

No. Reg. 1951

TS

Clar. 625.7

V152p

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO DEL CAMINO:
QUERETARO-PARQUE DEL MARQUES
(LIBRAMIENTO)**

Biblioteca Central

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

GUILLERMO VALENCIA UGALDE

QUERETARO, QRO.

1974

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE QUERETARO



Febrero 13 de 1973.

OFICIO NUM: 90

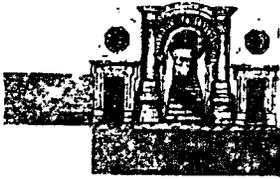
ASUNTO: SE APRUEBA
TEMA DE TESIS.

SR. GUILLERMO VALENCIA UGALDE.
P R E S E N T E .-

En respuesta a su atenta Solicitud, relativa al Tema de su Tesis Profesional, me permito comunicar a Usted, el que para tal efecto fué propuesto por el Sr. Ing. Jesús Nájarez Villarreal. El título de su Tesis será:

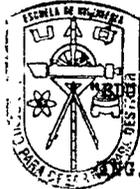
PROYECTO DEL CAMINO: QUERETARO-PARQUE DEL MARQUES (LIBRAMIENTO)

- 1.- Introducción
- 2.- Estudios de campo
 - I.- Localización
 - II.- Trazo Preliminar
 - a).- Orientación Astronómica
 - b).- Trazo de la Poligonal Abierta
 - III.- Nivelación de la línea preliminar
 - IV.- Levantamiento de las Secciones Transversales Topográficas .
 - V.- Estudios Geotécnicos
 - VI.- Estudios de Drenaje
- 3.- Estudios de Gabinete
 - I.- Proyecto del Eje del Camino
 - a).- Trazo Preliminar
 - b).- Topografía
 - II.- Estudios del Trazo Definitivo
 - a).- Proyecto del Eje
 - b).- Perfil Virtual
 - c).- Secciones Transversales Virtuales
 - d).- Proyecto de Subrasante



- III.- Curva Masa
- IV.- Drenaje
- 4.- Antepresupuesto
- 5.- Conclusiones
- 6.- Bibliografía

También hago de su conocimiento las disposiciones de nuestra Escuela, en el sentido de que, antes de su Examen Profesional deberá cumplir el requisito del Servicio Social y de que el presente oficio se imprima en todos los ejemplares de su Tesis.



ATENTAMENTE
EDIFICIO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR " .

[Handwritten signature]
ING. ANTONIO SANCHEZ HERNANDEZ.
DIRECTOR.

- C.C.p.- Mesa de Profesiones de la U.A.Q.- Edificio.-
- C.C.p.- Archivo Escuela Ingeniería.- Edificio.-
- C.C.p.- El C. Ing. Jesús Núñez Villarreal.- Presente.-

A MIS PADRES

ANGEL VALENCIA M.
ANGELINA U. DE VALENCIA

QUE ME GUIARON Y DIERON
UNA PROFESION.

A MI ESPOSA E HIJOS

GLORIA L. DE VALENCIA
GUILLERMO
CARLOS

A MIS HERMANOS

ERENDIDA
SUSANA
ANTONIO
JOSE
PATRICIA
DELIA
JESUS
LOURDES
MANUEL
CARLOS

A MIS PARIENTES Y AMIGOS

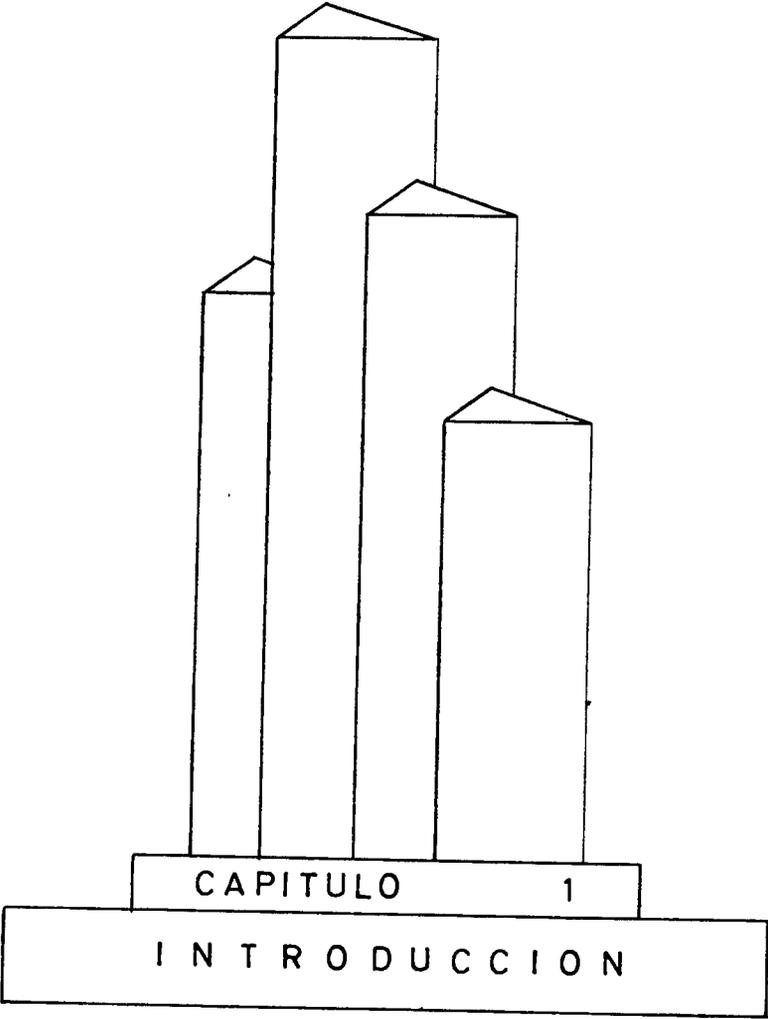
A MI CUÑADA

ROSA MARIA LUNA R.
POR SU AYUDA DESINTELESADA

A MIS MAESTROS
POR SU EMPEÑO EN
EL APRENDIZAJE.

A MIS COMPAÑEROS
DE GENERACION.

A LA UNIVERSIDAD
PARTICULARMENTE A LA
ESCUELA DE INGENIERIA.



INTRODUCCION

1

Los caminos han ido evolucionando a través de su historia, en sus métodos de construcción y formas de realizar - estudios para obtener mejores localizaciones, con el fin de simplificar los trabajos y lograr así acortar el tiempo de - realización, abatir los costos y mejorar la calidad, lográndose todo esto como consecuencia de las experiencias adquiridas.

Ante la necesidad de mejorar y hacer nuevas rutas, - debido al mal funcionamiento o mal estado de las ya existentes y al crecimiento de las ciudades por el desarrollo industrial, minero, agrícola y ganadero, se realizaron los estudios del proyecto del camino "Querétaro - Parque El Marqués", tomándose en cuenta que su ruta ya existente es insuficiente al tránsito de vehículos, representando peligro a los transeúntes de las poblaciones de Hércules (Villa Cayetano Rubio) y La Cañada (Villa del Marqués).

Por medio de los estudios de tránsito, se determinó construir otra ruta que resuelva todas las necesidades actuales y futuras, proyectándose así el camino para funcionar -- hasta el año de 1984, o sea, se le dió una vida, desde el -- punto de vista de transitabilidad, de 12 años con lo cual se resuelven las necesidades de dichas poblaciones.

El camino "Querétaro - Parque El Marqués", se inicia en el extremo norte de la Calzada de los Arcos, pasando por el extremo sur fuera de la población de Hércules (Villa Cayetano Rubio), delegación municipal del Municipio de Querétaro, continuando para llegar a la población de la Cañada, cabecera del Municipio del Marqués, pasando también por el extremo sur fuera de la población, siguiendo hasta llegar a entroncar con el camino "Querétaro - La Griega".

El tramo Querétaro - Hércules se proyectó con las características geométricas de los caminos tipo "A", debido a que en ese tramo el volumen de tránsito es superior respecto al resto del camino, aprobándose también esas características geométricas por medio del análisis de capacidad.

El tramo Hércules - La Cañada y resto del camino -- "Querétaro - Parque El Marqués", se proyectó con las características geométricas de los caminos tipo " C " ya que el volumen de tránsito en ese tramo es inferior y el análisis de capacidad también determinó las características geométricas de los caminos tipo "C".

Los estudios y proyectos realizados en este camino, constituyen el tema de la presente tesis.

La determinación del tipo y clase de un camino se designa - de acuerdo con su capacidad de tránsito.

Capacidad de tránsito es el volumen de tránsito máximo que alcanza el camino antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada.

Se llama volumen de tránsito al número de vehículos que pa- san por un punto en período específico de tiempo.

Se llama volumen horario al resultado de dividir el número de vehículos que pasan por un punto en un período de tiempo, que es una hora.

Clasificación de los caminos de acuerdo al tránsito de vehí- culos:

a) Tipo Especial

Para un T.D.P.A. (Tránsito Diario Promedio Anual) supe- rior a 3,000 vehículos, equivalente a un T.H.M.A. (Trán- sito Horario Máximo Anual) mayor de 360 vehículos.

b) Tipo " A "

Para un T.D.P.A. de 1,500 a 3,000 vehículos, equivalente a un T.H.M.A. de 180 a 360 vehículos.

c) Tipo " B "

Para un T.D.P.A. de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un T.H.M.A. de 60 a 180 vehículos.

d) Tipo " C "

Para un T.D.P.A. de 50 a 500 vehículos equivalente a un T.H.M.A. de 6 a 60 vehículos.

De acuerdo a las características topográficas de los terre- nos que atraviesan los diferentes caminos, anteriormente citados, variará las normas geométricas.

CAMINO TIPO "A"					
Características geométricas	Unidades	Terreno plano y lomerío suave	Lomerío fuerte	Montañoso poco escarpado	Montañoso muy escarpado
Velocidad de operación	Km/h	100	80	70	60
Velocidad de proyecto	Km/h	70	60	50	40
Ancho de corona	m	9,00	8,00	8,50	8,00
Ancho de carpeta	m	6,10	6,10	6,10	6,10
Grado máximo de curvatura	o	8	11	16°30'	26
Pendiente gobernadora	%	2,0	3,5	4,0	4,5
Pendiente máxima	%	4,0	5,0	5,5	6,0

CAMINO TIPO "B"					
Características geométricas	Unidades	Terreno plano y lomerío suave	Lomerío fuerte	Montañoso poco escarpado	Montañoso muy escarpado
Velocidad de operación	Km/h	80	70	60	50
Velocidad de proyecto	Km/h	60	50	40	35
Ancho de corona	m	8,00	8,00	7,50	7,00
Ancho de carpeta	m	6,10	6,10	6,10	5,50
Grado máximo de curvatura	o	11°	16°30'	26°	35°
Pendiente gobernadora	%	2,5	3,5	4,5	5,0
Pendiente máxima	%	4,5	5,5	6,0	6,5

CAMINO TIPO "C"					
Características geométricas	Unidades	Terreno plano y lomerío suave	Lomerío fuerte	Montañoso poco escarpado	Montañoso muy escarpado
Velocidad de operación	Km/h	70	60	40	35
Velocidad de proyecto	Km/h	50	40	30	25
Ancho de corona	m	7,00	7,00	6,50	6,00
Ancho de carpeta	m	5,50	5,50	5,50	5,50
Grado máximo de curvatura	o	16°30'	26	47	67
Pendiente gobernadora	%	3,00	4,0	4,5	6,0
Pendiente máxima	%	5,0	6,0	6,5	7,0

Terreno plano y lomerío suave
Lomerío fuerte
Montañoso poco escarpado
Montañoso muy escarpado

ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS

Las especificaciones geométricas son muy importantes para el buen funcionamiento de un camino, por lo que antes de comenzar los estudios de campo, deben definirse y estudiarse para las diferentes partes de la ruta. Dichos conceptos y normas son: Alineamiento, Visibilidad, Curvatura, Sobre-elevación, Transición, Ampliación en las curvas, Pendiente, Ancho de la sección, Derecho de vía.

Alineamiento.- Tanto en la proyección horizontal como en la proyección vertical de un camino, debe procurarse que dichas proyecciones sean lo más recto posible, hasta donde lo permita la topografía. Si la topografía en donde se alojara el camino es muy accidentada, se tendrá que desarrollar el camino buscando los lugares de paso como los puertos, parteaguas, etc., y así poder conservar la pendiente gobernadora para evitar el movimiento excesivo de tierras, que elevaría el costo del camino.

El dotar a un camino de un buen alineamiento nos da las ventajas de visibilidad necesaria, máxima velocidad media y mínimo consumo de combustible, condición fundamental para la seguridad del tráfico, ya que si se trazan muchas curvas, éstas constituyen un grave peligro para la circulación si no están proyectadas en forma debida.

Visibilidad.- En carreteras es fundamental que exista, tanto en planta como en perfil, la visibilidad precisa para que el conductor del vehículo pueda ver delante de él a la distancia mí-

nima necesaria para tomar con garantía las decisiones oportunas. La visibilidad depende de la velocidad para la que el camino está proyectado. Todo automovilista precisa de dos visibilidades, la visibilidad para rebasar y la visibilidad para parar, siendo necesario determinar la distancia de cada una de ellas.

La distancia de visibilidad de parada es la precisa para - que el conductor de un vehículo, pueda detenerse antes de llegar a un objeto fijo en su línea de circulación.

La distancia de visibilidad de parada se compone de dos mandos: El recorrido del vehículo desde el momento que el con-- ductor divisa el obstáculo, hasta que aplica los frenos y la distancia de frenado.

Esta distancia está dada por la fórmula:

$$d_{vp} = \frac{V \cdot t}{3.6} + \frac{V^2}{254(\mu_r \pm i)}$$

d_{vp} = Distancia de visibilidad de parada, en mts.

V = Velocidad de proyecto, en km/h

t = Tiempo de reacción y percepción del conductor
(2 a 3 seg. fijado por A.A.S.H.O.)

μ_r = Coeficiente de rozamiento por rotación, que varía de 0.2 a 0.9, recomendable 0.4.

i = Pendiente del camino, siendo (+) subiendo, y
(-) bajando.

La distancia de visibilidad de rebase es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a uno o varios que marchan por -

su misma vía de circulación a menor velocidad, sin peligro de colisión con el tráfico que pueda venir en dirección opuesta -- por la vía que eventualmente utiliza para la maniobra de adelantamiento. La distancia de rebase es aproximadamente tres veces mayor a la distancia de parada, por lo que sale antieconómico dotar a toda la ruta de ésta, cuando el trazo del camino no lo permite; sin embargo, se exige que por lo menos cada dos kilómetros, haya un tramo donde exista la distancia adecuada para rebasar.

La distancia de rebase está dada por la fórmula:

$$d_v = d_1 + d_2 + d_3 = \left(\frac{V - m}{3.6} \right) t_1 + 2S + \left(\frac{V - m}{3.6} \right) t_2 + \left(\frac{V}{3.6} \right) t_2$$

d_v = Distancia de visibilidad de rebase, en mts.

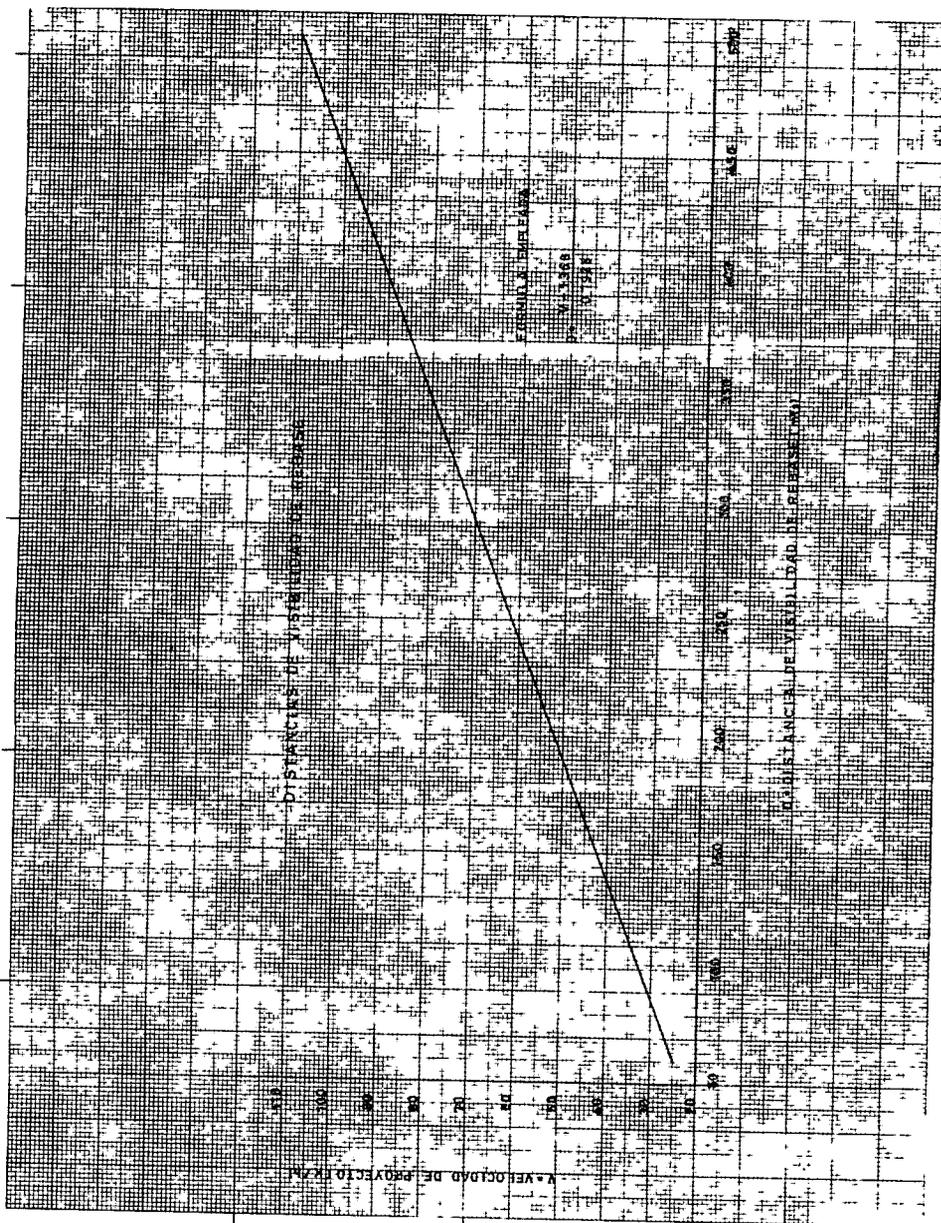
V = Velocidad de proyecto del camino, en km/h

m = Diferencia entre las velocidades de los dos vehículos, en Km/h.

S = Distancia mínima de seguridad entre dos vehículos, en mts.

t_1 = Tiempo de percepción e iniciación de la maniobra, en seg.

t_2 = Tiempo que el vehículo tarda en recorrer la distancia d_2 , mismo en el cual el vehículo del carril contrario tarda en recorrer la distancia d_3 , el tiempo será en seg.



LA VERACIDAD DE PROYECTO DE CAL

LA VERACIDAD DE PROYECTO DE CAL

PROYECTO DE CAL
 V.P. 1.568
 V.P. 1.574

LA VERACIDAD DE PROYECTO DE CAL

Curvatura. La curvatura es muy importante en caminos de tipo especial y de primer orden, pues si además de existir en las curvas la visibilidad precisa para evitar el peligro de choque o de vuelco, se tendrán que considerar también los siguientes puntos muy importantes para el tránsito:

Que las curvas tengan el radio mínimo y el peralte conveniente para que el tráfico pueda circular sin los peligros que, para la estabilidad, produce la fuerza centrífuga.

Que en la zona de la curva exista un sobreancho que permita inscribirse dentro de ella al tráfico, sin invadir las vías adyacentes.

Que el paso de la alineación recta a la curva se haga, cuando sea preciso, intercalando curvas de transición que eviten la brusca aparición de la fuerza centrífuga.

Sobre-elevación. Cuando el vehículo marcha en recta, las fuerzas que actúan sobre él son: Las de inercia, el peso y las reacciones del terreno (normales y debidas al razonamiento por rotación).

Al entrar el vehículo en una curva se presenta la fuerza centrífuga que origina dos peligros para su estabilidad: El peligro de deslizamiento transversal, y el peligro de vuelco; Ambos peligros pueden evitarse dándole una sobre-elevación a la curva, que va desde el PC hasta el PT.

La fuerza centrífuga será:

$$F_c = \frac{P \cdot v^2}{g \cdot R}$$

en donde:

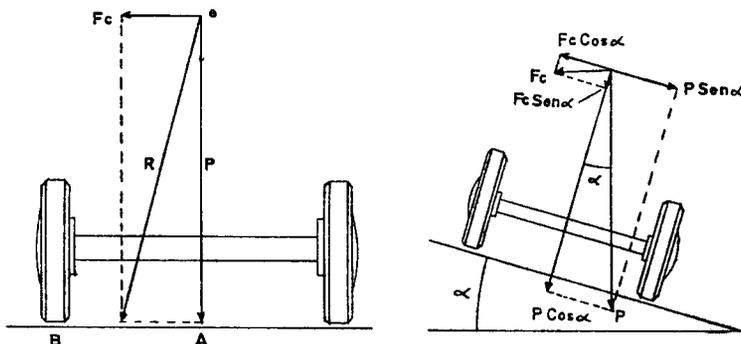
P = Peso del vehículo

V = Velocidad

g = Aceleración de la gravedad

R = Radio de la curva

Si en el plano inclinado en donde se mueve el vehículo forma con el horizontal un ángulo α



Debido a la inclinación nos aparece una fuerza solicitante y dos fuerzas resistentes. La fuerza solicitante es la componente paralela al plano del camino, de la fuerza centrífuga ($F_c \cos \alpha$). Las fuerzas resistentes son: La componente paralela al plano del camino por peso del vehículo ($P \text{ Sen } \alpha$), y la - reacción del rozamiento transversal por rotación.....
 $\mu_t (F_c \text{ Sen } \alpha + P \text{ Cos } \alpha)$.

