferentes tipos de métodos, en este caso se utilizó el matemático.

4.1.1. Método matemático.

Siempre se han tomado como referencia cantidades para definir algunos procedimientos científicos, ya sea para obtener valor económico, capacidad o importancia.

En investigaciones donde intervienen números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, varias comprobaciones, se está aplicando en método cuantitativo.

La comparación es otra forma, en la cual se ven cambios graduales, referencias de tiempo, análisis de unos factores por otros, aplicando el método comparativo.

Los métodos matemáticos son utilizados con mucha frecuencia, por ejemplo en la distribución fiscal de los impuestos, en presupuestación de obras y en el cálculo que se realiza para el diseño de un proyecto geométrico como lo es en este caso.

En este proyecto se opta por el método matemático, ya que es necesario implementar cálculos a la hora de definir el tipo de proyecto que se requiere para obtener una mayor eficiencia del mismo.

4.2. Enfoque de la investigación.

El enfoque a utilizar en esta investigación es un enfoque cuantitativo. En este enfoque, se generalizan con gran amplitud los resultados, se tienen manipulados los fenómenos, tomando en cuenta las capacidades de éstos.

Un enfoque cuantitativo es basado en las ciencias “exactas”, como lo son las Matemáticas, la Física y la Química.

En esta investigación es utilizado el enfoque cuantitativo debido a que se necesitan resultados exactos de lo que se requiere diseñar, por lo tanto se trabajó con números, esto con el fin de que a la hora de que el proyecto se lleve a cabo, tenga una gran eficiencia y permita tener una obra que sea costeable, sin descuidar la calidad del proyecto.

4.2.1. Alcance.

El alcance obtenido en esta investigación es de carácter descriptivo, donde el principal propósito es detallar situaciones, acontecimientos y la forma en que ocurren los hechos.

Aquí lo que se busca es tener bien claras las especificaciones requeridas, así como las características más importantes de lo que se esté analizando. Básicamente describir es recolectar datos, que para este caso donde se tiene un enfoque cuantitativo, se refiere a medir.

En la investigación en estudio se tiene un alcance del tipo descriptivo, ya que se busca medir y recopilar la información necesaria de los conceptos requeridos para un mejor estudio, así como especificar sus propiedades, características y rasgos más importantes.

4.3. Diseño de la investigación.

El diseño de investigación a emplear es la investigación no experimental y dentro de ésta se tiene el diseño transversal, en el cual se refiere a que la información recopilada se realiza en un solo momento únicamente.

En un diseño transversal descriptivo se tiene como objetivo averiguar acontecimientos, ubicar, categorizar y dar una visión a un fenómeno. Éste tipo de estudios muestran una perspectiva de los eventos o fenómenos, e un determinado punto en el tiempo.

En este tipo de diseño cada variable en estudio se trata individualmente, esto quiere decir que no se relacionan las variables unas con otras.

Para esta investigación se optó por un diseño transversal, debido a que los datos recopilados para realizar el proyecto fueron obtenidos durante sólo un periodo de tiempo específico y a partir de ahí se procedió a la proyección.

4.4. Instrumentos de recopilación.

Para la recopilación de datos en esta investigación se ocupó de varios aspectos fundamentales, como lo son programas computacionales para realizar cálculos necesarios en el proyecto, así como el empleo de la investigación y la observación, donde se cuenta con fotografías y reconocimientos del terreno al momento de realizar la topografía.

Respecto a los programas computacionales utilizados en este proyecto están los siguientes:

- **Word:** es un programa el cual está destinado al procesamiento de textos
- **Excel:** este programa es utilizado para realizar hojas de cálculo, necesarias para determinar o facilitar distintas etapas del cálculo en el proyecto.
- **Autocad:** autocad es un programa el cual sirve para el diseño de dibujos ya sea en 2D o 3D. Es una herramienta básica en la ingeniería civil, ya que en él se pueden realizar, corregir y manipular dibujos de una manera muy exacta.
- **CivilCad:** éste es un módulo para el Autocad, utilizado normalmente por ingenieros para trabajos de topografía. Este programa es de gran importancia a la hora de diseñar en vías terrestres.
- **Prolink:** es un programa el cual sirve para descargar en la computadora, específicamente al programa Autocad, los datos obtenidos del levantamiento topográfico (puntos tomados), y de ahí empezar a diseñar.

4.5. Descripción del proceso de investigación.

Para la investigación del proyecto se llevó a cabo un proceso necesario para llegar a los resultados que se quisieron obtener desde un principio.

Primeramente se hizo un reconocimiento del terreno en donde se llevó a cabo dicho proyecto, tomando en cuenta varios factores mediante la observación, como lo es el tipo de suelo que se tiene, vegetación, la población existente a sus alrededores, la cantidad y el tipo de vehículos que circulan por ahí, las necesidades básicas que se tienen, así como los escurrimientos posibles en temporada de lluvias e identificar cual es la ruta más factible por donde debería de pasar el camino.

Posteriormente a todo lo anterior, se procedió a realizar la topografía del lugar, tomando puntos en secciones lo necesariamente anchas para obtener la información requerida, estas secciones se tomaron a cada 20 metros de distancia entre una y otra.

También se hizo el levantamiento topográfico de las casas o construcciones existentes cerca de donde pasará el camino, para evitar que a la hora de la construcción se vea a la necesidad de desalojar a la gente para demoler sus casas.

Durante el proceso de topografía, también se tomaron fotografías para tener de referencia y verificar el estado del lugar.

Ya que se obtuvo toda la información topográfica necesaria, se procedió a revisar la información lograda, descargada al Autocad mediante el programa Prolink, y se empiezan a proponer alternativas para el proyecto final, tomando en cuenta una investigación documental realizada sobre el lugar de trabajo.

Después mediante el uso de Autocad y su módulo CivilCad, se procede a diseñar el proyecto geométrico en sí, obteniendo planos con características necesarias para que se facilite el trabajo a la hora de que el camino se vaya a construir. Algunos datos de gran importancia y que se requieren tener en consideración, son capturados en Excel mediante hojas de cálculo, como puede ser la información obtenida de cada sección del camino, tanto del terreno natural como del proyecto definitivo.

En el siguiente capítulo se mostrarán los cálculos realizados y resultados que se hayan obtenido para el proyecto en estudio.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En el presente capítulo se mostrarán los cálculos que se realizaron y los resultados obtenidos en la alternativa del proyecto geométrico por la cual se optó, se mostrarán los datos de las curvas existentes en el camino proyectado, así como la información obtenida de las secciones transversales del camino.

5.1. Especificaciones para el diseño del camino.

Las especificaciones para el diseño del camino se deben definir, para así saber a partir de dónde va a regir la elaboración del proyecto geométrico.

En el proyecto en estudio se tienen los datos que se muestran a continuación:

- Tránsito (DPA): 100-150 vehículos.
- Carretera tipo "D".
- Curvatura máxima: 30° 00'
- Ancho de calzada: 7m.
- Pendiente gobernadora: 8%.
- Pendiente máxima: 12%.
- Velocidad de proyecto: 40-50 KPH.

5.2. Cálculo de curvas horizontales.

En el proyecto se cuenta con un total de 21 curvas horizontales las cuales fueron calculadas mediante el programa Civil Cad, utilizando los datos necesarios para el tipo de camino con el que se cuenta.

A continuación se muestran los resultados arrojados de cada una de las curvas, mostrando primero el significado de cada aspecto señalado y de acuerdo a las unidades que indica:

- Δ : Ángulo de deflexión. (grados)
- PI: Punto de inflexión. (metros)
- Gc: Grado de curvatura. (grados)
- Lc: Longitud de cuerda. (metros)
- Rc: Radio de curvatura. (metros)
- Ac: Ancho de la curva. (metros)
- ST: Subtangente. (metros)

C-1	
$\Delta =$	85° 51' 58.48" izq
ST =	35.536
PI =	0 + 099.94
Gc =	30° 0' 0.00"
Lc =	57.244
Rc =	38.197
Sc =	10.00%
Ac =	1.90

C-2	
$\Delta =$	12° 1' 40.47" izq
ST =	12.072
PI =	0 + 389.49
Gc =	10° 0' 0.00"
Lc =	24.056
Rc =	114.592
Sc =	8.60%
Ac =	0.90

C-3	
$\Delta =$	11° 16' 3.81" izq
ST =	11.304
PI =	0 + 502.91
Gc =	10° 0' 0.00"
Lc =	22.535
Rc =	114.592
Sc =	8.60%
Ac =	0.90

C-4	
Δ =	20° 46' 7.80" der
ST =	41.999
PI =	0 + 643.81
Gc =	5° 0' 0.00"
Lc =	83.075
Rc =	229.183
Sc =	5.60%
Ac =	0.60

C-5	
Δ =	9° 10' 20.31" izq
ST =	18.384
PI =	0 + 823.17
Gc =	5° 0' 0.00"
Lc =	36.689
Rc =	229.183
Sc =	5.60%
Ac =	0.60

C-6	
Δ =	4° 5' 11.64" izq
ST =	4.088
PI =	1 + 080.52
Gc =	10° 0' 0.00"
Lc =	8.173
Rc =	114.592
Sc =	8.60%
Ac =	0.90

C-7	
Δ =	5° 42' 22.48" der
ST =	5.711
PI =	1 + 146.41
Gc =	10° 0' 0.00"
Lc =	11.412
Rc =	114.592
Sc =	8.60%
Ac =	0.90

C-8	
Δ =	28° 32' 29.59" der
ST =	11.659
PI =	1 + 244.46
Gc =	25° 0' 0.00"
Lc =	22.833
Rc =	45.837
Sc =	9.80%
Ac =	1.60

C-9	
Δ =	34° 20' 2.84" izq
ST =	14.16
PI =	1 + 305.96
Gc =	25° 0' 0.00"
Lc =	27.467
Rc =	45.837
Sc =	9.80%
Ac =	1.60

C-10	
Δ =	11° 37' 11.55" der
ST =	4.664
PI =	1 + 377.80
Gc =	25° 0' 0.00"
Lc =	9.296
Rc =	45.837
Sc =	9.80%
Ac =	1.60

C-11	
Δ =	24° 35' 53.00" der
ST =	14.696
PI =	1 + 521.26
Gc =	17° 0' 0.00"
Lc =	28.939
Rc =	67.407
Sc =	10.00%
Ac =	1.40

C-12	
Δ =	46° 50' 37.24" izq
ST =	16.547
PI =	1 + 607.69
Gc =	30° 0' 0.00"
Lc =	31.229
Rc =	38.197
Sc =	10.00%
Ac =	1.90

C-13	
Δ =	29° 27' 31.68" izq
ST =	12.05
PI =	1 + 764.20
Gc =	25° 0' 0.00"
Lc =	23.567
Rc =	45.837
Sc =	9.80%
Ac =	1.60

C-14	
Δ =	25° 16' 48.98" der
ST =	10.279
PI =	1 + 831.01
Gc =	25° 0' 0.00"
Lc =	20.224
Rc =	45.837
Sc =	9.80%
Ac =	1.60

C-15	
Δ =	36° 48' 20.31" der
ST =	22.427
PI =	1 + 961.52
Gc =	17° 0' 0.00"
Lc =	43.301
Rc =	67.407
Sc =	10.00%
Ac =	1.40

C-16	
Δ =	9° 6' 23.32" der
ST =	9.126
PI =	2 + 114.36
Gc =	10° 0' 0.00"
Lc =	18.213
Rc =	114.592
Sc =	8.60%
Ac =	0.90

C-17	
Δ =	51° 17' 52.97" izq
ST =	32.367
PI =	2 + 246.28
Gc =	17° 0' 0.00"
Lc =	60.351
Rc =	67.407
Sc =	10.00%
Ac =	1.40

C-18	
Δ =	15° 9' 21.38" der
ST =	10.163
PI =	2 + 430.65
Gc =	15° 0' 0.00"
Lc =	20.208
Rc =	76.394
Sc =	9.90%
Ac =	1.20

C-19	
Δ =	11° 30' 48.89" izq
ST =	7.702
PI =	2 + 515.78
Gc =	15° 0' 0.00"
Lc =	15.351
Rc =	76.394
Sc =	9.90%
Ac =	1.20

C-20	
Δ =	20° 51' 19.44" izq
ST =	7.03
PI =	2 + 659.96
Gc =	30° 0' 0.00"
Lc =	13.904
Rc =	38.197
Sc =	10.00%
Ac =	1.90

C-21	
Δ =	28° 18' 6.72" der
ST =	9.631
PI =	2 + 610.87
Gc =	30° 0' 0.00"
Lc =	18.868
Rc =	38.197
Sc =	10.00%
Ac =	1.90

Esta información se muestra gráficamente en los planos de proyecto geométrico, ubicados en los anexos.

5.3. Libreta de secciones de terreno natural.

La libreta de secciones muestra los datos que se obtuvieron de cada sección transversal del terreno natural, derivadas del levantamiento topográfico previo, y elaboradas con el programa Civil Cad.

En estos datos que se presentan a continuación, se señala estación. Esto indica la distancia a la cual se encuentra cada sección, partiendo de 0+000, y éstas están señaladas a cada 40 metros.

Se tiene un offset, que son las distancias hacia la izquierda (-), o hacia la derecha (+), partiendo del eje, en donde hay variaciones en las elevaciones del terreno natural. También están definidas las coordenadas obtenidas de cada punto donde existen dichas intersecciones, definidas como x, y, z.

La finalidad de esta información es la de analizar cada sección y así determinar si se requiere un corte o un terraplén, según se tenga contemplado en el proyecto.

