

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

DISEÑO DEL PROYECTO GEOMÉTRICO DEL TRAMO “EL SABINO – TARETAN”, KM 2+000 AL 4+000 DE LA ANTIGUA CARRETERA URUAPAN - TARETAN.

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Victor Manuel Victoria Alejandre.

Asesor: Ing. Guillermo Navarrete Calderón.

Uruapan, Michoacán, a 13 de marzo del 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quisiera agradecer a Dios, por dejarme llegar hasta esta etapa en mi vida, por haberme dado salud y fuerzas para concluir con gran satisfacción una de mis principales metas. También le agradezco infinitamente por haberme brindado la familia que tengo y por haberme ayudado a no dejarme caer en los momentos difíciles.

Agradezco de manera especial a mi padre y a mi madre, porque fueron parte importante de esta etapa, por siempre haberme apoyado en cada decisión en el transcurso de mi camino, por el amor inmenso que día a día me demostraron y lo siguen haciendo, por ayudarme en los momentos difíciles a levantarme y seguir adelante, y por hacer de mí, la persona que ahora soy.

Al igual quiero agradecer a mis hermanas que siempre estuvieron a mi lado a lo largo de esta etapa, que en ocasiones me ayudaron y se preocuparon por el éxito y logro de mi carrera.

Agradezco a todos mis maestros, asesores y directores, los cuales me fueron guiando poco a poco hacia el éxito de mi carrera, dejándome cada uno un poco de sus enseñanzas, experiencias, sabidurías, etc., las cuales me ayudaron para lograr satisfactoriamente y cumplir con mi profesión.

Y finalmente agradezco a mis amigos, compañeros, los cuales fueron conmigo de la mano, compartiendo aventuras, experiencias, vivencias y alegrías que se presentaron en el transcurso de este camino.

ÍNDICE.

Introducción.

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

Capítulo 1.- Vías terrestres.

1.1. Concepto de vías terrestres.	7
1.2. Antecedentes de caminos.	8
1.3. Las vías terrestres en México.	9
1.4. Red mexicana de caminos.	10
1.5. Clasificación de las carreteras.	12
1.5.1. Clasificación por su transitabilidad.	12
1.5.2. Clasificación administrativa.	12
1.5.3. Clasificación técnica oficial.	13
1.6. Infraestructura.	14

1.7.	Tipo de caminos de acuerdo con su utilidad socioeconómica.	15
1.7.1.	Caminos de integración nacional.	15
1.7.2.	Caminos de tipo social.	16
1.7.3.	Caminos para el desarrollo.	17
1.7.4.	Caminos entre zonas desarrolladas.	17
1.7.5.	Clasificación de los caminos de acuerdo a sus características	18
1.8.	Volumen de tránsito.	19
1.8.1.	Conteos de tránsito.	20
1.8.2.	Densidad de tránsito.	23
1.8.3.	Tipo de tránsito.	24
1.9.	Estudios de origen y destino.	24
1.10.	Velocidad.	25
1.11.	Derecho de vía.	28
1.12.	Factores que reducen la capacidad de la carretera.	29

Capítulo 2.- Proyecto Geométrico.

2.1.	Selección de ruta.	32
2.2.	Anteproyecto.	34
2.3.	Alineamiento vertical.	35
2.4.	Alineamiento horizontal.	37
2.5.	Sección transversal de una obra vial.	38
2.6.	Drenaje de los caminos.	40
2.7.	Drenaje superficial.	42

2.7.1. Cunetas.	43
2.7.2. Contra-cunetas.	46
2.7.3. Bombeo del camino.	47
2.7.4. Lavaderos o vertederos.	48
2.8. Obras de cruce: Alcantarillas	48
2.8.1. Tipo de alcantarillas.	50
2.8.2. Otras obras de cruce.	53
2.9. Señalamientos.	56

Capítulo 3.- Resumen de macro y microlocalización.

3.1. Generalidades..	61
3.1.1. Objetivo.	62
3.2. Resumen ejecutivo.	62
3.3. Entorno geográfico.	64
3.3.1. Geología Regional y de la Zona en Estudio.	67
3.3.2. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio.	67
3.3.3. Uso de Suelo Regional y de la Zona de Estudio.	69
3.4. Informe fotográfico.	70
3.4.1. Problemas de curvas.	70
3.4.2. Transitabilidad en el lugar.	71

Capítulo 4.- Metodología.

4.1. Método empleado.	72
4.1.1. Método matemático.	74
4.2. Enfoque en la investigación.	75
4.2.1. Alcance.	76
4.3. Diseño de la investigación.	77
4.4. Instrumentos de recopilación.	77
4.5. Descripción del proceso de investigación.	78

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

5.1. Especificaciones para el diseño del proyecto geométrico.	80
5.2. Libreta de secciones de terreno natural.	81
5.3. Cálculo de curvas horizontales.	91
5.4. Secciones transversales.	93

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

Bibliografía..	103
---------------------------------	-----

Anexos.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Hablar de la historia de las vías terrestres se remonta a cuando, “por necesidad, los primeros caminos fueron vías de tipo peatonal (veredas) que las tribus nómadas formaban al deambular por las regiones en busca de alimentos; posteriormente, cuando esos grupos se volvieron sedentarios, los caminos peatonales tuvieron finalidades religiosas, comerciales y de conquista. En América y en México en particular, hubo este tipo de caminos durante el florecimiento de las civilizaciones maya y azteca.” (Olivera, 2006; 1)

A lo largo de la vida el hombre se ha visto en la necesidad de enfrentarse a retos de desarrollar vías terrestres que son de gran ayuda para la sociedad, proponiéndose a que sean seguras, funcionales y de gran utilidad, por lo cual se ha propuesto a resolver este tipo de problemas por medio del ingenio, diseñando nuevos y mejores caminos para la circulación de vehículos, veredas para personas, facilitar el transporte de mercancías, etc.

Se debe considerar que el proyecto geométrico de una carretera es parte fundamental para su buena funcionalidad y larga duración de vida útil, ya que el proyecto geométrico es una de las partes más importantes de la misma.

Al hacer la revisión de bibliografía relacionada con este tema encontramos:

En la tesis “Alternativa de proyecto geométrico del camino Churumuco 4 caminos, tramo Zicuirán Churumuco km 42+340 al km 45+420, en el estado de Michoacán”, elaborada por Óscar Francisco Martínez (2008), teniendo como objetivos

a) realizar modificaciones geométricas del camino Zicuirán-Churumuco, Mich., b) construir una buena carretera que sirva a los núcleos de población actualmente incomunicados y propicien la incorporación de zonas capaces de aumentar la producción, llegando a la conclusión de que en el presente proyecto se lograron cumplir los objetivos satisfactoriamente y como objetivo tiene como realizar las modificaciones geométricas del camino Zicuirán-Churumuco Mich.

De igual forma, se encontró la tesis relacionada con proyectos geométricos en tramo carretero titulada “Diseño del proyecto geométrico de la carretera EL CAPULÍN, del tramo km 0+000 al km 2+740 en el municipio de Zitácuaro, Mich., elaborada por Omar Medina Martínez (2011), teniendo 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, obteniendo en conclusión que algunas de las curvas tenían un gran grado de curvatura y se tuvieron que modificar viéndose que la alternativa de proyecto geométrico presentada cumple satisfactoriamente con los requerimientos necesarios y es factible para llevarse a cabo.

También se encontró otra tesis titulada “Diseño del proyecto geométrico para el tramo carretero del camino viejo a la hidroeléctrica de la CFE, en Uruapan, Michoacán”, elaborada por Omar Jerzain Vargas Martínez (2012), teniendo el objetivo de: Diseñar el proyecto geométrico para el tramo carretero del camino viejo a la hidroeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad en la ciudad de Uruapan, Michoacán. Se obtuvo como conclusión que la topografía, hidrología y drenaje del terreno son las partes más importantes para el desarrollo del proyecto ya que nos darán la solución más adecuada a nuestro diseño.

Planteamiento del problema.

En el municipio de Taretan perteneciente al estado de Michoacán hay importantes cultivos como lo son: el maíz, la caña de azúcar y la guayaba, que son los que más predominan en este municipio y sus alrededores. El crecimiento económico y social depende principalmente de sus cultivos para los cuales hay que hacer vías terrestres de mejores y mayores accesos, tomando en cuenta la seguridad, para así el transporte de mercancía y el traslado de sus habitantes, sea con mayor rapidez y mayor eficacia.

Se observa que los accesos de transporte a este municipio no son suficientes ni eficientes, presentándose una problemática en lo que es su vía a estudiar en este proyecto tomando en cuenta que hay varios conflictos. Ante este problema se tendrá que definir ¿Cuál será el diseño del proyecto geométrico más adecuado a la solución de este problema?, tomando en cuenta las características topográficas del lugar, el área disponible para su proyección y variables que se presenten a lo largo del estudio.

Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar el proyecto geométrico más conveniente para el tramo El Sabino – Taretan, de la antigua carretera Uruapan – Taretan, tomando en cuenta la seguridad y efectividad de quienes circularán a través de este.

Objetivos específicos.

1. Definir qué es una vía terrestre.
2. Determinar la clasificación de las carreteras.

3. Calcular la velocidad de proyecto idónea para una buena circulación de tránsito.
4. Establecer la importancia del proyecto geométrico.
5. Definir las partes fundamentales de un proyecto geométrico.
6. Diseñar el proyecto geométrico.

Pregunta de investigación.

Con el presente trabajo se pretende responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el diseño de proyecto geométrico idóneo para este tramo?
- ¿Qué es una vía terrestre?
- ¿Cuál es la importancia de las vías terrestres?
- ¿Qué es un proyecto geométrico?
- ¿Qué se estudia en un proyecto geométrico?
- ¿Cómo beneficiará el diseño del proyecto?

Justificación.

El presente trabajo de investigación aportará una propuesta que redundara en rapidez, seguridad y eficacia para el usuario que circule por este tramo dándole mayor confiabilidad. Por consiguiente el proyecto a desarrollar beneficiará a los habitantes de Taretan, Uruapan y sus alrededores al transportarse de un lugar a otro teniendo el tramo como una alternativa de vialidad. Ello les ayudará al traslado de mercancías llevándolas hasta su destino que son los consumidores ocasionando un mayor desarrollo social y económico del municipio de Taretan.

Este tipo de investigación aportará a personas interesadas en vías terrestres tomándola como un apoyo para la realización de trabajos similares en donde se presenten problemáticas de este tipo.

La presente economía de la sociedad se ve obligada a proyectos de esta magnitud, ayudando a que el país crezca económicamente para un mejor estilo de vida.

Marco de referencia.

El proyecto geométrico correspondiente al tramo El Sabino – Taretan se encuentra ubicado en el municipio de Taretan que se localiza al oeste del Estado, en las coordenadas 19°20' de latitud norte y 101°55' de longitud oeste, a una altura de 1,130 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Ziracuaretiro, al este con Santa Clara del Cobre y Ario de Rosales, al sur con Nuevo Urecho y Gabriel Zamora, y al oeste con Uruapan. Su distancia a la capital del Estado es de 158 km por la vía a Uruapan.

La principal actividad agrícola de esta zona es el maíz y la caña de azúcar que hacen grande al municipio de Taretan, haciendo de él un desarrollo mayor en la economía beneficiando al pueblo y al estado de Michoacán.

Respecto a la ganadería representa la segunda actividad más importante del municipio, donde se cría principalmente ganado: bovino, caprino, aves y caballar. Lo cual representan estos dos sectores hasta el 51% de su actividad económica.

Lo que respecta a su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1, 560 milímetros y temperaturas que oscilan entre 14. 4 a 29. 66 ° centígrados.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se abordará el concepto de vías terrestres, antecedentes de caminos, las vías terrestres en México, clasificación de las carreteras, tipo de caminos, infraestructura, los caminos en México, red mexicana de caminos, volumen de tránsito, tipo de tránsito, velocidad, derecho de vía, entre otros.

1.1. Concepto de vías terrestres.

Hablar de vías terrestres son: “Las obras de infraestructura de transporte o vías terrestres, como son por ejemplo: caminos, carreteras autopistas, o autovías férreas, y sus obras de cruce y empalmes utilizan áreas importantes en el territorio creando en el entorno impactos ambientales importantes.

Los posibles beneficios socioeconómicos proporcionados por las vías terrestres incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en obras en sí, el mayor acceso a la atención médica y otros servicios sociales y el fortalecimiento de las economías locales.” (es.wikipedia.org;2015).

Las vías terrestres son importantes para el desarrollo de una sociedad ya que ayudan de una manera socioeconómica agilizando el transporte de una manera más

eficaz y con mayor rapidez. Así como también brindando una gran confiabilidad para el traslado.

1.2. Antecedentes de caminos.

De acuerdo con Olivera (2006), los primeros caminos fueron de tipo peatonal construidos por tribus nómadas que los hacían al transitar en la búsqueda de alimentos. Con el paso del tiempo hubo finalidades diferentes como lo eran religiosas o comerciales; en lo que fue América y México se desarrollaron estos caminos durante las civilizaciones azteca y maya. Con el paso del tiempo se fue evolucionando para lo cual era de gran necesidad reacondicionar los caminos ya que su transitabilidad no era fácil y se requería un desarrollo más cómodo y fácil.

Cuando se hacían este tipo de caminos sobre lodazales o terrenos blandos las tribus se las ingeniaban y ponían piedras en el camino para que no se sumergieran en el lodo, y para que sus transportes no se atascaran era necesario el revestimiento de los caminos con piedras. Esto con la finalidad de que se distribuyeran los esfuerzos de manera uniforme en una mayor sección para que los lodazales tuvieran una carga sin llegar a su ruptura estructural del terreno.

En especial las tribus nómadas desarrollaron los caminos para su mejor servicio y un mejor desarrollo de su civilización en donde pusieron en práctica el desarrollo de las vías terrestres enfrentándose a problemas con la naturaleza.

1.3. Las vías terrestres en México.

Según Olivera (2009), en la República Mexicana desde la época precortesiana existieron una gran cantidad de caminos peatonales; los primeros en introducir las carretas fueron los Españoles y un monje franciscano fue el primero en dirigir la construcción de brechas y veredas, esto ayudó a que la comunicación se extendiera de manera importante con los puertos de Veracruz, Puebla y Acapulco.

A mediados del siglo XIX se empezaron a desarrollar las construcciones de las vías férreas, las cuales tuvieron un gran auge durante el gobierno de Porfirio Díaz; aunque están hoy en decadencia debido a que su utilidad es muy baja por la mala administración que se tiene y las vías se ven reducidas en lo que necesita el país, a diferencia de las vías férreas; en este siglo se empezaron a introducir en el país los automóviles donde al principio estos circulaban por los caminos que eran de las carretas.

En 1925 se vio la necesidad de mejorar las vías terrestres, por lo cual se presentó la propuesta para la construcción de vías con una mejor y más avanzada técnica. Los primeros caminos de este tipo fueron construidos por estadounidenses que fueron los que llevaban de México a Veracruz, Laredo y a Guadalajara. En vista de que otro país se estaba encargando de este tipo de construcciones los mexicanos en los años 1940 decidieron tomar el control de las construcciones de este tipo, y hasta la fecha, por lo cual se tiene una red de caminos pavimentados de 85000 km más aparte 120000 km que son de caminos secundarios teniendo una superficie de rodamiento revestida.

En este siglo también ha sido muy importante el uso del avión como un medio de transporte por lo cual en México se han construido una gran cantidad de aeropuertos así como en todo el mundo.

1.4. Red mexicana de caminos.

Partiendo de lo dicho por Olivera (2006), la red nacional de caminos se divide en cuatro tipos principales, de acuerdo a su importancia:

- Red troncal libre.
- Red de cuota.
- Red de caminos vecinales.
- Red de caminos rurales.

Dándonos a entender por cada una de estas:

Red troncal libre:

También se conoce como vías federales, las cuales son caminos de una longitud considerable que comunican a los puertos con la capital de la república, uniendo entre ellos las capitales de los estados, liga a los litorales formando una red básica, su construcción ha sido factible para cumplir con las necesidades de producción y consumo.

Red de cuota:

Las redes de cuota son carreteras que nos ofrecen grandes ventajas ahorrando a la economía global del transporte. Gracias a sus especificaciones geométricas nos

brinda una gran comodidad y seguridad en su recorrido, ofreciéndonos mayor distancia de visibilidad, pendientes moderadas, mayores dimensiones de carriles y acotamientos, haciendo mejores carreteras en el país y de mayor velocidad.

En este tipo de redes de cuota no se encuentran interrupciones en el camino, lo que nos permite un tránsito continuo y fluido de un lugar a otro, también nos permite ahorro en combustible y tiempo de traslado de un lugar a otro siendo eficiente el gasto que se hace por la cuota a pagar.

Red de caminos vecinales:

Este tipo de caminos son los que unen ciudades de menor importancia y los centros de abastecimiento con las ciudades importantes, estas puede llegar también a algún centro de población o unirse a un camino troncal.

Estos caminos se pueden encontrar como vías federales las cuales son construidas y conservada por el gobierno federal, como vías estatales que son construidas y conservadas por el gobierno estatal o bipartitas las cuales son construidas y conservadas 50% por el gobierno federal y 50% por el estatal.

Red de caminos rurales:

A este tipo de carreteras se les ha ido dando mayor importancia, ya que unen a las comunidades, centros de abastecimientos de materia prima, agrícola, ganadera, madera fina, entre otras.

1.5. Clasificación de las carreteras.

Hablar de una carretera se refiere a que: “Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.” (es.wikipedia.org;2015).

“Las carreteras se han clasificado de diferentes maneras ya sea con el fin con que se construyen o por su transitabilidad.” (Crespo, 1996; 1).

Existen diferentes tipos de clasificaciones según indica Crespo (1996):

1.5.1. Clasificación por su transitabilidad.

La clasificación de las carreteras por su transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en 3 principales:

1. Terracerías: Cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de sub-rasante transitable en tiempo de secas.
2. Revestida: Cuando sobre la sub-rasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.
3. Pavimentada: Cuando sobre la sub-rasante se ha construido ya totalmente el pavimento.

1.5.2. Clasificación administrativa.

La clasificación de las carreteras por su aspecto administrativo corresponde a 4 diferentes, que son:

1. Federales: Cuando son construidas por la federación y se encuentran por lo tanto a su cargo.
2. Estatales: Cuando son construidas por el sistema de cooperación en el que el estado aporta el 50% y la federación el otro 50%. Estos caminos quedan a cargo de las antes llamadas juntas locales de caminos.
3. Vecinales o rurales: Cuando son construidas por la cooperación de los vecinos beneficiados pagando estos un tercio de su valor, otro tercio lo aporta la federación y el tercio restante el estado. Su construcción y conservación se hace por intermedio de las antes llamadas juntas locales de caminos y ahora sistema de caminos.
4. De cuota: Las cuales quedan algunas a cargo de la dependencia oficial descentralizada llamada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.

1.5.3. Clasificación técnica oficial.

Esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo económico del mismo (20 años) y las especificaciones geométricas aplicadas. En México la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) clasifica técnicamente a las carreteras de la manera siguiente:

1. Tipo especial: para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% de T.P.D.) estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener corona de dos o de cuatro carriles en un solo cuerpo.
2. Tipo A: para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 equivalentes a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).
3. 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 (12% de T.P.D.)
4. Tipo C: para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos (12% del T.P.D.)

1.6. Infraestructura.

Refiriéndose al concepto de infraestructura, “Las vías terrestres forman parte de un país; son aquellas obras que por lo general están a cargo del gobierno y contribuyen al desarrollo. Entre las obras de infraestructura se encuentran las de irrigación instalación de energías eléctrica, introducción de agua potable y drenaje entre otras.

Se ha dicho que los caminos son la infraestructura de la infraestructura, pues una vez que se construye uno de ellos, es más fácil proporcionar el resto de los servicios.” (Olivera, 2006; 13).

De acuerdo con Olivera (2006), los caminos tienen ciertas ventajas contra lo que son las vías férreas y los aeropuertos ya que a las vías terrestres se les puede empezar a utilizar de inmediato, conforme se van construyendo los tramos, ya que no es necesario que éstas se terminen de construir en su totalidad para empezar a darles uso.

Desde el punto de vista de la infraestructura las vías terrestres tienen una gran importancia económica por lo cual es necesario su buena programación basándose en los beneficios sociales y económicos que puedan proporcionar.

1.7. Tipos de caminos de acuerdo con su utilidad socioeconómica.

Basándose en lo dicho por Olivera (2006), existen 4 diferentes tipos de clasificación de los caminos de acuerdo a su utilidad, los cuales son los siguientes: caminos de integración nacional, caminos de tipo social, caminos para el desarrollo y caminos entre zonas desarrolladas.

1.7.1. Caminos de integración nacional.

Los caminos de integración nacional son aquellos que se construyen principalmente con el fin de unir los territorios de un país. Como en México los primeros

caminos que se realizaron fueron con el fin de comunicar lo que es la capital de la República con las capitales de los estados y, por consiguiente, la unión de todas las capitales de los estados.

En los últimos años se han enfocado en la finalización de los caminos de las costas del Pacífico y el Golfo al igual que los fronterizos, este tipo de caminos para su construcción quedan a criterio de los gobernantes que son los que deciden qué tipo de camino construir, así como también cuáles caminos construir y qué inversión se debe hacer.

1.7.2. Caminos de tipo social.

Estos caminos de tipo social son aquellos que se enfocan en el desarrollo nacional dirigidos a las poblaciones que han estado marginadas debido a su escasa comunicación, para esto se hace un estudio de costo – beneficio de acuerdo a lo que va a costar la obra contra el beneficio que se tendrá en los habitantes.