Si no tomamos en cuenta la fuerza de rozamiento transversal por rotación, entonces:

$$P \text{ Sen } \alpha = F_c \text{ Cos } \alpha$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{v^2}{g \cdot R}$$

Esta fórmula nos da la sobre-elevación teórica necesaria y es aplicable únicamente a caminos de tipo especial y de primer orden. Sin embargo con esta fórmula, y aún considerando la

fricción, da unos resultados muy altos, lo que podría provocar deslizamientos de los vehículos en la curva cuando la velocidad dentro de la misma fuera menor que la de proyecto.

Con base en lo anterior, se han fijado especificaciones con relación a sobre-elevaciones según el grado de la curva, - tabla # 3.

Para efectuar la sobre-elevación, se gira la sección alrededor del eje del camino, bajando la media sección del lado de adentro de la curva y subiendo la media sección correspondiente a la parte exterior de la curva.

La mínima sobre-elevación es de 2.0%, por ser este el -- bombeo mínimo recomendable.

Transición. Fijada la sobre-elevación necesaria para la curva, que va desde el PC hasta el PT, habrá que alcanzarla -- gradualmente. Para ello se tendrá que hacer una variación lineal que se inicia en el PC, y termina al alcanzar el bombeo -- del camino. Lo mismo pasa con el PT iniciándose ahí y terminando al alcanzar el bombeo.

Así pues, prácticamente, el recorrido de un vehículo, al pasar de una recta a una curva, debe ser efectuado por medio -- de una transición, ver figuras 5 y 6.

Ampliación en las curvas. El vehículo, al entrar en una curva, ocupa un ancho mayor que en recta, por que las ruedas -- traseras no siguen exáctamente la línea de las delanteras, debido a la rigidez de la base del vehículo. Cuando el radio es mayor de 300 mts., se suele considerar despreciable el valor -- del sobreancho.

Las curvas se amplían en una cantidad constante desde el PC, hasta el PT, y después disminuye hasta los extremos de las transiciones. Dicha ampliación siempre se hace por el lado interior de la curva. Ver tabla # 4.

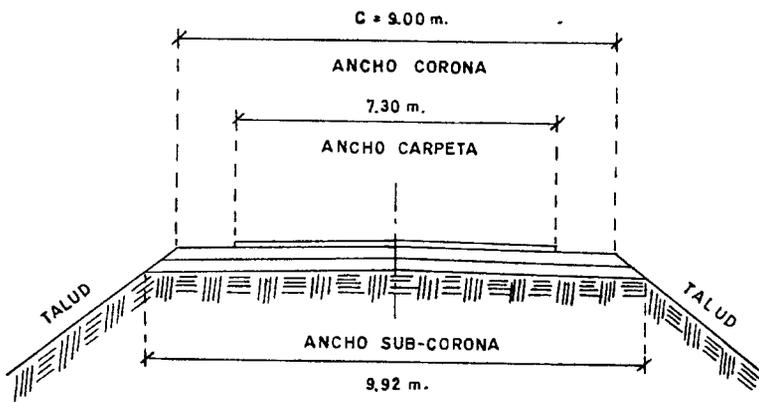
Pendiente. Cuando no existe problema de topografía, la -- mejor ruta entre dos puntos, en términos generales, es la que

tiene las menores pendientes. Si a lo largo de la ruta se requiere cruzar terrenos montañosos, la mejor solución es aquella que, para el menor costo de construcción, arroje la menor distancia, sin rebasar la pendiente máxima admisible, dado que las pendientes altas influyen en el transporte, aumentando el gasto de combustible, el desgaste de vehículos y disminución de velocidad.

La pendiente que se le debe dar a un camino, es de acuerdo con la topografía y tipo del mismo.

Ancho de la Sección. Proyectar con acierto la sección transversal de un camino es problema delicado, al cual debe el ingeniero dedicar la máxima atención. De la sección transversal depende, en proporción importante, la capacidad de tráfico de la vía y, al mismo tiempo, la sección transversal pesa fundamentalmente en el costo total de construcción.

Para la elección de la sección transversal, debe tomarse el tipo de vehículos, la densidad del tráfico y la velocidad de proyecto.



El ancho de la corona será de 9.00 m. para todos los tipos de terreno (Plano, Lomerío suave, Lomerío fuerte, Montañoso, Escarpado y muy Escarpado) y tanto en terraplén como en corte.

Los taludes para los terrapanes serán de 1.5 x 1.

Para calcular el ancho de la sub-corona, deberá considerarse que el espesor de revestimiento será de 30 cms.

Derecho de vía: Es el ancho que se fija a cada lado del eje del camino, con el fin de prever ampliaciones futuras del mismo y darle protección al mismo tiempo.

Este ancho varía de acuerdo al lugar en donde está alojado el camino, por ejemplo: Si es terreno de cultivo, o si los cortes y terrapanes lo requieren.

De acuerdo con estos puntos y con el tipo de camino se determinará su ancho mínimo, que en caminos de tipo especial es de 25 mts y en caminos de primer orden es de 20 metros.

TABLA No 3

V = 50 Km/h

SOBRE ELEVACIONES RECOMENDADAS

Gc	Rc	Le T.T.	S%	N	Gc	Rc	Le T.T.	S%	N
0° 30'	2 291.83	12	2.0	12.00	9° 00'	127.32	38	6.5	11.08
1° 00'	1145.92	12	2.0	12.00	9° 30'	120.62	38	6.9	11.01
1° 30'	763.94	12	2.0	12.00	10° 00'	114.59	40	7.3	10.96
2° 00'	572.96	12	2.0	12.00	10° 30'	109.13	42	7.6	11.05
2° 30'	458.37	12	2.0	12.00	11° 00'	104.17	44	8.0	11.00
3° 00'	381.97	12	2.0	10.91	11° 30'	99.64	46	8.4	10.95
3° 30'	327.40	14	2.5	11.20	12° 00'	95.49	48	8.7	11.03
4° 00'	286.48	16	2.9	11.03	12° 30'	91.67	50	9.1	10.99
4° 30'	254.65	18	3.3	10.91	13° 00'	88.15	52	9.5	10.95
5° 00'	229.18	20	3.6	11.11	13° 30'	84.88	54	9.8	11.02
5° 30'	208.35	22	4.0	11.00	14° 00'	81.85	56	10.2	10.98
6° 00'	190.99	24	4.4	10.91	14° 30'	79.03	58	10.5	11.05
6° 30'	176.29	26	4.7	11.06	15° 00'	76.39	60	10.9	11.01
7° 00'	163.70	28	5.1	10.98	15° 30'	73.93	62	11.3	10.97
7° 30'	152.79	30	5.5	10.91	16° 00'	71.62	64	11.6	11.03
8° 00'	143.24	32	5.8	11.03	16° 30'	69.45	66	12.0	11.00
8° 30'	134.81	34	6.2	10.98					

Gc = Grado de la curva circular

S = Sobre elevacion en %

V = Velocidad en Km/h.

N = Semidistancia del punto donde termina
el bombeo al punto donde la S es de 2%

PROCESO DE TRANSICION DE LA SOBREELEVACION.

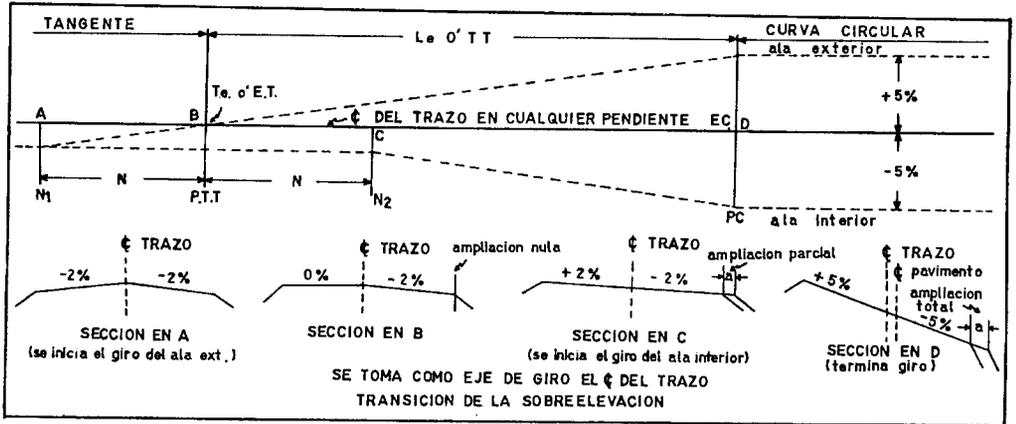


FIG. No 5

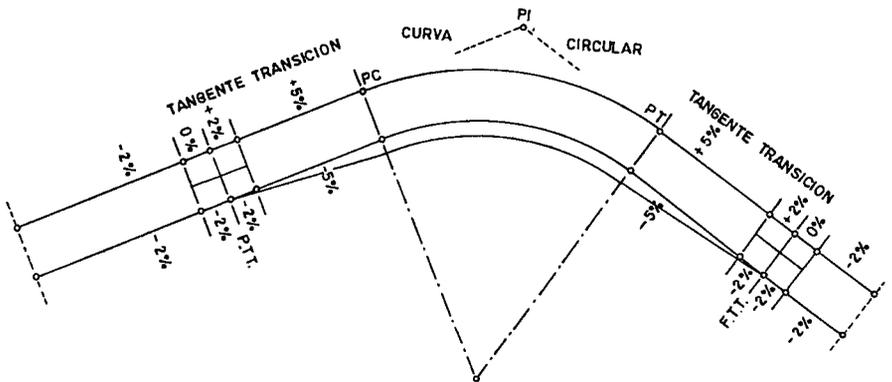


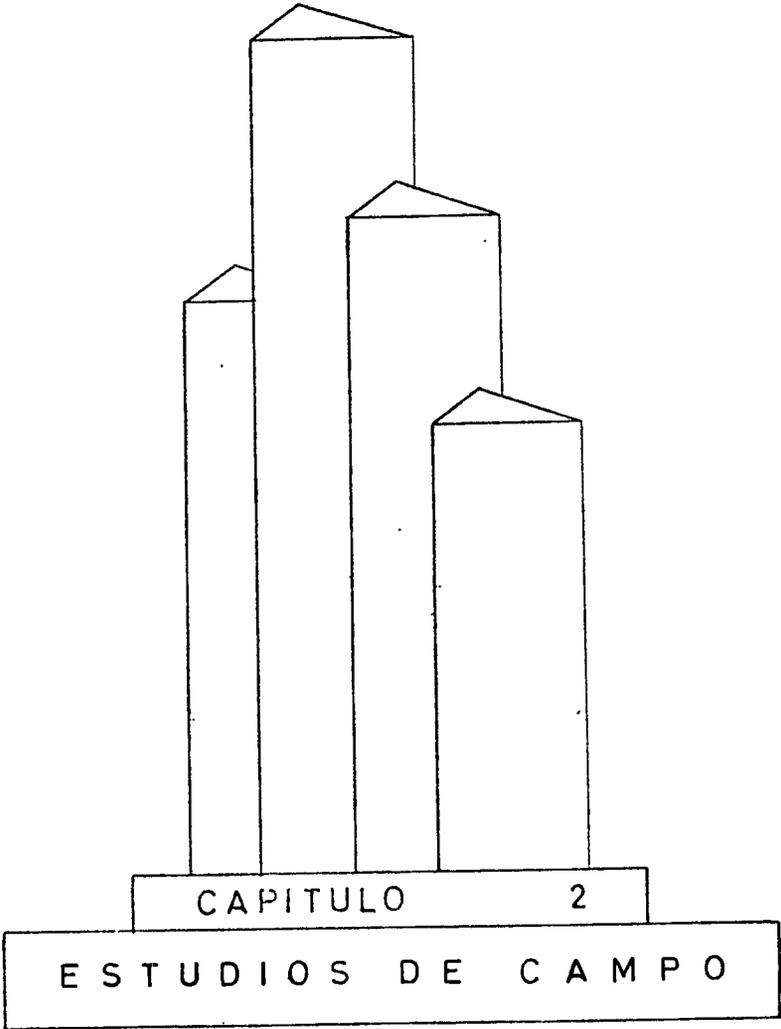
FIG. No 6

QUERETARO



SIGNOS CONVENCIONALES

- CAPITAL DEL EDO
- CIUDADES PRINCIPALES
- CIUDADES
- PUEBLOS
- CAMINO PAVIMENTADO
- CAMINO REVESTIDO
- BRECHA
- FERROCARRIL
- RIOS
- LAGOS Y PRESAS



ESTUDIOS DE CAMPO

1. LOCALIZACION

La localización de una vía es cuestión delicada y difícil. En toda obra se puede elegir, normalmente, entre varias soluciones; pero el problema del trazo de una vía, la indeterminación es, en general, mayor y en la elección de la solución ha de pasar principalmente el buen criterio del proyectista.

En la localización de una vía no existen reglas concretas para ello, siendo la solución más acertada la del más exacto conocimiento del terreno a recorrer en sus diferentes aspectos: relieve, obstáculos naturales, características geológicas y geotécnicas, etc., factores que pesarán en el costo de construcción, explotación y conservación y, tomándose en cuenta el servicio que la vía a de prestar, no sólo en el momento de la construcción, sino en un futuro previsible.

Hay dos métodos para la localización de la vía de un camino; el método fotogramétrico y el método tradicional.

Método Fotogramétrico. Este método es de suma utilidad, pues con él se logra reducir en gran cantidad el tiempo para realizar un proyecto de un camino y, al mismo tiempo, una precisión muy exacta.

Este método consta de tres etapas:

- a) Reconocimiento para la selección de ruta.
- b) Proyecto preliminar.
- c) Proyecto definitivo.

a) Reconocimiento para la selección de ruta. En esta etapa primero se hacen estudios geográficos-físicos, económico-sociales y políticos de la zona en donde se va a localizar la vía. Si

hay justificación de la inversión del capital, se hace un estudio en un plano topográfico para definir la ruta por volar. Posteriormente se llevan a cabo los reconocimientos aéreos, intervinendo en el primer reconocimiento tres expertos en: Planeación, Localización y Geotecnia. Entre los tres definen las posibles rutas, tomándose las fotografías aéreas necesarias de la zona, a escala 1:50000 o 1:25000 si se requiere con mayor detalle.

Estas fotografías aéreas se imprimen en placas de cristal que se proyectan sobre la mesa de un aparato llamado Bálplex, apareciendo tridimensionalmente el terreno natural a la escala de 1:5000. Sobre esta proyección se estudia y elige la ruta más conveniente. Simultáneamente al estudio del Bálplex, se elaboran mosaicos fotogeológicos que indican las zonas en donde es conveniente alojar la ruta o rutas en estudio.

b) Proyecto preliminar. Esta etapa se inicia con el proyecto del apoyo terrestre para la línea que resultó escogida de acuerdo con los estudios hechos en el Bálplex y la información de los mosaicos fotogeológicos.

Este apoyo consiste en la orientación, medición y nivelación de una poligonal cuyos vértices se procuran que queden cercanos al posible trazo de la ruta; dichos vértices van amojonados y referenciados para que no se pierdan.

Luego se efectúa un nuevo vuelo tomando fotografías aéreas a escala 1:10000. Dichas fotografías se introducen por pares en el autografo A-8. Este aparato de restitución funciona sobre el principio de la proyección mecánica, que transforma la perspectiva del terreno en proyección ortogonal (plana) y produce planos fotogramétricos a escala 1:2000 en los cuales se estudia el proyecto definitivo. Simultáneamente a la restitución, se realizan trabajos de foto interpretación más detallada, sobre un mosaico fotogeológico de mayor precisión elaborado por fotografías a escala 1:10000 y con datos comprobados en el campo.

c) Proyecto definitivo. En esta última etapa, se inicia con otro vuelo para tomar fotografías a escala 1:5000, observándose así el terreno natural con mayor detalle. Por medio de los Autografos A-7 o A-8 provistos de dispositivos electrónicos adicionales como el EK-5 y el perfiloscopio, se obtienen el perfil longitudinal y la línea definitiva, así como las secciones transversales, que son automáticamente registradas en tarjetas perforadas.

El estudio de los volúmenes de tierra por mover, se obtienen programando y procesando en las computadoras electrónicas, las tarjetas perforadas que contienen los datos de alineamiento horizontal y vertical, dimensiones y tipos de las secciones, datos geotécnicos, etc.

El proyecto del drenaje también se facilita mucho con este método fotogramétrico, en virtud de que las cuencas se estudian con mayor facilidad en fotografías aéreas.

Método Tradicional. Con el fin de fijar los puntos obligados, se hace un reconocimiento de la zona en la cual se alojará la vía. Estos puntos obligados son los técnicos o topográficos y los políticos o sociales.

Uno de los principales puntos obligados dentro de los técnicos o topográficos, son los puertos o puntos bajos a través de las cordilleras, ya que por medio de ellos se economiza la construcción del camino, pues se evita el gran desarrollo y las fuertes pendientes de la vía.

Los cruces con los ríos son otros de los principales puntos obligados, también técnicos o topográficos, por lo que se buscará el paso topográfico y geológicamente de mejor condición.

En los políticos o sociales, los puntos obligados son los centros agrícolas, ganaderos, industriales y mineros.

El procedimiento que se realiza para alojar la vía, se hace con un primer recorrido en donde se analizarán los factores socioeconómicos de la zona que se comunicará. En un segun-

do recorrido el ingeniero provisto de una brújula, tomará los --
rumbos aproximados del alineamiento, tomándose en cuenta los --
que resulten más económicos y rendirá un informe de la longitud
aproximada entre puntos obligados, cruces con vías férreas, lí-
neas telegráficas y de alta tensión, etc.

De acuerdo con el tipo de camino y las condiciones topo--
gráficas, se elige la pendiente gobernadora utilizando un clicí
metro para su determinación.

II. TRAZO PRELIMINAR

b) TRAZO DE LA POLIGONAL ABIERTA.

Efectuado el reconocimiento y escogida la ruta, se procede al trazo de la línea preliminar y consiste en levantar una poligonal abierta, cuyos vértices serán los puntos fijados en la localización. El trazo de la poligonal se inicia con la estación 0 + 000, para continuar con la estación 0+020 y así progresivamente, colocándoles un trompo y una estaca a cada estación cerrada de 20 mts y puntos de inflexión (PI).

Para llevar un control del error angular, a todos los puntos de inflexión, se les colocará sobre el trompo una tachuela para indicar el vértice de la poligonal.

El levantamiento de una poligonal se puede efectuar por cuatro métodos; pero el método que más se usa en caminos es el de deflexiones, pues permite seguir los alineamientos que van dando el localizador. Los otros métodos son: por medición directa de ángulos, por conservación de azimutes y por reiteraciones o direcciones.

En el método por deflexiones se van encontrando los ángulos horizontales, llamándoseles deflexión derecha o izquierda, según se haya medido el ángulo a la derecha o izquierda; se tomará también el rumbo magnético observado del primer lado de la poligonal.