ESTACION	OFFSET	Y	X	Z
0+000.00	-20.00	2,150,606.32	369,388.27	2,641.08
0+000.00	-14.47	2,150,601.17	369,390.29	2,641.42
0+000.00	-1.89	2,150,589.45	369,394.88	2,642.16
0+000.00	0.00	2,150,587.70	369,395.57	2,642.27
0+000.00	6.37	2,150,581.77	369,397.90	2,642.68
0+040.00	-17.88	2,150,618.95	369,426.28	2,644.06
0+040.00	-7.67	2,150,609.45	369,430.01	2,645.64
0+040.00	-6.40	2,150,608.27	369,430.47	2,645.75

0+040.00	-4.58	2,150,606.57	369,431.14	2,645.86
0+040.00	-2.65	2,150,604.77	369,431.84	2,646.12
0+040.00	-2.17	2,150,604.33	369,432.02	2,645.99
0+040.00	0.00	2,150,602.31	369,432.81	2,645.94
0+040.00	5.17	2,150,597.50	369,434.70	2,645.80
0+040.00	12.30	2,150,590.86	369,437.30	2,646.81
0+040.00	17.64	2,150,585.90	369,439.25	2,646.99
0+040.00	20.00	2,150,583.69	369,440.12	2,647.06
0+080.00	-19.25	2,150,633.34	369,454.93	2,644.43
0+080.00	-14.47	2,150,629.95	369,458.30	2,644.52
0+080.00	-0.29	2,150,619.89	369,468.29	2,645.09
0+080.00	0.00	2,150,619.69	369,468.50	2,645.09
0+080.00	6.35	2,150,615.19	369,472.97	2,645.18
0+080.00	8.29	2,150,613.81	369,474.34	2,645.26
0+080.00	15.56	2,150,608.65	369,479.47	2,645.47
0+080.00	20.00	2,150,605.50	369,482.59	2,645.62
0+120.00	-20.00	2,150,651.44	369,459.16	2,643.33
0+120.00	-11.76	2,150,653.55	369,467.13	2,643.33
0+120.00	-10.96	2,150,653.75	369,467.90	2,643.33
0+120.00	-10.55	2,150,653.86	369,468.30	2,643.32
0+120.00	-1.35	2,150,656.21	369,477.20	2,642.98
0+120.00	0.00	2,150,656.56	369,478.50	2,642.98
0+120.00	6.07	2,150,658.11	369,484.37	2,642.97
0+120.00	12.16	2,150,659.67	369,490.25	2,642.95
0+120.00	16.30	2,150,660.72	369,494.26	2,642.85
0+160.00	-17.77	2,150,689.47	369,449.67	2,641.81
0+160.00	-11.53	2,150,691.33	369,455.63	2,641.56
0+160.00	-9.63	2,150,691.89	369,457.45	2,641.47
0+160.00	-2.08	2,150,694.14	369,464.66	2,641.36
0+160.00	0.00	2,150,694.76	369,466.64	2,641.33
0+160.00	1.04	2,150,695.07	369,467.63	2,641.32
0+160.00	2.53	2,150,695.51	369,469.05	2,641.29
0+160.00	18.00	2,150,700.11	369,483.83	2,640.96
0+200.00	-15.87	2,150,728.23	369,439.60	2,639.70
0+200.00	-11.05	2,150,729.66	369,444.20	2,639.73
0+200.00	-4.83	2,150,731.51	369,450.14	2,639.61
0+200.00	0.00	2,150,732.95	369,454.75	2,639.41
0+200.00	5.57	2,150,734.60	369,460.07	2,639.19
0+200.00	6.17	2,150,734.78	369,460.64	2,639.18

0+200.00	7.62	2,150,735.21	369,462.03	2,639.16
0+200.00	20.00	2,150,738.89	369,473.85	2,639.10
0+240.00	-13.53	2,150,767.12	369,429.94	2,637.92
0+240.00	-8.62	2,150,768.58	369,434.62	2,637.84
0+240.00	-0.94	2,150,770.86	369,441.96	2,637.71
0+240.00	0.00	2,150,771.14	369,442.86	2,637.67
0+240.00	5.69	2,150,772.83	369,448.29	2,637.43
0+240.00	5.84	2,150,772.88	369,448.43	2,637.28
0+240.00	8.43	2,150,773.65	369,450.91	2,635.76
0+240.00	8.68	2,150,773.72	369,451.15	2,635.73
0+280.00	-3.03	2,150,808.43	369,428.08	2,634.53
0+280.00	-2.91	2,150,808.47	369,428.19	2,634.52
0+280.00	-1.60	2,150,808.86	369,429.44	2,634.36
0+280.00	-1.11	2,150,809.00	369,429.90	2,634.16
0+280.00	-0.79	2,150,809.10	369,430.21	2,634.14
0+280.00	-0.06	2,150,809.31	369,430.91	2,634.13
0+280.00	0.00	2,150,809.33	369,430.97	2,634.13
0+280.00	0.35	2,150,809.44	369,431.30	2,634.11
0+280.00	1.29	2,150,809.71	369,432.20	2,634.10
0+320.00	-17.16	2,150,842.42	369,402.69	2,631.93
0+320.00	-14.94	2,150,843.08	369,404.81	2,631.89
0+320.00	-6.88	2,150,845.48	369,412.51	2,632.08
0+320.00	-5.21	2,150,845.97	369,414.10	2,632.12
0+320.00	-4.47	2,150,846.19	369,414.80	2,631.33
0+320.00	-4.31	2,150,846.24	369,414.96	2,631.12
0+320.00	-3.11	2,150,846.60	369,416.11	2,630.96
0+320.00	-2.93	2,150,846.65	369,416.27	2,630.94
0+320.00	-2.74	2,150,846.71	369,416.46	2,630.96
0+320.00	-1.49	2,150,847.08	369,417.65	2,631.16
0+320.00	-0.67	2,150,847.32	369,418.43	2,631.08
0+320.00	-0.57	2,150,847.35	369,418.53	2,631.10
0+320.00	0.00	2,150,847.52	369,419.07	2,631.09
0+320.00	4.15	2,150,848.76	369,423.04	2,631.01
0+320.00	5.20	2,150,849.07	369,424.04	2,630.99
0+320.00	14.20	2,150,851.75	369,432.63	2,630.70
0+320.00	15.07	2,150,852.00	369,433.46	2,630.66
0+360.00	-18.67	2,150,880.16	369,389.35	2,629.18
0+360.00	-12.05	2,150,882.13	369,395.68	2,629.10
0+360.00	-6.47	2,150,883.79	369,401.00	2,629.16

0+360.00	-2.56	2,150,884.95	369,404.74	2,629.30
0+360.00	-1.81	2,150,885.17	369,405.45	2,629.20
0+360.00	-1.56	2,150,885.25	369,405.70	2,628.88
0+360.00	-0.91	2,150,885.44	369,406.31	2,628.11
0+360.00	-0.50	2,150,885.56	369,406.70	2,628.09
0+360.00	0.00	2,150,885.71	369,407.18	2,628.06
0+360.00	0.30	2,150,885.80	369,407.47	2,628.04
0+360.00	0.83	2,150,885.96	369,407.97	2,628.08
0+360.00	1.81	2,150,886.25	369,408.91	2,628.17
0+360.00	2.18	2,150,886.36	369,409.27	2,628.28
0+360.00	2.60	2,150,886.49	369,409.66	2,628.42
0+360.00	5.64	2,150,887.39	369,412.57	2,628.38
0+360.00	8.83	2,150,888.34	369,415.61	2,628.29
0+360.00	13.60	2,150,889.76	369,420.17	2,628.11
0+360.00	16.85	2,150,890.72	369,423.27	2,628.11
0+400.00	-20.00	2,150,913.54	369,375.65	2,625.88
0+400.00	-14.20	2,150,916.31	369,380.75	2,625.82
0+400.00	-6.00	2,150,920.24	369,387.95	2,625.93
0+400.00	-2.00	2,150,922.15	369,391.46	2,625.95
0+400.00	-1.03	2,150,922.62	369,392.31	2,625.21
0+400.00	-0.64	2,150,922.80	369,392.66	2,624.86
0+400.00	0.00	2,150,923.11	369,393.22	2,624.74
0+400.00	0.16	2,150,923.18	369,393.36	2,624.72
0+400.00	0.63	2,150,923.41	369,393.77	2,624.76
0+400.00	1.85	2,150,923.99	369,394.84	2,624.77
0+400.00	2.25	2,150,924.18	369,395.19	2,624.75
0+400.00	2.73	2,150,924.41	369,395.61	2,624.95
0+400.00	2.97	2,150,924.53	369,395.83	2,624.96
0+400.00	8.08	2,150,926.97	369,400.31	2,624.69
0+400.00	10.01	2,150,927.90	369,402.00	2,624.60
0+400.00	18.56	2,150,931.99	369,409.51	2,624.35
0+400.00	20.00	2,150,932.68	369,410.78	2,624.30
0+440.00	-17.69	2,150,949.32	369,358.21	2,622.66
0+440.00	-5.90	2,150,955.10	369,368.49	2,622.58
0+440.00	-0.22	2,150,957.88	369,373.45	2,622.63
0+440.00	0.00	2,150,957.99	369,373.64	2,622.39
0+440.00	0.38	2,150,958.17	369,373.97	2,621.96
0+440.00	0.86	2,150,958.41	369,374.38	2,621.36
0+440.00	1.39	2,150,958.67	369,374.84	2,621.35
0+440.00	2.14	2,150,959.03	369,375.50	2,621.19

0+440.00	2.97	2,150,959.44	369,376.23	2,621.19
0+440.00	3.49	2,150,959.70	369,376.68	2,621.24
0+440.00	4.02	2,150,959.96	369,377.14	2,621.47
0+440.00	7.07	2,150,961.45	369,379.80	2,621.51
0+440.00	12.05	2,150,963.89	369,384.14	2,621.51
0+440.00	16.41	2,150,966.03	369,387.95	2,621.42
0+440.00	20.00	2,150,967.78	369,391.07	2,621.36
0+480.00	-20.00	2,150,983.07	369,336.61	2,619.03
0+480.00	-15.50	2,150,985.27	369,340.53	2,619.08
0+480.00	-1.35	2,150,992.20	369,352.87	2,618.95
0+480.00	-0.88	2,150,992.43	369,353.28	2,618.02
0+480.00	-0.60	2,150,992.57	369,353.52	2,618.18
0+480.00	-0.20	2,150,992.76	369,353.87	2,617.99
0+480.00	-0.01	2,150,992.86	369,354.04	2,617.97
0+480.00	0.00	2,150,992.86	369,354.05	2,617.97
0+480.00	0.76	2,150,993.23	369,354.70	2,617.90
0+480.00	1.03	2,150,993.36	369,354.94	2,617.92
0+480.00	2.03	2,150,993.85	369,355.81	2,617.95
0+480.00	2.31	2,150,994.00	369,356.06	2,618.13
0+480.00	6.09	2,150,995.84	369,359.35	2,618.09
0+480.00	17.74	2,151,001.55	369,369.51	2,618.49
0+480.00	20.00	2,151,002.66	369,371.48	2,618.39
0+520.00	-14.31	2,151,016.56	369,320.79	2,614.37
0+520.00	-7.94	2,151,020.71	369,325.63	2,614.34
0+520.00	-1.56	2,151,024.86	369,330.48	2,614.77
0+520.00	-0.42	2,151,025.60	369,331.34	2,614.55
0+520.00	0.00	2,151,025.87	369,331.66	2,614.51
0+520.00	0.14	2,151,025.96	369,331.77	2,614.50
0+520.00	0.59	2,151,026.26	369,332.11	2,614.48
0+520.00	0.89	2,151,026.45	369,332.34	2,614.46
0+520.00	1.32	2,151,026.73	369,332.66	2,614.71
0+520.00	2.60	2,151,027.56	369,333.63	2,614.82
0+520.00	2.66	2,151,027.60	369,333.68	2,614.70
0+520.00	3.83	2,151,028.36	369,334.57	2,615.19
0+520.00	11.22	2,151,033.17	369,340.18	2,615.13
0+520.00	20.00	2,151,038.88	369,346.85	2,615.06
0+560.00	-18.56	2,151,044.17	369,291.54	2,608.35
0+560.00	-18.27	2,151,044.36	369,291.76	2,608.40
0+560.00	-10.19	2,151,049.61	369,297.90	2,609.28
0+560.00	-7.78	2,151,051.18	369,299.72	2,609.55
0+560.00	-3.43	2,151,054.01	369,303.03	2,610.30

0+560.00	-1.81	2,151,055.07	369,304.26	2,609.75
0+560.00	-1.51	2,151,055.26	369,304.49	2,609.71
0+560.00	-1.09	2,151,055.53	369,304.80	2,609.62
0+560.00	0.00	2,151,056.25	369,305.63	2,609.61
0+560.00	0.27	2,151,056.42	369,305.84	2,609.61
0+560.00	0.34	2,151,056.47	369,305.89	2,609.61
0+560.00	1.04	2,151,056.92	369,306.42	2,609.63
0+560.00	1.09	2,151,056.95	369,306.46	2,609.62
0+560.00	1.68	2,151,057.34	369,306.91	2,609.60
0+560.00	1.71	2,151,057.36	369,306.93	2,609.60
0+560.00	1.72	2,151,057.36	369,306.94	2,609.57
0+560.00	2.22	2,151,057.69	369,307.32	2,609.25
0+560.00	2.24	2,151,057.71	369,307.34	2,609.25
0+560.00	3.28	2,151,058.38	369,308.13	2,611.33
0+560.00	3.47	2,151,058.51	369,308.27	2,611.44
0+560.00	20.00	2,151,069.26	369,320.82	2,612.20
0+600.00	-15.26	2,151,076.69	369,268.02	2,603.05
0+600.00	-14.84	2,151,076.97	369,268.34	2,603.12
0+600.00	-10.17	2,151,080.00	369,271.88	2,603.89
0+600.00	-9.18	2,151,080.64	369,272.63	2,604.00
0+600.00	-1.28	2,151,085.79	369,278.63	2,604.95
0+600.00	-0.86	2,151,086.06	369,278.95	2,604.90
0+600.00	-0.75	2,151,086.13	369,279.04	2,604.87
0+600.00	0.00	2,151,086.62	369,279.61	2,604.81
0+600.00	0.26	2,151,086.79	369,279.80	2,604.79
0+600.00	0.37	2,151,086.86	369,279.89	2,604.78
0+600.00	0.46	2,151,086.92	369,279.95	2,604.77
0+600.00	1.47	2,151,087.58	369,280.72	2,604.66
0+600.00	1.98	2,151,087.91	369,281.11	2,604.63
0+600.00	1.98	2,151,087.91	369,281.12	2,604.63
0+600.00	2.59	2,151,088.31	369,281.58	2,604.44
0+600.00	2.60	2,151,088.31	369,281.58	2,604.44
0+600.00	2.60	2,151,088.31	369,281.59	2,604.46
0+600.00	3.34	2,151,088.79	369,282.14	2,606.67
0+600.00	20.00	2,151,099.63	369,294.80	2,607.04
0+640.00	-15.55	2,151,110.90	369,242.78	2,597.76
0+640.00	-12.23	2,151,112.62	369,245.63	2,598.49
0+640.00	-6.39	2,151,115.63	369,250.64	2,599.47
0+640.00	-4.52	2,151,116.60	369,252.24	2,599.83
0+640.00	-0.60	2,151,118.62	369,255.59	2,600.60
0+640.00	0.00	2,151,118.93	369,256.11	2,600.43