Los caminos de esta magnitud están contruidos por un carril de ida y uno de vuelta, con una superficie de rodamiento lo suficientemente efectiva para resistir el tipo de clima que se tenga en esa región y el tipo de tránsito que vaya a circular por dicho camino; se toma también en cuenta que el costo de conservación en especial de la superficie de rodamiento sea lo menor posible para que pueda notarse un buen desarrollo a nivel nacional.

1.7.3. Caminos para el desarrollo.

Los caminos para el desarrollo, son aquellos que apoyan el desarrollo de la actividad ganadera, agrícola, comercial, industrial o turística. Para caminos con estas características se plantea un análisis de costo – beneficio también en referencia a la productividad que se obtiene en un determinado tiempo contra el costo de dicha obra, por otra parte la corona para un camino de estos es aproximadamente de entre 7 a 11m.

1.7.4. Caminos entre zonas desarrolladas.

Este tipo de caminos entre zonas desarrolladas son aquellos que unen a todas las zonas que han tenido un gran desarrollo a lo largo de un periodo constante, construyéndose con el fin de disminuir los costos teniendo un mayor beneficio. El tránsito de estos caminos busca un beneficio de ahorro de tiempo, de dinero, reducir distancias, una mayor seguridad, mayor comodidad, un menor desgaste físico, etc.

Los caminos de estas características por lo general van desde dos, cuatro o hasta más carriles; en México pertenecen a los que llamamos autopistas que son caminos de cuota en los cuales la administración está a cargo de una dependencia oficial o privada, a diferencia de que en los países europeos pertenecen a compañías particulares.

Estos caminos al igual que otros se construyen con el fin de costo – beneficio viendo el índice de recuperación que se tendrá cuando entre en funcionamiento

tomando en cuenta lo que es el ahorro de combustible, lubricantes, horas-hombre, así como otras ventajas que se obtendrán con esta obra.

1.7.5. Clasificación de los caminos de acuerdo a sus características.

Existen diferentes clasificaciones para los caminos según Olivera (2006):

- Tipo “A”

Los caminos tipo “A” son aquellos que están pavimentados, con dos carriles de circulación, además acotamientos revestidos, se cuenta con un control parcial de acceso y entronque a nivel. Está diseñado para recibir mayor tránsito pesado.

- Tipo “B”

Son caminos pavimentados de dos carriles de circulación y acotamientos revestidos. Además con un control parcial de acceso y entronques a nivel.

- Tipo “C”

Son caminos pavimentados, con dos carriles de circulación, generalmente las tiene bajo jurisdicción la administración estatal para su construcción y mantenimiento.

- Tipo “D”

Son caminos con características geométricas muy modestas, así como la pavimentación. Cuenta con una carpeta de revestimiento de material compactado de 20 cm a 30 cm de espesor.

- Tipo “E”

En este tipo de camino se encuentran las llamadas brechas, y los caminos revestidos. Entendiéndose por brecha aquellos caminos que son vías de comunicación improvisadas, elaborados por los propios usuarios para su acceso y uso, por lo que no cuenta con obras de drenaje y sólo son transitables en algunos meses del año.

1.8. Volumen de tránsito.

De acuerdo con Crespo (1996), el volumen de tránsito se refiere a la cantidad de vehículos que transitan por una carretera o camino en un periodo determinado de tiempo y en el mismo sentido donde se utiliza o se emplea para el análisis vehículos por día o vehículos por hora.

Se le llama Tránsito Promedio Diario (TPD), al promedio de los volúmenes de tránsito que circulan durante 24 horas por una vía en un cierto periodo, también se estudian los valores horarios que son los que resultan de dividir el número de vehículos que pasan por un determinado punto en un periodo entre el valor del resultado de ese periodo en horas, y por consiguiente, se obtiene de este análisis los volúmenes horario máximos que son los que se usan para realizar el proyecto geométrico de los caminos y se denominan volumen directriz.

En los Estados Unidos el volumen directriz es usualmente un 15 % de lo que es el tránsito promedio diario (TPD) pero en México se utiliza un 12 % del TPD.

1.8.1. Conteos de tránsito.

Según Mier (1987), se pueden obtener los volúmenes de tránsito de diferentes maneras ya sea estadísticamente o por conteos de tránsito, y los conteos del tránsito pueden obtenerse manual o mecánicamente.

a) Conteo manual:

La manera más fácil y adecuada para llevar a cabo el conteo manual de tránsito es el método de muestreos, por lo general este método se realiza en un periodo corto de entre 5 a 10 días continuos procurando que en este lapso queden incluidos lo que es un primer caso, un fin de semana, y en un segundo caso un sábado dos domingos y dos lunes.

Para este método es conveniente que en el primer caso de su análisis la duración de los muestreos sea de 24 horas diariamente y en el segundo caso que sea de 24 horas diariamente durante los primeros 5 días y de las 7 a las 19 horas durante los días restantes.

Para fines de conteo manual, los vehículos se clasifican en la siguiente forma:

Vehículos ligeros (menos de 2.5 toneladas).	A	Automóviles, pick-up, panel, camiones ligeros, etc.
Vehículos pesados (más de 2.5 toneladas).	B	Camiones
	C	Autobuses

Tabla 1.1 Clasificación de los vehículos

Fuente: Introducción a la Ingeniería de caminos, Mier, 1987.

El conteo para este método se puede tomar de dos maneras diferentes, una por medio de rayas y la otra por medio de contadores mecánicos operados manualmente.

b) Conteos mecánicos:

Para los conteos mecánicos, el conteo de los vehículos se realiza automáticamente mediante variados dispositivos los cuales se mencionarán a continuación:

- Contadores neumáticos

Los contadores neumáticos están constituidos por un tubo fabricado de goma muy flexible el cual se instala en la carretera de manera transversal por donde pasarán los vehículos; está cerrado de un extremo y del otro unido al contador. La función de este tubo es que cuando pasa un vehículo por encima, el exceso de la presión que ejerce el peso al aire que se encuentra encerrado en el tubo se transmite a una membrana que es la que actúa sobre el contador por medio de un circuito eléctrico.

Para la membrana existe un diafragma el cual regula su desplazamiento, esto la hace no sensible para que las cargas menores que pasen por el tubo sean despreciadas y no altere el conteo. El contador está diseñado para que cuente una vez cada dos impulsos para así poder registrar cuando pasen vehículos de dos ejes.

Existe un inconveniente con este aparato, el cual es que cuando pasan dos vehículos al mismo tiempo tan solo detecta uno y de que no da la clasificación de los vehículos según el tipo.

- Contadores electromagnéticos.

Hablar de contadores electromagnéticos, “son aquellos que van colocados dentro del pavimento y están constituidos por un circuito bifilar, por uno de cuyos hilos pasa una corriente eléctrica de alta frecuencia que provoca en el otro hilo una corriente inducida. El paso de las masas metálicas de los vehículos provoca un cambio en la intensidad de la corriente que se recoge en un registro.

También tiene el inconveniente de no clasificar los vehículos.” (Mier, 1987; 48).

- Contadores de presión – contacto.

De acuerdo con Mier (1987), son muy usados en los caminos de cuotas los cuales están formados por un electroimán que se coloca en una caja bajo la superficie de rodamiento que dispone de una tapa metálica con resortes la cual produce una corriente eléctrica que es registrada cuando los autos pasan por dicha caja presionando con las llantas.

- Otros aparatos más complicados.

Este tipo de aparatos que son más complicados contienen dispositivos electrónicos y más exactos que nos permiten hacer el conteo para ambas direcciones de circulación. También usan instrumentos accionados por células fotoeléctricas, existen otros que toman fotografías al vehículo arrojándonos un análisis más completo ya que permite saber con exactitud la clasificación del automóvil, el peso, etc. El

inconveniente de estos aparatos es que son muy costosos y por esto solo se utilizan en lugares donde el conteo de tránsito es indispensable.

1.8.2. Densidad de tránsito.

Hablar de densidad de tránsito significa: “La densidad de tránsito es el número de vehículos que se encuentran en un tramo de un camino en un momento determinado.” (Mier, 1987; 55)

Indicando lo dicho por Mier (1987), hay una diferencia entre la densidad de tránsito y el volumen de tránsito por lo cual no debe de confundirse, ya que el volumen de tránsito es el número de vehículos que pasan en un tiempo determinado. La densidad de tránsito se refiere a la cantidad de vehículos que se encuentran en un tramo de un camino. Esto significa que si la carretera se encuentra congestionada el volumen de tránsito va a ser igual a cero mientras que la densidad de tránsito será muy alta.

Existe una gran relación entre una y otra variable ya que si la velocidad permanece constante existirá una relación lineal gráficamente entre el volumen y la densidad, pero a diferencia de que en la realidad siempre que el volumen aumenta, siempre disminuye la velocidad con la que puedan viajar los vehículos, por lo cual, en la práctica la relación entre volumen y densidad no es lineal.

1.8.3. Tipo de tránsito.

De acuerdo con Crespo (1996), el tipo de tránsito que circulará por el camino varía de acuerdo a la clase de vehículos y según del tipo de camino que se trate, ya sea un camino de tipo turístico donde el tránsito a circular van a ser vehículos de pasajeros, por consiguiente si el camino donde se circulara es de tipo minero, el tránsito que pasara por ahí será de mayor peso y mayores dimensiones. A diferencia, los caminos con fines agrícolas serán vehículos de tipo mixto.

Por ello es de gran importancia saber el tipo de camino para el cual estará diseñado.

1.9. Estudios de origen y destino.

Menciona Mier (1987), que el análisis de este estudio se puede considerar de los más completos para el aforo de vehículos ya que nos da resultados de gran utilidad como lo es el volumen de tránsito, los tipo de vehículos, clasificación por direcciones, así como también el origen y el destino de los vehículos, dificultades durante el recorrido, productos transportados, etc.

Algunas de las principales aplicaciones que se pueden utilizar para el estudio de origen y destino pueden ser: según la demanda que haya en la ciudad para usar con mayor o menor frecuencia alguna ruta, desviar a los turistas o tránsito pesado por medio de rutas alternas, conocer la localización de una nueva carretera o mejorar alguna ya existente y justificar la construcción para el desarrollo de un nuevo camino.

Existen 4 maneras para llevar a cabo los estudios de origen y destino:

1. Por medio de entrevistas directas al conductor.
2. Entregando al usuario un cuestionario de una estación de aforo, para que lo llene durante su recorrido debiendo devolverlo en la próxima estación.
3. Por medio de entrevistas personales hechas mediante muestreo estadístico en los domicilios de los usuarios.
4. Por la observación de las placas de los vehículos en diferentes puntos.

El método más conveniente para las zonas rurales es el de entrevistar al conductor en la carretera, mientras que en las zonas urbanas el método más efectivo es el de entrevistas a domicilio ya que en carreteras por la gran cantidad de vehículos se complica más. En conclusión el mejor método y más conveniente para este tipo de análisis es el de entrevistar directamente al conductor.

1.10. Velocidad.

Basándose en Mier (1987), la velocidad es parte fundamental para el proyecto de un camino ya que depende mucho del buen funcionamiento del camino, teniendo como objetivo ofrecernos rapidez y seguridad en el viaje, para que así el transporte de personas o mercancías lleguen de manera eficaz y segura a su destino.

La velocidad que se escoge para el tipo de camino nunca será la máxima que pueda desarrollar el vehículo, ya que estos pueden alcanzar velocidades mucho mayores a las establecidas, para esto existen cuatro tipos de velocidades:

1. Velocidad de proyecto.

La velocidad de proyecto es la máxima velocidad que se puede alcanzar, garantizando seguridad al conductor a lo largo de su recorrido tomando en cuenta las características del terreno. La elección para la velocidad del proyecto está prácticamente influenciada por la topografía del camino, de la región, por los volúmenes de tránsito y por el uso de la tierra.

La velocidad de proyecto cuando se desarrolla en un terreno plano o en lomerío suave puede que la velocidad de proyecto sea mayor, a diferencia de que si estamos en un terreno montañoso la velocidad de proyecto será menor.

Tipo de camino	Plano o con poco lomerío	Con lomerío fuerte	Montañoso pero poco escarpado	Montañoso muy escarpado
Tipo especial	110 km/hr	110 km/hr	80 km/hr	80 km/hr
Tipo A	70 km/hr	60 km/hr	50 km/hr	40 km/hr
Tipo B	60 km/hr	50 km/hr	40 km/hr	35 km/hr
Tipo C	50 km/hr	40 km/hr	30 km/hr	25 m/hr

Tabla 1.2 Velocidades de proyecto recomendadas

Fuente: Introducción a la ingeniería de caminos, Mier, 1987.

2. Velocidad de operación.

Dicha velocidad es aquella con la que los vehículos transitan realmente sobre la carretera, teniendo un índice de grado de eficiencia con el que cuenta la carretera. Definiéndose como la velocidad constante en un tramo a lo largo del camino mientras el vehículo se encuentra en movimiento.

La velocidad de operación se obtiene dividiéndose la distancia recorrida entre el tiempo de recorrido, entendiéndose por tiempo de recorrido aquel en que el vehículo está en movimiento.

La velocidad de operación se ve afectada directamente por el volumen de tránsito, siendo que si el volumen es bajo, la velocidad de operación es casi igual que la velocidad de proyecto, pero si el volumen es alto, la velocidad de operación se va haciendo menor debido a que los conductores ya no pueden transitar a la velocidad que desean.

3. Velocidad de punto.

La velocidad de punto se refiere a la velocidad que lleva un vehículo cuando pasa por un punto dado de un camino, en tramos donde las características de operación varían poco, la velocidad de punto puede ser similar o representativa a la velocidad de operación.

Suponiendo que la curvatura horizontal es uno de los factores principales que se relaciona con la velocidad de proyecto y que la velocidad de punto en la curva es representativa de la velocidad de operación, esto se refiere a que entre este tipo de

velocidades existe una relación para poder definir el tipo de carretera, la sobreelevación, el cambio de velocidades, etc.

4. Velocidad efectiva global.

Esta velocidad efectiva global es el promedio que se obtiene de la velocidad que mantiene un vehículo en el trayecto de un camino, este se obtiene dividiendo la distancia total recorrida entre el tiempo empleado para dicho proyecto, sirviendo para comparar la fluidez de ciertos caminos ya sea unas con otras o en la misma ruta.

1.11. Derecho de vía.

Partiendo de lo dicho por Mier (1987), el derecho de vía es la franja de terreno necesaria para alojar una vía de comunicación, tomando en cuenta el ancho suficiente para el buen funcionamiento de la vía. Este derecho de vía debe basarse para poder cumplir con la seguridad, uso especial y para que el trayecto en dicha vía sea eficiente y funcional.

Los derechos de vía en México, deberán ser como mínimo con un ancho de cuarenta metros, siendo veinte metros a cada lado del eje de la carretera, reduciendo el ancho de las calles en el paso por una zona urbana. De acuerdo al tipo de carretera para el cual será diseñado puede variar el derecho de vía, ya que pueden ser para autopistas, brechas, caminos de un solo carril etc.

Para la adquisición del derecho de vía en México varía de acuerdo al tipo de camino que se trate, contemplando el origen de los fondos con que se construirá ya sean: federales, de cooperación bipartita o de cooperación tripartita.

1.12. Factores que reducen la capacidad de la carretera.

Hablar de la capacidad de carreteras que es afectada por diferentes condiciones: “Las más importantes condiciones que afectan la capacidad de las carreteras son: el ancho de sección, visibilidad, pendiente, ancho de acotamientos (hombros), porcentaje de vehículos pesados en la vía y la obstrucción lateral.” (Crespo, 1996; 14)

Crespo (1996), menciona que para las carreteras el ancho de la sección es un factor que afecta a la capacidad de la carretera por lo cual se considera el ancho óptimo de 3.6 m por carril y 1.84 m de acotamientos, estas medidas varían de acuerdo al tipo de camino ya que pueden ser de una red caminera donde la sección de carril y de acotamiento disminuye teniendo un ancho óptimo menor.

Para las secciones transversales en función del tipo de camino y topografía existen normas las cuales fueron analizadas por A.A.S.H.T.O., las cuales se muestran en la siguiente tabla:

EFECTOS 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 1.3 Efectos del ancho del carril.

Fuente: Vías de comunicación, Crespo, 1996.

De acuerdo a la visibilidad y a la pendiente, relacionadas con el alineamiento y la velocidad de proyecto, se dice que estas afectan a la capacidad práctica de un camino por las condiciones que éstas tienen.

En cuanto a los acotamientos son de manera indispensable que se tomen en cuenta para una carretera, sin estos la seguridad del camino no sería muy adecuada ya que si se llega a descomponer un vehículo este obstruirá el camino principal y puede llegar a ocasionar algún accidente.

EFECTO DE LAS OBSTRUCCIONES	
Distancia del borde de la carpeta asfáltica hasta el obstáculo, en metros.	Ancho efectivo de dos carriles de 3.66 metros cada uno.
1.80	7.30
1.20	6.70
0.60	6.10
0.00	5.50

Tabla 1.4 Efecto de las obstrucciones.

Fuente: Vías de comunicación, Crespo, 1996.

Como se puede observar, en el transcurso de este capítulo se estudió principalmente los conceptos más fundamentales e indispensables que se deben conocer acerca de las vías terrestres, para conocer un poco más sobre estas y hacer más fácil su comprensión, ya con estos conceptos aportados se puede enfocar más sobre lo que es el proyecto geométrico de una vía terrestre.

CAPÍTULO 2

PROYECTO GEOMÉTRICO

En el presente capítulo se abordará el tema del proyecto geométrico de una carretera donde se encuentran relacionados diferentes factores a analizar y por consiguiente a diseñar de acuerdo al tipo de problemas que se presenten para así dar una solución al problema que se encuentre más conveniente.

Hablar del proyecto geométrico se refiere a que: “El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.” (es.wikipedia.org/;2014)

2.1. Selección de ruta.

De acuerdo con el manual de la Secretaría de Obras Públicas (1974), una vez de haber obtenido los resultados de los estudios hechos que nos justifiquen la construcción del nuevo camino, es necesario programar los estudios de vialidad. Para esto es necesario realizar trabajos preliminares que nos dirán cuáles serán las rutas más convenientes y posibles para el mayor beneficio social y económico.

Se entiende por ruta: “La franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cual es factible hacer la localización de un camino.” (Secretaría de Obras Públicas, 1974; 33)

Según la SOP (1974), los puntos obligados son aquellos por donde necesariamente deberá pasar el camino, ya sea por razones técnicas, económicas, sociales o políticas, tales como: poblaciones, sitios o áreas productivas, etc. Para la elección de ruta se deberán hacer varios estudios como lo es, el acopio de datos, estudio sobre cartas geográficas, reconocimientos, fotografías aéreas, señalamiento, etc.

- Acopio de datos.

La topografía, la geología, la hidrología, el drenaje y el uso de tierra son indispensables para la construcción de este tipo de obras así como también los datos de tránsito, ya que nos ayudan a elegir la ruta y el tipo de camino que se puede realizar. Para ellos el proyectista deberá contar con cartas geográficas y geológicas.

- Estudio sobre cartas geográficas.

Las principales cartas geográficas disponibles en la actualidad en la República Mexicana son las elaboradas por la Secretaría de la Defensa Nacional, que cubren parcialmente el territorio. Con el estudio de estas cartas el ingeniero puede darse una idea de las características más importantes de la región, para saber su topografía, hidrología y la ubicación de las poblaciones. Tomando en cuenta también las cartas geológicas y con mapas que indiquen la potencialidad económica de la región, para

así, tomar las rutas que mejor puedan satisfacer el objetivo de comunicación adecuado.

Se deberá tener especial cuidado con aquellos puntos obligados primarios y principales que guíen el alineamiento general de la ruta, para ello la ruta se divide en tramos y a su vez en sub-tramos.

2.2. Anteproyecto.

Partiendo de lo dicho por el manual de la Secretaría de Obras Públicas (1974), el anteproyecto es el resultado de los estudios hechos y levantamientos topográficos que se llevan a cabo con base a los datos obtenidos previamente, esto con la finalidad de situar en los planos obtenidos el eje que seguirá el camino.

Habiendo obtenidos los planos con curvas de nivel, se inicia el estudio para el trazo del camino, tomando en cuenta un número variable de posibilidades y seleccionando la posibilidad más conveniente que se tomara como tentativa del eje de la carretera quedando definidos el alineamiento vertical y horizontal.

Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente mejor a la topografía del terreno, pero la selección de la línea depende de los criterios adoptados, del tipo y volumen de tránsito y de la velocidad del proyecto. Una vez clasificada la vía y definidas las especificaciones se deberá buscar la combinación de alineamientos que se adapten al terreno, planimétrica y altimétricamente, y que cumplan los requisitos.

Existen algunos factores que puedan llevar a forzar una línea, como o es el derecho de vía, los cruces de ríos, intersecciones con otras carreteras o ferrocarriles, etc., estos factores influyen en la determinación de los alineamientos verticales y horizontales. Estos alineamientos dependen el uno del otro, ya que deben guardar una relación para que la construcción se realice con el menor movimiento de tierra posible, así como, el mejor balance entre los volúmenes de excavación y terraplén.

2.3. Alineamiento vertical.

Hablar del alineamiento vertical, se refiere a: “La proyección del desarrollo del centro de línea de una vía terrestre sobre un plano vertical; sus elementos son las tangentes verticales y las curvas verticales.”(Olivera, 2009: 27)

Partiendo de lo dicho por Olivera (2009), las tangentes verticales se encuentran definidas por su longitud y su pendiente, la prolongación hacia delante de una tangente y la prolongación hacia atrás de la tangente siguiente se cortan en un punto al que llamamos inflexión vertical (PIV), estos elementos son el cadenamiento y la elevación.