El registro se llevará de la siguiente forma como se ilustra a continuación:

Deflexion						OBSERVACIONES	
EST	DIS	DER	IZQ	R.M.O.	R.A.C.		
Δ 0 + 580	80.00 m.	4°20'		N89°35'E	S79°28'E		
560							
540							
520							
Δ 0 + 500	80.00 m.	17°30'		N86°05'E	S83°48'E		
480							
460							
440							
420							
Δ 0 + 400	100.00 m.	12°30'		N68°35'E	N78°42'E		
380							
360							
Δ 0 + 340	60.00 m.	16°00'		N56°05'E	N66°12'E		
320							
300							
280							
260							
240							
Δ 0 + 220	120.00 m.	7°00'		N40°05'E	N50°12'E		
180							
160							
Δ 0 + 140	80.00 m.	9°30'		N46°45'E	N57°12'E		
120							
100							
Δ 0 + 080	60.00 m.	4°00'		N37°30'E	N47°42'E		
060							
040							
020							
Δ 0 + 000	80.00 m.			N41°40'E	N51°42'E		

CALCULO DE CÓRDENADAS DE LA PRELIMINAR

ACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DEFLEXION		RUMBO ASTRONÓMICO CALCULADO	PROYECCIONES			COORDENADAS				
			IZQUIERDA	DERECHA		SENO	+ E	- W	COSENO	+ N	- S	X	Y
100	0+000	100.00			N 53°52'E	0.80765	30.76		0.58967	58.97	0.00	0.00	
200	0+020	80.00	2°10'		N 51°42'E	0.78470	62.78		0.61973	49.50	62.78	49.58	
380	0+140	60.00	4°00'		N 47°42'E	0.73963	44.38		0.67301	40.38	107.16	51.06	
140	0+220	80.00		9°30'	N 57°12'E	0.84057	67.24		0.54171	43.34	174.40	133.30	
220	0+340	120.00	7°00'		N 50°12'E	0.76828	92.19		0.64011	76.81	266.59	210.11	
340	0+400	60.00		16°00'	N 66°12'E	0.91496	54.90		0.40355	24.21	321.49	234.32	
400	0+500	100.00	12°30'		N 78°42'E	0.92061	98.06		0.19595	19.59	419.55	253.91	
500	0+580	80.00	17°30'		S 83°48'E	0.99415	79.53		0.10800	8.64	499.08	245.27	
580	0+667	87.00	4°20'		S 79°28'E	0.98315	85.53		0.18281	15.90	584.61	229.37	
667	0+760	93.00	18°30'		S 60°58'E	0.87434	81.31		0.48532	45.13	665.92	184.24	
760	0+840	80.00	3°00'		S 63°58'E	0.89854	71.88		0.43889	35.11	737.80	149.13	
840	0+936	96.00	5°50'		S 69°48'E	0.93849	90.09		0.34530	33.15	827.89	115.98	
936	1+060	124.00		9°50'	S 59°58'E	0.86573	107.35		0.50050	62.06	935.24	53.92	
060	1+120	60.00		21°30'	S 38°28'E	0.62206	37.32		0.78297	46.98	972.56	6.94	
120	1+147	27.00	24°40'		S 63°08'E	0.89206	24.08		0.45192	12.20	996.64	- 5.26	
147	1+249	102.00		11°00'	S 50°08'E	0.78944	80.52		0.61383	62.61	1077.16	- 67.87	
249	1+356	107.00	14°20'		S 66°28'E	0.91683	98.10		0.39928	42.72	1175.26	- 110.59	
356	1+398	42.00	14°30'		S 51°58'E	0.78765	33.08		0.61612	25.88	1208.34	- 136.47	
398	1+434	36.00	14°50'		S 66°48'E	0.91914	33.09		0.39394	14.18	1241.43	- 150.65	
434	1+480	46.00	14°30'		S 52°18'E	0.79122	36.40		0.61153	28.13	1277.83	- 178.78	
480	1+525	45.00			S 52°18'E	0.79122	35.60		0.61153	27.52	1313.43	- 206.30	
525	1+569	44.00	63°00'		N 64°42'E	0.90408	39.78		0.42736	18.80	1353.21	- 187.50	
569	1+619	50.00		48°00'	S 67°18'E	0.92254	46.13		0.38591	19.29	1399.34	- 206.79	
619	1+666.5	47.50	6°00'		S 61°18'E	0.87715	41.66		0.48022	22.81	1441.00	- 229.60	
666.5	1+734	67.50	83°30'		N 35°12'E	0.57643	38.91		0.81714	55.16	1479.91	- 174.44	
734	1+762	28.00	41°00'		N 5°42'W	0.10106		2.83	0.99488	27.86	1477.08	- 146.58	
762	1+828	66.00	32°00'		N 26°12'E	0.44151	29.14		0.89726	59.22	1506.22	- 87.36	
828	1+900	72.00	35°30'		N 61°42'E	0.88048	63.39		0.47409	34.13	1569.61	- 53.23	
900	1+974	74.00			N 61°42'E	0.88048	65.15		0.47409	35.08	1634.76	18.15	
974	2+049	75.00	10°20'		N 72°02'E	0.95124	71.3		0.30846	23.13	1706.10	4.98	
049	2+090	41.00	22°00'		S 85°58'E	0.99732	43.90		0.07084	2.88	1747.00	2.10	
090	2+150.5	60.50	6°00'		S 79°58'E	0.98471	59.57		0.17422	10.54	1806.57	- 8.44	
150.5	2+180	29.50	60°50'		N 30°12'E	0.50302	14.34		0.86427	25.49	1821.41	17.05	
180	2+220	40.00	25°00'		N 57°12'E	0.82115	32.85		0.57071	22.83	1854.26	39.88	
220	2+320	160.00	12°41'		N 67°58'E	0.92332	143.23		0.37649	60.24	2002.49	100.12	
320	2+485	105.00	2°05'		N 69°58'E	0.93930	93.65		0.34257	35.97	2101.14	136.09	
485	2485.00	2485.00	333°10'	330°16'	16°06'		2101.14	2.83		651.52	515.73	2101.14	136.09

En el registro se observa que en la hoja de la derecha se hacen las anotaciones de todos los accidentes topográficos, así como el diagrama de las referencias, realizadas por lo general a cada cinco vértices.

Se deberán hacer observaciones astronómicas de azimut a cada 5 o 10 kms., dependiendo de las características topográficas del terreno, para evitar que haya error del cierre angular.

a) ORIENTACION ASTRONOMICA

La orientación astronómica puede ser estelar o solar.

La orientación estelar consiste en hacer observaciones por lo general, a la estrella polar, para obtener la meridiana del lugar.

Meridiana es el plano que contiene a la línea NS y al zenit. Si se observa con cuidado una serie de estrellas, obtendremos la precisión de la aproximación del aparato a la línea NS.

La orientación solar consiste en la observación al sol para determinar el azimut de la línea que se quiera orientar.

Azimut de una línea es el ángulo que forma el plano vertical que pasa por ésta con la meridiaña y se mide a partir del norte de 0 a 360 grados en sentido inverso.

La observación solar que se efectúa en el campo se realiza de la siguiente forma: Ya que haya sido centrado y nivelado el tránsito en uno de los extremos de la línea por orientar, y visando el otro extremo de la misma, haciéndose coincidencia de índices del vernier en ceros, se fija el movimiento general y con el particular se gira el anteojo del aparato en sentido de las manecillas del reloj, hasta enfocar el sol, poniéndosele al anteojo un aditamento solar o --

con un vidrio de los usados en las caretas para soldar; se vi-
secta al centro del sol con los hilos de la retícula, anotando
se los ángulos horizontal y vertical, así como la hora en el -
instante en que se efectuó la observación. Una vez hechas las
lecturas, se gira el lente del aparato de tal forma que el len-
te quede en posición inversa y se vuelve a repetir la opera-
ción ya descrita. El tiempo máximo entre las dos observacio-
nes deberá ser de dos minutos para que se tomen como bueno el
promedio de las lecturas de los círculos horizontal y vertical
del aparato, y así determinar la primera serie. Como mínimo -
se determinarán tres series para calcular el azimut de la lí-
nea.

Obtenidos los promedios de las series, procedemos al cál-
culo del azimut el cual se basa en el desarrollo de la siguien-
te fórmula:

$$\text{Sen } 1/2 A = \sqrt{\frac{\text{Sen } (Z+\phi-\delta) \text{ Cos } (Z+\phi+\delta)}{\text{Cos } \phi \text{ Sen } Z}}$$

A = Azimut del sol

Z = Distancia zenital

ϕ = Latitud

δ = Declinación del sol a la hora de la observación.

Para determinar la declinación del sol a la hora de la -
observación (δ), se entra al anuario con el mes y el día en -
que se hizo la observación; viendo en la efemérides del sol, -
se determina la hora del centro del paso del sol por el meri-
diano 90° de W, en seguida se anotan los promedios de la hora
del centro de la observación. Sacando la diferencia de la hora
del centro del paso del sol por el meridiano 90° de W, con los
promedios de la hora del centro de la observación, llamándole
a la diferencia intervalo, convirtiéndose los minutos y segun-
dos del intervalo a horas y fracción decimal.

La variación horaria también se determina por medio del anuario, de acuerdo con el mes y el día en que se efectuó la observación, viéndose en la efemérides del sol para el meridiano 90° WG.

Multiplicando el intervalo en horas y fracción decimal por la variación horaria, nos resulta la corrección por intervalo en segundos. Sumando algebraicamente la corrección por intervalo y la declinación del sol al paso por el meridiano -90° de W, nos da la declinación del sol a la hora de la observación; la declinación del sol al paso por el meridiano 90° de W, se obtuvo del anuario en la efemérides del sol.

La altura aparente observada es el ángulo que existe entre el plano horizontal y el sol.

El ángulo complementario de la altura aparente observada, nos da la distancia zenital aparente.

La corrección por refracción se determina por medio del anuario en la tabla No. XV.

La distancia zenital (Z) se obtuvo de sumar la corrección por refracción y la distancia zenital aparente.

La latitud (ϕ) se tomó del plano de la defensa.

Una vez determinados los ángulos (Z, ϕ , δ), se procede del modo siguiente para el cálculo: Primero se calculan las sumas algebraicas de (Z + ϕ - δ) y (Z + ϕ + δ), y se dividen entre dos. Luego se encuentra el logaritmo seno del primer valor y el logaritmo coseno del segundo valor, también se encuentran los cologaritmos Cos ϕ y Sen Z. Encontrados los logaritmos y cologaritmos se suman éstos y se dividen entre dos y a este resultado se le saca el antilogaritmo para obtener el valor de $1/2 A$, que multiplicado por dos se obtiene el valor de A que es el azimut.

U. A. Q.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ORIENTACION SOL

VARIACIONES

Circulo Horizontal	Circulo Vertical	
	A	B
0°00'		
206°46'		31°37'
26°28'		31°49'
180°00'		
206°37'		

Circulo Horizontal	Circulo Vertical	
	A	B
0°00'		
203°31'		34°06'
23°14'		34°16'
180°00'		
203°22'30"		34°22'

Circulo Horizontal	Circulo Vertical	
	A	B
0°00'		
200°01'		36°35'
19°48'		36°43'
180°00'		
199°4'30"		36°39'

CALCULO

DESARROLLO DE LA FORMULA	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	SERIE 4
hora del centro del paso del sol por el meridiano 90° de w	11h 53m 30.17s	11h 53m 30.17s	11h 53m 30.17s	
promedio hora del centro de la obser.	9h 56m 13.50s	10h 11m 49.50s	10h 28 m 23 s	
intervalo	1h 57m 16.67s	1h 41m 40.67s	1h 25 m 07.17s	
intervalo (horas y frac. decimal)	-1.95463	-1h.69463	-1.41865	
variación horaria	-11.67	-11.67	-11.67	
corrección por intervalo	+22.81"	+19.78"	+16.55"	
declinación del sol al paso por el meridiano 90° de w	-23°03'07.5"	-23°03'07.5"	-23°03'07.5"	
declinación del sol a la hora de la observación (α)	-23°02'44.69"	-23°02'47.72"	-23°02'50.95"	
altura aparente observada	31°43'	34°22'	36°39'	
distancia zenital aparente	58°17'	55°38'	53°21'	
corrección por refracción	1'33.9"	1' 24.9"	1'18.0"	
distancia zenital (Z)	58°18'33.9 "	55°39'24.9"	53°22' 18"	
latitud (θ)	20°36' 33"	20°36' 33"	20°36' 33"	
(Z + θ - α)	101°57'51.59"	99°18'45.62"	97°01'41.95 "	
(Z + θ + α)	55°52'22.21"	53°13'10.18"	50°56'00.05"	
A = 1/2 (Z + θ + α)	27°56' 11"	26°36' 35"	25°28' 00"	
B = 1/2 (Z + θ - α)	50°58' 56"	49°39' 23"	48°30' 51"	
logaritmo coseno A	9.94619	9.95138	9.95561	
logaritmo seno B	9.89039	9.88205	9.87455	
cologaritmo coseno θ	0.02872	0.02872	0.02872	
cologaritmo seno Z	0.07013	0.08319	0.09554	
logaritmo seno ² 1/2 A	19.93593	19.94534	19.95442	
logaritmo seno 1/2 A ₁	9.96706	9.97267	9.7721	
1/2 A ₁	68°15'36"	69°53'12"	71°36' 00"	
azimut del sol - A ₁	136°31' 12"	139°46' 24"	143°12' 00"	
angulo sol - señal	206°37'	203°22' 30"	199°54' 30"	
rumbo astronómico calculado	N16°51' 48"W	N16°51' 06"W	N16°53' 20"W	
RUMBO ASTRONÓMICO ACEPTADO		N16°52'04"W		

U. A. Q.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ORIENTACION S

VARIACIONES

CALCULO

Círculo Horizontal			Círculo Vertical	DESARROLLO DE LA FORMULA				
Círculo Horizontal	A	B	Círculo Vertical	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	SERIE 4	
	0°00'			hora del centro del paso del sol por el meridiano 90° de w	11h 55m 24.26s	11h 55m 24.26s	11h 55m 24.26s	
	0°00'			promedio hora del centro de la obser.	9h 52m 43s	10h 10m 39s	10h 28m 32.5s	
5"	98°23'		30°28'	intervalo	2h 02m 41.26s	1h 44m 45.26s	1h 26m 51.76s	
3"	278°01'		30°49'	intervalo (horas y frac. decimal)	-2h 0448	-1.7459	-1.4477	
	180°00'			variación horaria	-7.05"	-7.05"	-7.05"	
3"	98°12'		30°38'30"	corrección por intervalo	-14.4"	+12.3"	+10.2"	
				declinación del sol al paso por el meridiano 90° de w	-23°18'06.6"	-23°18'06.6"	-23°18'06.6"	
				declinación del sol a la hora de la observación (δ)	-23°17'52.2"	-23°17'54.3"	-23°17'56.4"	
				altura aparente observada	30°38' 30"	33°31' 30"	36°09' 30"	
				distancia zenital aparente	59°21' 30"	56°28' 30"	53°50' 30"	
				corrección por refracción	1' 38"	1' 27.7"	1' 19.5"	
	0°00'			distancia zenital (Z)	59°23' 03"	56°29' 57.7"	53°51' 49.5"	
39'	94°52'		33°22'	latitud (θ)	20°35' 36"	20°35' 36"	20°35' 36"	
39'	274°28'		33°41'	(Z + θ - α)	103°16' 36"	100°23' 29"	97°45' 21"	
	180°00'			(Z + θ + α)	56°40' 52"	53°47' 40"	51°09' 29"	
39'	94°40'		33°31'30"	A = 1/2 (Z + θ + α)	28°20' 26"	26°53' 50"	25°34' 44.5"	
				B = 1/2 (Z + θ - α)	51°38' 18"	50°11' 44"	48°52' 40.5"	
				logaritmo coseno A	9.94455	9.95028	9.95521	
				logaritmo seno B	9.89438	9.88549	9.87697	
				cologaritmo coseno θ	0.02868	0.09868	0.02868	
	0°00'			cologaritmo seno Z	0.06519	0.07889	0.09280	
46'	91°00'		36°04'	logaritmo seno ² 1/2 A	19.93280	19.94334	19.95366	
17'	270°42'		36°15'	logaritmo seno 1/2 A ₁	9.96640	9.97167	9.97683	
	180°00'			1/2 A ₁	67°45'	69°31' 48"	71°27'	
32'	90°51'		36°09'30"	azimut del sol - A ₁	135°30'	139°03' 36"	142°54'	
				angulo sol - señal	98°12'	94°40'	90°51'	
				rumbo astronómico calculado	S 53°42' 00"W	S 53°43' 36"W	S 53°45' 00"W	
				RUMBO ASTRONOMIC ACEPTADOS	53°43' 32"W			

III. NIVELACION DE LA LINEA PRELIMINAR

La nivelación es la operación mediante la cual se determina la diferencia de nivel entre dos o varios puntos, y su estudio y práctica se divide en tres métodos: Nivelación geométrica o topográfica, nivelación trigonométrica y nivelación barométrica.

La nivelación geométrica o topográfica se ejecuta con aparatos especiales llamados "niveles" que dan directamente las diferencias de altura.

Dentro de la nivelación topográfica están la nivelación diferencial, la nivelación de perfil, etc.

Se llama perfil de una línea a la obtenida vaciando a escalas convenientes las cotas de todas las estacas.

La nivelación trigonométrica se funda en las propiedades trigonométricas de un triángulo rectángulo.

La nivelación barométrica es aquella que se lleva a cabo mediante el uso de barómetros.

En caminos se usa generalmente la nivelación de perfil para el estacado, con aproximación al centímetro y se comprueba con la nivelación diferencial llevada por puntos de liga, casi siempre fuera del estacado, con aproximación al milímetro.

La nivelación de la línea preliminar se efectúa partiendo de un banco de nivel fijo, con elevación referida del nivel del mar o con una elevación arbitraria, llevándose esta nivelación por todo el estacado así como por puntos intermedios y puntos de liga para fijar los bancos, dado que la longitud entre cada uno de los bancos no será mayor de 500 metros.

La nomenclatura de los bancos es la del kilómetro en -
que se encuentra y su número progresivo, ejemplo:

B-N₁₋₁ (ELEV.=1845.25) B-N₁₋₂(ELEV.= 1851.67), B-N₂₋₁ (ELEV.=
1854.33), etc.

La nivelación entre bancos se comprobará con una nive-
lación diferencial por puntos de liga llevada de regreso y -
el error entre la elevación del banco con el cual se partió
y la elevación con que se llegue al banco al regreso estará
dentro de la tolerancia:

$$T = 0.01 \sqrt{P}$$

donde: T = Tolerancia en cms.

P = Distancia nivelada,
en kms.

El registro se llevará de la siguiente forma como se -
ilustra a continuación:

EST.	+	≠	-	COTA					
BN-0-1	3,641	1860,406		1856,765	BN-0-1 UBICADO SOBRE MURO DE LA ARQUERIA				
0 + 000			2,42	1857,99	A 7.00 MTS A LA IZQUIERDA DE LA EST. 0+045				
020			1,98	1858,43	ELEV. = 1856,765				
040			2,00	1858,41					
060			2,55	1857,86					
080			2,46	1857,95	COMPROBACION				
0 + 100			2,65	1857,76	EST.	+	≠	-	COTA
120			2,61	1857,80	BN-0-2	2,674	1859,796		1857,122
140			2,58	1857,83		1,387	1859,824	1,359	1858,437
E ₁	2,079	1859,949	2,536	1857,870		2,452	1860,321	1,955	1857,869
160			2,03	1857,92	BN-0-1			3,558	1856,763
180			1,96	1857,99	± = 6,513		± = 6,872		
0 + 200			1,78	1858,17					
220			1,54	1858,41	Dif. = 6,872 - 6,513 = 0,359				
240			1,86	1858,09	1857,122 - 1856,763 = 0,359				
260			1,68	1858,27					
280			1,45	1858,50					
0 + 300			0,78	1858,17					
320			1,25	1858,70					
340			1,42	1858,53					
360			1,51	1858,44					
E ₂	1,460	1859,897	1,512	1858,437					
0 + 380			1,45	1858,45					
0 + 400		1859,897	1,54	1858,36					
420			1,54	1858,36					

IV. LEVANTAMIENTO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES TOPOGRAFICAS

Para el levantamiento de las secciones transversales, - se nivelan alineamientos perpendiculares a los lados de la po-
lígona, en todas las estaciones cerradas y puntos interme-
dios necesarios, usando para realizar esto un nivel de mano,
un estadal y una cinta métrica.

El levantamiento de las secciones transversales es con el fin de determinar la configuración de una franja de terreno tan ancha como sea necesaria para alojar en ella el proyec-
to del trazo definitivo.

El procedimiento para levantar la sección es el siguien-
te: se coloca el estadal sobre el trompo de la estación por -
seccionar y con el nivel de mano el Ingeniero seccionador de-
termina la altura de su ojo. Con la cota de la estación y la
altura de su ojo, el Ingeniero moverá el estadal sobre el ali-
neamiento perpendicular al lado de la polígona para encon-
trar el punto de cota cerrada, superior o inferior según baje
o suba el terreno.

Permaneciendo el estadal en el punto encontrado, el In-
geniero seccionador se traslada a otro lugar de donde pueda -
hacer otra u otras lecturas en el estadal para determinar ---
otros puntos de cota cerrada. Al mismo tiempo de ir determi-
nando los puntos de cota cerrada, los cadeneros irán tomando
la distancia de la estación al primer punto, del primero al -
segundo y así hasta medir una distancia por lo general de ---
100 mts. aproximadamente.

Se llevará un registro en el cual en la hoja izquierda
se irán anotando las cotas de los puntos encontrados y su dis-
tancia, por medio de un quebrado cuyo numerador es la cota -
del punto y el denominador es la distancia entre cota y cota.

La hoja derecha se utiliza para hacer un croquis de la topografía si se requiere.

La forma como se lleva el registro del levantamiento -- de las secciones transversales topográficas lo presento a -- continuación.

IZQ.			C	DER.			OBSERVACIONES
<u>1852</u>	<u>1854</u>	<u>1856</u>	0+060	<u>1858</u>	<u>1860</u>	<u>1862</u>	
23.50	14.50	8.60	(1857.86)	4.00	12.50	28.40	
<u>1846</u>	<u>1848</u>	<u>1850</u>		<u>1864</u>	<u>1866</u>	<u>1868</u>	
64.00	53.00	33.40		33.30	40.00	46.00	
<u>1842</u>	<u>1844</u>			<u>1870</u>	<u>1872</u>	<u>1874</u>	
106.00	96.80			53.60	59.50	68.00	
				<u>1876</u>	<u>1878</u>	<u>1880</u>	
				78.00	82.00	88.00	
<u>1854</u>	<u>1856</u>	<u>1858</u>	0+040	<u>1860</u>	<u>1862</u>	<u>1864</u>	
20.00	8.60	2.30	(1858.41)	13.00	28.00	39.30	
<u>1848</u>	<u>1850</u>	<u>1852</u>		<u>1866</u>	<u>1868</u>	<u>1870</u>	
59.10	42.40	28.70		51.00	61.00	69.00	
<u>1842</u>	<u>1844</u>	<u>1846</u>		<u>1872</u>	<u>1874</u>	<u>1876</u>	
101.00	91.50	67.40		79.00	89.00	97.00	
<u>1854</u>	<u>1856</u>	<u>1858</u>	0+020	<u>1860</u>	<u>1862</u>	<u>1864</u>	
60.00	46.80	36.30	(1858.43)	14.50	29.50	45.80	
<u>1848</u>	<u>1850</u>	<u>1852</u>		<u>1866</u>	<u>1868</u>	<u>1870</u>	
102.00	81.00	71.30		57.30	70.00	81.00	
<u>1852</u>	<u>1854</u>	<u>1856</u>	0+000	<u>1858</u>	<u>1860</u>	<u>1862</u>	
55.80	35.90	4.70	(1857.99)	0.00	21.10	35.70	
<u>1846</u>	<u>1848</u>	<u>1850</u>		<u>1864</u>	<u>1866</u>	<u>1868</u>	
102.00	81.00	71.30		48.95	67.00	78.10	

V. ESTUDIOS GEOTECNICOS

Los estudios de laboratorio de mecánica de suelos que se tienen que llevar a cabo dentro del proyecto y construcción de un camino de cualquier tipo, son muy importantes -- pues de ellos depende la calidad de material de la obra y, por lo tanto, la estabilidad y costo del camino.