0+640.00	0.10	2,151,118.98	369,256.20	2,600.40
0+640.00	0.26	2,151,119.06	369,256.33	2,600.41
0+640.00	0.50	2,151,119.19	369,256.54	2,600.41
0+640.00	1.62	2,151,119.76	369,257.49	2,600.33
0+640.00	1.89	2,151,119.90	369,257.72	2,600.31
0+640.00	2.84	2,151,120.39	369,258.54	2,600.26
0+640.00	2.96	2,151,120.45	369,258.65	2,600.26
0+640.00	3.60	2,151,120.78	369,259.19	2,600.22
0+640.00	3.89	2,151,120.93	369,259.44	2,600.10
0+640.00	3.95	2,151,120.96	369,259.49	2,600.05
0+640.00	4.73	2,151,121.37	369,260.16	2,601.90
0+640.00	4.86	2,151,121.43	369,260.27	2,602.42
0+640.00	6.90	2,151,122.49	369,262.02	2,602.45
0+640.00	18.92	2,151,128.68	369,272.32	2,602.84
0+680.00	-17.97	2,151,148.37	369,221.80	2,592.89
0+680.00	-15.47	2,151,149.26	369,224.13	2,593.82
0+680.00	-12.31	2,151,150.40	369,227.08	2,594.37
0+680.00	-6.58	2,151,152.46	369,232.43	2,595.30
0+680.00	-5.81	2,151,152.73	369,233.14	2,595.77
0+680.00	-3.75	2,151,153.47	369,235.07	2,595.91
0+680.00	-3.36	2,151,153.61	369,235.43	2,595.91
0+680.00	-2.82	2,151,153.81	369,235.93	2,595.85
0+680.00	-2.29	2,151,154.00	369,236.43	2,595.88
0+680.00	-1.69	2,151,154.21	369,236.99	2,595.86
0+680.00	-0.59	2,151,154.61	369,238.01	2,595.86
0+680.00	0.00	2,151,154.82	369,238.57	2,595.87
0+680.00	0.12	2,151,154.86	369,238.68	2,595.87
0+680.00	1.30	2,151,155.29	369,239.78	2,595.91
0+680.00	1.66	2,151,155.42	369,240.12	2,595.95
0+680.00	2.17	2,151,155.60	369,240.60	2,595.88
0+680.00	2.85	2,151,155.84	369,241.23	2,597.50
0+680.00	2.91	2,151,155.86	369,241.28	2,597.37
0+680.00	3.08	2,151,155.93	369,241.45	2,597.36
0+680.00	3.35	2,151,156.02	369,241.69	2,598.31
0+680.00	10.55	2,151,158.61	369,248.42	2,598.44
0+680.00	12.27	2,151,159.23	369,250.02	2,598.49
0+720.00	-15.21	2,151,187.27	369,210.65	2,589.86
0+720.00	-14.20	2,151,187.62	369,211.59	2,590.02
0+720.00	-4.35	2,151,190.96	369,220.87	2,590.81
0+720.00	-3.56	2,151,191.22	369,221.60	2,590.78
0+720.00	-2.63	2,151,191.54	369,222.48	2,590.84

0+720.00	-2.45	2,151,191.60	369,222.65	2,590.85
0+720.00	-0.85	2,151,192.14	369,224.16	2,590.89
0+720.00	0.00	2,151,192.43	369,224.95	2,590.95
0+720.00	0.95	2,151,192.75	369,225.85	2,591.03
0+720.00	1.27	2,151,192.86	369,226.15	2,591.03
0+720.00	2.02	2,151,193.12	369,226.85	2,591.75
0+720.00	3.06	2,151,193.47	369,227.83	2,591.76
0+720.00	11.25	2,151,196.25	369,235.54	2,593.69
0+720.00	12.37	2,151,196.63	369,236.59	2,593.49
0+760.00	-14.15	2,151,225.26	369,198.07	2,584.73
0+760.00	-5.72	2,151,228.12	369,206.00	2,585.75
0+760.00	-5.26	2,151,228.28	369,206.44	2,585.81
0+760.00	-4.74	2,151,228.45	369,206.93	2,585.98
0+760.00	-4.65	2,151,228.48	369,207.01	2,586.03
0+760.00	-4.62	2,151,228.50	369,207.05	2,586.02
0+760.00	-4.54	2,151,228.52	369,207.11	2,586.01
0+760.00	-3.55	2,151,228.86	369,208.05	2,585.94
0+760.00	-2.94	2,151,229.07	369,208.63	2,585.98
0+760.00	-2.06	2,151,229.36	369,209.45	2,585.95
0+760.00	-1.29	2,151,229.62	369,210.18	2,586.01
0+760.00	-0.26	2,151,229.97	369,211.14	2,586.07
0+760.00	0.00	2,151,230.06	369,211.39	2,586.05
0+760.00	0.27	2,151,230.15	369,211.64	2,586.02
0+760.00	0.37	2,151,230.19	369,211.74	2,586.02
0+760.00	1.10	2,151,230.43	369,212.43	2,586.70
0+760.00	1.23	2,151,230.48	369,212.55	2,586.32
0+760.00	2.43	2,151,230.89	369,213.68	2,586.27
0+760.00	9.54	2,151,233.30	369,220.36	2,587.85
0+760.00	12.71	2,151,234.37	369,223.35	2,588.69
0+760.00	15.03	2,151,235.16	369,225.52	2,588.64
0+760.00	19.24	2,151,236.59	369,229.49	2,587.04
0+800.00	-20.00	2,151,260.91	369,179.01	2,579.48
0+800.00	-17.33	2,151,261.81	369,181.52	2,579.77
0+800.00	-12.89	2,151,263.32	369,185.70	2,580.15
0+800.00	-8.54	2,151,264.80	369,189.80	2,580.25
0+800.00	-6.71	2,151,265.42	369,191.51	2,580.59
0+800.00	-6.54	2,151,265.47	369,191.67	2,580.46
0+800.00	-5.50	2,151,265.83	369,192.65	2,580.68
0+800.00	-5.35	2,151,265.88	369,192.79	2,580.66
0+800.00	-4.86	2,151,266.04	369,193.25	2,580.67
0+800.00	-4.20	2,151,266.27	369,193.88	2,580.68

0+800.00	-3.05	2,151,266.66	369,194.96	2,580.72
0+800.00	-2.50	2,151,266.84	369,195.48	2,580.76
0+800.00	-1.81	2,151,267.08	369,196.12	2,580.83
0+800.00	-0.71	2,151,267.45	369,197.16	2,580.88
0+800.00	-0.59	2,151,267.49	369,197.27	2,580.88
0+800.00	-0.34	2,151,267.58	369,197.51	2,580.89
0+800.00	0.00	2,151,267.69	369,197.83	2,581.11
0+800.00	0.55	2,151,267.88	369,198.34	2,581.45
0+800.00	6.05	2,151,269.74	369,203.52	2,582.02
0+800.00	12.12	2,151,271.80	369,209.23	2,581.97
0+800.00	15.48	2,151,272.94	369,212.38	2,582.11
0+800.00	20.00	2,151,274.47	369,216.64	2,582.21
0+840.00	-20.00	2,151,294.69	369,164.21	2,575.69
0+840.00	-19.14	2,151,295.11	369,164.97	2,575.77
0+840.00	-14.57	2,151,297.30	369,168.98	2,575.91
0+840.00	-12.37	2,151,298.35	369,170.91	2,575.83
0+840.00	-6.79	2,151,301.02	369,175.81	2,575.03
0+840.00	-5.63	2,151,301.58	369,176.83	2,575.02
0+840.00	-5.49	2,151,301.65	369,176.95	2,574.76
0+840.00	-5.36	2,151,301.71	369,177.07	2,574.64
0+840.00	-5.05	2,151,301.86	369,177.33	2,574.61
0+840.00	-4.08	2,151,302.32	369,178.19	2,574.42
0+840.00	-3.20	2,151,302.74	369,178.96	2,574.43
0+840.00	-2.45	2,151,303.10	369,179.62	2,574.44
0+840.00	-1.36	2,151,303.63	369,180.58	2,574.49
0+840.00	-0.62	2,151,303.98	369,181.22	2,574.53
0+840.00	0.00	2,151,304.28	369,181.77	2,574.49
0+840.00	0.26	2,151,304.40	369,182.00	2,574.48
0+840.00	0.62	2,151,304.57	369,182.31	2,574.62
0+840.00	6.41	2,151,307.35	369,187.40	2,575.29
0+840.00	9.28	2,151,308.72	369,189.91	2,575.28
0+840.00	14.10	2,151,311.03	369,194.15	2,575.03
0+840.00	16.33	2,151,312.10	369,196.10	2,574.97
0+840.00	17.15	2,151,312.49	369,196.83	2,574.13
0+880.00	-20.00	2,151,329.57	369,144.89	2,569.09
0+880.00	-14.96	2,151,332.01	369,149.30	2,569.13
0+880.00	-10.91	2,151,333.98	369,152.84	2,569.16
0+880.00	-10.88	2,151,333.99	369,152.87	2,569.16
0+880.00	-10.86	2,151,334.00	369,152.88	2,569.15
0+880.00	-10.84	2,151,334.01	369,152.90	2,569.15
0+880.00	-10.10	2,151,334.37	369,153.55	2,568.98

0+880.00	-3.90	2,151,337.37	369,158.97	2,568.97
0+880.00	-2.85	2,151,337.88	369,159.89	2,568.95
0+880.00	-2.85	2,151,337.88	369,159.89	2,568.94
0+880.00	-2.63	2,151,337.99	369,160.09	2,567.30
0+880.00	-2.44	2,151,338.08	369,160.25	2,567.28
0+880.00	-1.93	2,151,338.33	369,160.70	2,567.05
0+880.00	-1.70	2,151,338.44	369,160.90	2,567.04
0+880.00	-0.49	2,151,339.03	369,161.96	2,566.86
0+880.00	-0.24	2,151,339.15	369,162.18	2,566.86
0+880.00	0.00	2,151,339.26	369,162.38	2,566.85
0+880.00	1.12	2,151,339.81	369,163.37	2,566.83
0+880.00	2.18	2,151,340.32	369,164.30	2,566.97
0+880.00	2.63	2,151,340.54	369,164.69	2,566.97
0+880.00	3.56	2,151,340.99	369,165.50	2,566.16
0+880.00	3.87	2,151,341.14	369,165.77	2,566.02
0+880.00	4.11	2,151,341.26	369,165.98	2,566.38
0+880.00	5.79	2,151,342.07	369,167.45	2,568.00
0+880.00	6.28	2,151,342.31	369,167.87	2,568.06
0+880.00	9.06	2,151,343.65	369,170.31	2,568.03
0+880.00	11.40	2,151,344.79	369,172.35	2,567.93
0+880.00	14.44	2,151,346.27	369,175.02	2,567.75
0+880.00	20.00	2,151,348.96	369,179.88	2,567.27
0+920.00	-20.00	2,151,364.56	369,125.50	2,561.61
0+920.00	-6.08	2,151,371.31	369,137.68	2,561.78
0+920.00	-5.63	2,151,371.52	369,138.07	2,561.78
0+920.00	-5.59	2,151,371.54	369,138.11	2,561.68
0+920.00	-4.76	2,151,371.94	369,138.83	2,559.75
0+920.00	-4.66	2,151,371.99	369,138.92	2,559.74
0+920.00	-3.86	2,151,372.38	369,139.62	2,559.53
0+920.00	-3.62	2,151,372.49	369,139.82	2,559.52
0+920.00	-2.19	2,151,373.19	369,141.08	2,559.45
0+920.00	-0.54	2,151,373.99	369,142.52	2,559.45
0+920.00	-0.24	2,151,374.13	369,142.78	2,559.44
0+920.00	0.00	2,151,374.25	369,143.00	2,559.43
0+920.00	1.31	2,151,374.89	369,144.14	2,559.40
0+920.00	1.51	2,151,374.98	369,144.31	2,559.39
0+920.00	1.55	2,151,375.00	369,144.35	2,559.17
0+920.00	3.04	2,151,375.73	369,145.66	2,558.25
0+920.00	3.26	2,151,375.83	369,145.85	2,558.65
0+920.00	4.85	2,151,376.60	369,147.24	2,560.61
0+920.00	5.47	2,151,376.90	369,147.78	2,560.67
0+920.00	15.63	2,151,381.83	369,156.67	2,560.25