Para el alineamiento vertical existen tres tipos de pendientes de las tangentes verticales, las cuales son: mínima, gobernadora y máxima, estas tienen diferentes funciones. La mínima se utiliza para asegurar el drenaje de la corona del camino y se especifica de 0.5%, la pendiente gobernadora se puede mantener en forma indefinida a lo largo de todo el trazo, y la pendiente máxima es la mayor que se puede utilizar para un proyecto.

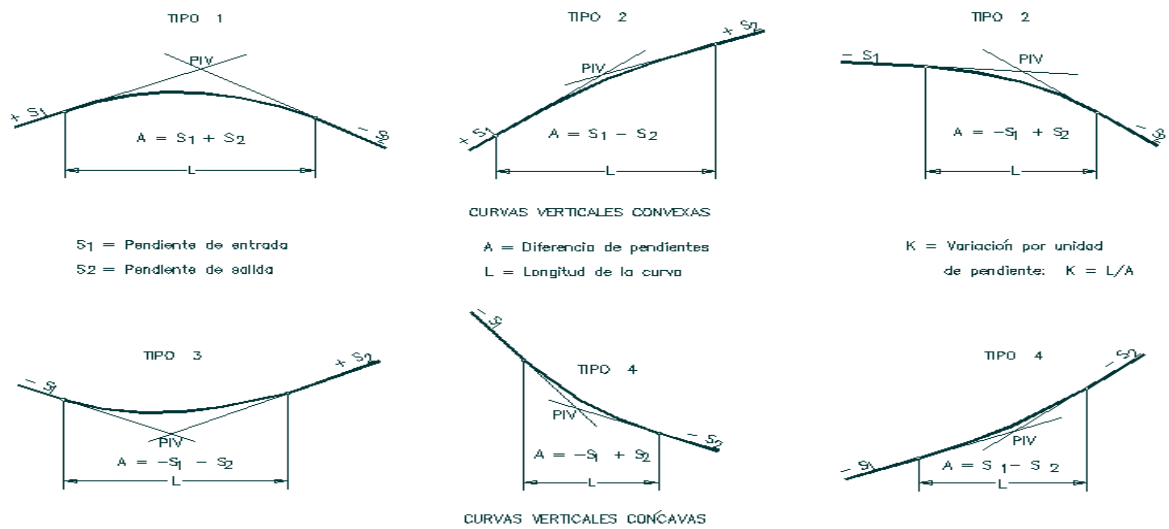


Imagen 2.1 Curvas Verticales.

Fuente: Estructuración de vías terrestres, Olivera, 2009.

El alineamiento vertical se encuentra constituido por la combinación de pendientes verticales que tienen la finalidad de que el tiempo de recorrido sea el menor, el paso de una tangente vertical a otra se realiza por medio de las curvas verticales, cuya característica es que la componente horizontal de la velocidad de proyecto de los vehículo sea constante a través de ella.

La curva que se utiliza para estos casos es la parábola, y existen dos tipos de curvas ya sea en cresta o en columpio.

La longitud de las curvas deben de cumplir con los requerimientos del drenaje para su buena funcionalidad, tener buena apariencia y brindar comodidad al usuario, es conveniente que la longitud de las curvas verticales tengan un número par de

estaciones de 20 m y que el principio de curva vertical (PCV) coincida exactamente con una estación.

2.4. Alineamiento horizontal.

Hablar de alineamiento horizontal, se refiere a “la proyección del centro de la línea de una obra vial sobre un plano horizontal. Sus elementos son tangentes y curvas horizontales.” (Olivera, 2009: 31)

Según Olivera (2009), las tangentes de alineamiento horizontal tiene longitud y dirección, la longitud es la distancia entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente, y la dirección se refiere al rumbo que lleva.

La longitud mínima de una tangente horizontal es aquella que se refiere para cambiar en forma adecuada la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona. Respecto a la longitud máxima, esta puede ser indefinida ya que existen zonas donde en un largo tramo no se requiere de curvas horizontales, pero existen límites para este tipo de longitudes que son de 15 km máximo, ya que, las longitudes mayores pueden causar al usuario somnolencia y dañar los ojos.

Dos tangentes consecutivas del alineamiento horizontal se cruzan en un punto de inflexión (PI), en donde se forma un ángulo de deflexión (Δ), que está constituido por la continuación de la tangente de entrada hacia adelante del PI y la tangente de salida.

Para la solución al alineamiento horizontal, se utilizan dos tangentes, una de entrada y una de salida, y se coloca una curva entre ellas en la que no hay cambio de aceleración centrífuga y que se identifica por su grado de curvatura, este es el ángulo que se genera por un arco de 20 m.

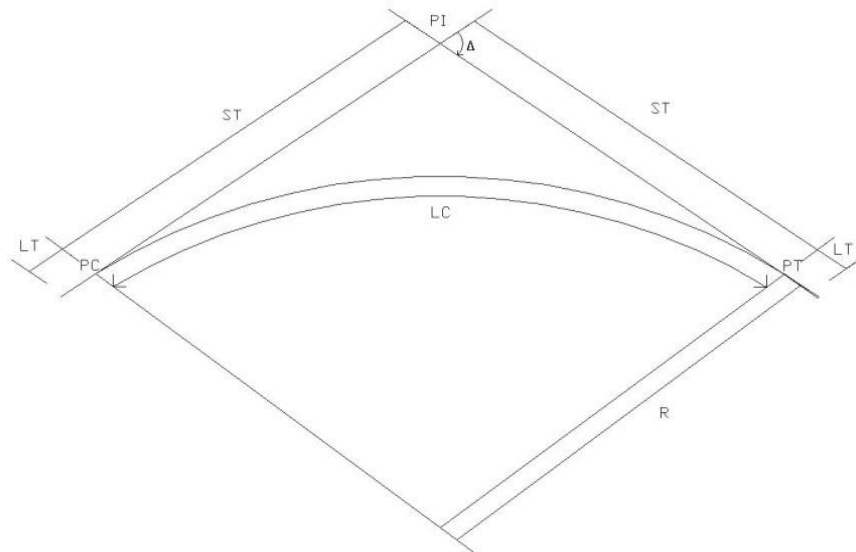


Imagen 2.2. Curvas horizontales.

Fuente: Estructuración de vías terrestres, Olivera, 2009.

2.5. Sección transversal de una obra vial.

De acuerdo con Olivera (2009), la sección transversal de una obra vial es un corte acorde a un plano vertical y normal al centro de la línea en el alineamiento horizontal, el cual nos permite observar la disposición y las dimensiones de sus

elementos. Cabe mencionar que el proyecto geométrico de vías terrestres se realiza a nivel con la línea sub-rasante el cual marca el final de las terracerías, por lo que las dimensiones que se deben de contemplar son las que se tendrán a ese nivel.

Las características de la subcorona con su ancho y su pendiente transversal, en tangentes horizontales la pendiente transversal que se tiene es el bombeo que se le da a la corona hacia ambos lados para que se lleve a cabo el desalojo del agua pluvial, y este tipo de pendiente varía de acuerdo al tipo de camino que va de 2 a 3%.

En las curvas del alineamiento horizontal, la sección transversal que se tiene es la sobreelevación, que es la pendiente que se le da a la corona hacia el centro de la curva, sirviendo como drenaje, pero además de esto la función que tiene también es contrarrestar junto con la fricción la fuerza centrífuga que existe sobre los vehículos.

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

$$G_{\max} = 146735 (\mu + S_{\max})/V^2$$

G_{\max} = Grado máximo de curvatura para una 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

Para una velocidad de proyecto, es posible usar varios grados de curvatura sin exceder el máximo, para calcularlo se deberá definir la sobreelevación máxima, lo que se determina por la cantidad de vehículos pesados y si se tienen heladas o no en la zona. En México la sobreelevación máxima es igual a 0.10 y el coeficiente de fricción entre llantas se elige conforme al tipo de superficie de rodamiento y la velocidad de proyecto.

Como en la curva circular los vehículos caminan atravesados, el ancho que se ocupa en la corona es mayor al que se ocupa en la tangente, por lo tanto la corona se amplía de acuerdo al grado de curvatura de la curva circular, por consiguiente, la ampliación se coloca hacia afuera de la curva, pero esta ampliación se va desarrollando a lo largo de la curva, así como también va regresando a su ancho original conforme la longitud de la curva va terminando.

2.6. Drenaje de los caminos.

Menciona Crespo (1996), el drenaje de los caminos es uno de los factores más importantes del proyecto geométrico, el objetivo principal del drenaje es evitar que el agua circule de manera excesiva por dicho drenaje, así como también dar salida de manera rápida al agua que está llegando al camino.

Para considerar que un camino tenga un buen drenaje se debe asegurar que el agua circule lo menos posible por este, ya que puede llegar a dañar el pavimento o asfalto, así como también generar baches, también debe tomarse en cuenta que el

agua debe de escurrir por las cunetas adecuadamente para evitar el estancamiento del agua y el reblandecimiento de las terracerías, ya que esto originaría pérdidas en la estabilidad provocando asentamientos en el camino. Se debe evitar que el agua sature los materiales de mala calidad, con los cuales fueron formados los cortes, debido a que puede haber derrumbes o deslizamientos en dichos cortes, así como también evitar que las aguas subterráneas eviten el reblandecimiento de lo que es la subrasante.

Cabe mencionar que el evitar dichos factores ayuda a prevenir de gran manera problemas que pueden afectar al buen funcionamiento de una carretera o a la vida útil de esta misma. Algunos de estos problemas se pueden evitar tratando de realizar la obra en terrenos donde su comportamiento sea adecuado para el tipo de obra que se tiene como proyecto.

Cuando no se puede evitar construir en suelos que tienen mal comportamiento o que existen suelos variables para el tipo de obra que se requiere, el ingeniero debe buscar la manera para la solución a estos problemas por lo cual es indispensable la construcción adecuada de obras de drenaje de acuerdo a las condiciones requeridas.

Algunas de las normas a seguir para un ingeniero en el momento de la localización referente al drenaje del camino serian: cuando el camino debe seguir el curso de un río o alguna corriente de agua se debe contemplar dejar las terracerías o camino por arriba de lo que es el nivel máximo del río, para que este no tenga problema con las estabilidad de los terraplenes, este mismo caso se debe contemplar también

para cuando el camino o terracería debe rodear algún lago u otro caso en donde haya una gran cantidad de agua.

Otro factor importante a evitar cuando se construye un camino, es cuando es necesario construir en alguna ladera o montaña, evitar que el camino o terracería pase por zonas muy húmedas, también es necesario evitar que los cortes que se realizaran no afecten la estructura geológica, así como también que los terraplenes no carguen demasiado alguna zona para no sobrecargar el terreno en ese punto. El buen estudio de estos puntos es fundamental para tener un camino con una buena funcionalidad y eficiente para su vida útil,

Para la sub-rasante, es indispensablemente un buen diseño del drenaje en los caminos, ya que es recomendable que el agua corra rápidamente por la superficie, sin importar si el costo de las terracerías aumenta. El drenaje de un camino se divide en drenaje superficial y drenaje subterráneo.

2.7. Drenaje superficial.

Indica Crespo (1996), el drenaje superficial estudia dos factores, uno es reducir al mínimo el agua que circula por el camino y segundo la forma de dar rápida salida al agua que entra al mismo. Por lo tanto el drenaje superficial trata a las obras de captación y defensa como lo son: cunetas, contra-cunetas, bombeo, lavaderos, etc.

2.7.1. Cunetas.

Partiendo de lo dicho por Crespo (1996), las cunetas son zanjas que se hacen a los dos lados del camino, estas zanjas sirven para que el agua que cae debido a la precipitación pluvial se reciba y se conduzca por dichas zanjas, la relación de agua que cae se divide de la mitad del camino y en cambio en las curvas el agua solamente es dirigida hacia una sola zanja debido a que en las curvas la sobre-elevación solo va en un sentido.

Las cunetas son diseñadas para pequeños eventos, por lo que son proyectadas para cuando hay fuertes aguaceros de entre 10 y 20 minutos de duración, tomando en cuenta que solo un 80% de la precipitación pluvial que cae en el camino es conducida por dicho elemento.

Referente a lo que son las dimensiones, pendientes, y algunas otras características de las cunetas se determinan de acuerdo al tipo de flujo que circulara, al gasto que tendrá o a la topografía donde se encuentre el camino, teniendo esto como base fundamental para decidir el tipo de estructura que tomara la cuneta. Las cunetas pueden ser de forma transversal triangular o trapezoidal.

Se busca en la práctica que las cunetas sean de una sección transversal eficiente, fáciles de construir y fáciles de conservar. Los taludes de las cunetas deben de ser lo más inclinados posibles, así brinda en el camino una mayor seguridad y una conservación de la cuneta más fácil y más económica. Otro aspecto fundamental que se toma en cuenta para que la cuneta sea segura, es su nivel mínimo bajo la sub-

rasante del camino será de 30 centímetros y el máximo de 90 centímetros para que no sea muy peligrosa.

Las cunetas de sección transversal rectangular no son recomendables, ya que éstas tienen sus taludes verticales y es menos posible que los taludes se conserven en su forma original, siendo que se pueden derrumbar y a la vez tapar la circulación de la misma cuneta.

Las cunetas de sección transversal en “V” tienen ventajas y desventajas, una de sus ventajas es que son fáciles de modificar debido a sus desniveles bajos, esto es ventaja por si algún día se requiere la ampliación del camino, a desventaja de que en los caminos de pendientes bajas la cuneta deberá ser más ancha por lo cual es más costosa su construcción.

Las cunetas de sección transversal trapecial también tienen sus ventajas y sus desventajas, una de sus ventajas es que pueden conducir mayor capacidad de gasto por dicha sección, y la desventaja que tienen es que si su plantilla se construye más ancha, se erosiona más fácilmente a diferencia de las cunetas en “V”.

Para que una cuneta se conserve en buen estado se requiere que el agua no sobrepase ciertos valores, para esto hay factores donde da la velocidad que resiste cada material para evitar su erosión, como se muestra en la tabla siguiente:

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

Tabla 2.1 Guía para saber si una cuneta necesita protección.

Fuente: Vías de comunicación, Crespo, 1996.

Con esta tabla se puede definir si una cuneta necesita protegerse por medio de algún zampeado o en la forma que se crea conveniente. Un factor importante que ayudará a decidir sobre la protección de la cuneta es, si el tirante de agua es de 10 cm a 15 cm no es necesario el zampeado si la cuneta tiene pendiente de menos del 7%, y cuando el tirante de agua es mayor de 15 cm es necesario zampear la cunetas con pendientes de más de 3% si el suelo es arena o arcilla y para pendientes de más de 5% si el suelo es grava firme.

En conclusión, las cunetas deberán protegerse en pendientes fuertes cuando la longitud sea de más de 60 metros a partir de una cresta o una alcantarilla de alivio, debido a que la cuneta mientras mayor sea la longitud más agua llevará, y más erosión presentará, resultando costosa su conservación.

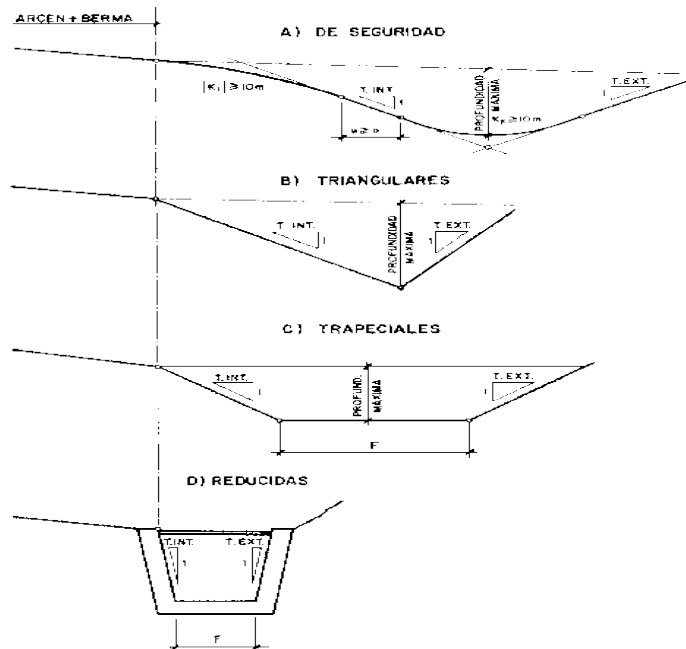


Imagen 2.3 Tipos de cunetas.

Fuente: Vías de comunicación, Crespo, 1996

2.7.2. Contracunetas.

De acuerdo con Crespo (1996), las contracunetas son elementos que fueron diseñados para que el agua pluvial no caiga a las cunetas, evitando que éstas rebasen el límite para lo cual fueron diseñadas y no nos ocasionen un problema mayor, siendo que las cunetas solo tienen la capacidad de que circule el agua proveniente de lo que es el bombeo y de los taludes de los cortes, así como también de áreas adyacentes.

Las contracunetas son construidas de manera transversal a la pendiente del terreno para poder interceptar el agua proveniente, en caso de que la pendiente del terreno vaya en la misma dirección del camino, las contracunetas son innecesarias ya que el agua corre paralelamente a la construcción de las cunetas por lo cual no puede

ser encauzada en éstas. El uso de las cunetas básicamente se utiliza en terrenos montañosos o en lomerío, tomando en cuenta hacer un previo estudio de la naturaleza geológica para que no vayan a ser contraproducentes.

Las contracunetas son diseñadas al igual que las cunetas, por lo general tienen su forma trapezoidal de 50 cm de plantilla y los taludes de 1:1 en materiales muy compactos. El diseño de estas deberá estar diseñado en base a la necesidad que se requiera y a las condiciones del terreno, deben ser colocadas a una distancia aproximada de 5 metros del talud del corte y su longitud será la necesaria para transportar el agua hasta donde es necesario que desemboque.

2.7.3. Bombeo del camino.

Según Olivera (2006), el bombeo de un camino está diseñado con el fin conducir el agua que cae sobre la corona del camino hacia las cunetas, creando una pendiente transversal desde el centro del camino hasta los hombros, con este método se evita que el agua penetre en la terracería para que no haya fallas estructurales en lo que es el pavimento. También ayuda a brindarle mayor seguridad a la carretera evitando tener charcos que nos ocasionen problemas para los circulantes del camino. En las curvas horizontales no existe el bombeo debido a que es necesario la sobreelevación en la parte exterior con respecto a la inferior y esto sirve como bombeo debido a que conduce el agua hacia el hombro inferior donde se encuentra la cuneta.

En caminos rurales donde la corona se encuentra solamente revestida la pendiente debe ser como máximo del 4 %, pero para evitar que la corona sea erosionada con el agua cuando se tiene una pendiente longitudinal fuerte, se le dará una pendiente transversal del 5% para hacer que el agua se vaya rápidamente hacia la cuneta, la sobreelevación máxima será de un 10%.

2.7.4. Lavaderos o vertederos.

Partiendo de lo dicho por Crespo (1996), el desfogue de una corriente de agua puede hacerse con un lavadero o vertedor, los cuales están hechos ya sea por una cubierta, delantal de mampostería de concreto o de piedra acomodada simplemente, por donde se encauza el agua de los taludes o terraplenes, o donde se encuentre el terreno muy erosionable, con esto se transportara el agua hasta donde la erosión del terreno no afecta a la estructuración del camino.

Si los lavaderos o vertedores son construidos en terrenos inclinados es necesario anclarlos con dentellones para que estos no resbalen. Las dimensiones y las formas de diseño quedan a criterio de la persona encargada de la obra o de acuerdo a la necesidad que se requiera.

2.8. Obras de cruce: Alcantarillas.

Refiere Crespo (1996), las obras de cruce o también llamadas drenajes transversales, tienen la finalidad de dar paso rápido al agua debido a que no se puede

desviar y que tiene que cruzar de un lado a otro del camino. En este tipo de obras se contemplan lo que son los puentes y las alcantarillas.

Existe una diferencia entre lo que son los puentes y las alcantarillas y es que éstas llevan un colchón de tierra y los puentes no. Las alcantarillas están conformadas por dos partes que son: el cañón y los muros de cabeza, la función del cañón es que forma el canal de la alcantarilla siendo la parte fundamental de la estructura y los muros de cabeza sirven para impedir la erosión alrededor del cañón.

Según la forma del cañón las alcantarillas se dividen en alcantarillas de tubo, alcantarillas de cajón y alcantarillas de bóveda.

En la construcción de caminos es de suma importancia la elaboración de todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento de la misma, ya que si el drenaje no es bien diseñado y colocado donde se requiera, a futuro el costo de que va ocasionar el remediar los problemas ocasionados por éste va a ser mayor que el haberlo hecho desde un principio, siendo que el costo promedio del drenaje es de un 5% del valor total de la obra. Así como también, no se debe de tratar de disminuir el número de alcantarillas llevando en una sola el agua de varios cauces.

Para el cálculo del área hidráulica de las alcantarillas es similar al que se hace en los puentes, tratando de que pase el valor máximo del caudal de agua, haciéndose de tal manera que no vaya a causar problemas ni al camino ni a la estructura de las alcantarillas.

2.8.1. Tipos de alcantarillas.

Siguiendo de lo dicho por Olivera (2006), existen diferentes tipos de alcantarillas como son: alcantarillas de tubo, alcantarillas de bóveda, alcantarillas de losas sobre estribos y alcantarillas de cajón.

- **Alcantarillas de tubo.**

Las alcantarillas de tubos son de sección inferior circular y que requieren un espesor de terraplén o un colchón de mínimo de 0.60 m para un mejor funcionamiento estructural. El material de lo que están hechas este tipo de alcantarillas puede ser de concreto reforzado o lámina ondulada; en ciertos casos conviene por economía, emplear mampostería de tercera y mortero de cemento, aunque esté es más adecuado para las bóvedas.