Las propiedades mecánicas de los suelos dependen prácticamente de su origen, composición, textura y estructura. Algunas de las propiedades que más nos interesan son : la permeabilidad, plasticidad, elasticidad, resistencia al esfuerzo cortante, contracción, resistencia al desgaste, estabilidad, afinidad con otros materiales usados, etc.

Todas estas propiedades las podemos determinar por medio de ensayos en laboratorio.

En todo proyecto de un camino, en primer lugar se hace un recorrido o exploración preliminar con objeto de obtener datos sobre la distribución y tipo de suelos, los accidentes topográficos, etc., para así obtener una localización económica razonable del camino.

Ya trazado el eje del camino se le hace un recorrido para ir sacando las muestras representativas del terreno, -- con objeto de efectuar ensayos en el laboratorio para su clasificación e identificación (carta de plasticidad) de -- los distintos materiales y así poder obtener el perfil geológico. También se localizarán y muestrearán los bancos de préstamos para terracerías y pavimentación.

El conocimiento del perfil del suelo tiene mucha importancia, pues con él se conocen los materiales con los -- cuales se van a construir las terracerías, tanto por lo que se refiere a cortes como a terraplenes.

Tramo	Clasificación	Observaciones	Variabilidad volumétrica
K 0+000 - K 0+200	00 - 00 - 100	Roca dura con capa de 0.40 mt.de roca alterada.	1.20
K 0+200 - K 0+320	00 -100 - 00	Arcilla con boleó	1.20
K 0+320 - K 0+900	00 - 00 - 100	Roca	1.20
K 0+900 - K 1+300	00 -100 - 00	Tepetate duro	1.20
K 1+300 - K 1+680	00 -100 - 00	Arcilla con boleó	1.20
K 1+680 - K 2+400	00 -100 - 00	Tepetate duro	1.20

Para conocer la calidad de las terracerías, se deben efectuar varias pruebas en el laboratorio que son: Granulometría, límite líquido, índice plástico, contracción lineal, pesos volumétricos, suelto y máximo, humedades óptima y natural, prueba porter o valor relativo de soporte.

VI. ESTUDIOS DE DRENAJE

Para proyectar un buen drenaje debe preverse desde la localización del camino, procurando alojarlo en suelos estables, permanentes y naturalmente drenados. Sin embargo ésto no es posible debido a un alineamiento determinado o puntos obligados, se tendrá que pasar por suelos variables, teniendo que recurrir a la construcción artificial de obras de drenaje.

Cuando se va a localizar un camino, es conveniente que el Ingeniero localizador se haga acompañar de un Ingeniero drenajista para que el proyecto del camino resulte equilibrado y armónico, así conforme al criterio de los datos se escogerá una ruta bien localizada, tanto en alineamiento como estabilidad y drenaje.

Una vez trazado, el Ingeniero procederá a localizar las obras de drenaje, haciendo un levantamiento de la zona de cruce. Luego se determina el área hidráulica en el caso de una alcantarilla o el gasto de la corriente en el caso de puente.

Para determinar el gasto de una corriente hay tres procedimientos:

- a) Aforo directo
- b) Procedimientos empíricos
- c) Cálculo racional

a) Aforo Directo. Se llama aforo a la medición directa del gasto de una corriente en una sección determinada.

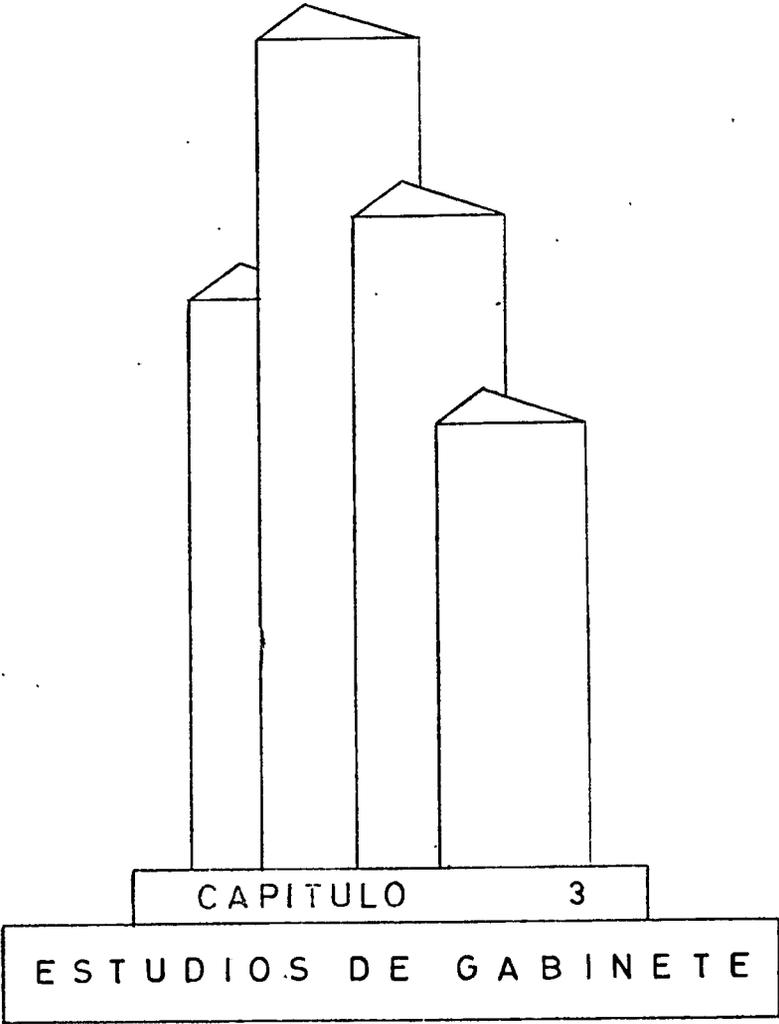
b) Procedimientos Empíricos. Consiste en la determinación del gasto por medio de fórmulas empíricas como la de Talbot, Meyer y Peck o bien por comparación.

c) Cálculo Racional. Hay dos métodos principales; - uno basado en la precipitación pluvial y condiciones del terreno y el otro por medio de la sección y pendiente.

Hay dos formas para la determinación del área nece-
saria para las alcantarillas:

- a) usando la fórmula de Talbot; el área necesaria se determi-
na en función del área drena-
da.

- b) usando fórmulas como las de Burkli - Ziegler que permi--
ten calcular el gasto reque-
rido para la alcantarilla.



ESTUDIOS DE GABINETE

Los estudios realizados en el campo, son vaciados - en planos para ser estudiados y analizados en el gabinete.

TRANSITO.

Con los estudios de tránsito se puede conocer la -- cantidad de vehículos que circulan en una vía, sus veloci-- dades, sus relaciones mutuas, los sitios donde se concen-- tran los accidentes, etc.

Basándose en el volumen de tránsito, se determina-- rán la clase de vía y su ancho, los pasos a desnivel en -- los entronques, las glorietas y señales reguladoras.

Para conocer el volumen diario promedio anual (T.P. D.A.), se hicieron aforos. Estos aforos se efectúan du-- rante un año en los puntos que son básicos para su deter-- minación, obteniéndose así el mes, la semana y por lo tan-- to el día en que se presentó el máximo volumen de trási-- to.

El volumen diario promedio (T.D.P.) se determina -- utilizando la semana en que mayor número de vehículos cir-- cularon, dividida entre los siete días de la semana. Es-- te aforo corresponde al mes de Agosto de 1972.

CALCULO DEL VOLUMEN DIARIO PROMEDIO
(T.D.P.)

$$\text{Caballero y Osio} = \frac{18137}{7} = 2591 \text{ vehículos.}$$

$$\text{Hércules.....} = \frac{11312}{7} = 1616 \text{ vehículos.}$$

$$\text{Monumento.....} = \frac{6825}{7} = 975 \text{ veh\u00edculos}$$

$$\text{La Ca\u00f1ada.....} = \frac{4879}{7} = 697 \text{ veh\u00edculos}$$

$$\text{Empedrado.....} = \frac{1946}{7} = 278 \text{ veh\u00edculos}$$

$$\text{A la Griega.....} = \frac{1946}{7} = 278 \text{ veh\u00edculos}$$

CALCULO DEL VOLUMEN DIARIO PROMEDIO ANUAL (T.P.D.A.)

Para efectuar este c\u00e1lculo hay que multiplicar el volumen diario promedio por un coeficiente de variaci\u00f3n mensual, obtenido de la estaci\u00f3n maestra de aforos.

Estaci\u00f3n maestra No. 6 de C.P.F.I. localizada en el kil\u00f3metro 0.2 de la carretera Quer\u00e9taro-Irapuato.

$$\text{Coeficiente de variaci\u00f3n} = \frac{1}{0.975} = 1.026$$

$$\text{Caballero y Osio} = 1.026 \times 2591 = 2658 \text{ veh\u00edculos diarios}$$

$$\text{H\u00e9rcules.....} = 1.026 \times 1616 = 1658 \text{ veh\u00edculos diarios}$$

$$\text{Monumento.....} = 1.026 \times 975 = 1000 \text{ veh\u00edculos diarios}$$

$$\text{La Ca\u00f1ada.....} = 1.026 \times 697 = 715 \text{ veh\u00edculos diarios}$$

$$\text{Empedrado.....} = 1.026 \times 278 = 285 \text{ veh\u00edculos diarios}$$

$$\text{A la Griega.....} = 1.026 \times 278 = 285 \text{ veh\u00edculos diarios}$$

CALCULO DEL VOLUMEN HORARIO DE PROYECTO (PREVISION 12 A\u00d1OS)

$$\text{V.H.P.} = (\% \text{ V.h.}) (\text{Fi}) (\text{T.P.D.A.})$$

Donde:

V.H.P. = Volumen Horario de Proyecto, a (n) a\u00f1os

% V.h. = Porcentaje del Volumen horario y diario máximos.

Fi = Factor de Incremento, en (n) años.

T.P.D.A. = Tránsito Diario Promedio Anual

El factor de incremento se determina con la fórmula siguiente:

$$Fi = (1 + i)^n$$

Donde:

i = Incremento anual de tránsito, igual a 8%

n = Número de años, igual a 12 años.

$$Fi = (1 + i)^n = (1 + 0.08)^{12} = (1.08)^{12} = 12 \log 1.08 = 0.4010$$

$$Fi = \text{anti. log. } 0.4010 = 2.52$$

DETERMINACION DE LOS PORCENTAJES DE VOLUMENES HORARIOS Y
DIARIOS MAXIMOS

$$\text{Caballero y Ossio : (\% V.h.)} = \frac{202}{1681} = 0.12$$

$$\text{Hércules..... : (\% V.h.)} = \frac{\quad}{\quad} = 0.12$$

$$\text{Monumento..... : (\% V.h.)} = \frac{98}{816} = 0.12$$

$$\text{La Cañada..... : (\% V.h.)} = \frac{\quad}{\quad} = 0.12$$

$$\text{Empedrado..... : (\% V.h.)} = \frac{22}{183} = 0.12$$

$$\text{A la Griega..... : (\% V.h.)} = \frac{\quad}{\quad} = 0.12$$

CALCULO DEL VOLUMEN HORARIO

$$\text{V.H.P.} = (\% \text{ V.h.}) (Fi) (T.P.D.A.) = 0.12 \times 2.52 (T.P.D.A.)$$

$$\text{V.H.P.} = 0.31 (T.P.D.A.)$$

Caballero y Osio: V.H.P. = $0.31 \times 2658 = 824$ en ambos sentidos
 Monumento.....: V.H.P. = $0.31 \times 1000 = 310$ en ambos sentidos
 Empedrado.....: V.H.P. = $0.31 \times 285 = 88$ en ambos sentidos
 Hércules.....: V.H.P. = $0.31 \times 1658 = 514$ en ambos sentidos
 La Cañada.....: V.H.P. = $0.31 \times 715 = 222$ en ambos sentidos

ANALISIS DE CAPACIDAD (TRAMO: CABALLERO Y OSIO-BAJADA A HERCULES)

Camino tipo "A"

Velocidad de proyecto = 50 Km/h

Ancho de sub-corona = 9.92 mts.

Ancho de corona = 9.00 mts.

Montañoso poco escarpado

Ancho de carpeta = 7.30 mts.

Se efectuará el siguiente analisis de capacidad de la -
 sección para caminos tipo "A", con una previsión de 12 años.

$$\text{Capacidad} = 2000 N \frac{N}{c} W Tc$$

Donde:

N = Número de carriles en un sentido, igual a 1.0

$$\frac{N}{c} = 1$$

W = 1.00 de tabla 6-L (Manual de proyecto geométrico)

Tc = 0.42 de tablas 6-M y 6-H (considerando un % de
 camiones = 35%)

Capacidad = $2000 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.42 = 840$ vehículos en
 ambos sentidos.

Debido a que el volumen horario de proyecto sobre el camino Querétaro-Parque del Marqués, en el tramo: Caballero y Ossio-Bajada a Hércules, es de 824 vehículos en ambos sentidos para el año de 1984 y la capacidad de la sección analizada es de 840 vehículos en ambos sentidos, por lo -- tanto, se recomienda la sección de 9.00 mts. de corona con carpeta de 7.30 mts. para ese tramo, la cual será justificable para un período de 12 años.

De 1984 en adelante, se tendrán que realizar nuevos estudios para ver la posibilidad de aumentar el número de carriles.

I. PROYECTO DEL EJE DEL CAMINO.

a) TRAZO PRELIMINAR.

Al proyectar en el plano el trazo preliminar, éste se hará con toda la precisión que se requiere, habiendo tres métodos para la proyección siendo el más aceptado, por ser el más preciso, el método por coordenadas. Los otros dos métodos son: El método por rumbo y el método por ángulos.

El método aceptado consiste en obtener las coordenadas de los vértices de la poligonal. En primer lugar obtendremos las proyecciones de los lados de la poligonal, multiplicando la distancia entre vértice y vértice por el seno y coseno del rumbo astronómico calculado, dándonos proyecciones para este y oeste en el primer caso y proyecciones norte y sur para el segundo caso.

Al sumar algebraicamente las proyecciones (+E, -W), nos irán dando las coordenadas correspondientes al eje (X)-lo mismo sucede con la suma de las proyecciones (+N, -S), dándonos las coordenadas correspondientes al eje (Y).

Determinadas las coordenadas de los vértices de la poligonal, procedemos a dibujar una cuadrícula con separación de 200 mts. a escala 1:2000, para así dibujar las coordenadas de los PI y PST, con su cadenamamiento y sus deflexiones. Uniendo los PI y PST por medio de líneas rectas, obtendremos el trazo preliminar de la poligonal abierta.

b) TOPOGRAFIA.

Dibujado el trazo preliminar procedemos a vaciar la topografía, trazando perpendiculares a todos los lados del trazo preliminar de la poligonal abierta. Sobre estas perpendiculares se van anotando las distancias a las que se en

cuentran las curvas de nivel de cota cerrada. Estas distancias se miden a partir del eje preliminar a derecha e izquierda.

Anotadas todas las distancias, por medio de líneas curvas se van uniendo los puntos de igual cota, dibujándose cada cinco curvas de nivel una más gruesa para facilitar su interpretación a quien consulte el plano.

Después de obtener en el plano el dibujo del trazo del eje preliminar con la topografía se procede a hacer estudios sobre el plano y así poder trazar en el mismo el eje definitivo que mejores condiciones represente y posteriormente trazarlo en el campo.

a) PROYECTO DEL EJE.

Generalmente al proyectar el trazo del eje definitivo se hacen varios tanteos hasta lograr el perfil que ofrezca - las mejores posibilidades de compensación de volúmenes, de - alineamiento, de visibilidad, etc.

El método más usado para hacer el estudio del trazo -- del eje definitivo es el siguiente: Por medio de un compás y con una cierta apertura se parte del punto inicial brincando de curva en curva, ya sea ascendiendo o descendiendo en - ellas.

La abertura del compás está dada de acuerdo a una proporción que sale de la pendiente gobernadora que se requiere para proyectar (4.0 %) y la equidistancia entre curva y curva (2.0 mts.), expresándola de la siguiente forma:

$$\frac{4}{100} = \frac{2}{x} \quad : \quad x = \frac{200}{4} = 50 \quad : \quad x = 50 \text{ mts.}$$

La abertura del compás será de 50 mts., tomados a la - escala en que está dibujado el trazo preliminar.

La unión de los puntos que marcó el compás al ir ascen - diendo o descendiendo, nos da una línea quebrada llamada "Lí - nea a pelo de tierra", siendo ésta la base para proyectar el trazo del eje definitivo. Basándose en la línea del trazo -

preliminar y la línea a pelo de tierra se trazan las tangentes que sean más convenientes, uniéndolas con curvas horizontales circulares simples.

Para el trazo de las curvas horizontales, se puede escoger la curva que mejor se adapte y después calcular su grado de acuerdo con el radio con que se trazó, siendo:

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

Otra forma consiste en usar curvas de grado calculado, determinando después todos sus elementos, siendo esta la más usada.

Los elementos principales de una curva horizontal son:

ST = Subtangente

LC = Longitud total de la curva

Δ = Deflexión

G = Grado de la curva

R = Radio de la curva

C = Cuerda total de la curva, de PC a PT

M = Ordenada media

E = Externa

Las fórmulas más usadas en la determinación de una curva son:

$$ST = R \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2}$$

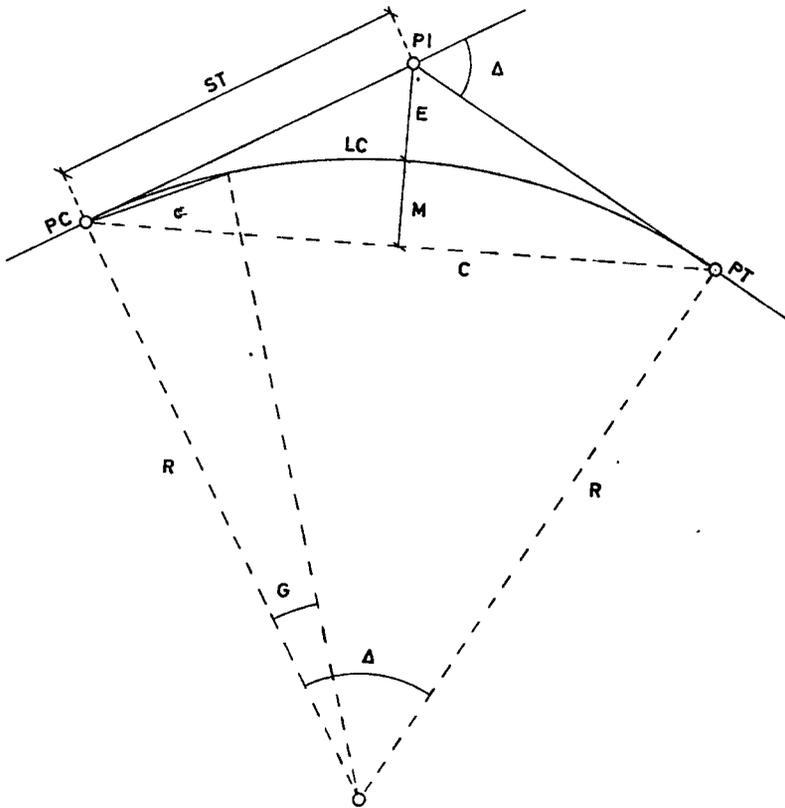
$$LC = 20 \frac{\Delta}{G}$$

$$C = 2 R \operatorname{Sen} \frac{\Delta}{2}$$

$$M = \left(1 - \operatorname{Cos} \frac{\Delta}{2} \right)$$

$$E = R \left(\operatorname{Sec} \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

ILUSTRACION DE UNA CURVA HORIZONTAL CIRCULAR



Cálculo de una curva horizontal circular:

Datos:

$$\Delta = 67^{\circ} 49' \text{ Der.}$$

$$G = 3^{\circ} 00'$$

$$PI = 0 + 513.52$$

$$R = 381.97 \text{ mts.}$$

$$c = 20.00 \text{ mts.}$$

Cálculo:

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2} = 381.97 \tan 33^{\circ} 54' 30'' = 256.77 \text{ mts.}$$

$$LC = 20 \frac{\Delta}{G} = 20 \left(\frac{67.816^{\circ}}{3} \right) = 452.10 \text{ mts.}$$

$$PC = PI - ST = 0 + 513.52 - 256.77 = 0 + 256.75$$

$$PT = PC + LC = 0 + 256.75 + 452.10 = 0 + 708.85$$

Los datos para trazar la curva aparecen en el registro de tránsito como se muestra a continuación

REGISTRO DE TRANSITO

EST	P.V.	DEFLE- XION	DATOS CURVA	R.M.O.	R.A.C.	NOTAS
	PT 0+708.85	33°54'30"		S50°55'E	S59°33'E	
	0+700	33°14'30"				
	680	31°44'30"				
	660	30°14'30"				
	640	28°44'30"				
	620	27°14'30"				
	0+600	25°44'30"				
	580	24°14'30"				
	560	22°44'30"				
	540	21°14'30"				
	520	19°44'30"				
	0+500	18°14'30"				
	480	16°44'30"				
	460	15°14'30"				
	440	13°44'30"				
	420	12°14'30"				
	0+400	10°44'30"				
	380	9°14'30"				
	360	7°44'30"				
	340	6°14'30"				
	320	4°44'30"				
	300	3°14'30"				
	280	1°44'30"				
	0+260	0°44'30"				
PC	0+256.75			N61°16'E	N 52°38'E	

$R = 381.97$ m
 $BT = 256.77$ m
 $LC = 432.10$ m

$PI = 0 + 513.58$
 $\Delta = 67.99$
 $G = 3.00\%$

Las deflexiones para el cálculo de la curva se determinan como sigue:

La deflexión por metro para $3^{\circ} 00' = S \times m = 4.50'$

La deflexión para la primera cuerda = S_1 ,

$$S_1 = S \times m \times c_1 = 4.50' \times 3.25 \quad S_1 = 14' 30''$$

La deflexión para las cuerdas de 20.00 mts. = $S = \frac{G}{2}$

$$S = \frac{32}{2} = 1^{\circ} 30'$$

La deflexión para la última cuerda = $S_u = S \times m \times c_u$

$$S_u = 4.50' \times 8.85 = 40'$$

Para el trazo de la curva en el campo primero se fijará el PI y se cadeneará la ST = 256.77 m. para fijar el PC con mayor precisión, tanto en alineamiento como en cadenamiento. Se pasa el aparato al PC y coincidiendo los centros del limbo y alidada, visará el PI. Se fija el movimiento general y se dará la primera deflexión $S_1 = 14' 30''$ obteniéndose así la primera estación 0+260, a una distancia del PC de 3.25 mts., siendo esta distancia la primer cuerda c_1 .