0+920.00	18.47	2,151,383.20	369,159.15	2,560.09
0+920.00	20.00	2,151,383.95	369,160.49	2,559.93
0+960.00	-20.00	2,151,399.54	369,106.11	2,555.04
0+960.00	-17.10	2,151,400.95	369,108.65	2,555.01
0+960.00	-8.46	2,151,405.14	369,116.21	2,554.63
0+960.00	-6.48	2,151,406.10	369,117.94	2,554.63
0+960.00	-5.53	2,151,406.56	369,118.77	2,553.56
0+960.00	-5.39	2,151,406.63	369,118.89	2,553.25
0+960.00	-4.36	2,151,407.13	369,119.80	2,553.14
0+960.00	-4.20	2,151,407.20	369,119.93	2,553.12
0+960.00	-2.59	2,151,407.98	369,121.34	2,553.10
0+960.00	-2.24	2,151,408.15	369,121.65	2,553.08
0+960.00	-0.87	2,151,408.82	369,122.85	2,552.99
0+960.00	-0.44	2,151,409.03	369,123.22	2,552.98
0+960.00	0.00	2,151,409.24	369,123.61	2,552.96
0+960.00	0.80	2,151,409.63	369,124.31	2,552.92
0+960.00	1.08	2,151,409.76	369,124.55	2,552.91
0+960.00	1.22	2,151,409.83	369,124.68	2,551.47
0+960.00	1.29	2,151,409.86	369,124.73	2,551.18
0+960.00	1.87	2,151,410.14	369,125.24	2,553.47
0+960.00	2.07	2,151,410.24	369,125.42	2,553.86
0+960.00	2.64	2,151,410.52	369,125.91	2,553.91
0+960.00	9.63	2,151,413.91	369,132.03	2,553.46
0+960.00	17.18	2,151,417.57	369,138.63	2,553.02
0+960.00	20.00	2,151,418.93	369,141.10	2,552.88
1+000.00	-20.00	2,151,434.53	369,086.72	2,549.26
1+000.00	-17.05	2,151,435.96	369,089.31	2,549.12
1+000.00	-11.07	2,151,438.86	369,094.54	2,548.76
1+000.00	-6.74	2,151,440.96	369,098.32	2,548.76
1+000.00	-4.96	2,151,441.82	369,099.88	2,547.80
1+000.00	-3.24	2,151,442.65	369,101.38	2,547.38
1+000.00	-2.03	2,151,443.24	369,102.44	2,547.34
1+000.00	-1.51	2,151,443.49	369,102.90	2,547.31
1+000.00	-0.53	2,151,443.97	369,103.75	2,547.25
1+000.00	0.00	2,151,444.22	369,104.22	2,547.25
1+000.00	0.03	2,151,444.24	369,104.24	2,547.25
1+000.00	0.64	2,151,444.54	369,104.78	2,547.20
1+000.00	0.97	2,151,444.70	369,105.07	2,547.16
1+000.00	1.07	2,151,444.74	369,105.16	2,546.82
1+000.00	2.31	2,151,445.35	369,106.24	2,547.42
1+000.00	2.61	2,151,445.49	369,106.50	2,548.04

1+000.00	7.17	2,151,447.70	369,110.49	2,547.83
1+000.00	9.00	2,151,448.59	369,112.09	2,547.77
1+000.00	20.00	2,151,453.92	369,121.71	2,547.24
1+040.00	-20.00	2,151,469.52	369,067.34	2,543.67
1+040.00	-17.69	2,151,470.64	369,069.36	2,543.57
1+040.00	-7.37	2,151,475.64	369,078.38	2,543.36
1+040.00	-5.28	2,151,476.65	369,080.21	2,543.34
1+040.00	-4.82	2,151,476.87	369,080.61	2,542.57
1+040.00	-4.68	2,151,476.94	369,080.73	2,542.33
1+040.00	-4.21	2,151,477.17	369,081.15	2,542.28
1+040.00	-4.02	2,151,477.26	369,081.31	2,542.24
1+040.00	-2.98	2,151,477.77	369,082.23	2,542.18
1+040.00	-2.42	2,151,478.04	369,082.71	2,542.16
1+040.00	-1.29	2,151,478.58	369,083.70	2,542.14
1+040.00	-1.04	2,151,478.71	369,083.92	2,542.12
1+040.00	-0.71	2,151,478.87	369,084.21	2,542.04
1+040.00	-0.54	2,151,478.95	369,084.36	2,542.01
1+040.00	0.00	2,151,479.21	369,084.83	2,542.05
1+040.00	1.60	2,151,479.99	369,086.23	2,542.16
1+040.00	1.69	2,151,480.03	369,086.31	2,541.99
1+040.00	1.81	2,151,480.09	369,086.41	2,541.99
1+040.00	10.10	2,151,484.11	369,093.66	2,542.18
1+040.00	11.20	2,151,484.64	369,094.62	2,542.18
1+040.00	11.44	2,151,484.76	369,094.83	2,542.16
1+040.00	20.00	2,151,488.91	369,102.32	2,541.62
1+080.00	-20.00	2,151,503.94	369,048.21	2,538.45
1+080.00	-18.74	2,151,504.58	369,049.29	2,538.44
1+080.00	-15.43	2,151,506.28	369,052.14	2,538.40
1+080.00	-8.07	2,151,510.04	369,058.46	2,538.48
1+080.00	-4.91	2,151,511.66	369,061.17	2,537.97
1+080.00	-4.44	2,151,511.90	369,061.57	2,537.24
1+080.00	-3.77	2,151,512.24	369,062.15	2,537.22
1+080.00	-3.00	2,151,512.64	369,062.81	2,537.24
1+080.00	-1.79	2,151,513.26	369,063.86	2,537.28
1+080.00	-0.90	2,151,513.71	369,064.62	2,537.26
1+080.00	0.00	2,151,514.17	369,065.39	2,537.24
1+080.00	0.26	2,151,514.30	369,065.61	2,537.24
1+080.00	1.07	2,151,514.72	369,066.31	2,536.07
1+080.00	1.11	2,151,514.74	369,066.35	2,535.75
1+080.00	1.22	2,151,514.80	369,066.44	2,535.42
1+080.00	2.09	2,151,515.24	369,067.19	2,535.46

1+080.00	2.27	2,151,515.33	369,067.34	2,536.95
1+080.00	2.78	2,151,515.59	369,067.78	2,537.49
1+080.00	6.25	2,151,517.37	369,070.76	2,538.28
1+080.00	6.74	2,151,517.62	369,071.18	2,538.18
1+080.00	9.15	2,151,518.85	369,073.25	2,537.69
1+080.00	14.26	2,151,521.47	369,077.65	2,536.71
1+080.00	14.96	2,151,521.83	369,078.25	2,536.64
1+120.00	-20.00	2,151,536.82	369,026.88	2,532.72
1+120.00	-5.89	2,151,544.52	369,038.70	2,532.63
1+120.00	-5.46	2,151,544.76	369,039.06	2,532.62
1+120.00	-4.44	2,151,545.32	369,039.92	2,532.45
1+120.00	-4.41	2,151,545.33	369,039.94	2,532.43
1+120.00	-4.25	2,151,545.42	369,040.07	2,532.40
1+120.00	-4.22	2,151,545.43	369,040.10	2,532.39
1+120.00	-3.18	2,151,546.00	369,040.97	2,532.28
1+120.00	-3.14	2,151,546.03	369,041.01	2,532.28
1+120.00	-1.74	2,151,546.79	369,042.18	2,532.21
1+120.00	-1.70	2,151,546.81	369,042.21	2,532.21
1+120.00	-1.68	2,151,546.82	369,042.23	2,532.20
1+120.00	-0.51	2,151,547.46	369,043.21	2,532.09
1+120.00	-0.32	2,151,547.56	369,043.37	2,530.02
1+120.00	-0.31	2,151,547.57	369,043.37	2,530.02
1+120.00	0.00	2,151,547.74	369,043.64	2,530.03
1+120.00	1.64	2,151,548.63	369,045.01	2,530.08
1+120.00	1.90	2,151,548.77	369,045.23	2,532.49
1+120.00	3.22	2,151,549.49	369,046.33	2,532.51
1+120.00	10.01	2,151,553.20	369,052.02	2,532.44
1+120.00	11.19	2,151,553.84	369,053.01	2,532.50
1+120.00	20.00	2,151,558.65	369,060.39	2,532.18
1+160.00	-20.00	2,151,572.75	369,005.21	2,527.07
1+160.00	-14.75	2,151,575.16	369,009.87	2,527.16
1+160.00	-7.11	2,151,578.67	369,016.65	2,527.22
1+160.00	0.00	2,151,581.94	369,022.97	2,527.32
1+160.00	0.84	2,151,582.33	369,023.71	2,527.33
1+160.00	1.12	2,151,582.46	369,023.96	2,527.28
1+160.00	1.82	2,151,582.78	369,024.58	2,527.16
1+160.00	2.63	2,151,583.15	369,025.30	2,527.13
1+160.00	3.13	2,151,583.38	369,025.75	2,527.12
1+160.00	3.70	2,151,583.64	369,026.26	2,527.10
1+160.00	4.64	2,151,584.08	369,027.09	2,527.07
1+160.00	5.08	2,151,584.28	369,027.48	2,526.99

1+160.00	5.79	2,151,584.60	369,028.11	2,526.80
1+160.00	5.83	2,151,584.62	369,028.15	2,526.49
1+160.00	5.93	2,151,584.67	369,028.23	2,525.72
1+160.00	6.32	2,151,584.85	369,028.58	2,525.70
1+160.00	6.73	2,151,585.04	369,028.95	2,525.70
1+160.00	6.82	2,151,585.08	369,029.03	2,526.56
1+160.00	6.85	2,151,585.09	369,029.05	2,527.01
1+160.00	11.85	2,151,587.39	369,033.49	2,527.32
1+160.00	20.00	2,151,591.14	369,040.73	2,527.62
1+200.00	-15.78	2,151,610.20	368,990.56	2,521.80
1+200.00	-11.53	2,151,612.16	368,994.33	2,521.86
1+200.00	0.00	2,151,617.46	369,004.58	2,522.05
1+200.00	4.07	2,151,619.34	369,008.19	2,522.11
1+200.00	6.19	2,151,620.31	369,010.07	2,522.17
1+200.00	7.75	2,151,621.03	369,011.46	2,522.24
1+200.00	8.38	2,151,621.32	369,012.02	2,522.28
1+200.00	8.89	2,151,621.55	369,012.47	2,522.26
1+200.00	9.77	2,151,621.95	369,013.25	2,522.15
1+200.00	10.46	2,151,622.27	369,013.86	2,522.13
1+200.00	11.19	2,151,622.61	369,014.51	2,522.06
1+200.00	11.80	2,151,622.89	369,015.05	2,521.96
1+200.00	13.25	2,151,623.56	369,016.34	2,522.15
1+200.00	13.33	2,151,623.59	369,016.41	2,521.74
1+200.00	13.65	2,151,623.74	369,016.70	2,522.28
1+200.00	14.29	2,151,624.03	369,017.26	2,522.34
1+200.00	20.00	2,151,626.66	369,022.34	2,522.54
1+240.00	-3.37	2,151,652.15	368,983.50	2,516.90
1+240.00	0.00	2,151,653.22	368,986.70	2,517.12
1+240.00	3.98	2,151,654.47	368,990.47	2,517.38
1+240.00	4.20	2,151,654.54	368,990.69	2,517.37
1+240.00	5.12	2,151,654.83	368,991.55	2,517.31
1+240.00	5.37	2,151,654.91	368,991.79	2,517.30
1+240.00	5.41	2,151,654.92	368,991.83	2,517.30
1+240.00	6.12	2,151,655.14	368,992.50	2,517.32
1+240.00	6.15	2,151,655.16	368,992.54	2,517.32
1+240.00	6.16	2,151,655.16	368,992.54	2,517.32
1+240.00	6.22	2,151,655.18	368,992.60	2,517.32
1+240.00	7.46	2,151,655.57	368,993.78	2,517.31
1+240.00	7.52	2,151,655.59	368,993.83	2,517.32
1+240.00	8.72	2,151,655.97	368,994.97	2,517.31
1+240.00	8.91	2,151,656.03	368,995.15	2,517.30

1+240.00	9.66	2,151,656.26	368,995.87	2,517.25
1+240.00	9.80	2,151,656.30	368,995.99	2,517.25
1+240.00	9.95	2,151,656.35	368,996.14	2,517.21
1+240.00	10.40	2,151,656.50	368,996.57	2,516.74
1+240.00	11.30	2,151,656.78	368,997.42	2,516.63
1+240.00	11.47	2,151,656.83	368,997.59	2,516.06
1+240.00	12.53	2,151,657.17	368,998.59	2,516.86
1+240.00	13.24	2,151,657.39	368,999.27	2,517.91
1+240.00	13.79	2,151,657.56	368,999.78	2,518.52
1+240.00	13.79	2,151,657.57	368,999.79	2,518.55
1+240.00	13.97	2,151,657.62	368,999.95	2,518.58
1+240.00	14.26	2,151,657.71	369,000.23	2,518.62
1+240.00	15.37	2,151,658.06	369,001.29	2,518.87
1+240.00	18.04	2,151,658.90	369,003.82	2,518.92
1+240.00	19.93	2,151,659.50	369,005.61	2,519.00
1+240.00	20.00	2,151,659.52	369,005.68	2,519.01
1+280.00	-2.87	2,151,693.02	368,982.00	2,514.19
1+280.00	-1.20	2,151,692.98	368,983.66	2,514.18
1+280.00	0.00	2,151,692.96	368,984.87	2,514.11
1+280.00	0.14	2,151,692.96	368,985.01	2,514.11
1+280.00	2.24	2,151,692.91	368,987.11	2,514.14
1+280.00	2.86	2,151,692.90	368,987.73	2,514.16
1+320.00	-20.00	2,151,720.44	368,960.51	2,509.87
1+320.00	-16.71	2,151,722.24	368,963.26	2,510.27
1+320.00	-14.10	2,151,723.67	368,965.45	2,510.50
1+320.00	-13.21	2,151,724.15	368,966.19	2,510.59
1+320.00	-12.82	2,151,724.37	368,966.52	2,510.58
1+320.00	-11.96	2,151,724.84	368,967.24	2,510.50
1+320.00	-11.35	2,151,725.17	368,967.75	2,510.46
1+320.00	-10.51	2,151,725.63	368,968.45	2,510.42
1+320.00	-9.94	2,151,725.94	368,968.93	2,510.40
1+320.00	-9.17	2,151,726.37	368,969.58	2,510.38
1+320.00	-8.85	2,151,726.54	368,969.84	2,510.30
1+320.00	-8.39	2,151,726.79	368,970.23	2,510.20
1+320.00	-7.84	2,151,727.09	368,970.69	2,510.78
1+320.00	-7.19	2,151,727.45	368,971.23	2,511.37
1+320.00	-6.35	2,151,727.91	368,971.94	2,511.39
1+320.00	-0.12	2,151,731.32	368,977.15	2,511.40
1+320.00	0.00	2,151,731.38	368,977.25	2,511.40
1+320.00	3.91	2,151,733.52	368,980.53	2,511.38
1+320.00	9.86	2,151,736.78	368,985.51	2,511.32