Imagen 2.4 Alcantarillas de tubo.

Fuente: www.ingenierocivilinfo.com;2015

- **Alcantarillas de bóveda.**

Las alcantarillas de bóvedas son estructuras cuya sección transversal interior se encuentra formada por tres partes principales que son: el piso y dos paredes verticales que son las cara interiores de los estribos, sobre éstas se encuentran un arco circular de medio punto.

Las bóvedas, por lo general, son construidas con mampostería de tercera y mortero de cemento de 1:5, para la construcción del arco se requiere de un molde de madera que sirve también para poder colar la clave a lo largo de la obra. La clave con una resistencia de $f'c = 100 \text{ kg/m}^2$, cierra el arco en el centro con juntas y tiene un ancho medio mínimo de 35 cm.

Cuando se use cemento normal el descimbrado será a los catorce días de coladas las claves, tiempo a partir del cual se construirá el terraplén. El zampeado del piso y de los dentellones aguas arriba se puede omitir si el terreno es rocoso, y para evitar el empuje hidrostático sobre los muros, se colocará una capa de 30 cm de espesor de material graduado sobre el respaldo de los estribos.



Imagen 2.5 Alcantarillas de bóveda.

Fuente: www.trenzamora.es;2015

- **Alcantarillas de losas sobre estribos.**

Las alcantarillas de estas características son estructuras formadas por dos muros de mampostería con mortero y cemento 1:5 que es donde se encuentra apoyada la losa de concreto reforzada, si la resistencia del terreno es baja la solución a esto es usar la estructura de los estribos mixta, haciendo el muro de mampostería y el cimientado de concreto.

Lo que es el descimbrado de las losas se realizara a las 21 días de haber sido colado, y lo que son el terraplén, el zampeado del piso, los dentellones y la eliminación del empuje hidrostático del respaldo de los muros se hará igual que la de las bóvedas.



Imagen 2.6 Alcantarilla de losa.

Fuente: Google

- **Alcantarillas de cajón.**

Las alcantarillas de cajón se construyen de manera rectangular con paredes, techos y pisos de concreto reforzado, el desarrollo de su construcción requiere de sumo cuidado. Las características de este tipo de alcantarilla es que, trabajan en conjunto como un marco rígido que soporta el peso y el empuje del terraplén, así como la carga viva y la reacción del terreno. Su estructura de la losa así como la de los muros son ligeros y de poco peso.



Imagen 2.7 Alcantarilla de cajón.

Fuente: www.ingenierocivilinfo.com;2015

2.8.2. Otras obras de cruce.

Según Crespo (1996), existen otras obras de cruce diferentes de alcantarillas que a continuación se mencionarán:

- Vado

En los lugares donde existen épocas con pocas lluvias se encuentran zonas por donde escurren agua solamente en raras ocasiones por lo cual no se amerita la

construcción de una alcantarilla debido a que el gasto es eventual, por consiguiente, la solución a dicho problema se construyen a lo que se llaman vados, para construir estos vados se pavimenta el camino con concreto de manera que no sea perjudicado por el paso del agua. En lugares muy visibles se indica el tirante del agua para que el conductor que circula por dicha zona decida si es conveniente pasar o no por ahí.

La elaboración de los vados se lleva a cabo en lugares vecinales donde el caudal no lleva mucha agua. Para que un vado se considere bien hecho debe cumplir las siguientes condiciones:

- a) La superficie de rodamiento no se debe erosionar al pasar el agua.
- b) Debe evitarse la erosión y socavación aguas arriba y aguas abajo.
- c) Debe facilitar el escurrimiento para evitar regímenes turbulentos.
- d) Debe tener señales visibles que indiquen cuando no debe pasarse porque el tirante del agua es demasiado alto y peligroso.



Imagen. 2.8 Vado.

Fuente: www.panoramio.com;2015

- **Puente vado.**

Se le llama puente vado o puente bajo a la estructura en forma de puente que es utilizada para dar paso al gasto de aguas máximas ordinarias y que durante el periodo de las aguas máximas extraordinarias permite el paso del agua para que sobrepase por encima de ella. Estas estructuras son muy recomendables en lugares vecinales y debe de llenar los siguientes requisitos:

- a) Altura y longitud tal que permita el paso del gasto de las avenidas ordinarias.
- b) Superestructura de dimensiones mínimas con el fin de que sea menor la obstrucción al paso del agua.
- c) Que la superestructura se construya tan abajo del nivel de las aguas máximas.
- d) extraordinarias como sea posible, con el propósito de que los árboles que lleve la corriente, pasen sobre la estructura sin dañarle.



Imagen 2.9 Puente vado.

Fuente: Google.

2.9. Señalamientos.

De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), existen diferentes señalamientos en las carreteras, los cuales se mostraran a continuación:

- Señales restrictivas:



Imagen 2.10 Señales restrictivas

Fuente: lexcrown.wix.com;2015

- Señales preventivas:

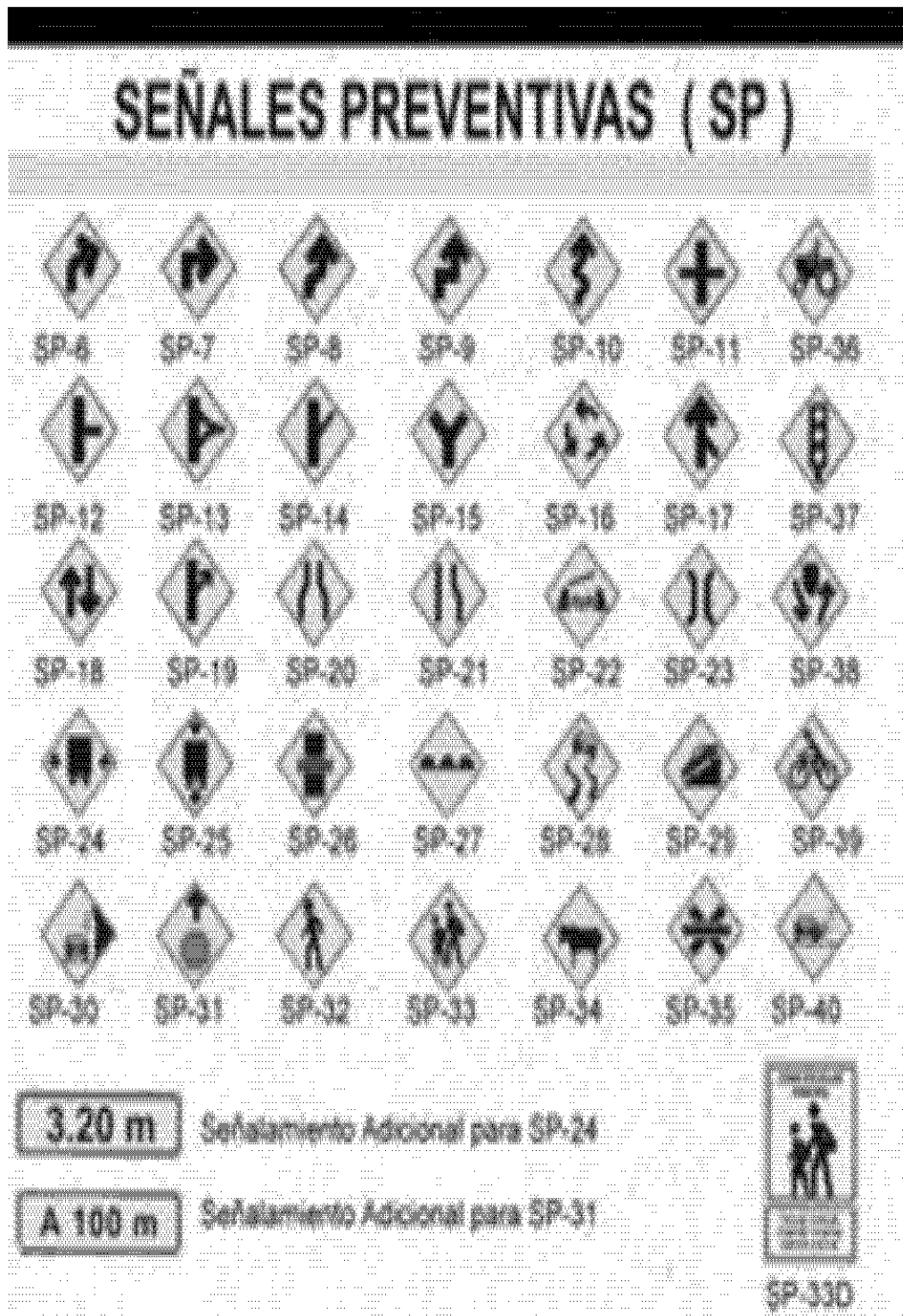


Fig. 2.11 Señales preventivas.

Fuente: lexcrown.wix.com;2015

- Señales de servicio:



Fig. 2.12 Señales de servicio.

Fuente: lexcrown.wix.com;2015

- Señales informativas:

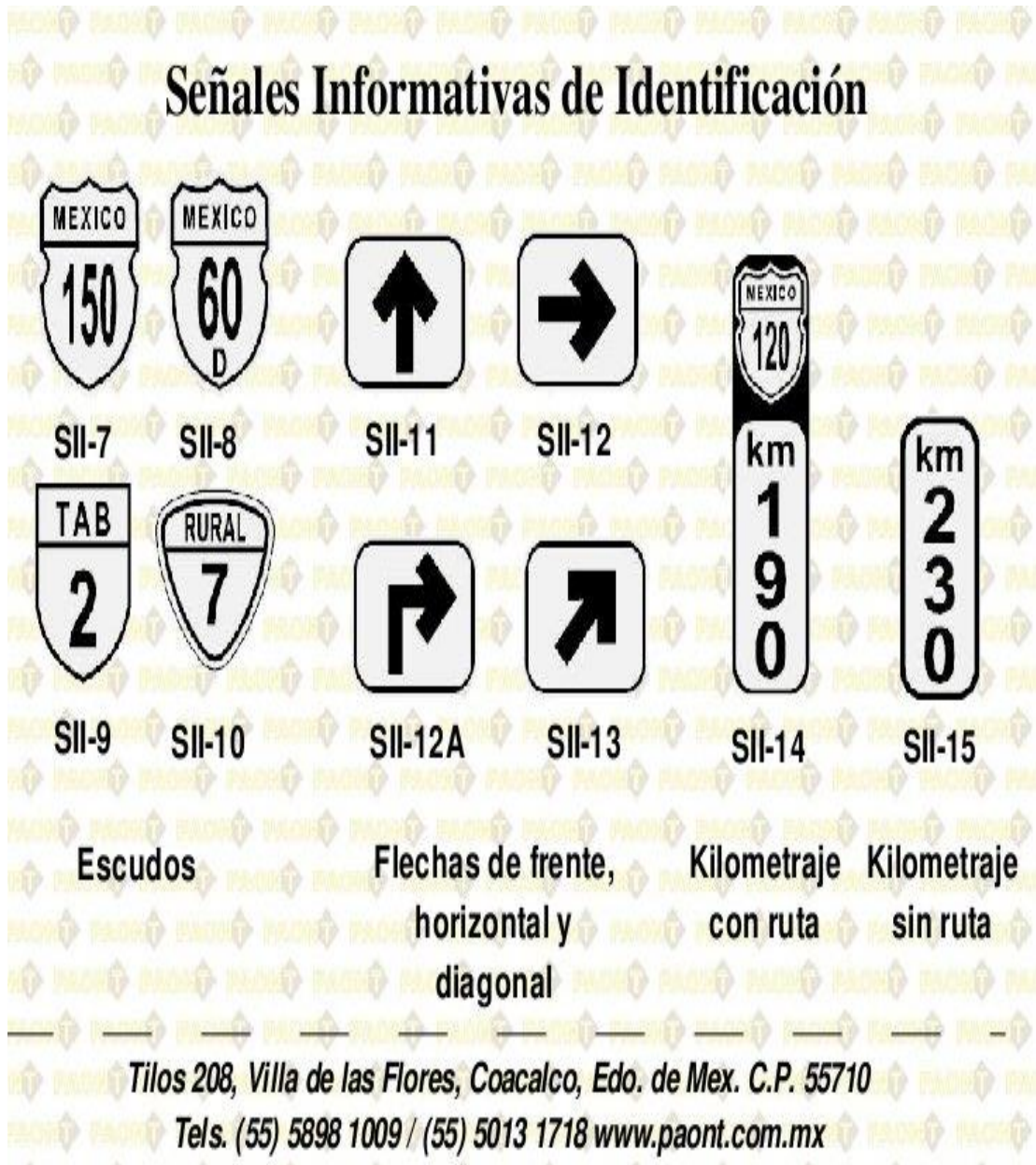


Imagen 2.13 Señales informativas de identificación.

Fuente: www.paont.com.mx;2015



Fig. 2.14 Señales Informativas de destino.

Fuente: www.dlmsigns.org;2015

Los puntos estudiados a lo largo de este capítulo, serán de gran apoyo para cuando sea hora de la realización del proyecto geométrico, ya que son puntos fundamentales que se deben de realizar con exactitud para que el proyecto a desarrollar sea eficaz y funcional en su totalidad.

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN.

En el presente capítulo se abordará a todo lo referente al sitio en donde se encuentra ubicado el proyecto, partiendo de su entorno geográfica para así definir la ubicación del proyecto en estudio, se hablará de las características físicas del lugar, geológicas, la hidrología regional y de la zona del proyecto, flora, fauna, reporte fotográfico, entre otras. Todo esto ayudará a conocer de manera más detallada el entorno que lo rodea.

3.1. Generalidades.

El diseño del proyecto geométrico se deberá adaptar a la topografía del lugar, siguiendo los pasos más adecuados para una buena realización del proyecto, tomando en cuenta los desniveles que existen en la topografía, las curvas verticales y horizontales que no se puedan evitar, si existiesen puentes, canales, ranchos, etc.

El plano del levantamiento topográfico deberá tener las curvas de nivel, las especificaciones del lugar, las curvas o cruces importantes que existan, así como también la señalización del proyecto.

Se deberá referenciar específicamente los cadenamientos, por si en dado caso se quisiera continuar con la extensión del proyecto geométrico a futuro, describiendo las principales características que se tomaron en cuenta a lo largo del diseño del proyecto.

3.1.1. Objetivo.

El objetivo de este proyecto es diseñar de la manera más adecuada, favorable y funcional el proyecto geométrico del tramo carretero que se analiza, cumpliendo las normas y especificaciones marcadas por la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes).

3.2. Resumen ejecutivo.

Para el presente trabajo la información fue proporcionada por la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte), la cual es el organismo principal de las carreteras, brindando una gran información acerca de los tramos carreteros a estudiar para este proyecto. La información que se adquirió contiene los cadenamientos, referencias y ubicaciones necesarias para poder llevar a cabo un mejor diseño, proponiendo el proyecto geométrico más adecuado para el camino que se requiere.

En este trabajo se analizará y se diseñará lo referente a un camino del tramo El Sabino – Taretan y en base a la topografía del lugar poder hacer el proyecto más adecuado.

Se realizó la visita al lugar en dónde se desarrollará el trabajo para verificar el estado en el cual se encuentra actualmente el camino, así como también la realización de un aforo vehicular para checar la transitabilidad que existe en dicho lugar y ver la importancia que tendrá el proyecto, Se puede observar que la necesidad de un buen proyecto es indispensable, ya que, el tránsito es constante y la importancia de la comunicación entre municipios es indispensable.



Imagen 3.1. Estado actual del camino

Fuente: Propia.



Imagen 3.2. Estado actual del camino.

Fuente: Propia.

3.3. Entorno geográfico.

El proyecto en estudio según la página es.wikipedia.org (2015), se encuentra ubicado en el estado de Michoacán en la República Mexicana, el cual colinda con los estados de Colima y Jalisco al noroeste, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con México, al sureste con el estado de Guerrero y al suroeste con el Océano Pacífico.

Michoacán está conformado por una superficie de 59,928 kilómetros cuadrados aproximadamente, y la entidad está conformada por 113 municipios y la capital es Morelia, antiguamente llamada Valladolid.

Michoacán es destacado en su agricultura por la gran producción del aguacate; así como también por sus culturas y sus monumentos históricos.

Sin embargo, Taretan es donde se encuentra el tramo carretero en estudio de esta investigación.

El municipio de Taretan, de acuerdo con la página es.wikipedia.org (2015), se encuentra ubicado al oeste del estado de Michoacán, con las coordenadas 19°20' de latitud norte y 101°55' de longitud oeste, a una altura de 1,130 metros sobre el nivel del mar. Sus límites al norte con Ziracuaretiro, al este con Santa Clara del Cobre y Ario de Rosales, al sur con Nuevo Urecho y Gabriel Zamora, y al este con Uruapan. Existe una distancia a la capital del estado aproximadamente de 158 kms.

La superficie es de 185.23 km² que representa el 0.31 por ciento del total del estado.



Imagen 3.3. Ubicación de Taretan en el estado de Michoacán.

Fuente: www.google.com

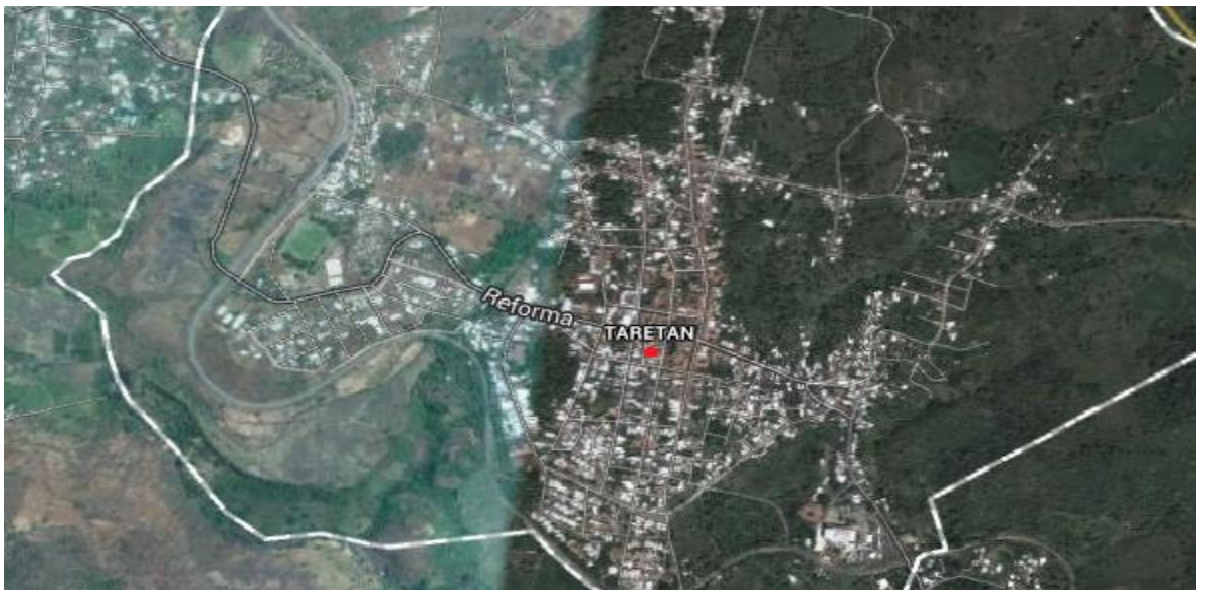


Imagen 3.4. Taretan, Michoacán.

Fuente: Google maps.



Imagen 3.5. Taretan

Fuente: Google.

En esta figura se observa el lugar en donde se ubica el proyecto del tramo carretero en cuestión.



Imagen 3.6. Tramo carretero en estudio.

Fuente: Google maps.

3.3.1. Geología Regional y de la Zona en Estudio.

Partiendo de lo dicho por la página es.wikipedia.org (2015), el ambiente geológico del municipio de Taretan se encuentra dentro de la época Plioceno Cuaternario en un (89.87%), Neógeno (5.20%) y Cuaternario (2.40%) la época con mayor porcentaje es la época geológica que comienza hace 5 332 000 años y termina hace 2 588 000 años, seguida la época Neógeno, que es una división de la escala temporal geológica que pertenece a la Era Cenozoica; dentro de ésta, el Neógeno sigue al Paleógeno y precede al Cuaternario que es el último de los periodos geológicos.

Las rocas que predominan en mayor parte en la región son: ígneas extrusivas como el basalto (92.62%), las rocas ígneas se forman cuando el magma se enfría y se solidifica, para que las rocas ígneas extrusivas como el basalto se formen, se necesita que el magma se enfríe rápidamente sobre la superficie, como en una erupción volcánica que hace que se formen rocas con cristales invisibles. La mayoría de las 700 tipos de rocas ígneas se han formado bajo la superficie de la corteza terrestre.

3.3.2. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio.

Le región hidrológica según la página es.wikipedia.org (2015), para el municipio se encuentra constituida en un 100% por el Balsas, este es un río del centro sur de México que discurre por los estados de Guerrero y Michoacán. Con un escurrimiento superficial de 24 944 hm³ y con una longitud de 771 km, es uno de los ríos más largos del país. El río discurre por los estados de Guerrero y Michoacán.

Además de abastecer a los estados de Michoacán y Guerrero, el río Balsas drena además parte de los estados de Veracruz, Morelos, Oaxaca, México y Jalisco, la que es conocida como depresión del Balsas.

Algunas de las corrientes de agua existentes son las Perennes: Toyonguio, Tomendan, Acumbaro, Comparan, El Guayabo, El Salitre, Parotillas y Santa Rosa. Se les llama corrientes de agua Perenne debido a que fluye todo el año. Y otras son las intermitentes: La Cueva del León, Las Cuevas, Las Lajas, Puente de Tierra, Chupanguio, Mata de Plátano, San José y Tomendan. Las corrientes intermitentes son aquellas que tienen agua sólo durante alguna parte del año (por lo general, en la época de lluvias o deshielo).