Como todos los demás puntos de la curva hasta antes de llegar al PT, son de cuerda de 20.00 mts., las deflexiones se calcularán como sigue:

$$S_2 = S_1 + S = 14' 30'' + 1^{\circ} 30' = 1^{\circ} 44' 30'' ;$$

$$S_3 = S_2 + S = 1^{\circ} 44' 30'' + 1^{\circ} 30' = 3^{\circ} 14' 30'' ; \text{ etc.}$$

Como se ve una vez obtenida la primer deflexión, ésta se suma con la deflexión para cuerdas de 20.00 mts. resul-

tándonos así la deflexión del segundo punto, y para la deflexión del tercer punto a la deflexión del segundo, se le suma la deflexión para cuerdas de 20.00 mts. y así sucesivamente.

La deflexión final será la deflexión del último punto de la curva más la deflexión de la estación anterior al último punto o sea:

$$S_f = S_u + S_{E.A.} = 40' + 33^{\circ} 14' 30'' = 33^{\circ} 54' 30''$$

$$S_u = S \times m \times c_u = 4.50' \times 8.85 = 40'$$

$$S_{E.A.} = 33^{\circ} 14' 30''$$

Como comprobación la S_f será igual a la mitad de la Δ

El PT no se fija mediante el trazo de la curva sino desde el PI con la ST.

En el trazo de la curva se admite una tolerancia de 1' en error angular y en error lineal 10 cms.

Para curvas de 0° a 10° se emplean cuerdas de 20.00 mts

Para curvas de 10° a 20° se emplean cuerdas de 10.00 mts

Para curvas de 20° a 40° se emplean cuerdas de 5.00 mts

b) PERFIL VIRTUAL.

Es un perfil deducido de la configuración topográfica.

El perfil virtual puede diferir muy poco del perfil definitivo que se obtenga nivelando la línea del trazo definitivo, si se tiene la seguridad en la configuración topográfica.

El perfil virtual es muy ventajoso, puesto que en el plano se va modificando el proyecto, con lo que se ahorra mucho tiempo, antes de trazarlo en el campo.

Se puede observar entonces que pequeños cambios pueden significar grandes economías en volumen de terracerías, especialmente si el terreno es muy movido y ayuda a buscar las compensaciones de cortes y terraplenes, especialmente en cuestas largas en que se utilice la pendiente máxima y no puede recurrirse a modificaciones de pendientes para --- compensar longitudinalmente los movimientos.

Para obtener las cotas de todas las estaciones cerradas y puntos accidentados del terreno, se procede por medio de la interpolación entre curvas de nivel para conocer la cota del punto que se quiera y así poder dibujar el perfil en papel milimétrico transparente a escala 1:2000 horizontal y 1:200 vertical.

c) SECCIONES TRANSVERSALES VIRTUALES.

Una vez obtenidas las cotas del perfil virtual, procedemos a determinar las cotas para las secciones transversales virtuales, trazando perpendiculares a todos los lados de la poligonal definitiva, en todos los puntos de estación cerrada y puntos intermedios necesarios.

Estas perpendiculares atravesarán las curvas de nivel y se determinarán las cotas de la curva que corta y su distancia.

El ancho para dibujar la sección del terreno es la necesaria para alojar en ella la sección del camino, en este caso es de 20.00 mts. a ambos lados del eje del camino.

Las secciones se dibujan en papel milimétrico a escala 1:100 y sirven para colocar en ellas la sección del ca-

mino, obtener el área en corte o terraplén correspondiente a la sección y calcular el volumen de la estación.

d) PROYECTO DE SUBRASANTE.

La subrasante es el perfil de las terracerías del camino, está compuesto por líneas rectas, una a continuación de otra, siendo unidas por arcos de curvas parabólicas verticales.

Para obtener el proyecto de la subrasante más satisfactorio, deben efectuarse varios intentos, pues solamente de esta manera se llega a una solución favorable, desde el punto de vista económico y técnico. Aunque no siempre se puede lograr una compensación adecuada de terracerías, puesto que en caminos de primer orden hay que tener cierta holgura para lograr una buena operación en el camino, aunque ello signifi que movimientos de terracerías mayores.

Las rectas de la subrasante pueden ser ascendentes o descendentes y con el sentido del cadenamiento se toman las primeras con signo positivo (+) y las segundas con signo negativo (-).

Las curvas parabólicas verticales son arcos que nos sirven para unir a las tangentes. A la intersección de las tangentes se le denomina PIV.

Unicamente se proyectarán curvas verticales cuando la diferencia algebraica entre las dos pendientes sea mayor de 0.5 %. En los casos de igual o menor de 0.5 % el cambio es tan pequeño que en el terreno es casi imperceptible y se pierde en la misma construcción.

Las fórmulas usadas en curvas verticales son:

$$Y = K x^2 \quad K = \frac{D'}{\frac{L}{2}} \quad D = S_2 - S_1$$

Y = Ordenada

K = Constante

D = Diferencia algebraica de pendientes

L = Longitud de la curva vertical

x = Número de orden que le corresponde a la estación para la cual se calcula la ordenada.

S = Pendiente

Cálculo de una curva vertical.

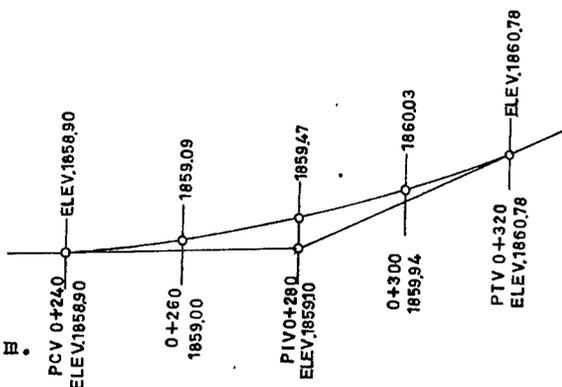
Datos:

$$S_1 = 0.50 \%$$

$$S_2 = 4.21 \%$$

$$PIV = 0 + 280$$

$$Elev. = 1859.10 \text{ m.}$$



Cálculo:

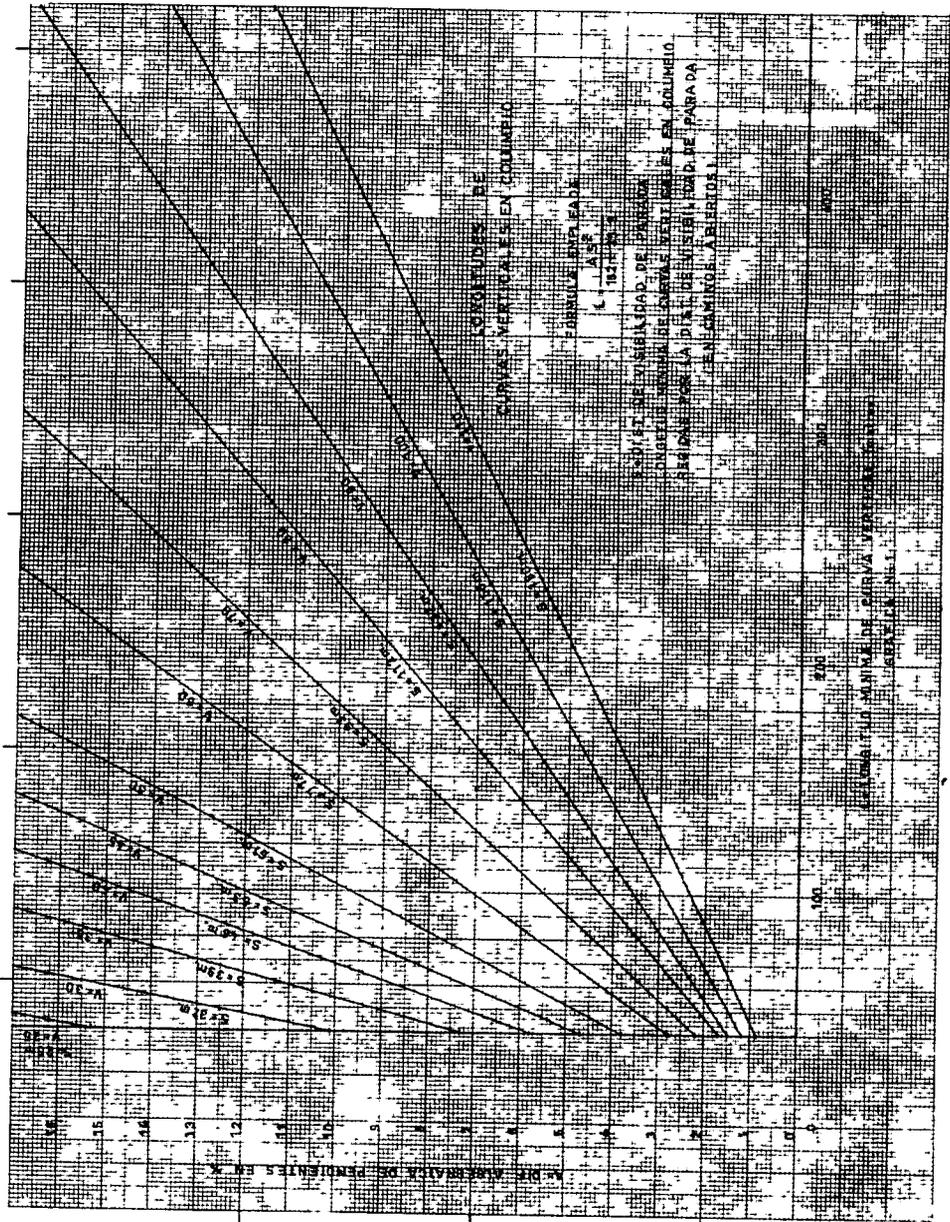
$$D = S_2 - S_1 = + 4.21 - 0.50 = + 3.71 \div 4$$

Como la curva es un columpio, se entra en la gráfica (1) que está a continuación con el valor de $D=4$ y nos da la longitud mínima de curva, siendo de 42.00 mts.

$$L = 4 \times 20 = 80.00 \text{ mts.}$$

$$PCV = 0 + 240 : Elev. = 1858.90 \text{ mts.}$$

$$PTV = 0 + 320 : Elev. = 1860.78 \text{ mts.}$$



ESTACION	COTAS EN TANGENTES	x	x ²	K	Y	COTAS DE LA CURVA
PGV 0 + 240	1858.90	-	-	-	-	1858.90
0 + 260	1859.00	1	1	0.09275	0.09	1859.09
PIV 0 + 280	1859.10	2	4	0.09275	0.37	1859.47
0 + 300	1859.94	1	1	0.09275	0.09	1860.03
PTV 0 + 320	1860.78	-	-	-	-	1860.78

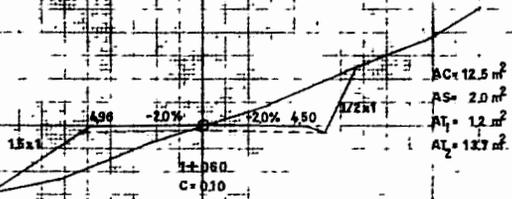
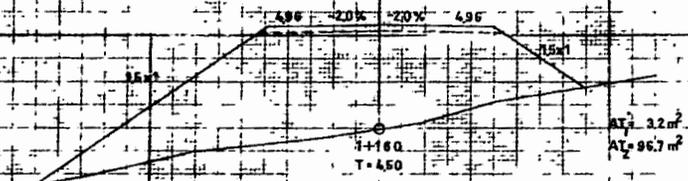
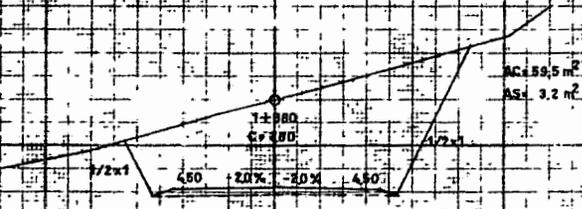
$$K = \frac{D}{\frac{L}{2}} = \frac{3.71}{\frac{80}{2}} = 0.09275$$

$$Y = K x^2$$

Obtenidas las cotas de la curva y con las cotas de las tangentes, procedemos a sacar espesores para las secciones de construcción. Los espesores se obtienen de la diferencia de cotas del perfil del terreno y de la subrasante.

Con los espesores obtenidos se dibuja la sección de construcción, dándole su talud y cuneta correspondiente de acuerdo con la clase de material y si la sección está en corte, en terraplén o en balcón. A continuación ilustro las secciones tipo que más se presentan.

SECCIONES DE CONSTRUCCION TIPO



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS EN COOPERACION
DEPARTAMENTO TECNICO

TABLA DE SOBREENCHOS
ESPESOR DE REVESTIMIENTO 0.30 m

SOBRE ELEVA- CIONES	Talud		Talud		Talud	
	1.5 X 1		2 X 1		3 X 1	
	1-0.666		1-0.500		1-0.333	
	\bar{t}		\bar{t}		\bar{t}	
%	+	-	+	-	+	-
0	45	45	60	60	90	90
0.2	45	45	60	60	90	91
0.4	45	45	60	60	89	91
0.6	45	45	59	61	88	92
0.8	45	46	59	61	88	92
1.0	44	46	59	61	87	93
1.2	44	46	59	61	87	93
1.4	44	46	58	62	87	94
1.6	44	46	58	62	86	95
1.8	44	46	58	62	86	95
2.0	44	46	58	63	85	96
2.2	44	47	57	63	85	96
2.4	43	47	57	63	84	97
2.6	43	47	57	63	84	98
2.8	43	47	57	64	83	98
3.0	43	47	57	64	83	99
3.2	43	47	56	64	82	100
3.4	43	47	56	64	82	100
3.6	43	48	56	65	81	101
3.8	43	48	56	65	81	102
4.0	42	48	56	65	80	102
4.2	42	48	55	66	80	103
4.4	42	48	55	66	80	104
4.6	42	48	55	66	79	105
4.8	42	49	55	66	79	105
5.0	42	49	55	67	78	106
5.2	42	49	54	67	78	107
5.4	42	49	54	67	78	108
5.6	42	49	54	68	77	108
5.8	41	49	54	68	77	109
6.0	41	50	54	68	76	110
6.2	41	50	53	68	76	111
6.4	41	50	53	69	76	112
6.6	41	50	53	69	75	112
6.8	41	50	53	69	75	113
7.0	41	50	53	70	74	114
7.2	41	51	52	70	74	115

SOBRE ELEVACIONES	Talud		Talud		Talud	
	1.5 X 1		2 X 1		3 X 1	
	1-0.666		1-0.500		1-0.333	
%	\bar{t}	\bar{t}	\bar{t}	\bar{t}	\bar{t}	\bar{t}
	+	-	+	-	+	-
7.4	41	51	52	70	74	116
7.6	40	51	52	71	73	117
7.8	40	51	52	71	73	118
8.0	40	51	52	71	73	119
8.2	40	51	52	72	72	120
8.4	40	52	51	72	72	120
8.6	40	52	51	72	72	121
8.8	40	52	51	73	71	122
9.0	40	52	51	73	71	123
9.2	40	52	51	74	71	124
9.4	39	52	51	74	70	126
9.6	39	53	50	74	70	127
9.8	39	53	50	75	70	128
10.0	39	53	50	75	69	129
10.2	39	53	50	75	69	130
10.4	39	53	50	76	69	131
10.6	39	54	50	76	68	132
10.8	39	54	49	77	68	133
11.0	39	54	49	77	68	135
11.2	39	54	49	77	67	136
11.4	38	54	49	78	67	137
11.6	38	55	49	78	67	138
11.8	38	55	49	79	67	140
12.0	38	55	48	79	66	141

CAMINO QUERETARO-PARQUE EL MARQUES (LIBRAMIENTO)HOJA No. 1

TRAMO: _____

DE KM. 0+000 A KM. 0+303

BRIGADA DE LOCALIZACION NUMERO: _____

PROYECTO DE SECCIONES

ORIGEN DEL TRAZO: _____

CAMPAMENTO EN: _____

DE LA HOJA No. _____

ESTACION	6	VELOCIDAD DE PROYECTO	sobreelevacion		AMPLIACION		TRANSICION	ANCHO NORMAL		ANCHO CON AMPLIACION		DATOS DE LA CUNETA		TALUDES		OBSERVACIONES
			izq.	der.	izq.	der.		izq.	der.	izq.	der.	ancho	profundidad	izq.	der.	
0+000			-2.0%	-2.0%				18.96	4.50	18.96	4.50	0.87	0.30	1.5 x 1	1/2 x 1	
020			"	"				16.29	"	16.29	"	"	"	"	"	
040			"	"				13.63	"	13.63	"	"	"	"	"	
IP 047			"	"				12.69	"	12.69	"	"	"	"	"	
060			"	"				10.96	"	10.96	"	"	"	"	"	
080			"	"				8.29	"	8.29	"	"	"	"	"	
IP 095			"	"				6.30	"	6.30	"	"	"	"	"	
100			"	"				5.63	"	5.63	"	"	"	"	"	
IP 105			"	"				4.96	"	4.96	"	"	"	"	"	
120			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
140			"	"				4.50	"	4.50	"	"	"	"	"	
160			"	"				4.96	"	4.96	"	"	"	"	"	
180			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
200			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
IP 216			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
220			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
NI 0+233.84		50 Km/h.	-2.0%	-2.0%			10.91									
240			-0.87%	-2.0%			4.75	"	"	"	"	"	"	"	"	
PTT 0+244.75			0.00%	-2.0%			0.00									
N2 0+255.66			+2.0%	-2.0%			10.91									
PC 0+256.75			+2.2%	-2.2%			12.00	"	"	4.96	"	"	"	"	"	
260			"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	
280			"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	
300			"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	
IP 0+303			"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	

Proyecto: _____

Calculo: _____

Reviso: _____

Fecha _____ de _____ de 19__

Fecha _____ de _____ de 19__

Fecha _____ de _____ de 19__

Pasa a la hoja No. 2

CAMINO: QUERETARO-PARQUE EL MARQUES (LIBRAMIENTO)HOJA No. 2

TRAMO: _____

DE KM. 0+320 A KM. 0+708,85

BRIGADA DE LOCALIZACION NUMERO: _____

PROYECTO DE SECCIONES

ORIGEN DEL TRAZO: _____

CAMPAMENTO EN: _____

DE LA HOJA No. _____

ESTACION	G	VELOCIDAD DE PROYECTO	sobreelevacion		AMPLIACION		TRANSICION	ANCHO NORMAL		ANCHO CON AMPLIACION		DATOS DE LA CUNETETA		TALUDES		OBSERVACIONES
			izq.	der.	izq.	der.		izq.	der.	izq.	der.	ancho	profundidad	izq.	der.	
0+320			+2.2 %	-2.2 %				4.96	4.50	4.94	4.50	0.87	0.30	1.5 x 1	1/2 x 1	
340			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
360			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
380			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
IP 398			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
400			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
IP 403			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
420			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
440			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
460			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
480			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
500			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
520			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
IP 534		50 km/h.	"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
540			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
560			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
580			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
600			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
IP 618			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
620			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
640			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
660			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
680			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
IP 700			"	"				"	"	"	"	"	"	"	"	
PT 0+708,85			+2.2 %	-2.2 %			12.00	"	"	"	"	"	"	"	"	

Proyecto: _____
Fecha _____ de _____ de 19__Calculo: _____
Fecha _____ de _____ de 19__Revisa: _____
Fecha _____ de _____ de 19__Pasa a la hoja No. 3

III. CURVA MASA

Al diseñar el perfil de un camino, no basta con ajustarse a las especificaciones sobre pendiente, curvas verticales, compensación por curvaturas, drenaje, etc., para obtener un resultado satisfactorio; sino que también es igualmente importante conseguir la mayor economía posible en el movimiento de tierras. Estas economías se consiguen excavando y rellenando solamente lo indispensable y acarreando los materiales a la menor distancia posible. El estudio de las cantidades de excavación y relleno, su compensación y movimiento, se lleva a cabo mediante el diagrama llamado --- "Curva Masa".

La curva masa es un diagrama en el cual las ordenadas representan los volúmenes acumulativos de las terracerías y las abscisas el cadenamiento correspondiente. Este diagrama se dibuja en el mismo plano en donde está el perfil del terreno y subrasante. Generalmente las abscisas se dibujan a escala de un centímetro igual a 20 mts. que es una estación cerrada y las ordenadas en escala de un centímetro --- igual a 400 m³.