1+320.00	20.00	2,151,742.32	368,993.99	2,511.37
1+360.00	-20.00	2,151,753.92	368,938.63	2,507.17
1+360.00	-18.40	2,151,754.80	368,939.97	2,507.22
1+360.00	-14.46	2,151,756.95	368,943.26	2,507.26
1+360.00	-7.50	2,151,760.76	368,949.09	2,507.33
1+360.00	-6.72	2,151,761.19	368,949.75	2,507.19
1+360.00	-6.64	2,151,761.23	368,949.81	2,507.16
1+360.00	-5.34	2,151,761.95	368,950.90	2,507.09
1+360.00	-5.10	2,151,762.08	368,951.10	2,507.09
1+360.00	-3.60	2,151,762.90	368,952.36	2,507.05
1+360.00	-3.37	2,151,763.02	368,952.55	2,507.03
1+360.00	-2.33	2,151,763.59	368,953.42	2,506.77
1+360.00	-2.16	2,151,763.69	368,953.56	2,506.74
1+360.00	-2.04	2,151,763.75	368,953.66	2,506.85
1+360.00	-0.81	2,151,764.42	368,954.69	2,507.39
1+360.00	0.00	2,151,764.87	368,955.37	2,507.38
1+360.00	7.72	2,151,769.09	368,961.83	2,507.30
1+360.00	13.26	2,151,772.12	368,966.47	2,507.09
1+360.00	16.75	2,151,774.03	368,969.39	2,507.24
1+360.00	18.26	2,151,774.86	368,970.65	2,507.24
1+360.00	20.00	2,151,775.81	368,972.11	2,507.22
1+400.00	-20.00	2,151,793.10	368,918.86	2,503.31
1+400.00	-5.81	2,151,798.31	368,932.06	2,503.39
1+400.00	-4.60	2,151,798.76	368,933.19	2,503.39
1+400.00	-3.40	2,151,799.20	368,934.30	2,503.35
1+400.00	-2.03	2,151,799.70	368,935.57	2,503.35
1+400.00	-1.80	2,151,799.78	368,935.79	2,503.33
1+400.00	-0.17	2,151,800.38	368,937.31	2,503.26
1+400.00	0.00	2,151,800.44	368,937.46	2,503.26
1+400.00	0.02	2,151,800.45	368,937.48	2,503.26
1+400.00	1.59	2,151,801.03	368,938.94	2,502.92
1+400.00	1.72	2,151,801.08	368,939.07	2,502.89
1+400.00	1.82	2,151,801.11	368,939.16	2,503.00
1+400.00	20.00	2,151,807.79	368,956.07	2,503.10
1+440.00	-18.08	2,151,831.01	368,905.96	2,499.34
1+440.00	-15.00	2,151,832.14	368,908.82	2,499.34
1+440.00	-4.93	2,151,835.84	368,918.19	2,499.59
1+440.00	-4.10	2,151,836.14	368,918.96	2,499.34
1+440.00	-3.78	2,151,836.26	368,919.26	2,499.12
1+440.00	-3.66	2,151,836.30	368,919.37	2,499.10

1+440.00	-3.07	2,151,836.52	368,919.92	2,499.03
1+440.00	-2.73	2,151,836.65	368,920.23	2,499.03
1+440.00	-2.31	2,151,836.80	368,920.63	2,499.00
1+440.00	-1.26	2,151,837.18	368,921.60	2,498.97
1+440.00	-0.89	2,151,837.32	368,921.95	2,498.95
1+440.00	0.00	2,151,837.65	368,922.77	2,498.97
1+440.00	0.20	2,151,837.72	368,922.96	2,498.97
1+440.00	0.79	2,151,837.94	368,923.51	2,498.84
1+440.00	1.32	2,151,838.13	368,924.00	2,498.82
1+440.00	7.48	2,151,840.40	368,929.73	2,498.98
1+440.00	20.00	2,151,844.99	368,941.38	2,499.48
1+480.00	-20.00	2,151,867.51	368,889.48	2,495.53
1+480.00	-19.66	2,151,867.63	368,889.80	2,495.53
1+480.00	-4.71	2,151,873.12	368,903.70	2,495.46
1+480.00	-4.32	2,151,873.27	368,904.07	2,495.27
1+480.00	-3.09	2,151,873.72	368,905.21	2,494.94
1+480.00	-2.54	2,151,873.92	368,905.72	2,494.90
1+480.00	-1.59	2,151,874.27	368,906.60	2,494.88
1+480.00	-0.80	2,151,874.56	368,907.34	2,494.86
1+480.00	0.00	2,151,874.85	368,908.08	2,494.85
1+480.00	0.16	2,151,874.91	368,908.24	2,494.84
1+480.00	0.67	2,151,875.10	368,908.70	2,494.71
1+480.00	1.55	2,151,875.42	368,909.53	2,494.62
1+480.00	5.17	2,151,876.75	368,912.89	2,495.83
1+480.00	5.37	2,151,876.82	368,913.07	2,495.90
1+480.00	5.47	2,151,876.86	368,913.17	2,495.93
1+480.00	20.00	2,151,882.20	368,926.68	2,495.73
1+520.00	-16.04	2,151,909.64	368,878.87	2,491.32
1+520.00	-14.58	2,151,909.90	368,880.32	2,491.33
1+520.00	-3.08	2,151,911.92	368,891.63	2,491.49
1+520.00	-0.47	2,151,912.38	368,894.20	2,491.50
1+520.00	0.00	2,151,912.46	368,894.66	2,491.43
1+520.00	0.39	2,151,912.53	368,895.05	2,491.37
1+520.00	0.60	2,151,912.57	368,895.25	2,491.33
1+520.00	0.76	2,151,912.60	368,895.41	2,491.27
1+520.00	1.87	2,151,912.79	368,896.51	2,491.25
1+520.00	2.06	2,151,912.83	368,896.69	2,491.25
1+520.00	3.32	2,151,913.05	368,897.93	2,491.19
1+520.00	3.50	2,151,913.08	368,898.11	2,491.19
1+520.00	3.67	2,151,913.11	368,898.28	2,491.16
1+520.00	5.22	2,151,913.38	368,899.80	2,491.04

1+520.00	7.65	2,151,913.81	368,902.20	2,491.95
1+520.00	8.24	2,151,913.91	368,902.77	2,492.13
1+520.00	20.00	2,151,915.98	368,914.35	2,492.10
1+560.00	-19.94	2,151,953.43	368,875.10	2,487.79
1+560.00	-16.10	2,151,953.22	368,878.94	2,487.98
1+560.00	-4.00	2,151,952.58	368,891.02	2,488.78
1+560.00	-3.88	2,151,952.57	368,891.13	2,488.80
1+560.00	-3.72	2,151,952.56	368,891.30	2,488.80
1+560.00	-2.67	2,151,952.51	368,892.35	2,488.80
1+560.00	-2.44	2,151,952.50	368,892.57	2,488.80
1+560.00	-1.29	2,151,952.43	368,893.72	2,488.78
1+560.00	-1.04	2,151,952.42	368,893.97	2,488.78
1+560.00	0.00	2,151,952.37	368,895.01	2,488.79
1+560.00	0.05	2,151,952.36	368,895.06	2,488.79
1+560.00	0.33	2,151,952.35	368,895.34	2,488.79
1+560.00	1.79	2,151,952.27	368,896.80	2,488.53
1+560.00	3.06	2,151,952.20	368,898.07	2,488.99
1+560.00	3.35	2,151,952.19	368,898.35	2,489.01
1+560.00	12.59	2,151,951.70	368,907.58	2,489.03
1+560.00	20.00	2,151,951.30	368,914.98	2,489.09
1+600.00	-13.49	2,151,989.89	368,882.84	2,485.66
1+600.00	-11.54	2,151,990.24	368,884.76	2,485.78
1+600.00	-9.96	2,151,990.52	368,886.32	2,486.01
1+600.00	-7.92	2,151,990.88	368,888.33	2,486.27
1+600.00	-3.65	2,151,991.64	368,892.53	2,486.91
1+600.00	-3.35	2,151,991.69	368,892.82	2,486.90
1+600.00	-2.55	2,151,991.83	368,893.61	2,486.88
1+600.00	-1.86	2,151,991.95	368,894.29	2,486.90
1+600.00	-1.36	2,151,992.04	368,894.78	2,486.90
1+600.00	-0.74	2,151,992.15	368,895.39	2,486.88
1+600.00	0.00	2,151,992.28	368,896.12	2,486.88
1+600.00	0.09	2,151,992.30	368,896.20	2,486.88
1+600.00	0.70	2,151,992.41	368,896.81	2,486.83
1+600.00	3.75	2,151,992.95	368,899.80	2,486.66
1+600.00	4.49	2,151,993.08	368,900.53	2,486.55
1+600.00	7.87	2,151,993.68	368,903.86	2,486.03
1+600.00	17.48	2,151,995.39	368,913.32	2,485.98
1+640.00	-11.51	2,152,016.69	368,865.60	2,484.67
1+640.00	-9.88	2,152,017.82	368,866.78	2,484.70
1+640.00	-6.71	2,152,020.02	368,869.06	2,484.55

1+640.00	-6.70	2,152,020.02	368,869.07	2,484.55
1+640.00	-6.09	2,152,020.44	368,869.51	2,484.37
1+640.00	-4.63	2,152,021.45	368,870.56	2,484.46
1+640.00	-4.62	2,152,021.46	368,870.57	2,484.46
1+640.00	-3.12	2,152,022.50	368,871.66	2,484.44
1+640.00	-3.11	2,152,022.50	368,871.66	2,484.44
1+640.00	-3.03	2,152,022.57	368,871.72	2,484.44
1+640.00	-1.55	2,152,023.59	368,872.79	2,484.45
1+640.00	-1.55	2,152,023.59	368,872.79	2,484.45
1+640.00	-1.54	2,152,023.59	368,872.80	2,484.45
1+640.00	-0.33	2,152,024.43	368,873.67	2,484.45
1+640.00	-0.32	2,152,024.44	368,873.67	2,484.45
1+640.00	-0.17	2,152,024.54	368,873.78	2,484.43
1+640.00	0.00	2,152,024.66	368,873.91	2,484.41
1+640.00	20.00	2,152,038.50	368,888.34	2,482.07
1+680.00	-20.00	2,152,039.69	368,831.79	2,481.90
1+680.00	-12.00	2,152,045.23	368,837.56	2,482.07
1+680.00	-8.34	2,152,047.76	368,840.20	2,482.11
1+680.00	-7.66	2,152,048.23	368,840.69	2,482.10
1+680.00	-6.75	2,152,048.86	368,841.35	2,481.37
1+680.00	-5.76	2,152,049.55	368,842.07	2,481.54
1+680.00	-3.67	2,152,050.99	368,843.57	2,481.58
1+680.00	-3.57	2,152,051.06	368,843.65	2,481.59
1+680.00	-3.50	2,152,051.11	368,843.70	2,481.58
1+680.00	-1.61	2,152,052.42	368,845.06	2,481.60
1+680.00	-1.17	2,152,052.72	368,845.38	2,481.69
1+680.00	-1.12	2,152,052.76	368,845.41	2,481.69
1+680.00	-0.59	2,152,053.12	368,845.80	2,481.85
1+680.00	-0.54	2,152,053.16	368,845.83	2,481.86
1+680.00	0.00	2,152,053.53	368,846.22	2,481.81
1+680.00	7.01	2,152,058.38	368,851.29	2,481.13
1+680.00	16.44	2,152,064.91	368,858.09	2,480.22
1+680.00	17.98	2,152,065.97	368,859.20	2,480.06
1+680.00	20.00	2,152,067.37	368,860.66	2,479.82
1+700.00	-20.00	2,152,054.13	368,817.95	2,480.25
1+720.00	-20.00	2,152,068.57	368,804.11	2,478.59
1+720.00	-7.06	2,152,077.52	368,813.44	2,479.34
1+720.00	-6.39	2,152,077.99	368,813.93	2,479.36
1+720.00	-5.84	2,152,078.37	368,814.33	2,479.38
1+720.00	-5.78	2,152,078.41	368,814.37	2,479.34
1+720.00	-4.63	2,152,079.21	368,815.20	2,478.76

1+720.00	-3.61	2,152,079.91	368,815.94	2,478.92
1+720.00	-3.51	2,152,079.98	368,816.01	2,478.93
1+720.00	-1.97	2,152,081.05	368,817.12	2,478.96
1+720.00	-1.83	2,152,081.14	368,817.22	2,478.97
1+720.00	-0.51	2,152,082.05	368,818.17	2,479.00
1+720.00	-0.35	2,152,082.17	368,818.29	2,479.01
1+720.00	-0.32	2,152,082.19	368,818.31	2,479.01
1+720.00	0.00	2,152,082.41	368,818.54	2,479.03
1+720.00	0.54	2,152,082.78	368,818.94	2,479.05
1+720.00	1.31	2,152,083.31	368,819.49	2,479.23
1+720.00	3.32	2,152,084.71	368,820.94	2,479.14
1+720.00	16.51	2,152,093.83	368,830.46	2,478.03
1+720.00	20.00	2,152,096.25	368,832.98	2,477.62
1+740.00	-11.13	2,152,089.14	368,796.67	2,477.69
1+760.00	-14.67	2,152,098.98	368,781.70	2,476.86
1+760.00	-8.54	2,152,103.92	368,785.33	2,476.92
1+760.00	-6.77	2,152,105.34	368,786.39	2,477.01
1+760.00	-5.18	2,152,106.62	368,787.33	2,477.10
1+760.00	-5.11	2,152,106.68	368,787.37	2,477.04
1+760.00	-4.26	2,152,107.36	368,787.88	2,476.38
1+760.00	-3.03	2,152,108.35	368,788.61	2,476.53
1+760.00	-2.96	2,152,108.41	368,788.65	2,476.54
1+760.00	-1.32	2,152,109.73	368,789.62	2,476.55
1+760.00	-1.23	2,152,109.80	368,789.67	2,476.56
1+760.00	-1.14	2,152,109.88	368,789.73	2,476.56
1+760.00	0.00	2,152,110.79	368,790.40	2,476.60
1+760.00	0.30	2,152,111.03	368,790.58	2,476.61
1+760.00	0.32	2,152,111.05	368,790.59	2,476.61
1+760.00	1.23	2,152,111.78	368,791.13	2,476.66
1+760.00	2.61	2,152,112.89	368,791.95	2,476.63
1+760.00	10.28	2,152,119.06	368,796.51	2,476.12
1+760.00	20.00	2,152,126.89	368,802.27	2,475.58
1+800.00	-13.60	2,152,111.76	368,749.25	2,473.09
1+800.00	-10.72	2,152,114.52	368,750.07	2,473.16
1+800.00	-3.02	2,152,121.90	368,752.30	2,472.94
1+800.00	-0.41	2,152,124.39	368,753.05	2,472.85
1+800.00	0.00	2,152,124.79	368,753.16	2,472.98
1+800.00	0.66	2,152,125.42	368,753.35	2,473.20
1+800.00	0.85	2,152,125.60	368,753.41	2,472.76
1+800.00	1.86	2,152,126.57	368,753.70	2,472.82
1+800.00	2.20	2,152,126.89	368,753.80	2,472.96