Imagen 3.7. Río Balsas

Fuente: Google

3.3.3. Uso de Suelo Regional y de la Zona de Estudio.

Menciona la página es.wikipedia.org (2015), el uso de suelo en la región de Taretan viene de los períodos cenozoico, terciario y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en proporción semejante están dedicados a la actividad agrícola y ganadera.

El suelo dominante en la región es el luvisol con un (41.27%) este es un tipo de suelo el cual se desarrolla dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, y en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones de secas y húmedas, el término deriva del latín luvare que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, otro tipo de suelo es el Vertisol (30.76%), el vertisol es un suelo, por lo general negro donde existe un alto contenido de arcilla expansiva, la cual forma profundas grietas en las estaciones de secas o en años. Entre otros suelos están el Cambisol (12.03%), Leptosol (9.73%) y Andosol (3.50%).

Los principales ecosistemas que predominan en el municipio son: el bosque tropical decídulo, con ceiba, cedro, parota y tepeguaje y el bosque mixto, con pino y encino. Conforme a su fauna existe el venado, conejo, coyote, tejón, zorro, tlacuache, ardilla, cuervo, guacamaya, gorrión, pájaro carpintero y primavera.

En el uso de suelo la agricultura representa una mayor parte con un (43.24%) y la zona urbana en un (2.53%). Y en lo que respecta a la vegetación el bosque representa (44.84%), selva (7.15%) y pastizal (2.06%).

- Agricultura: Se cultiva la caña de azúcar, mango, guayaba y otras frutas.

- Ganadería: Es la segunda actividad más importante del municipio, se cría principalmente ganado: bovino, caprino, aves y caballar.
- Turismo: El principal turismo existente es la apreciación de los paisajes naturales.
- Comercio: Lo principal que se maneja son: tiendas de ropa, calzado, papelerías y mueblerías.

3.4. Informe fotográfico.

Se presenta un informe fotográfico en el que se observa el tipo de terreno, topografía, principales curvas, construcciones a su alrededor, etc.

3.4.1. Problemas de curvas.

Existen lo que son las principales curvas más desfavorables que se presentan a lo largo del proyecto, las cuales tendrán que ser diseñadas de manera especial para un buen funcionamiento del camino y seguro.



Imagen 3.8. Curva horizontal

Fuente: Propia.

3.4.2. Transitabilidad en el lugar.

A continuación se mostrará la importancia del camino debido a que existe tráfico vehicular en la zona, así como también la sociedad que puede ser beneficiada.



Imagen 3.9. Aforo vehicular

Fuente: Propia.



Imagen 3.10. Beneficio a la sociedad

Fuente: Propia.

A lo largo de este capítulo se puede observar la ubicación del proyecto, y el tipo y características del camino antes de la realización del proyecto

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se hablará de lo relacionado a la metodología de esta investigación, partiendo desde el método empleado, el enfoque de la investigación, el diseño de la investigación, así como los instrumentos requeridos para efectuar la investigación correcta, hasta llegar a los procesos de investigación que fueron empleados.

4.1. Método empleado.

En términos generales, el método es un medio para alcanzar un objetivo, pero cuando recibe la denominación de científico, implica la descripción y predicción de un fenómeno en estudio y su esencia es la de obtener con mayor facilidad un conocimiento exacto y riguroso sobre el mismo.

Según Tamayo (2000), el método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos, éste método se caracteriza principalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y de observación empírica.

Tecla y Garza (1979), mencionan que la investigación científica se puede definir como una serie de etapas a través de las cuales se busca el conocimiento mediante la aplicación de ciertos métodos y principios.

Por tanto, el método científico es el procedimiento riguroso que la lógica estructura como medio para la aplicación del conocimiento. O dicho de otra manera, el método científico no es otra cosa que la aplicación de la lógica a las realidades o hechos observados.

Debido a lo anterior, en la presente tesis se hará uso del método científico, porque se iniciará con el trabajo de investigación partiendo de conocimientos previamente establecidos que lleven al investigador a la adquisición de nuevos conocimientos, para que posteriormente pueda expresarlos al resto de la sociedad y llegar así a la meta deseada.

Continuando con Tamayo (2000), el método científico rechaza o elimina todo procedimiento que busque manipular la realidad en una forma caprichosa, tratando de imponer prejuicios, creencias o deseos que no se ajusten a un control adecuado de la realidad y de los problemas que se investigan.

Algunas características del método científico señaladas por Amber Egg (), pueden ser las siguientes:

- Es fáctico. En cuanto se ciñe a los hechos, es decir, tiene una referencia empírica.
- Trasciende los hechos. Los científicos expresan la realidad, para ir más allá de las apariencias.
- Verificación empírica. Se vale de la verificación empírica para formular respuesta a los problemas planteados, y para apoyar sus propias afirmaciones.

- Autocorrectivo. Esta permanente confrontación hace que el método científico sea además autocorrectivo y progresivo; autocorrectivo en cuanto va rechazando o ajustando las propias conclusiones; es progresivo, ya que al no tomar sus conclusiones como infalibles y finales, está abierto a nuevos aportes y a la utilización de nuevos procedimientos y nuevas técnicas.
- Formulaciones de tipo general. La cosa en particular o el hecho singular interesa en la medida que éste es un miembro de una clase o caso de una ley; más aún, presupone que cualquier hecho es clasificable o legal.
- Es objetivo. La objetividad no solo es lograr el objeto tal como es, sino evitar la distorsión del sujeto que lo conoce mediante las circunstancias concretas. Un hecho es un dato real y objetivo.

4.1.1. Método matemático.

El método matemático tiene una gran amplitud en el campo de acción, en las investigaciones en las cuales se advierten matices diferenciales, cambios graduales, referencias de tiempo análisis de unos factores por otros, se está aplicando el método cuantitativo, además de que mide el comportamiento de una variable, utiliza instrumentos de medición.

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

En la presente tesis es necesario emplear el método matemático, debido a que éste entra en las categorías mencionadas con anterioridad, ya que se requerirá de procesos de índole matemático para comprobar y afirmar las hipótesis que fueron propuestas en el inicio de la tesis.

4.2. Enfoque de la investigación.

De acuerdo con Hernández y Cols. (2010), con el transcurso de la historia han nacido diferentes corrientes de pensamientos, pero después de la mitad del siglo XX, la gran mayoría se han fusionado para crear dos enfoques principales, el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo.

Ambos enfoques emplean procesos cuidadosos, metódicos y empíricos con el afán de generar conocimiento, por lo que utilizan, en términos generales, cinco fases similares y relacionadas entre si:

- 1.- Llevan a cabo la observación y evaluación de fenómenos.
- 2.- Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
- 3.- Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.
- 4.- Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.
- 5.- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso para generar otras.

El enfoque cuantitativo, según Hernández y Cols. (2010), usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Mientras que el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

De acuerdo con las definiciones anteriores y tomando en cuenta que lo que se pretende con esta tesis es determinar el diseño del proyecto geométrico de un tramo carretero, el cual implica obtener resultados numéricos debido a que se requiere las dimensiones correctas para la elaboración del proyecto geométrico, se llega a la conclusión de que el enfoque que se aplicará en la presente investigación es de carácter cuantitativo.

4.2.1. Alcance.

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

Lo que se busca en este proyecto es tener claro las especificaciones que se requieren, así como las características más importantes de lo que se está analizando. Generalmente 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 esta se tiene el diseño transversal, en el cual se refiere a que la información recopilada se realiza únicamente en un solo momento.

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

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

4.4. Instrumentos de recopilación.

Para la obtención de datos en esta investigación se apoyó de varios aspectos fundamentales, como lo son los programas computacionales para realizar los cálculos necesarios y adecuados 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.

Los programas utilizados en este proyecto fueron los siguientes:

- ❖ Word: Es un programas el cual está destinado para la realización de los textos necesarios.

- ❖ Excel: Este programa es utilizado para el apoyo de tablas necesarias para agrupar la obtención de los diferentes datos.
- ❖ AutoCad: Es un programa el cual sirve para el trazo de los dibujos en 2D o 3D. Es un programa muy indispensable en la ingeniería, ya que podemos manipular los dibujos o planos una vez ya hechos.
- ❖ CivilCad: Este programa es un módulo para el AutoCad, utilizado normalmente por ingenieros para trabajos de topografía y es de gran importancia a la hora de diseñar vías terrestres.
- ❖ Prolink: Este es un programa el cual sirve para vaciar los datos a la computadora, específicamente al programa AutoCad, los datos obtenidos a la hora del levantamiento topográfico (puntos tomados), y de ahí empezar el diseño.

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.

En primera 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 tiene en el lugar, vegetación, la cantidad y el tipo de vehículos que transitaran por ahí, las necesidades básicas que se tienen, así como los escurrimientos posibles que pueda haber en temporada de lluvias e identificar cual es la ruta más factible por donde deba de pasar el camino.

Como consiguiente, se procedió a realizar la topografía del lugar, tomando los puntos necesarios en secciones anchas para obtener la información requerida, estas secciones se tomaron a cada 20 metros de distancia entre una y otra.

También se tomó en cuenta la topografía de construcciones que existieran cerca de donde pasará el camino, para evitar que a la hora de la construcción se hubiese la necesidad de desalojar o demoler las construcciones ya existentes.

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

Una vez obtenida la información topográfica necesaria, se procedió a revisar la información lograda, descargada al AutoCad mediante el programa Prolink, y se empezó 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 el CivilCad, se procedió a diseñar el proyecto geométrico, obteniendo los planos con las características necesarias para que se facilite el trabajo a la hora de que el camino se vaya a construir. Algunos datos que son de gran importancia, son capturados en Excel mediante hojas de cálculo o tablas, como puede ser la información obtenida de cada sección del camino, tanto del terreno natural como del proyecto geométrico.

Como se puede observar, a lo largo del presente capítulo se pudo definir el tipo de método científico, el cual fue cuantitativo debido al tipo de proyecto, ya que requiere de resultados exactos para un desarrollo más factible y eficaz.

CAPÍTULO 5

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En el presente capítulo se mostrarán los cálculos que fueron realizados para la obtención del proyecto geométrico más conveniente, se mostrarán los datos de las curvas existentes en el transcurso del camino a estudiar, así como la información obtenida de las secciones transversales del camino.

5.1. Especificaciones para el diseño del proyecto geométrico.

Los datos que a continuación se muestran son los que se deben de tomar en cuenta para el correcto diseño del proyecto geométrico, dado que fueron los requerimientos establecidos para su buen funcionamiento, establecidos por la SCT.

- Tránsito (DPA): 100-150 vehículos.
- Carretera tipo: "C".
- Curvatura máxima: 30° 00' 00".
- Ancho de calzada: 7.30 m.
- Pendiente gobernadora: 7%.
- Pendiente máxima: 9%.
- Velocidad de proyecto: 40-60 km/hr.
- Sobreelevación máxima: 12.8%.
- Bombeo: 2%.

5.2. Libreta de secciones de terreno natural.

En la libreta de secciones se muestran los datos obtenidos en cada sección transversal del terreno natural, procedentes del levantamiento topográfico que se realizó inicialmente antes de los cálculos del proyecto geométrico, los cuales se descargaron al programa CivilCad y de ahí se adquirieron.

En dichos datos se puede observar que nos marca las estaciones, las cuales indican la distancia que existe entre cada sección, se pretende ser lo más certero posible y cumplir con la distancia entre cada sección de 20 metros, aunque en algunos casos se desfaso algunos metros.

Con esta tabla se puede ver como existen diferentes elevaciones entre cada sección del terreno natural, así mismo, se encuentran definidas las coordenadas de cada punto donde existen dichas intersecciones, definidas como X, Y, y Z. Las elevaciones en Z se encuentran referenciadas sobre el nivel del mar.

El propósito de esta información es el de analizar cada sección, para ver si de acuerdo a tu proyecto geométrico se requiere ya sea un corte o un terraplén, según sea lo más adecuado.

DATOS ARROJADOS POR LA ESTACIÓN EFECTO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO SOBRE EL CAMINO.

Estación	X	Y	Z
2+000	188547.55	2136754.36	898.7650
2+000	188538.15	2136756.67	899.0000
2+020	188545.47	2136733.24	900.8040
2+020	188536.77	2136734.45	900.6510
2+040	188551.82	2136710.59	900.8350

2+040	188543.68	2136710.25	900.9650
2+060	188559.52	2136686.07	900.8850
2+060	188553.57	2136684	900.1910
2+080	188576.59	2136637.55	900.5290
2+080	188569.37	2136635.9	899.6510
2+110	188586.79	2136614.89	899.6830
2+110	188580.11	2136612.39	900.7760
2+130	188598.44	2136593.04	900.7480
2+130	188591.99	2136589.03	902.6350
2+150	188609.73	2136574.42	902.3720
2+150	188603.07	2136570.32	903.3790
2+170	188624.92	2136556.92	903.6020
2+170	188618.6	2136552.01	904.1840
2+190	188649.57	2136539.92	904.2140
2+190	188644.84	2136534	905.0710
2+220	188670.84	2136535.37	905.5730
2+220	188669.66	2136529.53	906.8950
2+250	188683.93	2136540.19	907.2270
2+250	188686.75	2136534.4	907.5430
2+270	188693.51	2136537.53	906.8560
2+270	188693.18	2136522.92	907.2140
2+290	188698.06	2136526.27	908.1680
2+290	188698.94	2136557.06	907.7390
2+310	188704.48	2136553.21	908.5090
2+310	188704.24	2136579.01	907.8620
2+330	188712.44	2136578.18	907.8320
2+330	188708.62	2136610.23	908.4660
2+350	188716.97	2136609.44	909.6030
2+350	188713.87	2136636.96	909.1320
2+370	188722.38	2136637.68	910.9180
2+370	188716.65	2136664.61	911.1690
2+390	188724.7	2136664.7	914.9390
2+390	188725.58	2136678.13	914.1070
2+410	188718.55	2136677.3	916.8880
2+410	188725.65	2136682.47	916.8580
2+440	188736.2	2136681.49	920.0780
2+440	188735.1	2136677.27	919.4680
2+470	188719.82	2136697.67	920.7020
2+470	188728.55	2136696.96	921.8900
2+500	188731.07	2136719.38	922.1070
2+500	188723.57	2136719.75	922.0750

2+520	188735.07	2136742.4	922.1340
2+520	188726.52	2136742.54	923.9070
2+540	188741	2136758.83	924.2860
2+540	188732.63	2136760.97	926.5090
2+560	188754.26	2136780.22	925.9800
2+560	188747.57	2136784.1	927.8610
2+580	188770.2	2136800.29	927.8010
2+580	188762.65	2136804.48	929.5440
2+600	188784.19	2136821.43	929.6630
2+600	188777.3	2136823.85	931.5690
2+620	188801.42	2136846.54	931.5390
2+620	188794.43	2136849.95	934.0190
2+640	188815.16	2136866.42	934.1490
2+640	188809.49	2136869.61	936.2520
2+660	188831.37	2136887.35	936.0450
2+660	188824.11	2136891.45	939.1440
2+680	188844.82	2136906.07	939.2910
2+680	188838.56	2136909.89	941.4840
2+700	188857.89	2136923.94	941.3010
2+700	188851.06	2136927.47	942.4320
2+730	188876.12	2136956.73	942.6850
2+730	188870.51	2136958.78	943.2520
2+760	188892.47	2136985.55	943.3470
2+760	188884.19	2136988.5	945.1470
2+780	188903.05	2137006.56	945.2680
2+780	188896.4	2137009.51	947.7320
2+800	188909.28	2137043.45	948.1990
2+800	188902.34	2137043.32	950.9940
2+820	188907.06	2137077.18	951.0590
2+820	188899.35	2137075.99	954.1030
2+840	188902.31	2137108.17	954.2130
2+840	188895.23	2137107.18	957.8420
2+860	188895.43	2137138.71	957.8460
2+860	188887.42	2137136.81	961.6960
2+890	188888.29	2137165.8	961.5180
2+890	188881.11	2137164.95	963.6510
2+910	188880.19	2137192.34	963.3920
2+910	188874.28	2137190.36	963.7840
2+930	188868.34	2137216.28	963.9320
2+930	188863.55	2137213.57	963.6080
2+950	188856.76	2137241.73	963.8440

2+950	188850.19	2137237.5	964.1350
2+970	188844.23	2137261.48	964.2460
2+970	188837.14	2137257.4	964.9900
2+990	188824.5	2137270.11	965.2830
2+990	188824.85	2137262.85	966.8050
3+020	188809.85	2137263.21	967.4150
3+020	188814.94	2137256.81	968.7030
3+050	188801.29	2137250.96	968.9010
3+050	188809.12	2137246.62	970.1400
3+070	188796.88	2137238.08	970.9540
3+070	188802.87	2137234.49	973.0910
3+090	188786.12	2137224.8	972.8100
3+090	188789.79	2137219.27	974.7010
3+110	188770.09	2137215.95	973.7520
3+110	188773.01	2137207.85	974.4320
3+130	188748.26	2137206.46	974.9040
3+130	188747.86	2137212.99	974.8580
3+150	188722.12	2137216.61	975.2040
3+150	188719.91	2137208.95	976.5700
3+170	188698.2	2137221.72	975.9890
3+170	188696.24	2137215.3	977.2200
3+200	188679.23	2137229.9	977.6670
3+200	188675.56	2137224.08	978.3300
3+220	188670.11	2137239.92	982.0490
3+220	188664.13	2137236.79	981.4540
3+240	188666.78	2137257.39	982.8200
3+240	188658.96	2137254.97	983.2980
3+270	188666	2137280.98	984.0460
3+270	188657.13	2137280.75	984.3800
3+300	188666.13	2137306.64	984.5260
3+300	188657.26	2137305.38	984.1010
3+330	188672.8	2137333.2	984.4540
3+330	188663.91	2137334.18	986.0110
3+360	188682.28	2137362.3	985.9050
3+360	188674.02	2137364.77	987.5720
3+390	188692.65	2137394.35	987.2920
3+390	188684.33	2137395.76	989.4630
3+420	188700.46	2137428.22	989.0850
3+420	188693.91	2137428.75	991.8780
3+450	188708.4	2137459.05	991.8150
3+450	188702.05	2137460.29	994.2330

3+470	188712.25	2137488.07	993.9020
3+470	188705.34	2137489.24	996.3610
3+490	188710.75	2137514.95	996.2090
3+490	188705.34	2137514.51	997.8980
3+510	188710.38	2137536.74	997.7670
3+510	188705.05	2137537.17	1000.3100
3+530	188713.71	2137558.75	1000.2290
3+530	188706.37	2137558.88	1002.7950
3+550	188714.86	2137583.41	1002.9000
3+550	188707.92	2137583.14	1006.2030
3+580	188714.75	2137604.19	1005.5030
3+580	188706.52	2137603.9	1006.3560
3+610	188705.7	2137611.41	1006.3260
3+610	188699.56	2137600.73	1007.9650
3+640	188694.58	2137603.6	1008.7380
3+640	188714.48	2137611.31	1009.4530
3+660	188717.12	2137633.79	1009.4670
3+660	188711.18	2137633.91	1009.0580
3+680	188715.87	2137663.06	1009.0770
3+680	188710.12	2137663.34	1009.2930
3+700	188715.43	2137694.27	1009.2300
3+700	188708.68	2137694.18	1009.5230
3+720	188712.68	2137714.84	1009.7460
3+720	188706.16	2137714.31	1009.8770
3+740	188708.97	2137744.18	1009.5350
3+740	188701.99	2137742.89	1010.9270
3+760	188706.36	2137768.67	1010.9770
3+760	188699.01	2137767.48	1014.6500
3+780	188702.07	2137797.85	1014.6340
3+780	188695.1	2137796.2	1016.5210
3+800	188700.74	2137826.39	1016.0090
3+800	188694.35	2137826.44	1015.7440
3+820	188696.54	2137855.24	1015.8930
3+820	188691.35	2137854.41	1013.3530
3+840	188693.21	2137887.17	1013.4440
3+840	188687.95	2137886.51	1013.2470
3+860	188690.18	2137917.42	1013.2470
3+860	188684.87	2137916.62	1012.8640
3+890	188683.5	2137944.48	1012.4070
3+890	188676.19	2137943.44	1012.2770
3+920	188677.4	2137973.7	1013.3

3+920	188669.85	2137972.94	1013.9909
3+940	188667.4	2137985.67	1014.5
3+940	188665.35	2137994.76	1014.99
3+960	188657.45	2137979.39	1015.9
3+960	188654.74	2137983.47	1016.7079
3+980	188676.34	2137997.01	1017.6
3+980	188674.16	2138018.61	1018.567
4+000	188665.03	2138018.59	1019.4564

DATOS ARROJADOS POR LA ESTACIÓN EFECTO DEL LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO SOBRE EL DERECHO DE VÍA

Estación	X	Y	Z
2+000	188540.61	2136756.84	899
2+000	188519.27	2136762.98	897
2+020	188568.94	2136748.65	904
2+020	188512.89	2136736.31	896
2+040	188567.5	2136726.06	904
2+040	188518.2	2136714.6	897
2+060	188521.27	2136686.14	896
2+060	188575.73	2136701.47	905
2+080	188526.33	2136668.01	896
2+080	188534.68	2136649.11	895
2+100	188583.82	2136677.87	905
2+100	188596.79	2136653.03	905
2+130	188542.77	2136632.99	894
2+130	188550.57	2136612.27	892
2+160	188606.97	2136628.72	904
2+160	188558.14	2136591.65	891
2+180	188619.13	2136603.83	903
2+180	188574.89	2136567.95	891
2+200	188640.96	2136577.87	902
2+200	188590.87	2136543.58	891
2+220	188615.12	2136527.34	892
2+220	188636.15	2136513.76	892
2+240	188659.05	2136509.06	894
2+240	188668.65	2136564.5	902
2+260	188681.76	2136512.47	897
2+260	188702.94	2136520.18	899