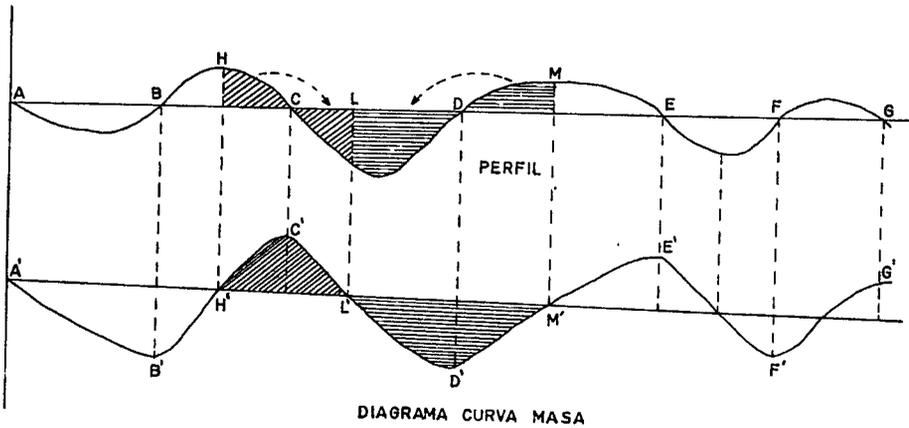
La secuela a seguir para el proyecto de la Curva Masa es como sigue:

1. Teniendo como base el perfil del terreno, se proyecta la subrasante.
2. Se determinan los espesores de corte y terraplén por estaciones de 20 mts. (abscisas).
3. Se dibujan las secciones de construcción.
4. Se dibuja la plantilla del corte o del terraplén con los taludes escogidos según el tipo del material, sobre la sección de construcción.
5. Se calculan las áreas de las secciones por cualquiera de los métodos ya conocidos.

6. Se calculan los volúmenes abundando los cortes o haciendo la reducción de los terraplenes, según el tipo de material y método escogido.
7. Se suman algebraicamente los volúmenes de cortes y terraplenes.
8. Se dibuja la curva con los valores anteriores.

Se recomienda que la curva masa se calcule por tramos de 500 mts. a un kilómetro como máximo, puesto que se trata de un procedimiento de aproximaciones sucesivas y es muy difícil que al primer tanteo de la subrasante sea el más conveniente.

PROPIEDADES DE LA CURVA MASA.

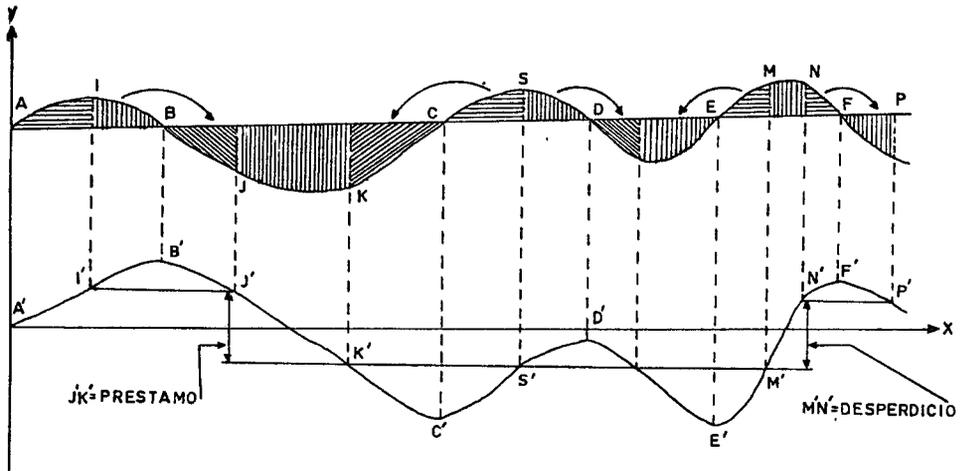


1. Los cortes se consideran con signo positivo (+) y los terraplenes con signo negativo (-),
2. Los tramos ascendentes de una curva masa indican corte - en ese punto del camino, en la figura: tramo BHC del per

fil y su correspondiente $B'H'C'$ de la curva masa.

3. Los tramos descendentes de una curva masa indican terraplén en la figura: tramo AB del perfil y su correspondiente $A'B'$ de la curva masa.
4. En la curva masa son puntos máximos cuando la subrasante pasa de corte a terraplén (C en el perfil y C' en la curva masa). Son mínimos cuando la subrasante pasa de terraplén a corte (D en el perfil y D' en la curva masa).
5. Cuando se cortan los tramos ascendentes y descendentes contiguos con una línea horizontal ($H'L'$) y ($L'M'$), los volúmenes de corte y de terraplén en ese tramo quedan compensados. A esta línea horizontal se le llama "línea distribuidora" o "línea de compensación".

En la figura los volúmenes excavados de H a C y de M a D son los que se necesitan para terraplénar de C a L y de D a L.



6. Cuando la curva masa queda arriba de una línea distribuidora, el material excavado se mueve de izquierda a derecha (material IB hacia BJ). Si la curva masa queda abajo de la línea distribuidora, el material se mueve de derecha a izquierda (material de SC hacia CK)
7. Cuando la presencia de un terraplén origina el crecimiento excesivo descendente de la curva masa, es necesario trazar dos líneas de compensación (I'J' y K'M'), en la cual la diferencia de ordenadas indicará la magnitud del volumen de préstamo. En la fig. el préstamo es el espacio J'K', determinado por las dos líneas compensadoras I'J' y K'M'.

Quando hay exceso de corte origina el crecimiento ascendente de la curva masa, obligándonos a emplear dos líneas de compensación (K'M' y N'P') y la diferencia de ordenadas entre esas líneas indicará el volumen de desperdicios de dicho corte. Como se ve en la figura, el espacio (M'N'), comprendido entre las líneas (K'M' y N'P'), es el desperdicio.

8. "La distancia de acarreo libre" es aquella en que al contratista no se le paga nada por el acarreo. Actualmente la distancia de acarreo libre está considerada de 20 mts. o sea una estación, aunque puede ser modificada.
9. "La distancia de sobre acarreo" es el transporte de materiales, ya sean en corte o de préstamo a una mayor distancia que la del acarreo libre, o sea, la distancia que hay del centro de gravedad del corte o préstamo, al centro de gravedad del terraplén que se desea formar con dicho material, se le resta la distancia de acarreo libre y se obtiene así la distancia de sobre acarreo. En estaciones de 20 mts. el valor del sobre acarreo se determina multiplicando dicha distancia por los metros cúbicos de la excavación.

PARQUE EL MARQUES (LIBRAMIENTO)

Plan Número: _____

U. A. Q.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CALCULO DE RASANTE Y CURVA MASA

De Km. 0+0

Origen del

ACION CENO	TANGENTE VERTICAL		CURVA VERTICAL CORRECCION			ELEVACION RASANTE	ESPEORES		AREAS		A ₁ + A ₂		SEMI DIS TANCIA	VOLUMEN		COEFICIENTE ABUNDAMIENTO		VOLUMENES ABUNDADOS		SUM VOLU + (
	pendiente	cotas					corte	terraplen	corte	terraplen	corte	terraplen		corte	terraplen	corte	terraplen	corte	terraplen	
00	+0.50°/°					1857.70	0.30		6.5	29.5										
00						57.30	0.40		12.0	2.1	18.0	31.6	10.00	180	316	1.20		216	316	
06						57.90	0.36		7.9	17.6	19.9	19.7	10.00	199	197			239	197	
03						57.93			5.0	20.0	12.9	37.6	3.50	45	132			54	132	
02						58.00		0.48	2.6	18.0	7.6	38.0	6.50	49	247			59	247	
07						58.10		0.33	4.2	783	6.8	25.3	10.00	68	253			82	253	
07						58.17			8.0	2.2	12.2	9.5	7.50	91	71			109	71	
04						58.20	0.14		9.9	1.0	17.9	3.2	2.50	45	8			54	8	
08						58.22	0.16		9.1	1.0	19.0	2.2	2.50	48	5			57	5	
08						58.30	0.98		18.2	0.9	27.3	1.9	7.50	205	143			246	143	
02						58.40	1.32		23.8		42.0	0.9	10.00	420	9			504	9	4
02						58.50	0.42		11.3	1.2	35.1	1.2	10.00	351	12			401	12	4
00						58.60	0.60		13.8	0.6	25.1	1.8	10.00	251	18			301	18	2
00						58.70	0.30		10.1	1.0	23.9	1.6	10.00	239	16			287	16	2
08						58.78			8.9	2.6	16.8	3.6	8.00	134	29			161	29	1
08						58.80		0.12	3.9	4.2	10.6	6.8	2.00	21	14			25	14	
05						58.87		0.32	2.8	9.1	6.7	13.3	6.92	46	92			55	92	
09	FGV	1858.90	0.00	0.00	0.00	58.90		0.41	2.2	11.5	5.0	20.6	3.08	15	63			18	63	
07		58.98	0.78	0.61	0.06	59.04		0.27	2.5	5.2	4.7	16.7	7.83	37	131			44	131	
05		58.98	0.84	0.71	0.07	59.05		0.30	2.6	5.0	5.1	10.2	0.54	3	6			4	6	
09	+0.50°/°	59.00	1.00	1.00	0.09	59.09		0.30	2.2	3.0	4.8	8.0	1.63	8	13			10	13	
04	PTV	59.10	2.00	4.00	0.37	59.47		0.13	4.6	3.0	6.8	6.0	10.00	68	60			81	60	
00	+ 4.21°/°	59.94	1.00	1.00	0.09	60.03		0.03	7.0	2.9	11.6	5.9	10.00	116	59			139	59	
07		60.07	0.15	0.02	0.00	60.07			7.2	2.1	14.2	5.0	1.50	21	8			25	8	
06	PTV	1860.78	0.00	0.00	0.00	60.78	0.48		11.8	4.0	19.0	6.1	8.50	161	52			193	52	14
05						61.60	0.75		13.7	3.5	26.5	7.5	10.00	255	75			306	75	2
03						62.40	0.63		12.4	4.0	26.1	7.5	10.00	261	75			313	75	23
03	FGV	1863.31	0.00	0.00	0.00	63.31	0.32		11.0	5.0	23.4	9.0	10.00	234	90			281	90	19
00		64.07	0.90	0.81	0.07	64.00			10.9	10.5	21.9	15.5	9.00	197	139			236	139	9
00		64.15	1.00	1.00	-0.08	64.07		0.07	9.8	11.0	20.7	21.5	1.00	21	32			25	22	

QUE EL MARQUES (LIBRAMIENTO)

Número: _____

U. A. Q.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL CALCULO DE RASANTE Y CURVA MASA

De Km. _____

Origen del _____

ACION CINO	TANGENTE VERTICAL		CURVA VERTICAL CORRECCION			ELEVACION RASANTE	ESPEORES		AREAS		A ₁ + A ₂		SEMI DIS- TANCIA	VOLUMEN		COEFICIENTE ABUNDAMIENTO		VOLUMENES ABUNDADOS		SUM. VOLU- + (
	pendiente	cotas					corte	terraplen	corte	terraplen	corte	terraplen		corte	terraplen	corte	terra- pien	corte	terraplen	
.60	+0.77%					1866.39		0.79	4.5	32.0	7.8	75.5	10.00	78	755	1.2		93	755	
.52						66.52			10.0	13.6	14.5	45.6	9.00	130	410			156	410	
.56			$C = \frac{2.8(-0.11)}{20}$			66.54	0.02		10.0	13.5	20.0	27.1	1.00	20	27			24	27	
.69			$C = 0.105$			66.69	2.00		30.6		40.6	13.5	10.00	4.06	135			487	135	
.00	P.C.V.	1866.85	0.00	0.00	0.00	66.85	1.15		24.9	7.4	55.5	7.4	10.00	5.55	74			666	74	
.47	P.I.V.	67.00	1.00	1.00	0.11	67.11	0.36		15.1	16.4	40.0	23.8	10.00	4.00	238			480	238	
.57	P.T.V.	1867.57	0.00	0.00	0.00	67.57			14.9	23.1	30.0	39.5	10.00	3.00	395			360	395	
.75	+2.87%					67.83		0.08	12.2	24.0	27.1	47.1	4.42	1.20	208			144	208	
.83						67.83			14.8	24.2	27.0	38.2	0.08	2	3			2	3	
.00						67.86	0.14		17.0	13.4	31.8	27.6	0.47	15	13			18	13	
.26						68.15	0.11		13.7	16.0	30.7	29.4	5.03	154	148			185	148	
.91						68.49	0.42		16.1	12.6	29.8	28.6	5.88	175	168			210	168	
.85						68.72	0.13		16.0	14.0	32.1	26.6	4.12	132	110			158	110	
.51						69.30	0.21		14.7	9.5	30.7	23.5	10.00	307	235			368	235	
.77						69.87	0.90		19.5	7.7	34.2	17.2	10.00	342	172			410	172	
.93						70.44	0.49		16.0	6.7	35.5	14.4	10.00	355	144			426	144	
.13						71.02	0.11		12.0	8.0	28.0	14.7	10.00	280	147			336	147	
.60						71.59	0.01		11.3	6.3	23.3	14.3	10.00	233	143			275	143	
.62						71.62			10.9	6.1	22.2	12.4	0.50	11	6			13	6	
.56						72.17		0.61	7.9	10.8	18.8	16.9	9.50	178	160			213	160	
.00						72.74		0.74	11.9	12.2	19.3	23.0	10.00	193	230			231	230	
.11						73.11			8.2	14.3	20.6	26.5	6.50	134	172			161	172	
.00						73.31	0.69		15.0	7.2	24.2	21.5	3.50	85	75			102	75	
.30						73.89	0.41		11.0	8.3	26.0	15.5	10.00	260	155			312	155	
.17						74.17			9.2	10.0	20.2	18.3	5.00	101	91			121	91	
.00						74.46		0.46	6.0	16.2	15.2	26.2	5.00	76	131			91	131	
.00						75.04		1.04	3.8	21.2	9.8	37.4	10.00	98	374			117	374	
.96						75.61		0.65	6.2	18.7	100.0	39.9	10.00	100	399			120	399	
.04						76.04			10.9	6.5	17.1	25.2	7.50	128	189			154	189	

IV. DRENAJE.

En los caminos es muy importante el estudio del drenaje, pues el agua es uno de los más principales enemigos de los caminos, ya que reblandece las terracerías originando -- pérdidas de estabilidad de las mismas y por consiguiente -- asentamientos perjudiciales.

Con el drenaje se trata de reducir al máximo posible la cantidad de agua que le pueda llegar al camino y a la -- misma vez, darle salida rápida al agua que llegue al mismo.

El estudio del drenaje de los caminos se divide en -- dos partes: Drenaje superficial y Drenaje subterráneo.

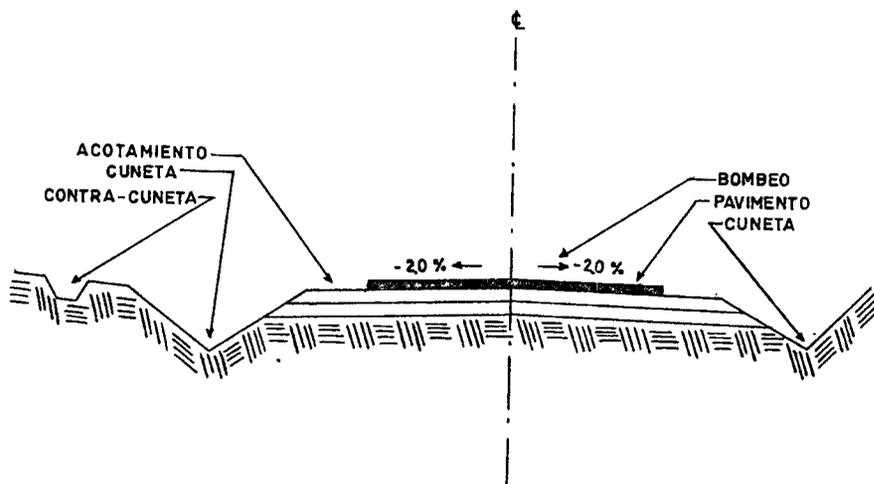
El drenaje superficial trata lo antes mencionado, o -- sea, reducir al mínimo el agua que afluye al camino, mediante la captación de la misma, por medio de "Obras de captación y defensa", tales como cunetas, contra-cunetas, bombeo y lavaderos; Y dándole rápida salida al agua que inevitablemente entra al camino por medio de las "Obras de cruce" como las alcantarillas, vados, puentes-vados, etc.

OBRAS DE CAPTACION Y DEFENSA.

Cunetas. Son las obras de sección transversal triangular o trapecial, destinadas a recoger y conducir el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

Al pasar la cuneta de corte a terraplén se prolonga -- ésta a lo largo del pie del terraplén, dejando una berma -- convencional entre dicho pie y el borde de la cuneta, para evitar que se remoje el terraplén, evitando así los asentamientos.

Las cunetas generalmente se proyectan para que den capacidad a fuertes aguaceros de duración de 10 a 20 minutos, siendo suficiente proyectarlas para que tomen el 80% de la precipitación pluvial de la mitad del ancho total del derecho de vía.



Las dimensiones y características de las cunetas se determinan en función del flujo que va a escurrir por ellas, mediante la fórmula siguiente:

$$Q = A \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Q = Descarga en $m^3/\text{seg.}$

A = Area de la sección transversal del flujo, en m^2 .

n = Coeficiente de rugosidad dependiendo del tipo de material.

R = Radio hidráulico, en mts.

S = Pendiente del canal, en mts. por mt.

Generalmente la forma y características de las cunetas, las determina el ingeniero a su juicio de acuerdo con las condiciones climatéricas, topográficas y geológicas, puesto que con la fórmula de la determinación del flujo, sus factores son muy inciertos. De acuerdo con las condiciones anteriores y con la tabla # 5, se determina el ancho de cunetas en subrasante.

Contra-cunetas. Son obras destinadas a evitar que llegue el agua a las cunetas y, por lo tanto, se situarán convenientemente para ese fin.

Las contra-cunetas se deberán colocar transversalmente a la pendiente del terreno para que intercepten el agua y evitar que llegue a los cortes y terraplenes.

Las contra-cunetas generalmente tienen forma trapezoidal con base de 30 a 50 cms. y taludes de acuerdo con el terreno y necesidades hidráulicas, su uso está indicado en terreno montañoso o en lomerío.

Bombeo. Se llama bombeo a la forma que se le da a la sección transversal del camino para evitar que el agua de la lluvia se estanque y por lo tanto ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones a las terracerías.

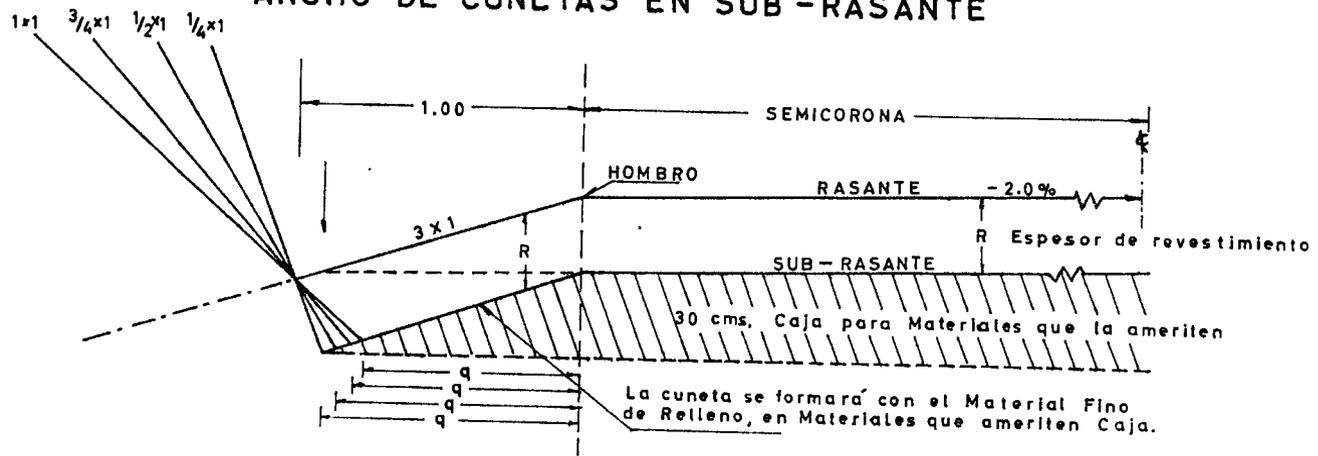
El bombeo que debe emplearse depende de la clase de superficie, facilidad de circulación de los vehículos y aspecto del camino. En nuestro país se acostumbra a usarse para caminos asfaltados el 2.0%

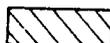
Lavaderos. Los lavaderos o vertedores son cubiertas o delantales de mampostería, de concreto o de piedra acom-

3

3

TABLA No 5
ANCHO DE CUNETAS EN SUB-RASANTE



 = Relleno con material fino

Ancho "q" de la Cuneta en Sub-rasante en funcion del Talud del Corte y el Espesor de Revestimiento

Fórmula: $q = c - \frac{R \cdot T_c}{1 + T_c} \cdot 3$

- Donde:
- C = Cuneta terminada = 100 cms.
 - q = Cuneta en sub-rasante (cms.)
 - R = Espesor de revestimiento (cms.)
 - Tc = Talud del corte

TALUD \ ESPESOR	ESPESOR				
	15	20	25	30	35
1 x 1	0.89	0.85	0.81	0.77	0.74
3/4 x 1	0.91	0.88	0.85	0.82	0.79
1/2 x 1	0.94	0.91	0.89	0.87	0.85
1/4 x 1	0.97	0.95	0.94	0.93	0.92

dada y sirven para dar desfogue a una corriente de agua.

Por estos lavaderos o vertedores se encausa el agua de los taludes o terraplenes, para evitar su erosión y pueda dañar el camino, siendo su construcción a criterio del ingeniero.