1+800.00	3.17	2,152,127.82	368,754.08	2,473.06
1+800.00	4.79	2,152,129.38	368,754.55	2,473.23
1+800.00	5.54	2,152,130.09	368,754.76	2,473.30
1+800.00	7.17	2,152,131.65	368,755.23	2,473.39
1+800.00	7.34	2,152,131.82	368,755.28	2,473.40
1+800.00	8.32	2,152,132.75	368,755.56	2,473.64
1+800.00	9.11	2,152,133.51	368,755.79	2,473.81
1+800.00	11.68	2,152,135.97	368,756.53	2,473.85
1+800.00	16.55	2,152,140.64	368,757.93	2,474.16
1+800.00	17.26	2,152,141.32	368,758.14	2,474.06
1+800.00	18.04	2,152,142.07	368,758.36	2,473.97
1+800.00	19.32	2,152,143.29	368,758.73	2,473.86
1+800.00	20.00	2,152,143.94	368,758.93	2,473.64
1+840.00	-18.39	2,152,126.05	368,704.52	2,465.36
1+840.00	-16.36	2,152,127.59	368,705.86	2,465.88
1+840.00	-12.20	2,152,130.74	368,708.58	2,466.83
1+840.00	-10.05	2,152,132.36	368,709.98	2,467.41
1+840.00	-5.99	2,152,135.44	368,712.63	2,468.35
1+840.00	-5.52	2,152,135.80	368,712.94	2,468.31
1+840.00	-5.27	2,152,135.98	368,713.10	2,468.27
1+840.00	-4.79	2,152,136.35	368,713.42	2,468.24
1+840.00	-3.62	2,152,137.23	368,714.18	2,468.26
1+840.00	-2.75	2,152,137.89	368,714.75	2,468.21
1+840.00	-2.26	2,152,138.26	368,715.07	2,468.20
1+840.00	-1.21	2,152,139.06	368,715.76	2,467.83
1+840.00	-1.06	2,152,139.17	368,715.86	2,467.79
1+840.00	-0.21	2,152,139.81	368,716.41	2,468.71
1+840.00	-0.11	2,152,139.88	368,716.47	2,468.78
1+840.00	0.00	2,152,139.97	368,716.55	2,468.79
1+840.00	1.88	2,152,141.39	368,717.77	2,468.87
1+840.00	16.86	2,152,152.73	368,727.57	2,469.56
1+840.00	19.77	2,152,154.93	368,729.48	2,469.84
1+840.00	20.00	2,152,155.10	368,729.62	2,469.85
1+880.00	-16.62	2,152,154.40	368,675.70	2,461.55
1+880.00	-13.92	2,152,156.41	368,677.51	2,462.19
1+880.00	-10.94	2,152,158.61	368,679.50	2,462.91
1+880.00	-10.70	2,152,158.80	368,679.67	2,463.01
1+880.00	-5.68	2,152,162.52	368,683.03	2,464.66
1+880.00	-5.01	2,152,163.02	368,683.48	2,464.68
1+880.00	-4.82	2,152,163.17	368,683.60	2,464.70
1+880.00	-3.67	2,152,164.02	368,684.37	2,464.74

1+880.00	-3.38	2,152,164.24	368,684.57	2,464.74
1+880.00	-1.99	2,152,165.26	368,685.50	2,464.70
1+880.00	-1.56	2,152,165.59	368,685.79	2,464.70
1+880.00	-0.91	2,152,166.07	368,686.22	2,464.53
1+880.00	-0.59	2,152,166.30	368,686.43	2,464.53
1+880.00	0.00	2,152,166.74	368,686.83	2,464.79
1+880.00	0.34	2,152,166.99	368,687.06	2,464.94
1+880.00	0.41	2,152,167.04	368,687.10	2,465.02
1+880.00	15.81	2,152,178.49	368,697.42	2,465.56
1+880.00	18.92	2,152,180.80	368,699.50	2,465.72
1+880.00	19.53	2,152,181.25	368,699.90	2,465.71
1+880.00	20.00	2,152,181.60	368,700.22	2,465.72
1+920.00	-15.20	2,152,182.23	368,646.94	2,459.20
1+920.00	-14.02	2,152,183.11	368,647.73	2,459.41
1+920.00	-11.88	2,152,184.70	368,649.17	2,459.89
1+920.00	-7.27	2,152,188.13	368,652.25	2,461.17
1+920.00	-5.15	2,152,189.69	368,653.67	2,461.75
1+920.00	-4.66	2,152,190.06	368,653.99	2,461.72
1+920.00	-4.52	2,152,190.16	368,654.09	2,461.72
1+920.00	-3.26	2,152,191.10	368,654.93	2,461.70
1+920.00	-3.01	2,152,191.29	368,655.10	2,461.70
1+920.00	-1.66	2,152,192.29	368,656.01	2,461.70
1+920.00	-1.31	2,152,192.55	368,656.24	2,461.69
1+920.00	-0.73	2,152,192.98	368,656.63	2,461.42
1+920.00	-0.52	2,152,193.13	368,656.77	2,461.41
1+920.00	0.00	2,152,193.52	368,657.12	2,461.66
1+920.00	0.32	2,152,193.76	368,657.33	2,461.82
1+920.00	0.40	2,152,193.82	368,657.39	2,461.92
1+920.00	15.06	2,152,204.71	368,667.20	2,462.19
1+920.00	17.78	2,152,206.73	368,669.02	2,462.22
1+920.00	20.00	2,152,208.38	368,670.51	2,462.20
1+960.00	-11.06	2,152,216.90	368,620.25	2,457.41
1+960.00	-7.98	2,152,218.45	368,622.91	2,458.34
1+960.00	-7.80	2,152,218.54	368,623.06	2,458.57
1+960.00	-6.77	2,152,219.06	368,623.95	2,458.57
1+960.00	-6.01	2,152,219.44	368,624.61	2,458.68
1+960.00	-5.52	2,152,219.69	368,625.03	2,458.65
1+960.00	-4.16	2,152,220.38	368,626.21	2,458.64
1+960.00	-3.72	2,152,220.59	368,626.59	2,458.59
1+960.00	-2.40	2,152,221.26	368,627.73	2,458.52
1+960.00	-2.03	2,152,221.45	368,628.05	2,458.51

1+960.00	-1.33	2,152,221.80	368,628.66	2,458.54
1+960.00	0.00	2,152,222.47	368,629.80	2,458.68
1+960.00	3.30	2,152,224.13	368,632.66	2,459.04
1+960.00	5.02	2,152,225.00	368,634.15	2,459.23
1+960.00	6.71	2,152,225.85	368,635.61	2,459.23
1+960.00	10.25	2,152,227.62	368,638.66	2,459.28
1+960.00	20.00	2,152,232.53	368,647.09	2,459.46
2+000.00	-17.32	2,152,257.24	368,601.53	2,453.99
2+000.00	-2.75	2,152,260.06	368,615.82	2,455.70
2+000.00	0.00	2,152,260.59	368,618.52	2,455.93
2+000.00	1.29	2,152,260.84	368,619.79	2,456.03
2+000.00	2.41	2,152,261.06	368,620.88	2,455.75
2+000.00	2.68	2,152,261.11	368,621.15	2,455.74
2+000.00	4.30	2,152,261.43	368,622.74	2,455.72
2+000.00	4.59	2,152,261.48	368,623.02	2,455.72
2+000.00	4.92	2,152,261.55	368,623.34	2,455.71
2+000.00	6.11	2,152,261.78	368,624.52	2,455.68
2+000.00	7.43	2,152,262.03	368,625.81	2,455.57
2+000.00	7.77	2,152,262.10	368,626.14	2,455.56
2+000.00	8.06	2,152,262.16	368,626.43	2,455.71
2+000.00	10.63	2,152,262.65	368,628.95	2,456.53
2+000.00	20.00	2,152,264.47	368,638.14	2,456.98
2+040.00	-19.29	2,152,296.10	368,591.85	2,449.92
2+040.00	-15.95	2,152,296.75	368,595.13	2,450.40
2+040.00	-2.70	2,152,299.32	368,608.13	2,451.97
2+040.00	0.00	2,152,299.84	368,610.77	2,452.33
2+040.00	0.56	2,152,299.95	368,611.33	2,452.40
2+040.00	1.43	2,152,300.11	368,612.18	2,452.10
2+040.00	1.56	2,152,300.14	368,612.30	2,452.06
2+040.00	1.74	2,152,300.17	368,612.48	2,452.07
2+040.00	3.61	2,152,300.54	368,614.31	2,452.18
2+040.00	3.84	2,152,300.58	368,614.54	2,452.17
2+040.00	5.10	2,152,300.82	368,615.77	2,452.15
2+040.00	5.40	2,152,300.88	368,616.08	2,452.20
2+040.00	6.59	2,152,301.11	368,617.24	2,452.28
2+040.00	9.52	2,152,301.68	368,620.12	2,452.05
2+040.00	18.55	2,152,303.43	368,628.98	2,451.14
2+040.00	20.00	2,152,303.71	368,630.40	2,450.87
2+080.00	-20.00	2,152,335.21	368,583.41	2,449.09
2+080.00	-17.17	2,152,335.75	368,586.18	2,449.58

2+080.00	-14.48	2,152,336.28	368,588.82	2,449.39
2+080.00	-12.27	2,152,336.71	368,591.00	2,449.71
2+080.00	-6.90	2,152,337.74	368,596.26	2,450.06
2+080.00	-5.22	2,152,338.07	368,597.91	2,450.35
2+080.00	-4.19	2,152,338.27	368,598.92	2,450.15
2+080.00	-4.03	2,152,338.30	368,599.07	2,450.14
2+080.00	-3.81	2,152,338.34	368,599.29	2,450.14
2+080.00	-2.50	2,152,338.60	368,600.58	2,450.15
2+080.00	-1.07	2,152,338.87	368,601.98	2,450.12
2+080.00	-0.89	2,152,338.91	368,602.15	2,450.12
2+080.00	0.00	2,152,339.08	368,603.03	2,449.91
2+080.00	1.63	2,152,339.40	368,604.63	2,449.51
2+080.00	1.66	2,152,339.40	368,604.66	2,449.51
2+080.00	1.72	2,152,339.41	368,604.71	2,449.49
2+080.00	9.06	2,152,340.83	368,611.92	2,448.79
2+080.00	10.15	2,152,341.05	368,612.99	2,448.65
2+080.00	20.00	2,152,342.95	368,622.65	2,447.11
2+100.00	-20.00	2,152,354.83	368,579.53	2,448.55
2+120.00	-20.00	2,152,377.15	368,576.27	2,447.57
2+120.00	-14.80	2,152,377.49	368,581.46	2,447.75
2+120.00	-13.09	2,152,377.60	368,583.16	2,447.84
2+120.00	-1.18	2,152,378.39	368,595.04	2,448.53
2+120.00	-0.76	2,152,378.42	368,595.47	2,448.25
2+120.00	-0.71	2,152,378.42	368,595.51	2,448.22
2+120.00	-0.65	2,152,378.42	368,595.58	2,448.22
2+120.00	-0.20	2,152,378.45	368,596.02	2,448.23
2+120.00	0.00	2,152,378.47	368,596.22	2,448.24
2+120.00	1.38	2,152,378.56	368,597.59	2,448.28
2+120.00	1.53	2,152,378.57	368,597.75	2,448.28
2+120.00	3.16	2,152,378.68	368,599.38	2,448.30
2+120.00	3.32	2,152,378.69	368,599.53	2,448.30
2+120.00	3.43	2,152,378.69	368,599.65	2,448.30
2+120.00	13.44	2,152,379.35	368,609.64	2,447.64
2+120.00	15.83	2,152,379.51	368,612.02	2,447.35
2+120.00	17.09	2,152,379.60	368,613.28	2,447.26
2+120.00	20.00	2,152,379.79	368,616.18	2,446.88
2+160.00	-20.00	2,152,417.72	368,574.75	2,445.82
2+160.00	-3.84	2,152,418.30	368,590.90	2,446.91
2+160.00	-3.15	2,152,418.33	368,591.59	2,446.93
2+160.00	-2.55	2,152,418.35	368,592.19	2,446.77
2+160.00	-2.45	2,152,418.35	368,592.29	2,446.73