2+280	188722.23	2136536.51	901
2+280	188732.77	2136555.06	903
2+310	188684.54	2136584.98	906
2+310	188737.03	2136574.95	905
2+340	188742.04	2136599.88	908
2+340	188686.74	2136606.12	909
2+360	188688.59	2136623.72	911
2+360	188746.5	2136627.12	910
2+380	188691.56	2136645.82	914
2+380	188695.19	2136670.76	918
2+400	188748.94	2136656.29	914
2+400	188749.84	2136676.07	916
2+420	188699.68	2136695.48	921
2+420	188754.2	2136704.7	919
2+440	188701.67	2136721.69	924
2+460	188707.52	2136748.02	926
2+460	188757.53	2136729.32	922
2+480	188712.14	2136770.43	928
2+480	188764.55	2136753.52	924
2+500	188784.11	2136778.79	926
2+500	188725.36	2136794.99	929
2+530	188741.29	2136816.81	930
2+530	188801.74	2136799.38	927
2+560	188761.17	2136842.13	934
2+560	188817.24	2136824.42	930
2+580	188832.29	2136846.26	932
2+580	188774.12	2136867.33	938
2+600	188794.08	2136888.23	940
2+600	188845.94	2136867.76	934
2+620	188810.4	2136912.46	942
2+620	188862.67	2136890.02	936
2+640	188878.42	2136910.28	937
2+640	188828.7	2136935.46	944
2+660	188842.56	2136958.01	946
2+660	188894.43	2136935.6	940
2+680	188908.21	2136961.01	942
2+680	188857.95	2136982.98	948
2+700	188867.62	2137004.93	950
2+700	188923.37	2136984.46	942
2+730	188936.41	2137013.06	943
2+730	188876.86	2137028.54	951

2+760	188939.79	2137042.59	944
2+760	188937.72	2137072.48	946
2+790	188877.75	2137055.39	953
2+790	188875.75	2137080.82	955
2+810	188932.47	2137103.35	949
2+810	188873.13	2137102.44	957
2+830	188866.81	2137127.71	960
2+830	188925.1	2137132.4	952
2+850	188919.37	2137159.47	954
2+850	188861.78	2137151.15	962
2+870	188854.4	2137176.42	964
2+870	188912.47	2137185.15	957
2+900	188847.51	2137198.2	965
2+900	188839.02	2137216.46	966
2+920	188903.72	2137208.71	959
2+920	188895.45	2137232.96	962
2+950	188883.75	2137254.24	964
2+950	188866.58	2137275.84	965
2+980	188830.17	2137231.68	967
2+980	188850.5	2137293.3	967
3+000	188822.78	2137288.16	969
3+000	188799.23	2137282.85	972
3+020	188781.58	2137265.05	973
3+020	188818.33	2137208.47	967
3+050	188764.6	2137241.81	973
3+050	188796.21	2137191.29	968
3+080	188770.89	2137183.53	970
3+080	188739.64	2137234.15	974
3+100	188744.73	2137181.29	971
3+100	188716.77	2137185.69	972
3+120	188689.64	2137193.43	974
3+120	188712.88	2137241.14	977
3+140	188669.51	2137204.97	974
3+140	188649.67	2137224.32	975
3+170	188689.77	2137246.01	977
3+170	188683	2137270.33	979
3+200	188644.54	2137251.01	977
3+200	188642.44	2137274.52	980
3+230	188642.57	2137294.03	982
3+230	188685.87	2137293.12	980
3+260	188689.64	2137313.7	983

3+260	188644.57	2137309.46	984
3+290	188647.55	2137332.51	987
3+290	188692.41	2137333.15	985
3+320	188652.66	2137360.56	990
3+320	188704.09	2137357.06	986
3+350	188658	2137379.96	992
3+350	188708.23	2137373.99	987
3+380	188664.86	2137399.43	994
3+380	188669.53	2137415.76	995
3+410	188719.29	2137412.92	990
3+410	188677.24	2137445.96	997
3+440	188724.67	2137439.68	992
3+440	188679.94	2137475.96	999
3+470	188732.8	2137469.55	993
3+470	188681.12	2137506.58	1001
3+500	188737.7	2137497.92	995
3+500	188736.72	2137522.78	997
3+530	188682.73	2137532.24	1003
3+530	188683.64	2137554.4	1004
3+560	188737.08	2137544.99	999
3+560	188737.34	2137569.06	1000
3+590	188687.54	2137578.88	1005
3+590	188737.11	2137599.49	1002
3+620	188688.26	2137602.3	1006
3+620	188738.1	2137628.59	1003
3+650	188691.36	2137632.37	1007
3+650	188737.64	2137659.56	1004
3+680	188684.96	2137677.16	1010
3+680	188680.75	2137704.96	1012
3+710	118735.95	2137694.31	1006
3+710	188736.75	2137727.43	1006
3+730	188676.56	2137729.2	1012
3+730	188675.33	2137767	1011
3+760	188734.83	2137762.26	1005
3+760	188674.82	2137795.38	1012
3+780	188671.41	2137824.54	1013
3+780	188731.16	2137792.17	1006
3+810	188728.27	2137825.83	1007
3+810	188667.54	2137852.16	1014
3+840	188666.73	2137880.85	1016
3+840	188724.26	2137863.45	1009

3+870	188665.55	2137902.27	1017
3+870	188719.86	2137890.97	1010
3+900	188716	2137919.48	1011
3+900	188662.8	2137928	1018
3+930	188709.1	2137941.06	1013
3+930	188656.31	2137953.28	1020
3+960	188704.54	2137964.06	1015
3+960	188653.1	2137977.7	1022
3+980	188650.77	2138002.27	1023
3+980	188700.17	2137990.29	1016
4+000	188693.98	2138018.21	1018
4+000	188649.87	2138026	1024

Con el análisis anterior, se interpreta que el terreno natural actualmente se encuentra en malas condiciones para su transitabilidad, lo cual no permite la fluidez de los vehículos, aparte de ser un camino inseguro para sus conductores. Como se pudo observar, en diferentes tramos del camino existen grandes desniveles, viéndose necesario el implemento de un buen diseño de proyecto geométrico.

Otra de las observaciones que se puede interpretar es la inclinación elevada que existe en algunos tramos del terreno en relación a la distancia que hay, esto hace que no toda las personas con sus vehículos comunes puedan transitar en todo el año, debido a que en tiempo de lluvias la precipitación hace que el camino no se encuentra en buen estado para circular.

Con todos los datos y observaciones anteriores, se puede diseñar el proyecto geométrico con gran eficacia, sabiendo cuales son los principales problemas que tiene el tramo carretero y así solucionarlos de la mejor manera.

En los anexos se muestran los planos, en donde se puede comparar el perfil de terreno natural contra el perfil de proyecto, destacando que la implementación del

proyecto geométrico ayuda en gran forma para la disminución de las pendientes a lo largo del camino, las cuales eran un gran problema para el conductor

En lo que respecta al diseño de las curvas horizontales, cabe resaltar que se buscó disminuir el mayor número de curvas, para que fuera un camino de mayor accesibilidad y confiabilidad. Otro aspecto importante en las curvas, es que se diseñó con el menor grado de curvatura posible, para que la circulación por estas fuera lo más rápido y seguro posible, para evitar accidentes y contratiempos.

Con lo que respecta al derecho de vía, en la mayor parte del camino se tendrá que adquirir parte de los predios de las personas que tienen huertas, sembradíos, etc. Debido a que el derecho de vía, en una sección de 20 m a cada lado del eje del camino, será zona federal, ya que es requisito de la SCT para el desarrollo de la carretera.

En los anexos se pueden observar los planos más a detalle para una mejor interpretación de los resultados.

5.3. Cálculo de curvas horizontales.

En el proyecto se cuenta con un total de 8 curvas horizontales, las cuales fueron calculadas por medio del programa CivilCad, introduciendo los datos de acuerdo al tipo de camino que se cuenta y se requiere.

A continuación se observan los resultados producidos por el cálculo de cada una de las curvas, mostrando en primer lugar el significado de la nomenclatura que se tiene en las diferentes tablas.

- ❖ 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).

Curva 1	
$\Delta =$	68°46'55.79" izq
ST =	47.537
PI=	2+205.27
Gc=	16° 30' 0.00"
Lc=	83.372
Rc=	69.449
Sc=	8.60%
Ac=	1.2

Curva 2	
$\Delta =$	89°55'3.29" izq
ST =	44.01
PI=	2+305.16
Gc=	26°0'0.00"
Lc=	69.167
Rc=	44.074
Sc=	9.90%
Ac=	1.7

Curva 3	
$\Delta =$	30°2'35.37" der
ST =	30.751
PI=	2+512.50
Gc=	10°0'0.00"
Lc=	60.086
Rc=	114.592
Sc=	9.90%
Ac=	1

Curva 4	
$\Delta =$	53°11'49.84" izq
ST =	57.38
PI=	2+846.93
Gc=	10°0'0.00"
Lc=	106.394
Rc=	114.592
Sc=	9.90%
Ac=	1

Curva 5	
Δ =	99°40'24.25" izq
ST =	82.289
PI=	3+086.14
Gc=	16°30'0.00"
Lc=	120.816
Rc=	69.449
Sc=	8.60%
Ac=	1.2

Curva 6	
Δ =	96°17'22.37" der
ST =	63.958
PI=	3+224.03
Gc=	20°0'0.00"
Lc=	96.29
Rc=	57.296
Sc=	9.20%
Ac=	1.4

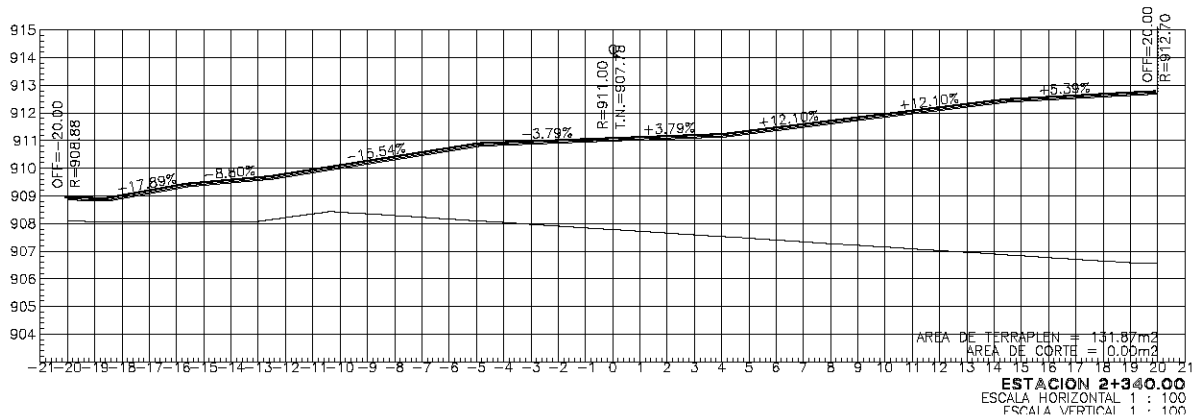
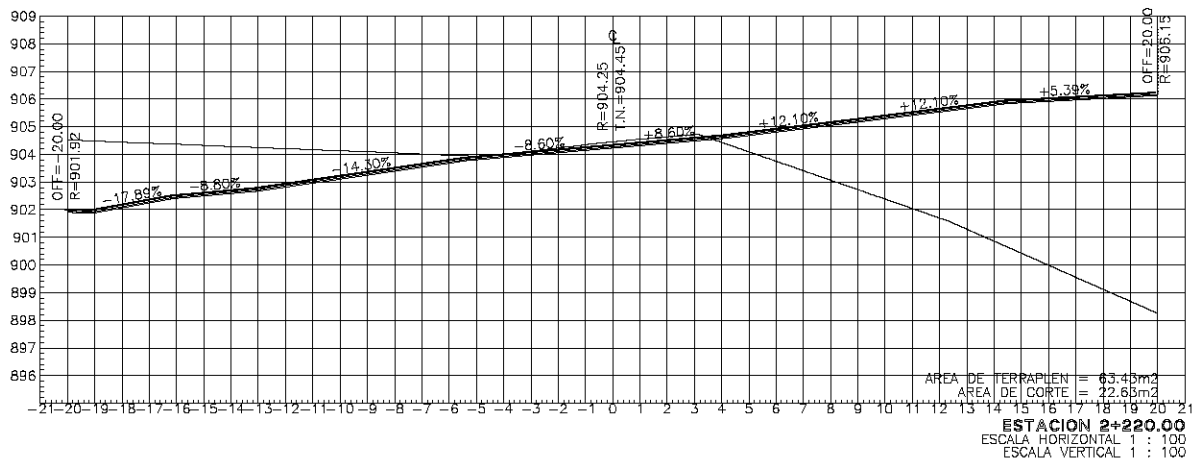
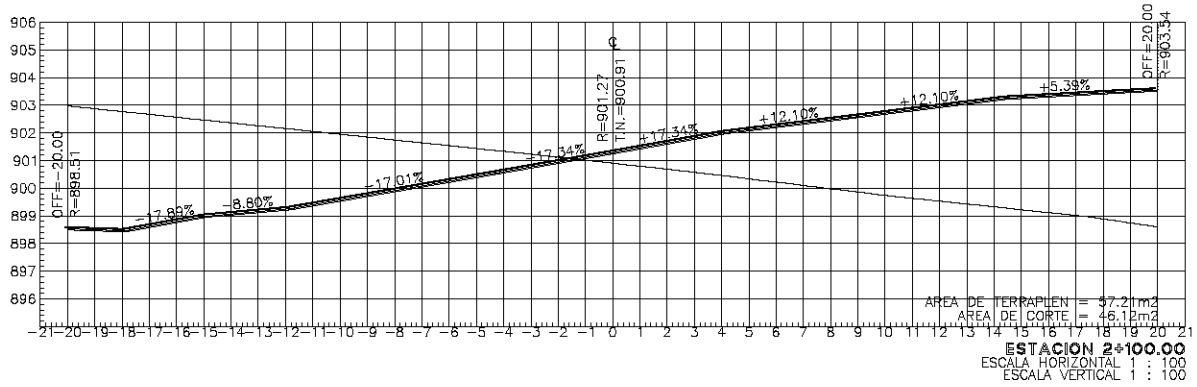
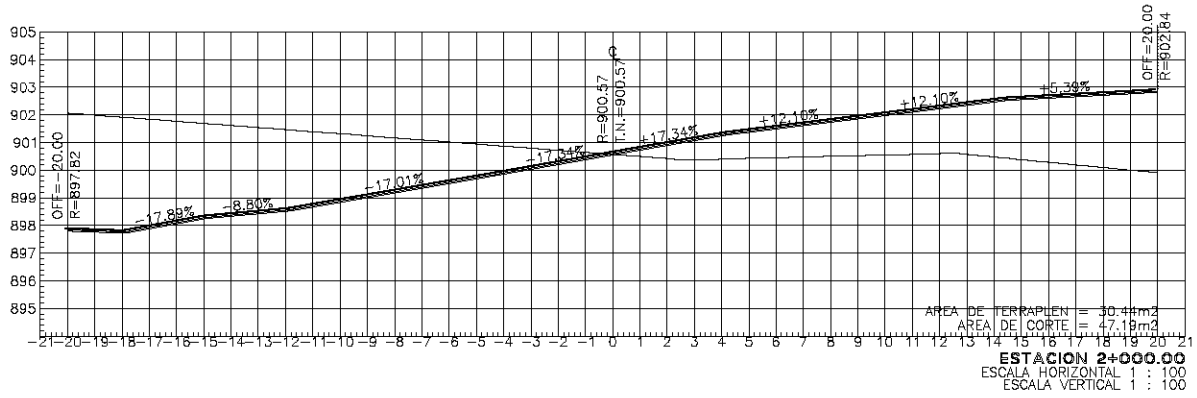
Curva 7	
Δ =	26°15'38.20" der
ST =	16.2
PI=	3+343.33
Gc=	16°30'0.00"
Lc=	31.831
Rc=	69.449
Sc=	8.60%
Ac=	1.2

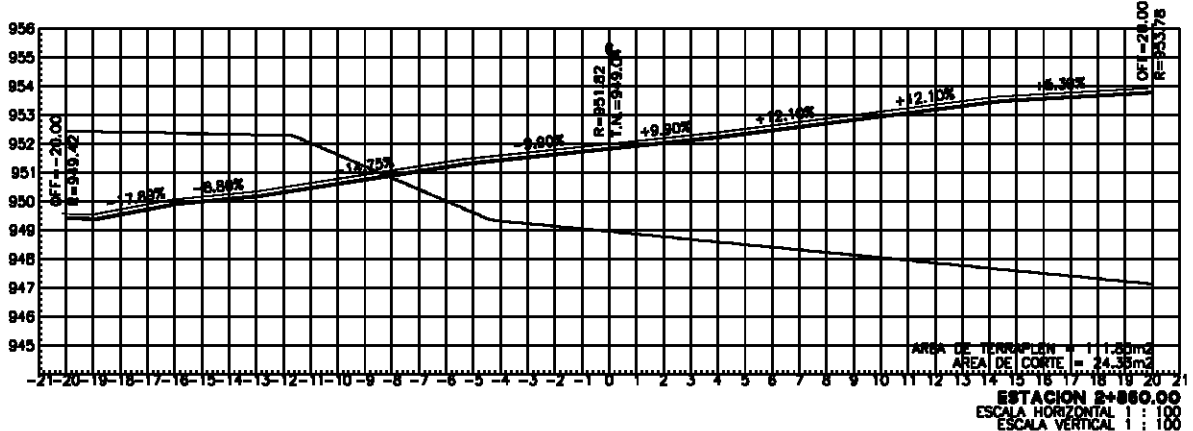
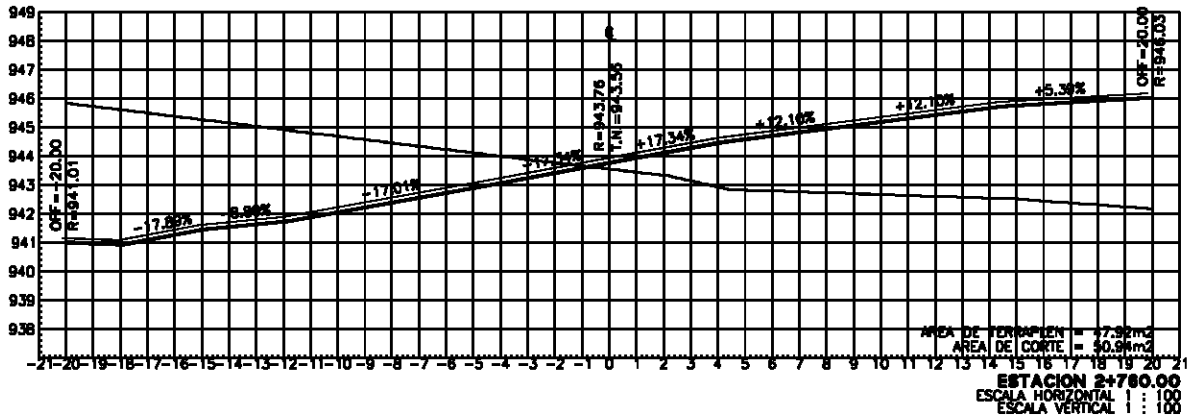
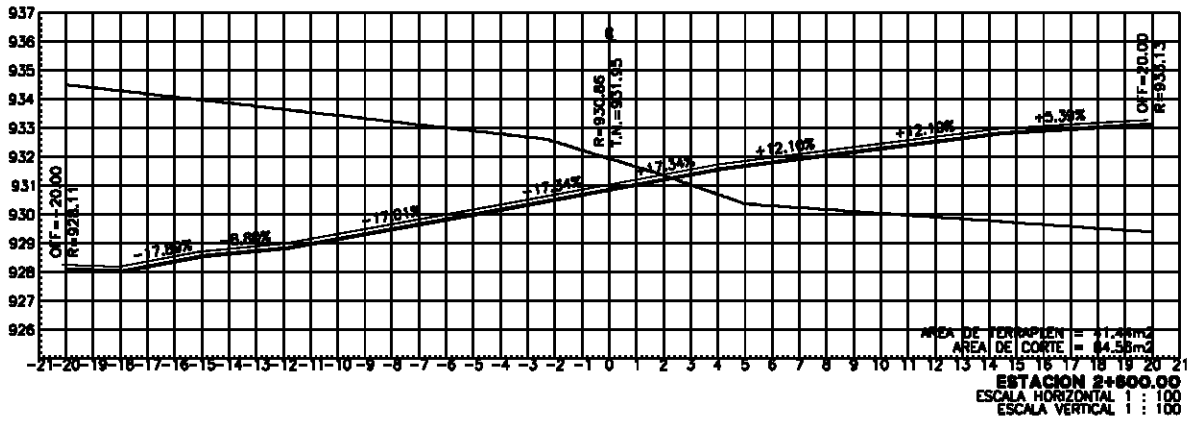
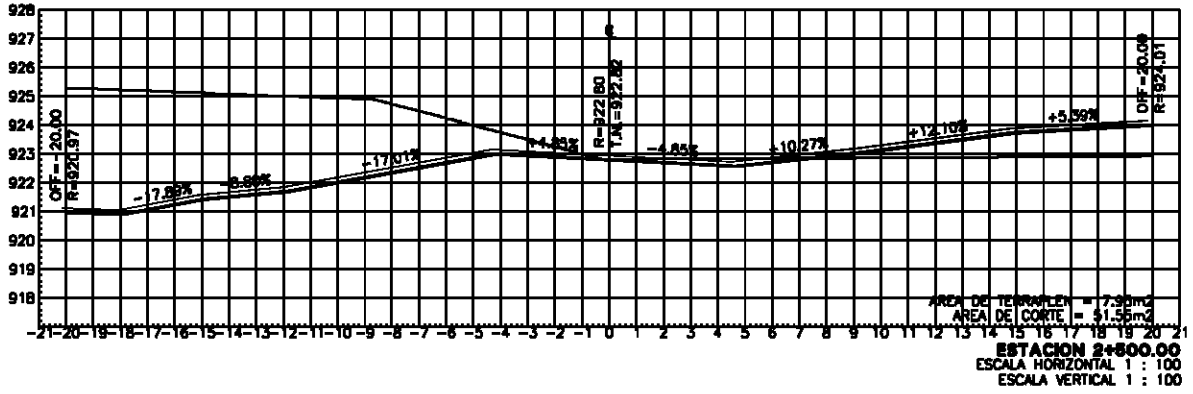
Curva 8	
Δ =	18°41'55.30" izq
ST =	18.866
PI=	3+598.54
Gc=	10°0'0.00"
Lc=	37.397
Rc=	114.592
Sc=	9.90%
Ac=	1