OBRAS DE CRUCE.

Las obras de cruce son llamadas también obras de -- drenaje transversal.

Alcantarillas. Son obras que tienen por objeto dar paso rápido al agua que tenga que cruzar de un lado al -- otro del camino. Las alcantarillas constan de dos partes: El cañón y los muros de cabeza. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es la parte principal de la estructura. Los muros de cabeza sirven para evitar que el terraplén invada el canal, para encausar la corriente y para -- impedir la erosión alrededor del cañón. Sin embargo, si el cañón se alarga los muros de cabeza se pueden omitir.

Generalmente las alcantarillas se colocan en el fondo del cauce que desaguan, procurando no forzar los cruces para hacer los normales al camino, siendo que su localización es esviada y no se economiza nada ya que continuamente se tendrán gastos por conservación para evitar la erosión. Es conveniente colocar todas las alcantarillas necesarias y no tratar de economizar concentrando el agua en una sola.

Es recomendable cuando el esviajamiento de una corriente sea menor de 5° hacer la estructura perpendicular al camino suprimiendo el esviajamiento y rectificando el cauce, pero si es mayor de 5° no se suprime.

No debe tratarse de cambiar el curso de la corriente

te de un arroyo puesto que es muy difícil, teniéndose que colocar la alcantarilla conforme a él. Si el cauce es muy tortuoso, debe canalizarse una parte a la entrada y a la salida de la alcantarilla.

El cálculo del área hidráulica de las alcantarillas es semejante al de los puentes, diferenciándose nada más por que las alcantarillas llevan un colchón de tierra encima y los puentes no.

Hay cuatro procedimientos para proyectar hidráulicamente una alcantarilla: Procedimiento por comparación, empírico, de sección y pendiente y el de precipitación pluvial.

El procedimiento empírico es el más usado, puesto que para usar los otros se necesitan datos de: precipitación pluvial, del gasto máximo del arroyo o alguna alcantarilla, para el procedimiento por comparación.

El procedimiento empírico consiste en fórmulas empíricas ya establecidas como la de Talbot, la de Peck y la de Jarvis Meyer.

Habiéndose analizado las tres fórmulas, se obtuvo que la más exacta es la fórmula de Talbot la cual es:

$$a = 0.183 c \sqrt[4]{A^3}$$

a = Área hidráulica, en m², que deberá tener la alcantarilla.

A = Superficie por drenar, en hectareas.

c = Coeficiente, con los siguientes valores:

c = 1.00 para terrenos montañosos y escarpados.

c = 0.80 para terrenos con mucho lomerío.

$c = 0.60$ para terrenos con lomerío.

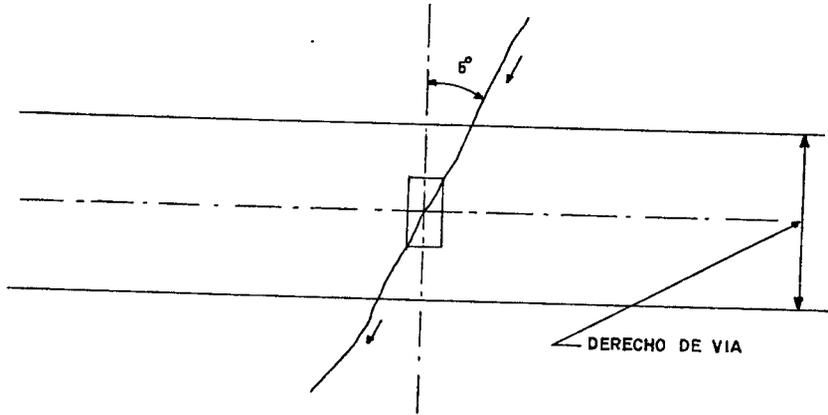
$c = 0.50$ para terrenos muy ondulados.

$c = 0.40$ para terrenos poco ondulados.

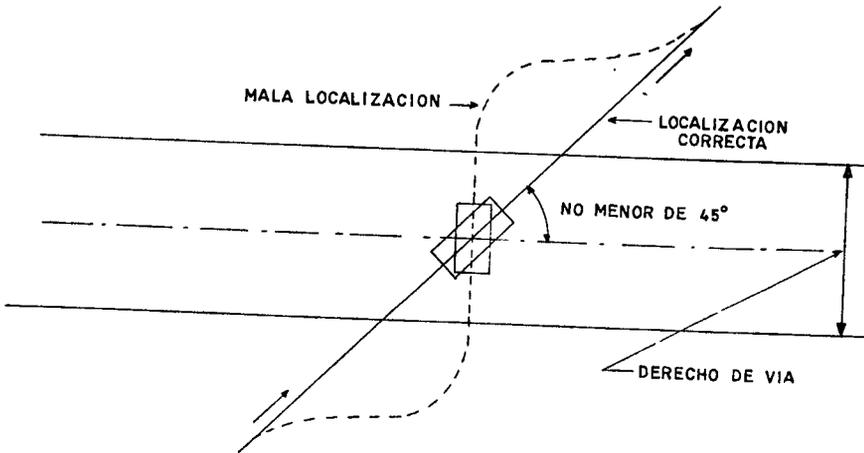
$c = 0.30$ para terrenos casi planos.

$c = 0.20$ para terrenos planos.

ALCANTARILLA EN CRUCE NORMAL



ALCANTARILLA EN CORRIENTE ESIVIAJADA



Cuando se conoce la precipitación pluvial es recomendable utilizar la fórmula de Burkli-Ziegler para calcular el gasto máximo de la alcantarilla.

$$Q = 0.022 \quad cAh \sqrt{\frac{S}{A}}$$

Q = Gasto de la alcantarilla, en m³/seg.

A = Número de hectareas tributarias.

h = Precipitación en centímetros por hora, correspondiente al aguacero más intenso (de 10 minutos de duración total)

S = Pendiente del terreno, en metros por kilómetro.

c = Coeficiente de escurrimiento que depende de la clase de terreno.

c = 0.18 en terreno montañoso.

c = 0.25 en terreno de cultivo.

c = 0.30 en calles con pavimentos asfálticos y poblaciones con parques.

c = 0.625 en calles de zonas residenciales.

c = 0.75 en calles pavimentadas y distritos comerciales.

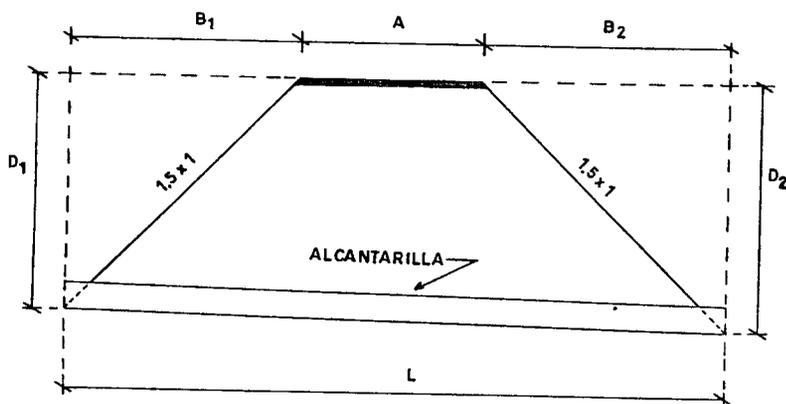
Es recomendable que la pendiente en las alcantarillas sea la misma que la del lecho de la corriente, para que no sufra asolve ni se obstruya.

Existen varios tipos de alcantarillas: Tubulares, rectangulares, de bóveda o de losa.

La longitud de las alcantarillas depende del ancho de la corona del camino, de la altura del terraplén, del talud del mismo, de la pendiente de la alcantarilla y del ángulo de esviajamiento.

Los muros de cabeza generalmente se construyen de mampostería o de concreto.

Determinación de la longitud de una alcantarilla.



$$L = A + B_1 + B_2$$

$$A = 7 \text{ m}$$

$$B_1 = 1.5 D_1$$

$$D_1 = 3 \text{ m}$$

$$B_2 = 1.5 D_2$$

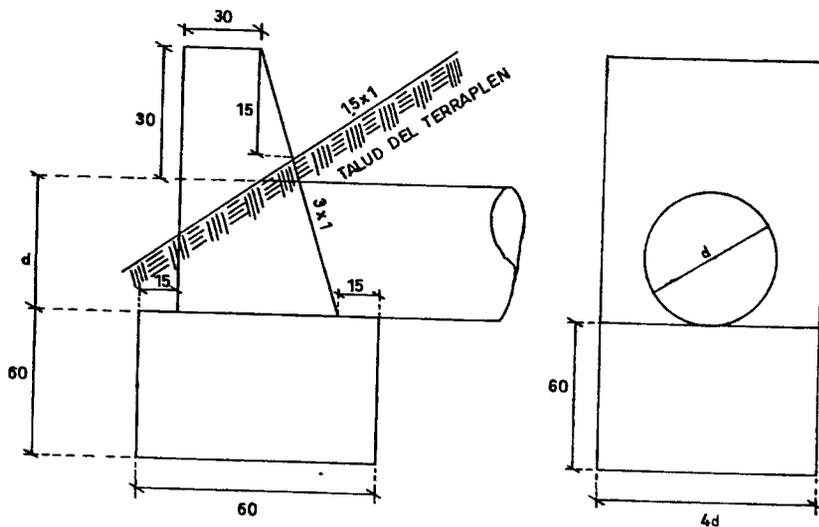
$$D_2 = 4 \text{ m}$$

$$L = 7 + 1.5 \times 3 + 1.5 \times 4 = 17.5 \text{ m} \approx 18 \text{ m}$$

Si la longitud no es perpendicular a la línea del centro del camino, se multiplica esta longitud por la secante del ángulo esviado.

Alcantarillas con Muros de Cabeza

(Acotamiento en cms.)



Cálculo de una Alcantarilla

Datos:

Est. 1 + 120

$c = 1.00$

$A = 3.13$ hectáreas

Fórmulas empleadas:

$$a = 0.183 \quad c \sqrt[4]{A^3}$$

$$a = \frac{\pi d^2}{4}$$

Solución:

$$a = 0.183 \times 1.00 \sqrt[4]{(3.13)^3} = 0.183 \sqrt[4]{30.78}$$

$$a = 0.183 \times 2.356 = 0.431 \quad a = 0.431 \text{ m}^2$$

$$0.431 = \frac{\pi d^2}{4} \quad \therefore d^2 = \frac{4 \times 0.431}{3.1416} = 0.548$$

$$d = \sqrt{0.548} = 0.740 \text{ mt} \quad \therefore d = 0.75 \text{ mt}$$

Como los diámetros comerciales para alcantarillas son de: 0.60, 0.75, 0.90, 1.20 mts., se tomará el diámetro de 0.75 mt.

Determinación de la longitud de alcantarilla.

Datos:

$$A = 9.46 \text{ mts.}$$

$$D_1 = 1879.44 - 1873.96 = 5.48 \text{ mts.}$$

$$D_2 = 1879.44 - 1877.16 = 2.28 \text{ mts.}$$

$$T_1 = 1.5 \times 1$$

$$T_2 = 1.5 \times 1$$

Fórmulas empleadas:

$$L = A + B_1 + B_2 ; B_1 = T_1 D_1 ; B_2 = T_2 D_2$$

Solución:

$$L = 9.46 + 1.5 \times 5.48 + 1.5 \times 2.28 = 9.46 + 8.22 + 3.42 = 21.10 \text{ mts}$$

Vados. Son las obras que permiten el paso de vehículos por un río o un arroyo, cuando esté seco o bien cuando lleve determinado caudal, hasta determinado nivel.

Generalmente los vados se construyen de mampostería, - de losas de concreto o bien de dentellones de mampostería o concreto y con cubierta de concreto. Pueden ser también pavimentados.

Para que funcione un buen vado, se tienen las condiciones siguientes:

- a) Se debe evitar la erosión y la socavación aguas arriba y aguas abajo.
- b) La superficie de rodamiento no se erosionará al paso de la corriente.
- c) Se debe facilitar el escurrimiento para evitar regimenes turbulentos.
- d) Deben tenerse señales visibles que indiquen cuando no debe pasarse, porque el tirante del agua es demasiado alto y peligroso.

Puente-vado. También llamado puente-bajo, puesto que son estructuras en forma de puente que sirven para dar paso al gasto de aguas máximas ordinarias y que durante el período de máximas extraordinarias permiten que el agua brinque encima de ellas.

Estos tipos de estructuras son recomendables en caminos vecinales, debiendo cumplir los siguientes requisitos para que tenga un buen funcionamiento:

- 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 construcción al paso del agua.

- c) Que la superestructura se construya tan abajo del nivel de las aguas máximas extraordinarias como sea posible, con el propósito de que los árboles que lleve la corriente, pasen sobre la estructura sin dañarle.
- d) La zona de acceso se construirá con piedra o bien se sampeará.

El drenaje subterráneo es muy semejante al drenaje superficial, ya que las capas impermeables del terreno, forman canales bien definidos o vasos de almacenamiento de agua subterránea.

El estudio del drenaje subterráneo es con el objeto de constituir dispositivos necesarios para eliminar el agua subterránea, o bien abatir su nivel hasta donde nos sea posible y así evitar que el agua perjudique la estabilidad del camino.

Las obras de drenaje subterráneo más comunes son: Las zanjas, los drenes ciegos y los drenes de tubo.

Zanjas. Las zanjas frecuentemente se usan para hacer el drenaje subterráneo en caminos construídos en zonas bajas.

Estas zanjas están localizadas a pocos metros del camino y paralelas a él, generalmente son de 0.60 m. en la base y profundidad de 0.90 a 1.20 mts. Si se les hace suficientemente profundas, pueden mantener el nivel freático bajo el nivel deseado.

Drenes ciegos. Son las zanjas rellenas de piedra quebrada o grava y están localizadas casi siempre a los lados del camino, precisamente bajo las cunetas.

Los drenes ciegos son de 0.45 m. de ancho por 0.60 a 0.90 mts. de profundidad, para que sean efectivos deben tener una pendiente uniforme e ir a desfogar a una salida -- adecuada.

El material con que se rellenan las zanjas debe de estar bien graduado, para evitar que se asolven los drenes y perjudiquen en lugar de beneficiar.

Drenes de tubo. Son zanjas rellenas de material graduado y en el fondo va un tubo por lo general perforado -- para permitir el escurrimiento.

Los drenes fallan por las siguientes causas: Por --- aplastamiento, por flexión, por presión hidráulica, por capacidad de infiltración y por durabilidad.

Sufren aplastamiento cuando los tubos se colocan en la zona de tránsito, y se evita colocándolos bajo las cuntas o colocando un tubo que resista.

Es necesario que los tubos presenten juntas apropiadas con el fin de que flexionen un poco y puedan amoldarse a las desigualdades de la plantilla.

Es necesario que las juntas estén fuertemente unidas para evitar la posibilidad de socavación por el agua que -- pueda salir, puesto que puede trabajar a presión.

La falla por capacidad de infiltración se evita disñando bien las perforaciones del tubo, para permitir la máxima filtración sin permitir el paso al lodo y al material de relleno.

Para la duración de los tubos, es necesario que ellos sean resistentes a la desintegración, erosión y corrosión.

El tubo debe tener un diámetro mínimo de 15 cms. y la zanja será de 45 cms. de ancho por 60 cms. de profundidad mínimos.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

PLANTA

CAMINO: QUERETARO- PARQUE DEL MARQUES (LIBRAMIENTO)
 TRAMO:
 SUB-TRAMO:
 DE ESTACION 0+000 A ESTACION: 1+770
 ORIGEN DEL CADENAMIENTO: 0+000

Proyecto Revisó Yo: Sr.
 EL JEFE DE LA BRIGADA REPRESENTANTE DE LA R.O.R.

DEPARTAMENTO TECNICO

REVISO REVISO SECCION DE REVISION DE
 PROYECTOS DE CAMINOS

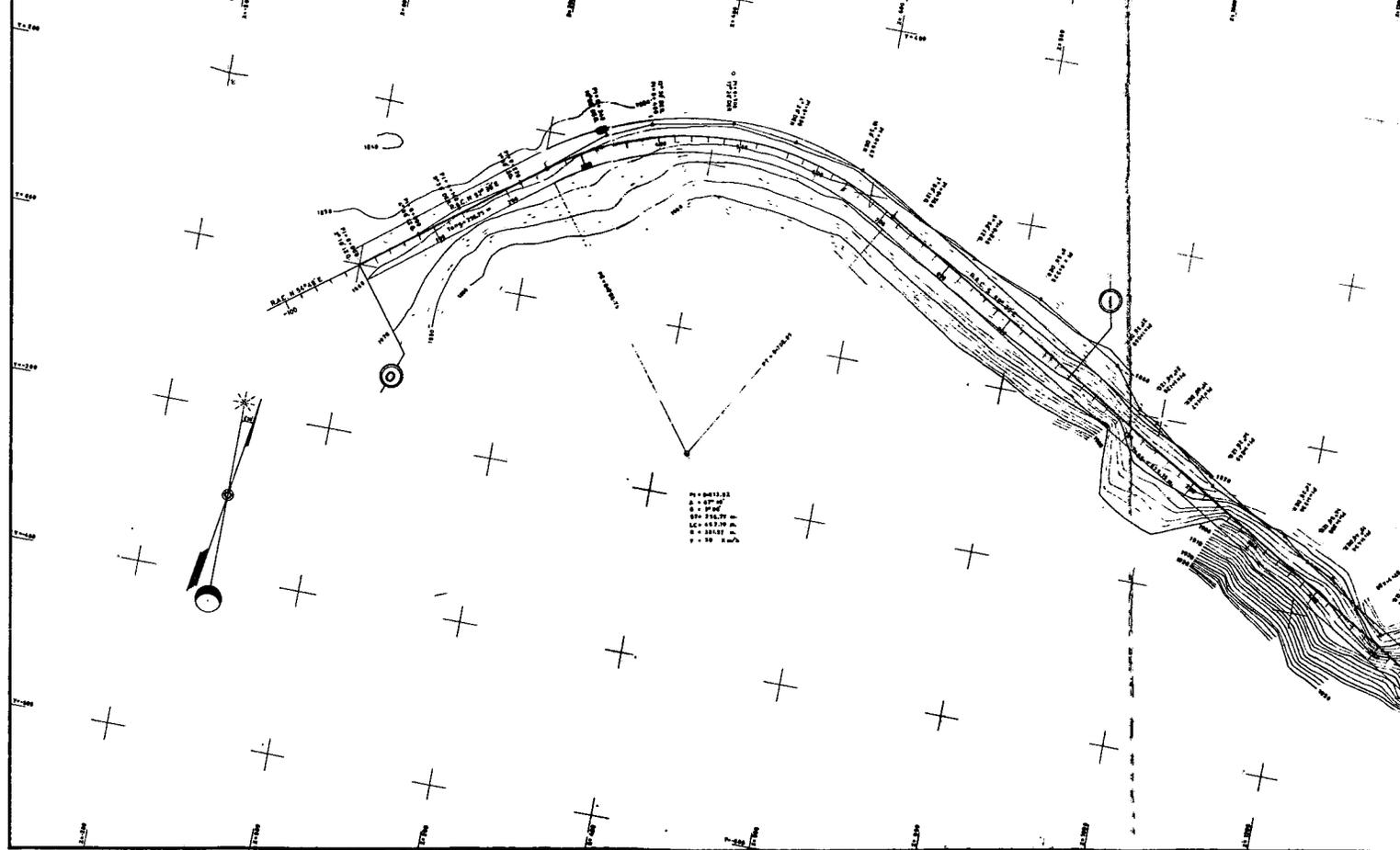
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO EL JEFE DEL DEPARTAMENTO EL DIRECTOR GENERAL
 TECNICO DE OBRAS

Lugar y Fecha: Querétaro, Gto. DICIEMBRE de 1972

DATOS DE PROYECTO

TIPO DEL CAMINO "A"	CONTRIBUCION DEL TERRENO		UNIDAD
	EN ESTE	PLANO	
VELOCIDAD	33	33	km/h.
ANCHO DE SUB-CORONA	0.02	0.02	m.
ANCHO DE CORONA	0.08	0.08	m.
ANCHO DE CARPETA	0.08	0.08	m.
ESPESOR DE SUB-BASE MAS BASE	0.20	0.20	m.
CURVATURA MAXIMA	100'	100'	°
PENDIENTE GOBERNADORA	4%	4%	%
PENDIENTE MAXIMA	8%	8.25%	%

ESCALA 1:2000



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

PLANTA

CAMINO: QUERETARO- PARQUE DEL MARQUES (LIBRAMIENTO)
 TRAMO.

SUB-TRAMO:
 DE ESTACION 0+000 A ESTACION: 1+770
 ORIGEN DEL CADENAMIENTO: 0+000

Proceso Revisó Va. Bn.
 EL JEFE DE LA BRIGADA REPRESENTANTE DE LA S.O.P.