2+160.00	-2.39	2,152,418.35	368,592.34	2,446.73
2+160.00	-1.93	2,152,418.37	368,592.80	2,446.70
2+160.00	-0.18	2,152,418.43	368,594.55	2,446.74
2+160.00	-0.08	2,152,418.44	368,594.65	2,446.74
2+160.00	0.00	2,152,418.44	368,594.73	2,446.74
2+160.00	0.01	2,152,418.44	368,594.74	2,446.75
2+160.00	1.45	2,152,418.49	368,596.18	2,446.75
2+160.00	1.58	2,152,418.50	368,596.31	2,446.74
2+160.00	2.64	2,152,418.53	368,597.37	2,446.72
2+160.00	3.76	2,152,418.57	368,598.49	2,446.71
2+160.00	5.47	2,152,418.64	368,600.20	2,446.57
2+160.00	20.00	2,152,419.16	368,614.72	2,445.71
2+200.00	-20.00	2,152,457.69	368,573.31	2,443.74
2+200.00	-2.74	2,152,458.31	368,590.56	2,444.45
2+200.00	-1.68	2,152,458.35	368,591.62	2,444.49
2+200.00	-1.38	2,152,458.36	368,591.92	2,444.50
2+200.00	0.00	2,152,458.41	368,593.30	2,444.51
2+200.00	0.81	2,152,458.44	368,594.10	2,444.52
2+200.00	0.88	2,152,458.44	368,594.17	2,444.52
2+200.00	0.94	2,152,458.45	368,594.24	2,444.53
2+200.00	2.40	2,152,458.50	368,595.70	2,444.53
2+200.00	2.42	2,152,458.50	368,595.72	2,444.54
2+200.00	3.63	2,152,458.54	368,596.92	2,444.45
2+200.00	4.73	2,152,458.58	368,598.03	2,444.29
2+200.00	4.78	2,152,458.58	368,598.07	2,444.31
2+200.00	6.20	2,152,458.64	368,599.49	2,444.31
2+200.00	20.00	2,152,459.13	368,613.28	2,444.28
2+240.00	-20.00	2,152,489.35	368,568.66	2,441.80
2+240.00	-10.24	2,152,493.36	368,577.57	2,442.18
2+240.00	-2.29	2,152,496.62	368,584.81	2,442.40
2+240.00	-2.25	2,152,496.64	368,584.85	2,442.40
2+240.00	-1.94	2,152,496.77	368,585.14	2,442.38
2+240.00	-0.97	2,152,497.16	368,586.01	2,442.39
2+240.00	-0.06	2,152,497.54	368,586.85	2,442.42
2+240.00	0.00	2,152,497.56	368,586.90	2,442.42
2+240.00	0.91	2,152,497.93	368,587.73	2,442.45
2+240.00	2.16	2,152,498.45	368,588.87	2,442.52
2+240.00	2.57	2,152,498.62	368,589.24	2,442.61
2+240.00	2.93	2,152,498.76	368,589.57	2,442.69
2+240.00	3.56	2,152,499.02	368,590.15	2,442.90
2+240.00	4.02	2,152,499.21	368,590.56	2,443.13

2+240.00	15.54	2,152,503.94	368,601.07	2,443.37
2+240.00	20.00	2,152,505.77	368,605.14	2,443.41
2+280.00	-20.00	2,152,511.36	368,549.13	2,439.96
2+280.00	-16.72	2,152,513.99	368,551.08	2,440.06
2+280.00	0.00	2,152,527.41	368,561.06	2,440.65
2+280.00	0.41	2,152,527.74	368,561.31	2,440.66
2+280.00	0.50	2,152,527.81	368,561.36	2,440.67
2+280.00	1.71	2,152,528.78	368,562.09	2,440.73
2+280.00	1.92	2,152,528.94	368,562.21	2,440.73
2+280.00	3.48	2,152,530.20	368,563.14	2,440.80
2+280.00	3.86	2,152,530.50	368,563.36	2,440.81
2+280.00	4.74	2,152,531.21	368,563.89	2,440.87
2+280.00	4.95	2,152,531.37	368,564.01	2,440.87
2+280.00	6.31	2,152,532.47	368,564.83	2,441.06
2+280.00	6.37	2,152,532.52	368,564.87	2,441.10
2+280.00	8.08	2,152,533.89	368,565.88	2,441.11
2+280.00	19.12	2,152,542.75	368,572.47	2,441.34
2+280.00	20.00	2,152,543.45	368,573.00	2,441.36
2+320.00	-20.00	2,152,535.23	368,517.03	2,438.34
2+320.00	-17.78	2,152,537.02	368,518.36	2,438.43
2+320.00	-4.45	2,152,547.71	368,526.31	2,439.03
2+320.00	-3.97	2,152,548.09	368,526.60	2,439.13
2+320.00	-3.84	2,152,548.20	368,526.67	2,439.12
2+320.00	-3.50	2,152,548.47	368,526.88	2,439.12
2+320.00	-2.23	2,152,549.49	368,527.64	2,439.18
2+320.00	-0.40	2,152,550.96	368,528.73	2,439.29
2+320.00	-0.14	2,152,551.16	368,528.88	2,439.30
2+320.00	0.00	2,152,551.28	368,528.97	2,439.31
2+320.00	0.94	2,152,552.03	368,529.53	2,439.39
2+320.00	0.98	2,152,552.07	368,529.55	2,439.39
2+320.00	1.02	2,152,552.10	368,529.58	2,439.43
2+320.00	1.60	2,152,552.56	368,529.92	2,439.74
2+320.00	1.98	2,152,552.86	368,530.15	2,439.74
2+320.00	5.62	2,152,555.79	368,532.32	2,439.80
2+320.00	20.00	2,152,567.33	368,540.90	2,440.04
2+360.00	-20.00	2,152,559.10	368,484.94	2,436.09
2+360.00	-9.18	2,152,567.78	368,491.39	2,436.42
2+360.00	-3.64	2,152,572.23	368,494.70	2,436.60
2+360.00	-3.58	2,152,572.28	368,494.74	2,436.60
2+360.00	-1.80	2,152,573.71	368,495.80	2,436.64

2+360.00	-1.74	2,152,573.75	368,495.83	2,436.63
2+360.00	-0.58	2,152,574.68	368,496.52	2,436.76
2+360.00	0.00	2,152,575.15	368,496.87	2,436.94
2+360.00	0.63	2,152,575.66	368,497.25	2,437.14
2+360.00	0.66	2,152,575.68	368,497.27	2,437.15
2+360.00	4.60	2,152,578.84	368,499.62	2,437.10
2+360.00	20.00	2,152,591.20	368,508.81	2,436.82
2+400.00	-20.00	2,152,582.98	368,452.84	2,433.54
2+400.00	-7.67	2,152,592.87	368,460.20	2,433.60
2+400.00	-2.18	2,152,597.27	368,463.48	2,433.61
2+400.00	-1.68	2,152,597.68	368,463.78	2,433.49
2+400.00	-1.52	2,152,597.80	368,463.87	2,433.44
2+400.00	-1.14	2,152,598.11	368,464.10	2,433.54
2+400.00	-0.93	2,152,598.28	368,464.22	2,433.55
2+400.00	-0.47	2,152,598.65	368,464.50	2,433.57
2+400.00	0.00	2,152,599.02	368,464.78	2,433.60
2+400.00	0.71	2,152,599.60	368,465.20	2,433.64
2+400.00	1.85	2,152,600.51	368,465.88	2,433.67
2+400.00	2.45	2,152,600.99	368,466.24	2,433.71
2+400.00	2.72	2,152,601.21	368,466.40	2,433.71
2+400.00	3.33	2,152,601.70	368,466.76	2,433.83
2+400.00	10.54	2,152,607.49	368,471.07	2,433.41
2+400.00	13.21	2,152,609.62	368,472.66	2,433.25
2+400.00	16.32	2,152,612.11	368,474.51	2,433.17
2+400.00	19.53	2,152,614.70	368,476.43	2,433.01
2+400.00	20.00	2,152,615.07	368,476.71	2,433.00
2+440.00	-20.00	2,152,612.25	368,418.73	2,430.02
2+440.00	-3.11	2,152,622.81	368,431.90	2,430.37
2+440.00	-1.32	2,152,623.93	368,433.30	2,430.40
2+440.00	-0.34	2,152,624.54	368,434.06	2,430.41
2+440.00	-0.22	2,152,624.62	368,434.16	2,430.35
2+440.00	0.00	2,152,624.76	368,434.33	2,430.07
2+440.00	0.23	2,152,624.90	368,434.51	2,429.78
2+440.00	0.95	2,152,625.35	368,435.07	2,429.99
2+440.00	1.02	2,152,625.40	368,435.13	2,430.00
2+440.00	2.19	2,152,626.13	368,436.04	2,430.03
2+440.00	2.32	2,152,626.21	368,436.14	2,430.03
2+440.00	2.48	2,152,626.31	368,436.26	2,430.04
2+440.00	3.98	2,152,627.25	368,437.43	2,430.14
2+440.00	5.21	2,152,628.02	368,438.39	2,430.37
2+440.00	5.30	2,152,628.08	368,438.47	2,430.39

2+440.00	6.38	2,152,628.75	368,439.31	2,430.39
2+440.00	17.11	2,152,635.46	368,447.68	2,430.37
2+440.00	19.26	2,152,636.81	368,449.36	2,430.30
2+440.00	20.00	2,152,637.27	368,449.93	2,430.28
2+460.00	-20.00	2,152,628.10	368,406.24	2,428.39
2+480.00	-20.00	2,152,643.82	368,393.87	2,426.77
2+480.00	-18.77	2,152,644.58	368,394.84	2,426.80
2+480.00	-11.53	2,152,649.06	368,400.53	2,426.93
2+480.00	-8.54	2,152,650.91	368,402.88	2,426.93
2+480.00	-4.80	2,152,653.22	368,405.82	2,426.46
2+480.00	-4.24	2,152,653.57	368,406.26	2,426.46
2+480.00	-3.94	2,152,653.75	368,406.49	2,426.44
2+480.00	-3.80	2,152,653.84	368,406.60	2,426.44
2+480.00	-2.53	2,152,654.63	368,407.60	2,426.58
2+480.00	-2.39	2,152,654.71	368,407.71	2,426.58
2+480.00	-0.87	2,152,655.65	368,408.90	2,426.65
2+480.00	-0.53	2,152,655.86	368,409.17	2,426.73
2+480.00	0.00	2,152,656.19	368,409.59	2,426.96
2+480.00	0.81	2,152,656.69	368,410.22	2,427.31
2+480.00	1.48	2,152,657.10	368,410.75	2,427.35
2+480.00	1.65	2,152,657.21	368,410.89	2,427.34
2+480.00	8.46	2,152,661.43	368,416.24	2,427.44
2+480.00	17.17	2,152,666.81	368,423.08	2,427.39
2+480.00	20.00	2,152,668.56	368,425.31	2,427.22
2+520.00	-20.00	2,152,672.35	368,370.55	2,423.86
2+520.00	-9.03	2,152,680.40	368,378.02	2,423.86
2+520.00	-3.58	2,152,684.39	368,381.72	2,423.94
2+520.00	-3.19	2,152,684.68	368,381.99	2,423.81
2+520.00	-2.46	2,152,685.21	368,382.48	2,423.84
2+520.00	-0.73	2,152,686.48	368,383.66	2,423.83
2+520.00	0.00	2,152,687.01	368,384.16	2,423.79
2+520.00	0.20	2,152,687.16	368,384.29	2,423.78
2+520.00	0.71	2,152,687.53	368,384.64	2,423.75
2+520.00	0.98	2,152,687.73	368,384.82	2,423.69
2+520.00	1.72	2,152,688.28	368,385.33	2,423.55
2+520.00	9.61	2,152,694.06	368,390.69	2,423.32
2+520.00	20.00	2,152,701.67	368,397.76	2,423.09
2+560.00	-20.00	2,152,697.68	368,340.76	2,421.51
2+560.00	-19.31	2,152,698.20	368,341.21	2,421.51
2+560.00	-4.07	2,152,709.83	368,351.06	2,421.57

2+560.00	-2.59	2,152,710.95	368,352.01	2,421.37
2+560.00	-2.25	2,152,711.22	368,352.24	2,421.03
2+560.00	-1.71	2,152,711.63	368,352.59	2,421.09
2+560.00	-0.99	2,152,712.18	368,353.05	2,421.13
2+560.00	0.00	2,152,712.93	368,353.69	2,421.20
2+560.00	0.10	2,152,713.01	368,353.75	2,421.21
2+560.00	0.73	2,152,713.49	368,354.17	2,421.24
2+560.00	1.66	2,152,714.20	368,354.77	2,421.26
2+560.00	2.79	2,152,715.06	368,355.50	2,421.11
2+560.00	3.38	2,152,715.51	368,355.88	2,421.11
2+560.00	7.90	2,152,718.96	368,358.80	2,420.95
2+560.00	17.25	2,152,726.09	368,364.85	2,420.64
2+560.00	20.00	2,152,728.19	368,366.62	2,420.54
2+600.00	-20.00	2,152,723.54	368,310.25	2,418.93
2+600.00	-14.24	2,152,727.94	368,313.97	2,418.85
2+600.00	-4.72	2,152,735.20	368,320.13	2,418.79
2+600.00	-4.39	2,152,735.45	368,320.34	2,418.73
2+600.00	-3.15	2,152,736.39	368,321.14	2,418.63
2+600.00	-2.38	2,152,736.98	368,321.64	2,418.63
2+600.00	-1.13	2,152,737.94	368,322.45	2,418.59
2+600.00	0.00	2,152,738.80	368,323.18	2,418.65
2+600.00	0.15	2,152,738.91	368,323.28	2,418.65
2+600.00	0.81	2,152,739.41	368,323.70	2,418.68
2+600.00	1.42	2,152,739.88	368,324.09	2,418.78
2+600.00	2.83	2,152,740.95	368,325.01	2,418.64
2+600.00	3.90	2,152,741.77	368,325.70	2,418.31
2+600.00	5.31	2,152,742.85	368,326.61	2,418.33
2+600.00	7.76	2,152,744.72	368,328.20	2,418.21
2+600.00	15.31	2,152,750.48	368,333.08	2,418.30
2+600.00	15.66	2,152,750.74	368,333.31	2,418.29
2+600.00	15.69	2,152,750.76	368,333.32	2,418.29
2+600.00	15.75	2,152,750.81	368,333.36	2,418.29
2+640.00	-17.78	2,152,766.82	368,287.55	2,416.25
2+640.00	-16.32	2,152,767.35	368,288.91	2,416.35
2+640.00	-16.25	2,152,767.38	368,288.98	2,416.34
2+640.00	-16.11	2,152,767.43	368,289.11	2,416.37
2+640.00	-13.62	2,152,768.33	368,291.42	2,416.60
2+640.00	-12.94	2,152,768.58	368,292.05	2,416.60
2+640.00	-12.57	2,152,768.72	368,292.40	2,416.60
2+640.00	-10.72	2,152,769.40	368,294.13	2,416.40
2+640.00	-10.33	2,152,769.54	368,294.49	2,416.39