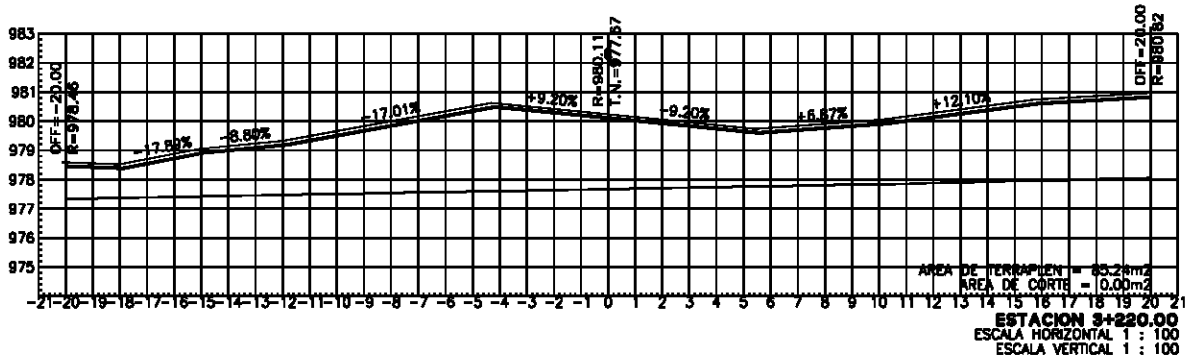
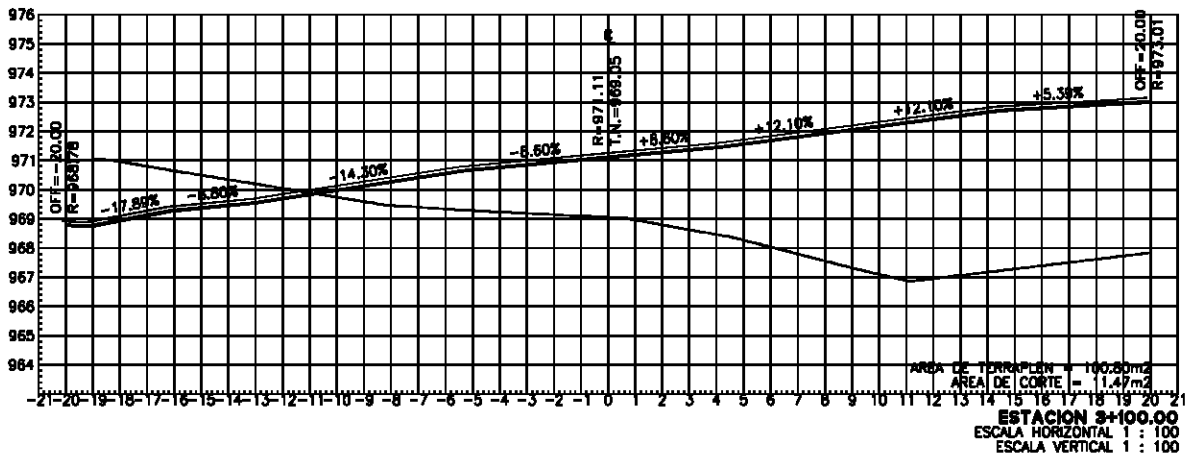
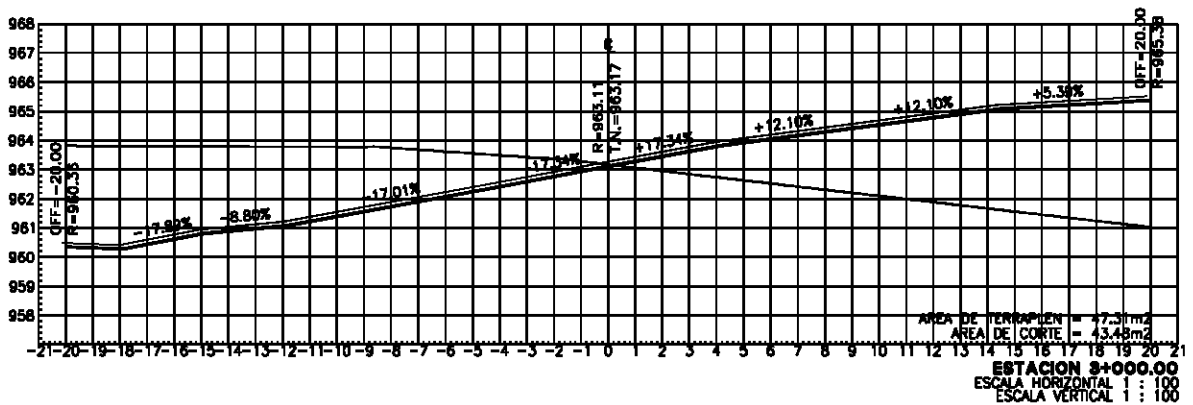
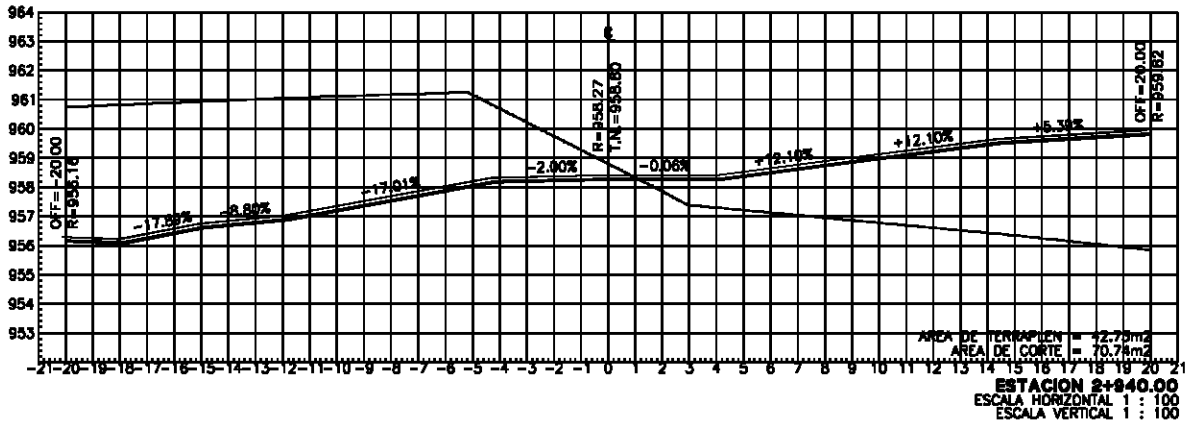
En los anexos, en el cuadro de construcción de eje se puede observar más a detalle los datos de las curvas horizontales, para una mejor interpretación.

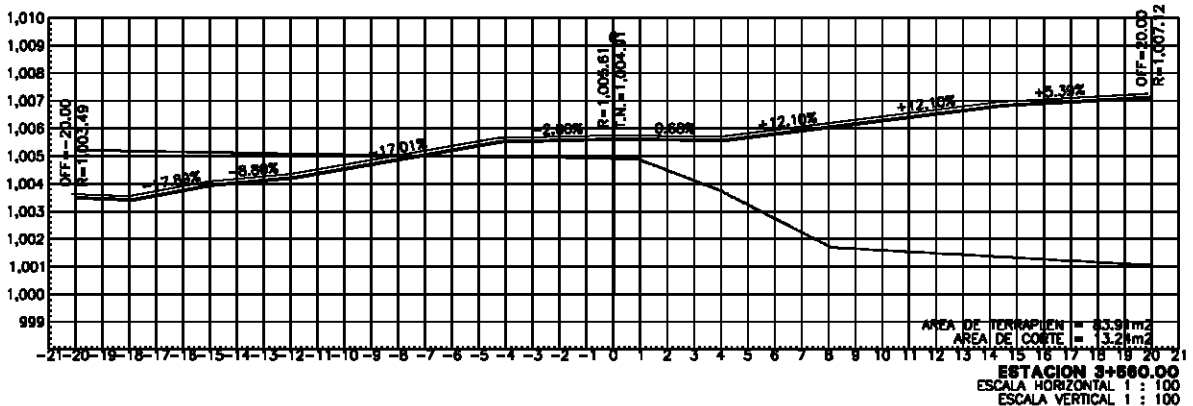
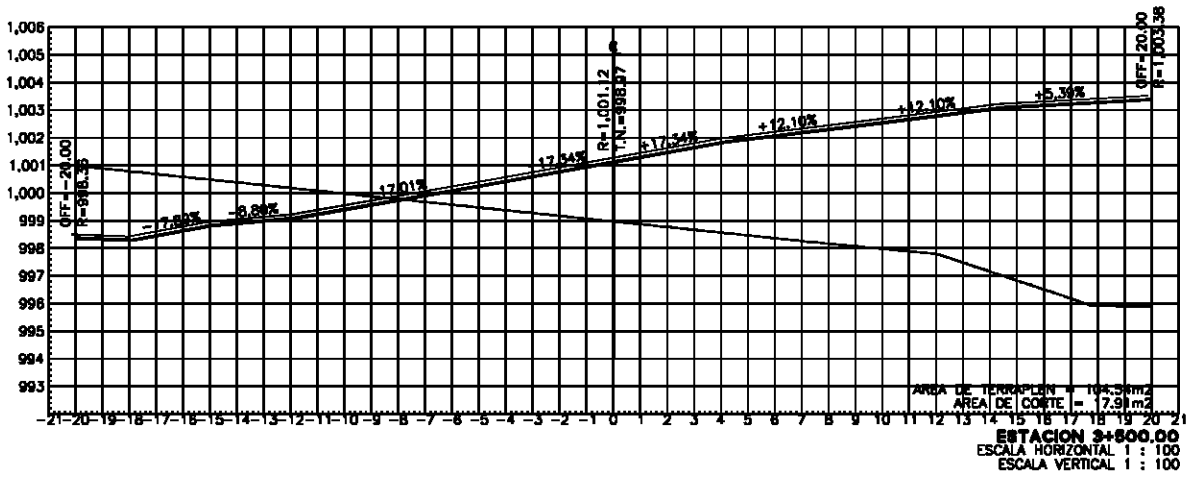
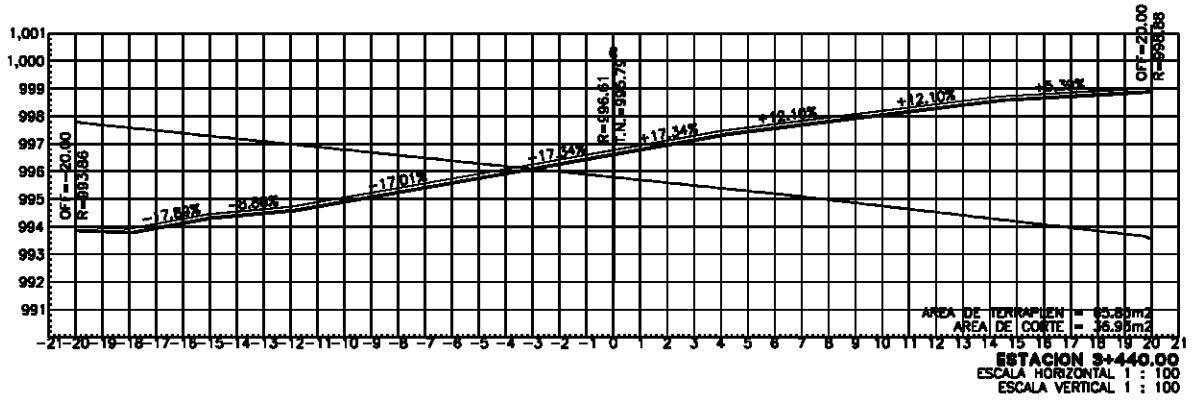
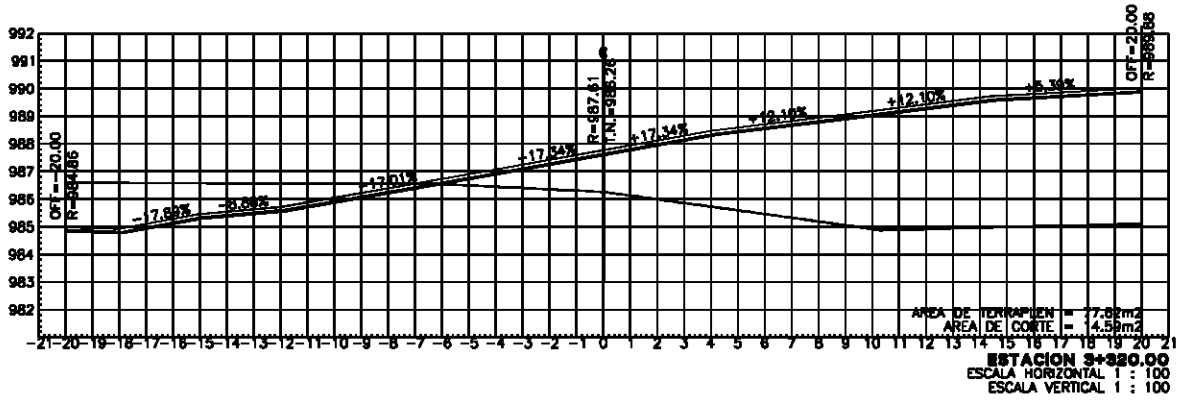
5.4. Secciones transversales.

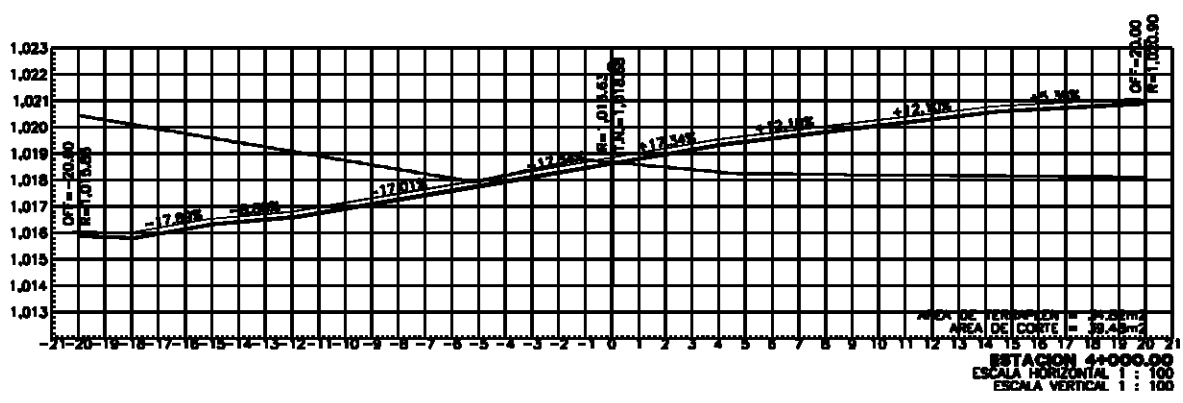
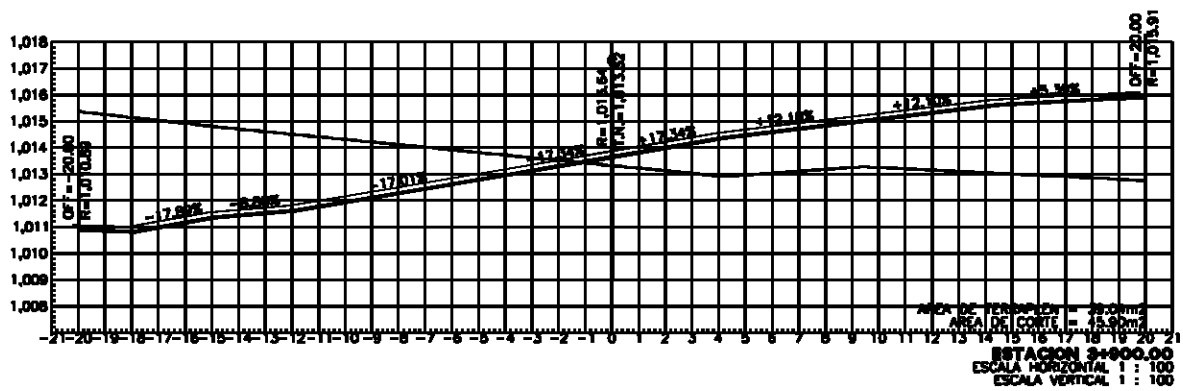
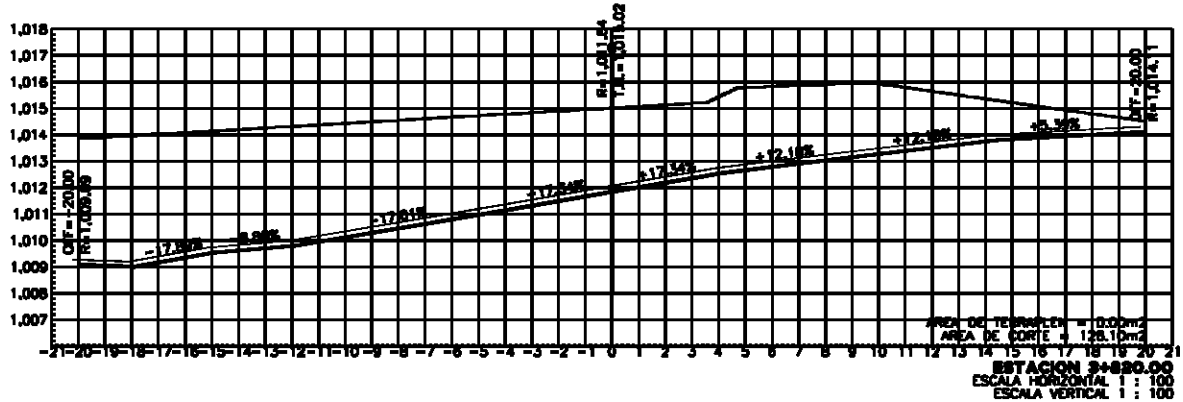
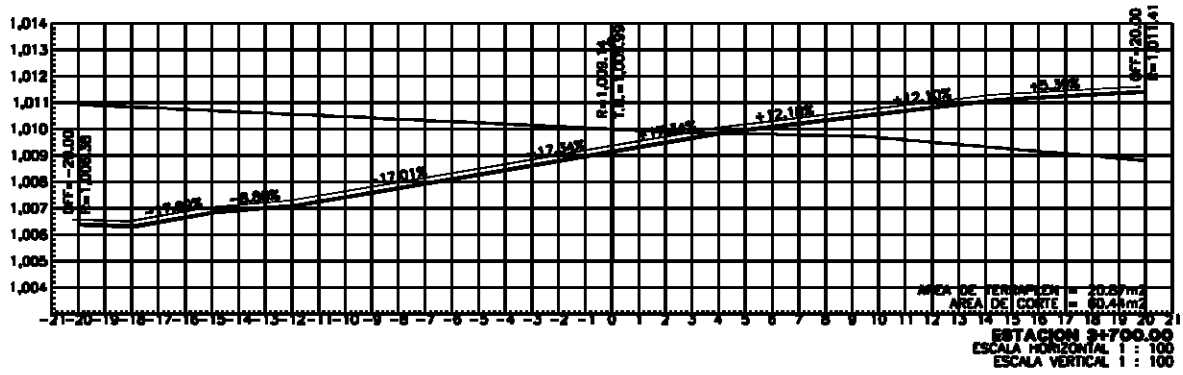
A continuación se muestran las secciones transversales de terreno natural y proyecto que se obtuvieron a lo largo del análisis del trabajo.











Con los resultados obtenidos anteriormente se puede pasar a las conclusiones finales del proyecto.

CONCLUSIONES

En la presente investigación denominada: Diseño del proyecto geométrico del tramo “El Sabino – Taretan”, km 2 + 000 al 4 + 000 de la antigua carretera Uruapan – Taretan, se argumentará a la conclusión que se llegó con los métodos utilizados para su mejor diseño.

De acuerdo al análisis de los resultados del proyecto y su interpretación, se concluye que se han cumplido satisfactoriamente los objetivos especificados al inicio de la investigación, siendo el objetivo general el de: “Diseñar el proyecto geométrico más conveniente para el tramo El Sabino – Taretan de la antigua carretera Uruapan – Taretan, tomando en cuenta la seguridad y efectividad de quienes circularán a través de éste.”

El cumplimiento de dicho objetivo fue resuelto con gran satisfacción, ya que el diseño del proyecto geométrico obtenido fue el más eficaz, brindando una gran seguridad y una gran eficacia, dando confiabilidad y comodidad a las personas que transiten por dicho tramo.