DEPARTAMENTO TECNICO

REVISO REVISO SECCION DE REVISION DE PROYECTOS DE CAMINOS

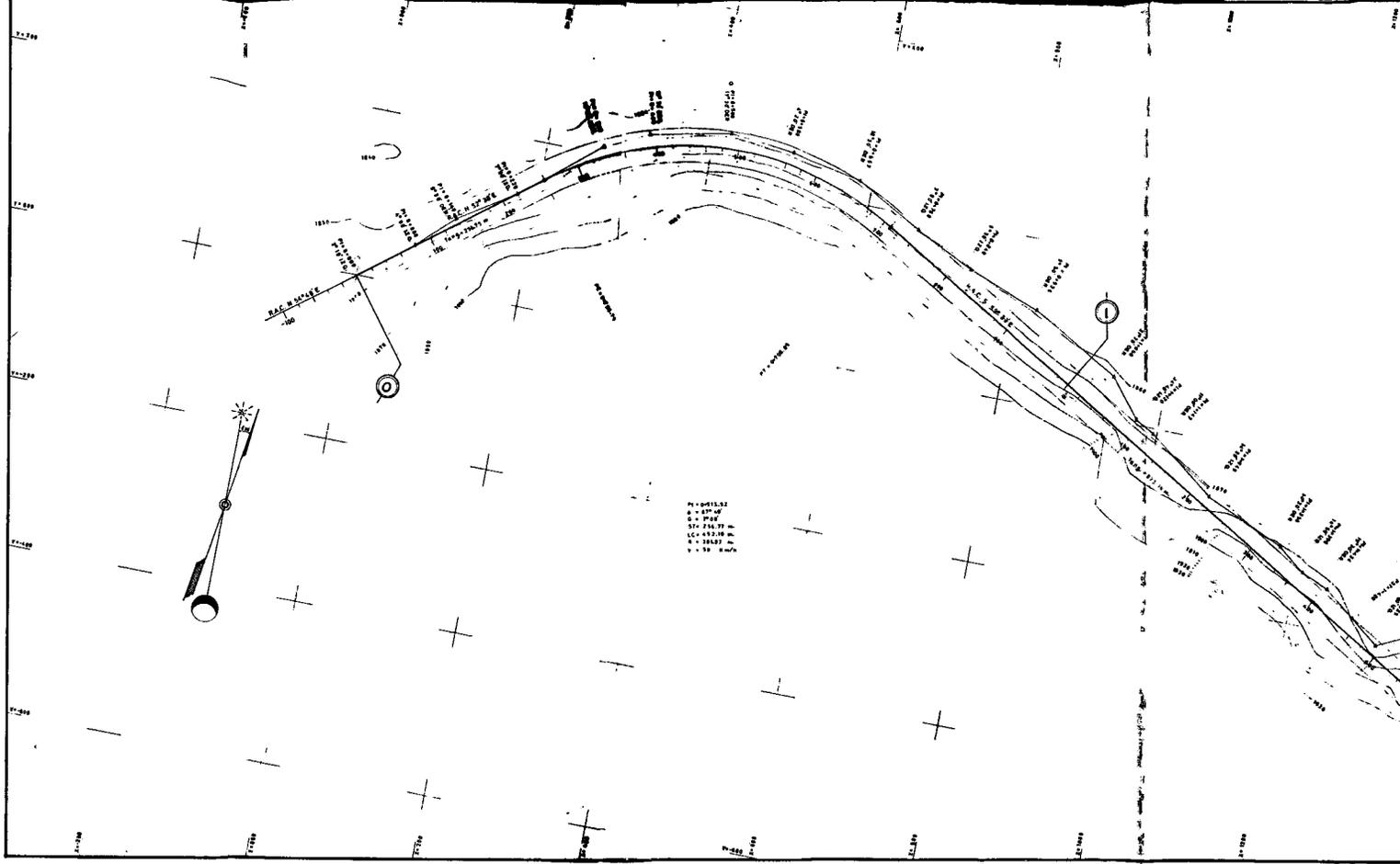
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO TECNICO EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE OBRAS EL DIRECTOR GENERAL

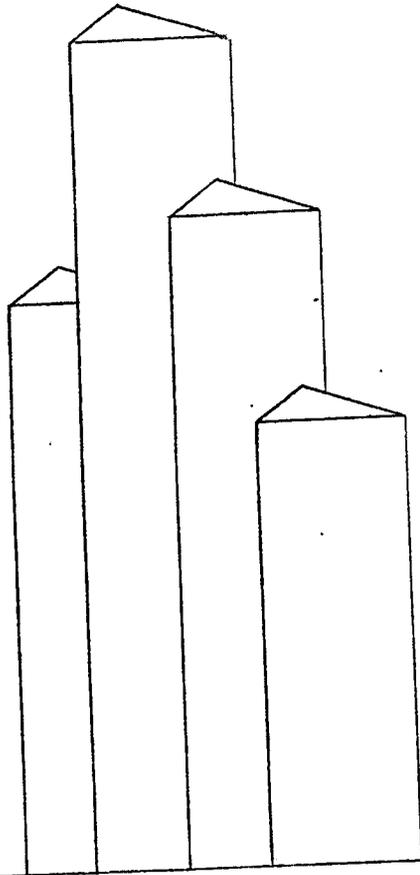
Lugar y Fecha: Querétaro, Qro. DICIEMBRE de 1972

DATOS DE PROYECTO

TIPO DEL CAMINO "A"		CONFIGURACION DEL TERRENO: MONTAÑO POCO ESCARPADO		
		CARACTERISTICAS EN ESTE		
		DEL TRAMO	PLANO	UNIDAD
VELOCIDAD	10	10	10	Km/h.
ANCHO DE SUR CORONA	10.0	10.0	10.0	M.
ANCHO DE CORONA	10.0	10.0	10.0	M.
ANCHO DE CARPETA	7.00	7.00	7.00	M.
ESPESOR DE SUB-BASE MAS BASE	100	100	100	CM
CURVATURA MAXIMA	100 M	100	100	M
PENDIENTE GOBERNADORA	4%	4%	4%	%
PENDIENTE MAXIMA	10%	10%	10%	%

ESCALA 1:2000





CAPITULO 4

ANTEPRESUPUESTO

4. ANTE PRESUPUESTO

Toda obra requiere de una elaboración de presupuesto, ya que es indispensable para la realización de esta conocer el monto o importe de su construcción y el tiempo de realización, o tiempo de inversión de la misma.

Para resolver estos dos puntos se tienen que elaborar: Un presupuesto de costo y un Presupuesto de tiempo.

Presupuesto de Costo es el estudio por medio del cual se prevé o se presupone el importe de una obra.

Para llevar a cabo un presupuesto, es necesario conocer perfectamente todos aquellos factores que van a intervenir en el desarrollo de una construcción, analizándolos hasta el mínimo detalle.

En un presupuesto influyen en forma directa: La cantidad de material y la mano de obra o rendimiento, que es sumamente variable y susceptible de modificarse según el clima, altitud y latitud y, en general, está sujeta a las condiciones propias de cada región y al medio ambiente circundante que modifica al factor hombre.

Presupuesto de Tiempo es el estudio por medio del cual se presupone lo que tardará en realizarse una obra.

El factor tiempo es muy importante, y en toda obra se puede prever, cuando se ha fijado de antemano un programa de trabajo.

En muchas ocasiones, antes de formular un presupuesto se realiza un ante presupuesto, ya sea por querer conocer con cierta aproximación el costo de una obra, o por ser el estudio de la obra un proyecto virtual.

Ante presupuesto es el estudio por medio del cual se

determina el costo o importe de una obra, en proyecto preliminar o virtual, previo al presupuesto.

A la obra del proyecto del camino " Querétaro - Parque El Marqués " se le formuló un antepresupuesto, por haber realizado los estudios del trazo definitivo virtualmente, por lo tanto los movimientos de terracería y las obras de drenaje pueden variar de acuerdo a los estudios del trazo definitivo real.

Este ante presupuesto se elaboró con el tabulador - de precios unitarios para presupuestos de carreteras federales y estatales de la Secretaría de Obras Públicas.

ANTEPRESUPUESTO DEL CAMINO

QUERETARO - PARQUE DEL MARQUES

Longitud 7+500 km

Ancho de Corona 9.00 hasta 1+780 y

6.10 del 1+780-7+480

EXCAVACIONES.

MAT. (A)	7,224 M ³	\$ 3.59	\$ 25,934.16
MAT. (B)	68,749 M ³	6.02	413,868.98
MAT. (C)	34,272	24.36	834,865.92
Total de Excavación:			\$ 1,274,669.06

SOBRE-ACARREOS.

117,503 M ³ Est	\$ 0.30	\$ 35,250.90
45,429 M ³ HM	\$ 1.50	68,143.50
21,911 M ³ KM	3.10	67,924.10
Suma:		\$ 171,318.50

TERRACERIAS.

(30 cm. esp.)

EXTRACCION (00-70-30)	25,398 M ³	\$ 11.77	\$ 298,934.46
DISGREGADO	25,398 M ³	3.00	76,194.00
ACARREO	83,759 M ³ -KM	1.50	125,638.50
CARGA DE AGUA Y ACARREO (6 km)	6,927M ³	16.38	113,464.26
COMPACTACION DE SUB-RASANTE	23,089 M ³	9.03	205,784.67
Sumas:			\$ 820,015.89

SUB-BASE.

EXTRACCION (00-70-30)	10,278 M ³	\$ 11.77	\$ 120,972.05
DISGREGADO	10,278 M ³	3.00	30,834.00

ACARREO	32,500 M ³ km	\$ 1.50	\$ 30,834.00
CARGA DE AGUA Y ACARREO (6 Km)	2,778 M ³	14.94	41,503.32
MEZCLA, TENDIDO Y COMPACTADO	9,260	9.57	88,618.20
		Sumas:	<u>\$ 330,677.57</u>

BASE.

ACARREO DE MATERIAL PETREO A LA PLANTA	11,400 M ³	\$ 1.50	17,100.00
TRITURADO	8,769. M ³	39.28	344,446.32
ACARREO DE ALMACEN	8,769 M ³	1.50	17,100.00
CARGA DE MATERIAL ALMACENADO	8,769 M ³	3.72	32,620.68
ACARREO AL CAMINO (15 Km)	8,769 M ³	22.50	197,302.50
EXTRACCION DEL CEMENTANTE	2,631 M ³	11.77	30,966.87
DISGREGADO	2,631 M ³	3.00	7,893.00
ACARREO AL CAMINO	9,987 M ³ - Km	1.50	14,980.50
CARGA Y ACARREO DE AGUA	2,192 M ³	14.94	32,748.48
MEZCLA, TENDIDO Y COMPACTADO (95%)	8,769 M ³	12.50	109,612.50
		Suma:	<u>\$ 804.770.85</u>

PAVIMENTACION.

BARRIDO DE BASE	5.6 HaX	\$215.36	\$ 1,206.02
ACARREO DE ASFALTO (9 km)	84 M ³ X	16.56	1,391.04

IMPREGNACION (1.5 Lts/M ²)			
84,000 LtsX	\$ 0.47	\$	39,480.00
ACARREO DE MAT. PETREO A LA PLANTA			
3,586 M ³ X	1.50		5,379.00
TRITURADO PARA CARPETA			
2,391 M ³ X	43.34		103,625.94
ACARREO AL ALMACEN			
2,391 M ³	1.50		3,586.50
CARGA DE MAT. ALMACENADO			
2,391 M ³ X	3.72		8,894.52
ACARREO AL CAMINO			
2,391 M ³ X	22.50		53,797.50
ACARREO DE ASFALTO (9 km)			
2,391 M ³ X	16.56		39,594.96
ASFALTO PARA CARPETA			
239,120 Lts X	0.50		119,560.00
TENDIDO Y RODILLADO			
2391 M ³ X	32,75		78,305.25
ACARREO DE MATERIAL PETREO A LA PLANTA			
1,008 M ³ X	1.50		1,512.00
TRITURADO PARA SELLO			
672 M ³ X	61.60		41,395.20
ACARREO AL ALMACEN			
672 M ³ X	1.50		1,008.00
CARGA DE MAT. ALMACENADO			
672 M ³ X	3.72		2,499.84
ACARREO AL CAMINO (15 Km)			
84 M ³ X	16.56		1,391.04
ASFALTO PARA SELLO (1.5 Lts/M ²)			
84,000 Lts X	0.50		42,000.00
TENDIDO Y RODILLADO			
672 M ³ X	27.59		18,540.48
	Suma:	\$	578,287.29

OBRAS DE DRENAJE.

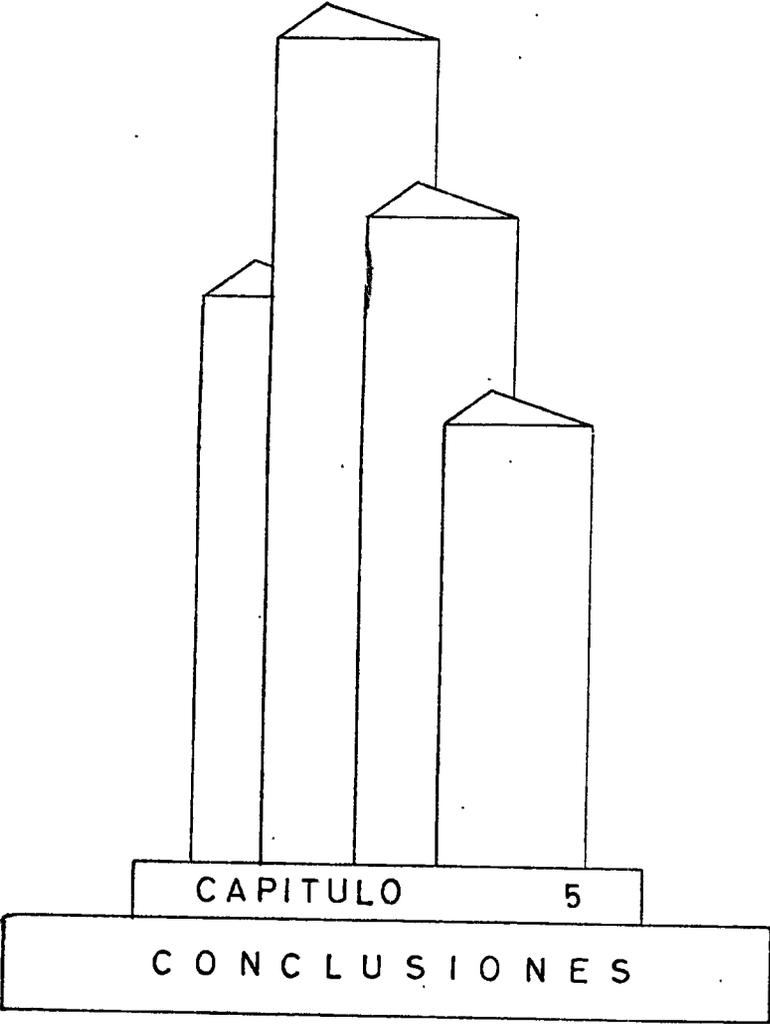
EXCAVACION.

MATERIAL "A"	1069.65 M ³ X	\$ 8.86	\$ 9,477.10
MATERIAL "B"	242.88 M ³	18.24	4,430.13
MATERIAL "C"	84.48 M ³ X	39.34	3,323.44
PLANTILLA	455.19 M ² X	9.70	4,415.34
TUBOS DE CONCRETO DE:			
0.75 M Ø	168.70 ML.X	315.90	53,292.33
0.90 M Ø	116.00 ML.X	414.19	48,046.04
RELLENO	809.61 M ³ X	23.40	18,944.87
MAMPOSTERIA DE TERCERA			
	529.01 M ³ X	146.88	77,700.99
ACARREO DE PIEDRA	687.71 M ³ -Km. X	2.08	1,430.44
ACARREO DE ARENA (5 Km)	793.50 M ³ -Km X	2.08	1,650.48
ACARREO DE AGUA	761.76 M ³ -Km X	1.50	1,142.40
CHAPEO	100.66 M ² X	13.74	1,383.07
ZAMPEADO CON MORTERO DE CEMENTO 1:5			
	32.86 M ³ X	114.24	3,753.94
ACARREO DE PIEDRA	42.72 M ³ -Km X	2.08	88.86
ACARREO DE ARENA (5 Km)	32.86 M ³ -Km X	2.08	68.35
ACARREO DE AGUA	39.42 M ³ -Km X	1.50	59.13
CONCRETO SIMPLE (100 Kg/Cm ²)	2.64 M ³ X	253.00	667.92
ACARREO DE GRAVA (15KM)	2.64 M ³ X	31.20	82.37

ACARREO DE ARENA (5 Km)		
1.32 M ³ X	\$ 10.40	\$ 13.73
ACARREO DE AGUA (6 Km)		
0.79 M ³ X	9.00	7.11
MADERA DE CIMBRA		
119.88 M ³ X	74.88	8,976.61
	Suma:	\$ 238,954.65
SEÑALAMIENTO:		\$ 100,000.00
	Suma:	\$ 100,000.00

R E S U M E N

EXCAVACIONES	\$ 1'274,669.06
SOBRE-ACARREOS	171,318.50
TERRACERIAS	820,015.89
SUB-BASE	330,677.57
BASE	804,770.85
PAVIMENTACION	578,287.29
OBRAS DE DRENAJE	238,954.65
SEÑALAMIENTO	100,000.00
SUMA:	\$ 4'318,693.81
10% ADMON.:	431,869.38
	\$ 4'750,563.19



CAPITULO

5

CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES.

Observando el desarrollo urbano de la ciudad de Querétaro y las poblaciones de Villa Cayetano Rubio (Hércules) y la Cañada, se ve que el actual camino que comunica a estas poblaciones, resulta inoperante, debido tanto a la insuficiencia para dar fluidez al tránsito de vehículos que utilizan esta vía, como por el número de accidentes propiciados por encontrarse dicha vía en zona urbana. Buscando resolver esos problemas, se realizó el proyecto del camino "Querétaro - Parque El Marqués", con el cual se logran grandes beneficios económicos, sociales y políticos.

Económicos:

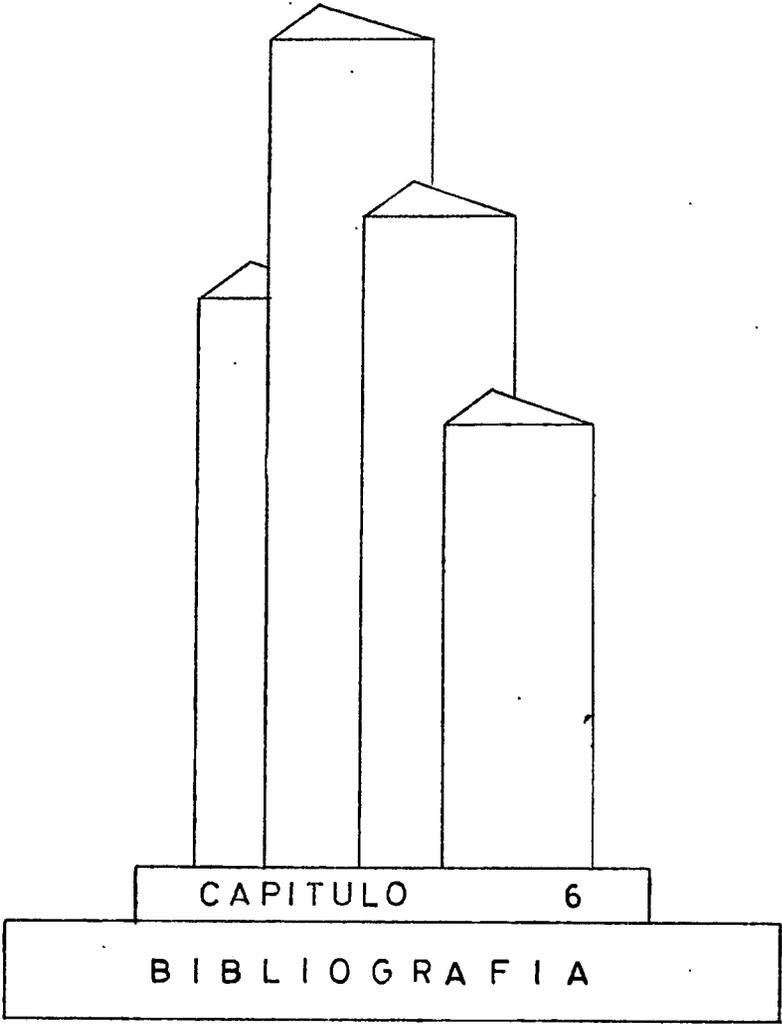
1. Por medio de aforos de tránsito, esta obra fue planeada para un período de tiempo igual al que se le considera de duración.
2. Desde el punto de vista económico, se proyectó un tramo del camino en tipo "A" y el resto del camino en tipo "C", analizados estos por la capacidad de tránsito.
3. Una rápida comunicación de la cuenca lechera, situada en el Municipio La Cañada, con la ciudad de Querétaro.
4. Incrementar el turismo por su fácil accesibilidad a los lugares turísticos de esta región.
5. El nivel de vida de los ciudadanos que habitan en las regiones por donde pasará la vía, será superior debido al fácil acceso de sus productos (industriales, agrícolas y ganaderos) a la ciudad.

Sociales.

1. Prestará un gran beneficio social, debido a la --
facilidad para incorporarse a los centros médi--
cos, de educación y de diversión.

Políticos.

1. La ruta se localizó de acuerdo a la posición de
las poblaciones y a las condiciones topográficas,
geotécnicas y de drenaje del terreno.
2. Mayor tranquilidad para los habitantes de dichas
poblaciones.



CAPITULO

6

BIBLIOGRAFIA

Apuntes de Vías Terrestres (Geometría y Drenaje)

Ing. Gonzalo Medina Vela

Vías Terrestres y Aereopistas

Ing. Carlos Crespo Villalaz

Manual de Caminos Vecinales

Ing. Rene Etcharren

Caminos

Ing. José Escario

Ing. Ventura Escario

Tablas y Especificaciones Geométricas para Vías Terrestres

S.O.P.

Tabulador de Precios Unitarios para Presupuestos de Carreteras Federales y Estatales.

S.O.P.

Métodos Topográficos

Ing. Ricardo Toscano

Mecánica de Suelos

T. William Lambe

Robert V. Whitman

Proyectos de tipo de Obras de Drenaje para Carreteras

Dirección Gral. de Proyectos y Laboratorios Departamento de Vías Terrestres.

S.O.P.

Tesis Profesional

Libramiento Norte de la Ciudad de Querétaro

Roberto Alvarado Balleza