2+640.00	-9.69	2,152,769.77	368,295.08	2,416.43
2+640.00	-8.64	2,152,770.15	368,296.06	2,416.45
2+640.00	-7.76	2,152,770.48	368,296.88	2,416.59
2+640.00	-6.86	2,152,770.81	368,297.72	2,416.66
2+640.00	-6.50	2,152,770.94	368,298.06	2,416.71
2+640.00	-5.89	2,152,771.16	368,298.62	2,416.62
2+640.00	-3.30	2,152,772.10	368,301.03	2,416.28
2+640.00	-1.82	2,152,772.65	368,302.41	2,416.53
2+640.00	0.00	2,152,773.31	368,304.10	2,416.51
2+640.00	7.28	2,152,775.97	368,310.88	2,416.42
2+640.00	7.74	2,152,776.13	368,311.31	2,416.30
2+640.00	11.48	2,152,777.50	368,314.80	2,416.38
2+640.00	19.76	2,152,780.52	368,322.50	2,416.43
2+640.00	20.00	2,152,780.61	368,322.72	2,416.44
2+680.00	-8.65	2,152,801.02	368,276.83	2,414.42
2+680.00	-6.95	2,152,802.16	368,278.09	2,414.40
2+680.00	-6.59	2,152,802.40	368,278.36	2,414.39
2+680.00	-5.50	2,152,803.13	368,279.16	2,414.37
2+680.00	-5.30	2,152,803.27	368,279.31	2,414.38
2+680.00	-4.71	2,152,803.67	368,279.75	2,414.16
2+680.00	-4.66	2,152,803.70	368,279.78	2,414.17
2+680.00	-4.54	2,152,803.78	368,279.87	2,414.10
2+680.00	-4.39	2,152,803.88	368,279.98	2,414.07
2+680.00	-2.09	2,152,805.43	368,281.69	2,414.10
2+680.00	-1.42	2,152,805.88	368,282.18	2,414.10
2+680.00	0.00	2,152,806.84	368,283.23	2,414.10
2+680.00	1.20	2,152,807.65	368,284.12	2,414.10
2+680.00	1.24	2,152,807.67	368,284.15	2,414.10
2+680.00	2.14	2,152,808.28	368,284.82	2,414.06
2+680.00	2.17	2,152,808.30	368,284.84	2,414.05
2+680.00	2.82	2,152,808.73	368,285.32	2,413.81
2+680.00	3.37	2,152,809.10	368,285.73	2,413.80
2+680.00	20.00	2,152,820.29	368,298.03	2,413.63
2+720.00	-20.00	2,152,822.98	368,241.53	2,412.21
2+720.00	-13.88	2,152,827.10	368,246.06	2,412.25
2+720.00	-5.29	2,152,832.88	368,252.42	2,412.29
2+720.00	-4.93	2,152,833.12	368,252.68	2,412.17
2+720.00	-4.66	2,152,833.30	368,252.88	2,411.98
2+720.00	-2.90	2,152,834.49	368,254.18	2,412.00
2+720.00	-1.64	2,152,835.33	368,255.12	2,411.99
2+720.00	-0.22	2,152,836.29	368,256.17	2,411.93

2+720.00	0.00	2,152,836.44	368,256.33	2,411.92
2+720.00	0.77	2,152,836.95	368,256.90	2,411.90
2+720.00	1.71	2,152,837.59	368,257.59	2,411.80
2+720.00	2.55	2,152,838.15	368,258.22	2,411.68
2+720.00	14.85	2,152,846.43	368,267.32	2,411.50
2+720.00	20.00	2,152,849.89	368,271.13	2,411.42
2+740.00	-20.00	2,152,837.78	368,228.08	2,411.77
2+740.00	-19.84	2,152,837.89	368,228.20	2,411.77
2+740.00	-5.89	2,152,847.28	368,238.52	2,411.81
2+740.00	-5.79	2,152,847.35	368,238.60	2,411.78
2+740.00	-5.08	2,152,847.82	368,239.12	2,411.55
2+740.00	-4.71	2,152,848.07	368,239.39	2,411.54
2+740.00	-2.27	2,152,849.71	368,241.20	2,411.51
2+740.00	-1.94	2,152,849.93	368,241.44	2,411.50
2+740.00	-0.01	2,152,851.23	368,242.87	2,411.45
2+740.00	0.00	2,152,851.24	368,242.88	2,411.45
2+740.00	1.83	2,152,852.47	368,244.23	2,411.25
2+740.00	2.15	2,152,852.68	368,244.47	2,411.21
2+740.00	5.05	2,152,854.63	368,246.61	2,411.15

Dentro de este análisis, se interpreta que el camino actualmente se encuentra en malas condiciones para que se llegue a tener un tránsito de vehículos adecuado, con la fluidez necesaria. En distintos puntos del tramo, existen secciones en las cuales se tienen socavaciones demasiado grandes, debidas a los escurrimientos de agua provocados en temporada de lluvias.

También se observa, que la inclinación del terreno (pendiente), en algunas áreas es muy grande, por lo que en ocasiones es intransitable para personas que cuentan con vehículos comunes, ya que son necesarios los de doble tracción para una buena circulación.

Todo lo mencionado anteriormente, se tomó en cuenta para realizar el proyecto geométrico, mostrado en los planos ubicados en los anexos y de los cuales se puede explicar lo siguiente:

Se muestran el camino que existe actualmente en líneas punteadas y el proyectado con líneas continuas, y se distingue principalmente que algunas de las curvas que existían se redujeron, esto quiere decir que se diseñó un camino en el cual existieran la menor cantidad de curvas y las que existen, que tuvieran el menor grado de curvatura posible.

Se respetaron las propiedades existentes a los alrededores del camino para que los dueños no tuvieran la necesidad de desalojar sus construcciones.

Donde se encuentra ubicado el puente, se vio la necesidad de mover la trayectoria del camino existente, esto para evitar que se tenga una entrada al puente en curva.

Se redujo la pendiente existente, donde se muestran los cortes y terraplenes en donde fuera necesario, esto se puede observar más claramente en los planos de las secciones del proyecto.

Con esta información obtenida se procede al planteamiento de las conclusiones a las que se llegó finalmente.

CONCLUSIONES.

Con el análisis de los resultados del proyecto y su interpretación, se puede concluir que se han cumplido satisfactoriamente los objetivos planteados desde un principio. Teniéndose como objetivo principal: diseñar el proyecto geométrico de la carretera “El Capulín” del tramo km 0+000 al km 2+740, en el municipio de Zitácuaro, Michoacán.

Para realizar este proyecto se utilizaron programas computacionales para una mayor exactitud, principalmente dos, que es Autocad y Civil Cad, y con esto se pudo dar solución a la pregunta de investigación que se planteó, que fue: ¿Cuál es el diseño de proyecto geométrico necesario para la carretera “El Capulín”, del tramo km 0+000 al km 2+740 en el municipio de Zitácuaro, Michoacán?, dándose como respuesta los datos obtenidos en el análisis de resultados y los planos ubicados en los anexos.

La principal finalidad que tiene este proyecto es el beneficio de las personas que viven a los alrededores del camino, ya que mejoran la manera en la cual se transportan, y con esto tienen una mayor seguridad.

Algunas curvas se tuvieron que modificar, debido a que tenían un gran grado de curvatura, por lo que fue necesario hacer las correcciones necesarias, cumpliendo con las normas requeridas y los datos de proyecto que fueron definidos, tomando en cuenta el tipo de camino que se tiene, velocidad de proyecto, entre otras cuestiones.

Con todo esto se concluye que la alternativa de proyecto geométrico presentada cumple satisfactoriamente con los requerimientos necesarios y es factible para llevarse a cabo.

BIBLIOGRAFÍA.

Crespo Villalaz, Carlos. (2005)

Vías de comunicación.

Ed. Limusa, México.

Cuara Isidro, Jesús Alberto. (2008)

Propuesta de diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro – Antiguo Pueblo de San Juan Nuevo, del tramo 5+000 a Km 11+000 del municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán.

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

Hernández Báez, Dorian Vladimir. (2008)

Alternativa de proyecto geométrico en la denominada “Curva del diablo” carretera Carapan – Playa Azul, tramo Carapan – Uruapan Km 65+000 al 66+160.

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

Mier Suárez, José Alfonso. (1987)

Introducción a la ingeniería de caminos.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Olivera Bustamante, Fernando. (2006)

Estructuración de vías terrestres.

Compañía Editorial Continental, México.

Puga Magaña, Juan Ricardo. (2008)

Alternativa de proyecto geométrico para el entronque “Caracha” Km 92+739 del camino directo Pátzcuaro – Uruapan.

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

S. Merrit, Frederick y colaboradores. (2008)

Manual del Ingeniero Civil, Tomo II.

Ed. McGraw-Hill, 3ra edición en español

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la investigación científica.

Ed. Limusa, México.

Wright, Paul H. (1993)

Ingeniería de carreteras.

Ed. Limusa, México.

Otras fuentes de información:

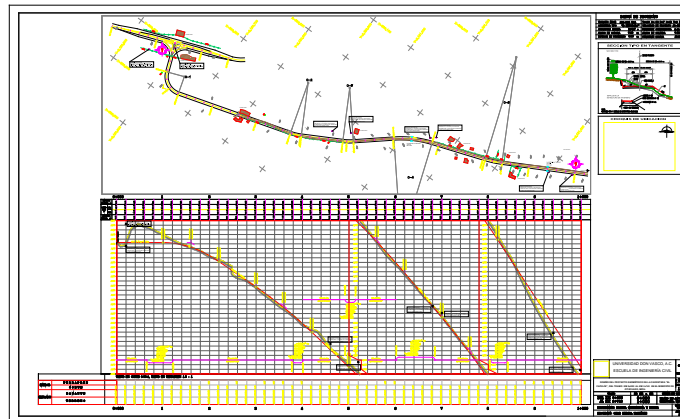
www.manualespdf.com

www.mizitacuaro.com

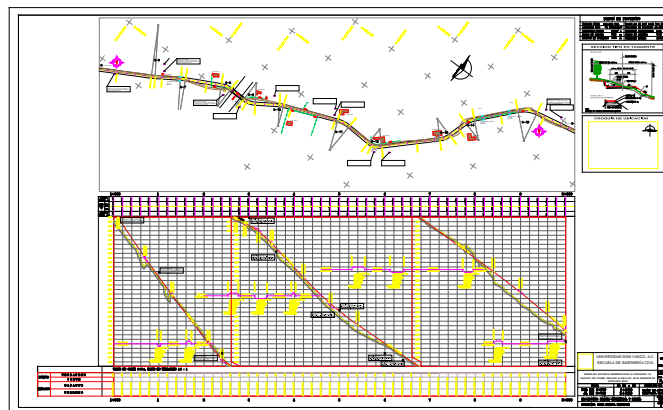
www.wikipedia.com

ANEXOS

ANEXO 1: Planta geométrica y perfil (1/3).



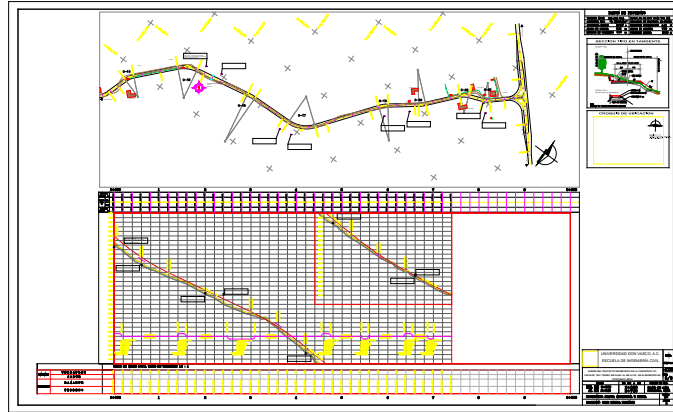
ANEXO 2: Planta geométrica y perfil (2/3).



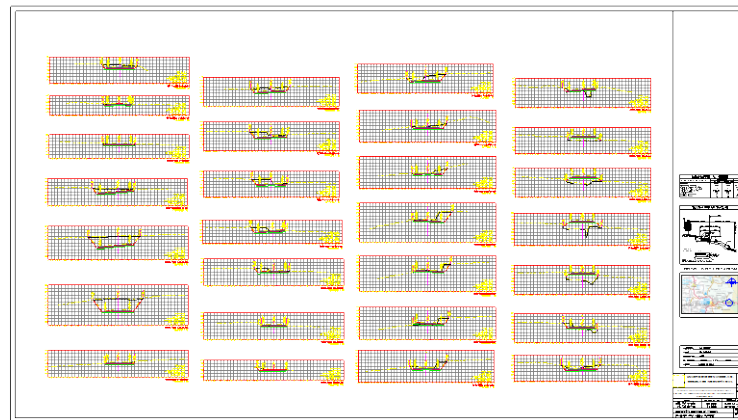
05000+ 05000+

05000+

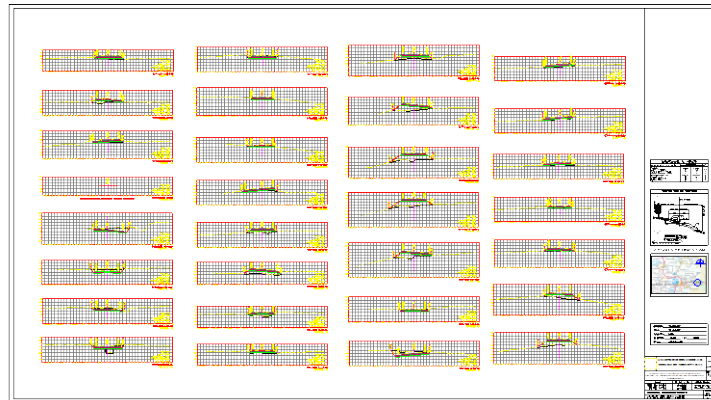
ANEXO 3: Planta geométrica y perfil (3/3).



ANEXO 4: Secciones de proyecto (1/3).



ANEXO 5: Secciones de proyecto (2/3).



ANEXO 6: Secciones de proyecto (3/3).