Para lograr el objetivo, primeramente se realizó un levantamiento topográfico del tramo a estudiar con una estación total, y por consiguiente de descargo dicha información obtenida a los programas de AutoCad y CivilCad, ya con el apoyo de estos se fue analizando el tramo carretero y se fue calculando poco a poco el trazo geométrico para brindarnos así, el diseño de proyecto más adecuado para la mayor y mejor funcionalidad de la carretera.

En lo que respecta a los demás objetivos específicos del presente proyecto, cabe resaltar que el primero de ellos es: “Definir que es una vía terrestre”, el cual se cumplió satisfactoriamente, ya que quedó definido que es una obra de infraestructura diseñadas para el transporte, las cuales pueden ser caminos, carreteras, autopistas, o autovías férreas. Así como también se debe resaltar que una vía terrestre deberá ser confiable y segura para los conductores y que nos ayudan para el desarrollo de una sociedad, ya que ayudan de manera socioeconómica.

Otro objetivo específico que se estableció al principio de la investigación fue el: “Determinar la clasificación de las carreteras”, por consiguiente dicho objetivo se cumple cabalmente obteniendo el resultado de la clasificación de las carreteras, las cuáles se estableció que se pueden clasificar en tres diferentes modalidades como lo son: por transitabilidad, clasificación administrativa y clasificación técnica oficial.

Por transitabilidad se puede decir a grandes rasgos que esta modalidad de clasificación se hace de acuerdo a la etapa de construcción en la que se encuentre la carretera, que puede ser terracería, revestida o pavimentada. Clasificación administrativa podrá ser: Federales, Estatales, Vecinales y de cuota. Clasificación técnica oficial serán: Tipo especial, tipo A, tipo B y tipo C.

El objetivo específico referente a: “Calcular la velocidad de proyecto idónea para una buena circulación de tránsito”, se estipuló y se cumplió, ya que en la práctica se definió que la velocidad de proyecto para una buena circulación del tránsito fuese de 40 km/hr, la cual es eficiente de acuerdo al tipo de camino que fue Tipo C, el cual se estableció por el aforo que se realizó y se tiene que es un terreno montañoso poco

escarpado debido a su pendiente, esto se estableció de acuerdo a las normas establecidas por la SCT.

Otro objetivo específico establecido fue: “Establecer la importancia del proyecto geométrico”, así como los anteriores se cumple, en el transcurso de la investigación se observa como es importante el implementar un buen cálculo del proyecto geométrico, el cual ayudará en su totalidad para que la carretera sea lo más eficiente, segura, cómoda y confiable para los conductores que transitaran por dicha carretera, y se debe prestar total atención a la hora de diseñar el proyecto geométrico, porque de esto depende la economía de los poblados del alrededor y para que la inversión que se haga no sea contraproducente.

Otro de los objetivos específicos que se logró cumplir fue el: “Definir las partes fundamentales de un proyecto geométrico”, para este objetivo se observaron las partes más importantes que se deben contemplar para la realización más eficaz de un proyecto geométrico, las cuales constan de: la selección de ruta, anteproyecto, alineamiento vertical, alineamiento horizontal, sección transversal de una obra vial, drenajes, obras de cruce y señalamientos. Teniendo un buen uso de estos elementos se puede diseñar el mejor proyecto geométrico.

Y por último objetivo específico establecido: “Diseñar el proyecto geométrico”, dicho objetivo, se cumplió al hacer los cálculos adecuados de lo que fue la ruta seleccionada, y a la cual se le hizo el alineamiento vertical y horizontal más favorable, así como también se establecieron los señalamientos horizontales tanto como verticales.

Ahora bien, respecto a la pregunta de investigación que se había establecido en el presente proyecto, también se cumplió, la cual señalaba: “¿Cuál es el diseño de proyecto geométrico idóneo para este tramo?”, dando como respuesta que después del estudio realizado y efectuados los cálculos correspondientes, se puede decir que el diseño idóneo para el tramo en estudio tendrá un cadenamiento de 2+000 al 4+000, teniendo un ancho de calzada 7.30 metros con un bombeo del 2%, siendo un camino de tipo “C” y una velocidad de proyecto de 40-50 km/hr para su buen funcionamiento. A lo largo del tramo se calcularon 8 curvas horizontales y 7 curvas verticales. La pendiente máxima será de un 9%. De esta manera se puede decir que el diseño presenta seguridad y eficacia para los usuarios de esta vía.

Como conclusión final, se puede decir que para el buen diseño de un proyecto geométrico es necesario cumplir con las normativas establecidas por la SCT, ya que es la dependencia encargada de las vías terrestres, y en base a sus normas nos proporciona una buena efectividad en la construcción para el buen uso de las carreteras.

BIBLIOGRAFÍA

Crespo Villalaz, Carlos. (1996)

Vías de comunicación.

Ed. Limusa, México.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2004)

Metodología de la investigación.

Mc. Graw Hill., México.

Manual de proyecto geométrico de carreteras. (1991)

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

México.

Martínez Óscar, Francisco. (2008)

Alternativa de proyecto geométrico del camino Churumuco 4 caminos, tramo Zicuirán Churumuco km 42+340 al km 45+420, en el estado de Michoacán.

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

Medina Martínez, Omar. (2011)

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 inédita de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco, en la ciudad de Uruapan, Michoacán, México.

Mier Suárez, Jose Alfonso. (1987)

Introducción a la ingeniería de caminos.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Olivera Bustamante, Fernando. (2006 y 2009)

Estructuración de vías terrestres.

Ed. Patria.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la investigación científica.

Ed. Limusa, México.

Vargas Martínez, Omar Jerzain. (2012)

Diseño del proyecto geométrico para el tramo carretero del camino viejo a la hidroeléctrica de la CFE, en Uruapan, Michoacán.

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

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

<https://www.google.com.mx/maps>

<https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGRH/html_spc/formatos/manual_de_proyecto_geometrico_SCT.pdf

http://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental_de_vías_terrestres

<http://es.wikipedia.org/wiki/Carretera>

<https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Michoacán>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Taretan>

ANEXOS

**CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE EJE CURVAS
HORIZONTALES TRAMO CARRETERO EL SABINO -
TARETAN KM 2+000 al 4+000**



LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				PST=2+000.00	186,178.7743	2,136,689.8278
PST=2+000.00	PC=2+157.73	S 171°26.98" E	157.734	PC=2+157.73	186,226.3934	2,136,539.1405
PC=2+157.73	PT=2+241.10	S 51°34'54.88" E α = 66°46'55.79" Izq Rc = 69.449	78.455 Lc = 83.372 ST = 47.537	PT=2+241.10 PI=2+205.27	186,287.8930 186,240.4432	2,136,490.3887 2,136,493.7271
PT=2+241.10	PC=2+261.15	S 85°58'22.77" E	20.061	PC=2+261.15	186,307.9645	2,136,496.8906
PC=2+261.15	PT=2+330.32	N 49°04'06.58" E α = 89°55'3.29" Izq Rc = 44.074	82.285 Lc = 69.167 ST = 44.010	PT=2+330.32 PI=2+305.16	186,354.9200 186,351.7682	2,136,529.7870 2,136,485.6699
PT=2+330.32	PC=2+481.75	N 04°06'33.94" E	151.433	PC=2+481.75	186,365.7720	2,136,680.6306
PC=2+481.75	PT=2+541.84	N 19°07'51.62" E α = 30°2'56.37" der Rc = 114.592	58.400 Lc = 60.086 ST = 30.751	PT=2+541.84 PI=2+612.50	186,385.2392 186,367.9786	2,136,736.8504 2,136,711.6025
PT=2+541.84	PC=2+789.55	N 34°09'09.30" E	247.710	PC=2+789.55	186,524.3031	2,138,941.9414
PC=2+789.55	PT=2+895.94	N 07°33'14.36" E α = 53°11'49.84" Izq Rc = 114.592	102.614 Lc = 106.394 ST = 57.380	PT=2+895.94 PI=2+848.93	186,537.7928 186,556.5180	2,137,043.6647 2,136,989.4257
PT=2+895.94	PI=2+931.04	N 19°02'40.54" W	35.101	PI=2+931.04	186,526.3392	2,137,076.8444
PI=2+931.04	PC=3+003.85	N 10°31'26.93" W α = 8°31'11.61" der	72.804	PC=3+003.85	186,513.0409	2,137,148.4233
PC=3+003.85	PT=3+124.88	N 80°21'41.05" W α = 89°40'24.25" Izq Rc = 69.449	108.148 Lc = 120.816 ST = 82.269	PT=3+124.88 PI=3+086.14	186,420.7812 186,498.0100	2,137,200.9163 2,137,229.3281
PT=3+124.88	PC=3+180.07	S 69°45'06.82" W	35.404	PC=3+180.07	186,367.5544	2,137,168.6925
PC=3+180.07	PT=3+256.38	N 82°03'11.89" W α = 86°17'22.37" der Rc = 57.296	85.352 Lc = 96.280 ST = 63.959	PT=3+256.38 PI=3+224.03	186,312.1562 186,327.5289	2,137,226.8925 2,137,166.6100
PT=3+256.38	PC=3+327.13	N 13°54'30.81" W	70.773	PC=3+327.13	186,295.1442	2,137,297.3906
PC=3+327.13	PT=3+358.86	N 00°46'41.71" W α = 26°15'38.20" der Rc = 69.449	31.553 Lc = 31.831 ST = 16.200	PT=3+358.86 PI=3+343.33	186,294.7156 186,291.2602	2,137,326.9409 2,137,313.1157
PT=3+358.86	PC=3+579.68	N 12°21'07.39" E	220.714	PC=3+579.68	186,341.9304	2,137,544.5461
PC=3+579.68	PT=3+617.07	N 03°00'09.74" E α = 18°41'55.30" Izq Rc = 114.592	37.232 Lc = 37.397 ST = 18.886	PT=3+617.07 PI=3+598.54	186,343.8807 186,345.9863	2,137,581.7266 2,137,582.9758
PT=3+617.07	PST=4+007.86	N 08°20'47.91" W	390.782	PST=4+007.86	186,300.8823	2,137,970.1138

LONGITUD = 2,007.861m

- TIPO DE SUELO: ENSU MAYORIA SON LIMOS Y EN TRAMOS ESCASOS ARCILLA
- EL TRAMO COMPRENDIDO CONSTA DE 2 KM.
- ANCHO PROMEDIO DE LA CALZADA 7.50 METROS
- TIPO DE CARRETERA "C"

MACROLOCALIZACIÓN

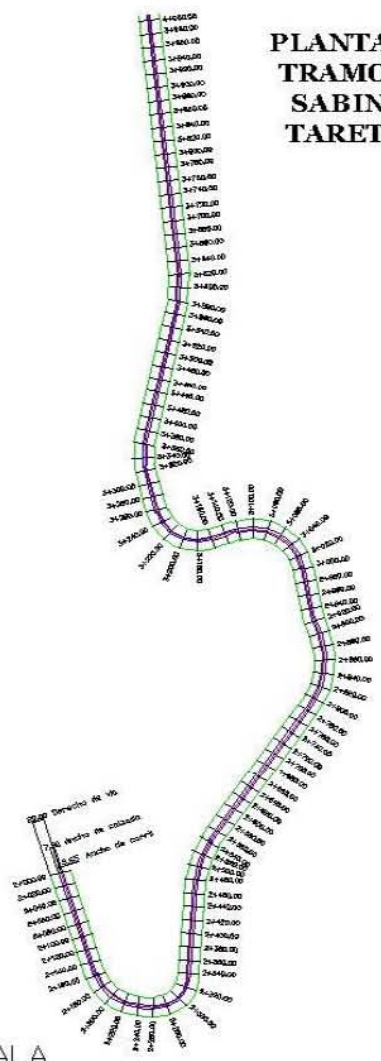
MICROLOCALIZACIÓN

Escala 1:10000

DISEÑO DEL PROYECTO GEOMÉTRICO DEL TRAMO "EL SABINO - TARETAN", KM 2 +000 AL 4 + 000 DE LA ANTIGUA CARRETERA URUAPAN - TARETAN.

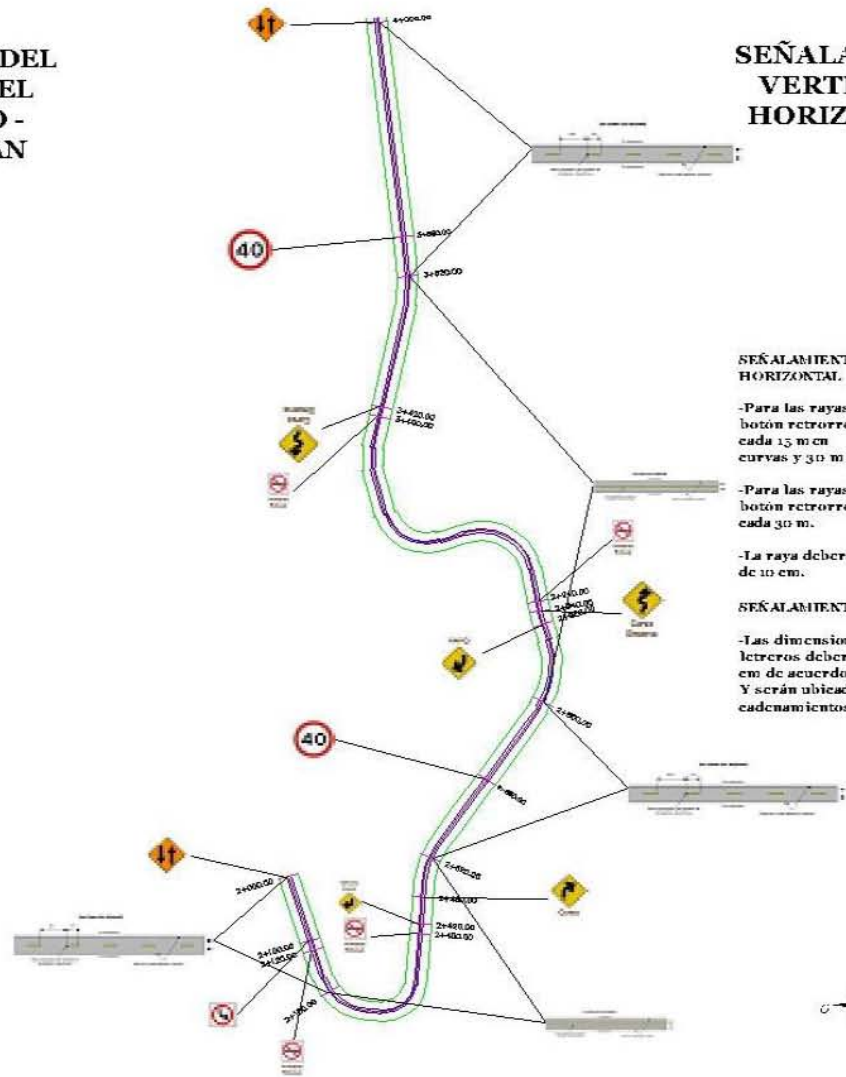
CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE CURVAS HORIZONTALES

UNIVERSIDAD UGTEPSOCC
INSTITUTO TECNOLÓGICO
Victorio Aguilar
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAYORÍA DE CALZADAS



PLANTA DEL TRAMO EL SABINO - TARETAN

SIN ESCALA



SEÑALAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL

SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.

- Para las rayas continuas el botón retroreflejante irá a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes.
- Para las rayas discontinuas el botón retroreflejante irá a cada 30 m.
- La raya deberá tener un ancho de 10 cm.

SEÑALAMIENTO VERTICAL.

- Las dimensiones de los letreros deberán ser de 71x71 cm de acuerdo al reglamento. Y serán ubicadas en los cadenerios señalados.

SEÑALAMIENTO DE SECCIONES

- TIPO DE SUELO: EN SU MAYORÍA SON LIMOS Y EN TRAMOS ESCASOS ARCILLA
- EL TRAMO COMPRENIDO CONSTA DE 2 KM.
- ANCHO PROMEDIO DE LA CALZADA 7.30 METROS
- TIPO DE CARRETERA "C"

MACROLOCALIZACIÓN



MICROLOCALIZACIÓN



PROYECTO: **SEÑALAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL**

Anexo 2

ELABORADO POR: **ING. GUILLERMO VAJA BRETICALDERO**

FECHA: **14/07/2018**

PROYECTO: **SEÑALAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL**

DISEÑO DEL PROYECTO GEOMÉTRICO DEL TRAMO "EL SABINO - TARETAN", KM 2 +000 AL 4 + 000 DE LA ANTIGUA CARRETERA URUAPAN - TARETAN.

PLANO - VISTA EN PLANTA Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

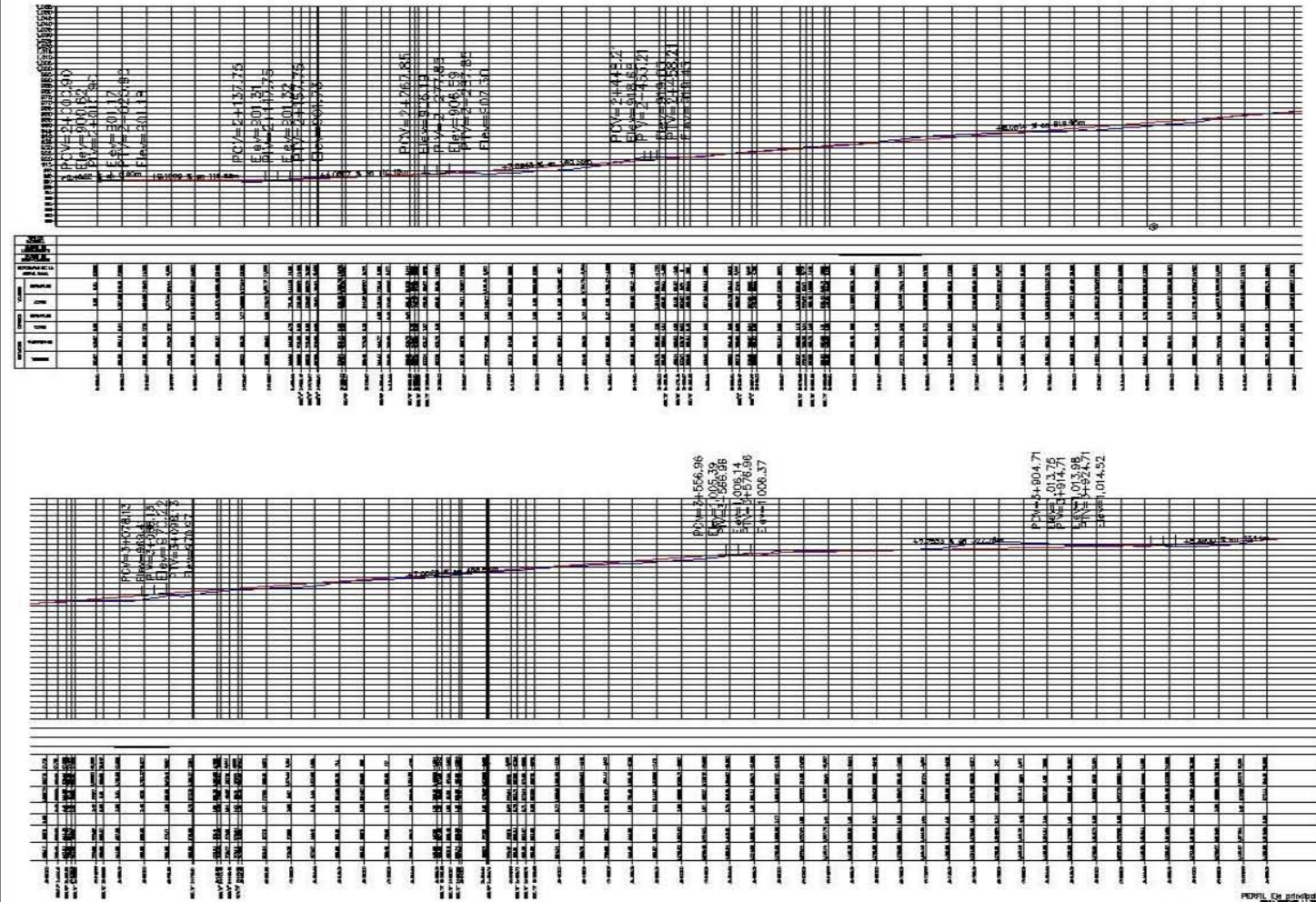
ELABORADO POR: INGENIERO CIVIL GUILLERMO VAJA BRETICALDERO

PROYECTO QUE SE PRESENTA:

Yctor Blauz

Yctor A. Claudi

ASESOR: I.C. GUILLERMO VAJA BRETICALDERO



SIN ESCALA

DETERMINACIONES

- TIPO DE SUELO: EN SU MAYORÍA SON LIMOS Y EN TRAMOS ESCASOS ARCILLA
- EL TRAMO COMPRENDIDO CONSTA DE 2 KM.
- ANCHO PROMEDIO DE LA CALZADA 7,30 METROS
- TIPO DE CARRETERA "C"

MACROLOCALIZACIÓN

MICROLOCALIZACIÓN

Anexo 3

DISEÑO DEL PROYECTO GEOMÉTRICO DEL TRAMO "EL SABINO - TARETAN", KM 2 +000 AL 4 + 000 DE LA ANTIGUA CARRETERA URUAPAN - TARETAN.

C.P. VESPERTAL, S.C. CORTE Y TERRAPLENES KY 2-000LA-000

UNIVERSIDAD DEL VASCO A.C.
 PROYECTO QUE SE PRESENTA:
 V.ctor Manuel
 V.ctor A. Clavio
 ASESOR: I. C. GUILLERMO
 LAJA BRETICAL DEROSA