

3 870115

2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"PROYECTO DEL LIBRAMIENTO DE IXTLAHUACAN DEL RIO JALISCO"

T E S I S
 QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
 INGENIERO CIVIL
 P R E S E N T A
ROGELIO CAMACHO LOPEZ
 GUADALAJARA, JAL., 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAGINA:
• PROLOGO	1
• CAPITULO I. GENERALIDADES	3
• CAPITULO II. TRAZO DEL EJE	48
• CAPITULO III. PROYECTO DE LA SUBRASANTE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	103
• CAPITULO IV. DRENAJE DEL CAMINO	132
• CAPITULO V. VOLUMENES DE OBRA	154
• CAPITULO VI. CONCLUSIONES	161
• BIBLIOGRAFIA.	164

A G R A D E C I M I E N T O S

A DIOS,

Por permitirme llegar al término de un ciclo más de mi ---
preparación.

A MIS PADRES,

Por los esfuerzos y sacrificios que realizaron para lograr
de mí un profesionista.

A MIS HERMANOS(NAS),

Por su constante aliento y ayuda que me brindaron para lo-
grar mis metas propuestas.

A MIS MAESTROS,

Por su ayuda, dedicación y amistad.

A MI ALMA MATER,

Con mi más profundo agradecimiento.

A MIS PARIENTES, AMIGOS Y COMPAÑEROS,

En la escuela, en el trabajo y en la vida, que de alguna -
forma me han ayudado.

A TODO EL PERSONAL

Del Comité de Comunicaciones Vecinales de Jalisco, quienes
con su ejemplo, aliento, orientación, conocimientos y co-
rrecciones colaboraron en la realización de este trabajo.

P R O L O G O

Las comunicaciones, sean estas Terrestres, Fluviales, ---- Aéreas, o bien Telefónicas o Radiofónicas, no solamente acortan las distancias entre las localidades así conectadas, sino que logran el acercamiento de los seres humanos y la integración a los beneficios de la civilización, de aquellos que por falta de vías apropiadas para trasladarse físicamente a lugares con mayores facilidades, viven en un aislamiento injusto y perjudicial por la falta de estos servicios.

Después de haber construido un camino, brotan otros adelantos de: infraestructura, salubridad y educación, que incorporan a los habitantes de la población comunicándolos a una vida más cómoda y más humana, integrándolos al progreso del país.

Son evidentes los beneficios que proporcionan los medios de comunicación, particularmente aquellos que hacen posible el movimiento de personas y mercancía. Los transportes contribuyen a la integración de los grupos sociales fomentando y difundiendo las actividades económicas y culturales.

Desde el punto de vista económico es tal su importancia, que al mejoramiento de los medios de comunicación corresponde siempre incremento en las actividades productivas; México es un país con grandes recursos por explotar y la evolución en materia de comunicaciones hará que éstos se exploten al máximo para poder alcanzar una estabilidad en las necesidades de nuestro país.

Para lograr que el país tenga pleno desarrollo en las vías de comunicación terrestre, la "Ley de Secretarías del Estado" en la División de Comunicaciones y Transportes, le corresponde la acción de planear y construir: caminos, puentes, vías férreas, aeropuertos, etc., para la cual en su organización cuenta con direcciones generales que se encargan de los diversos aspectos que esta labor requiere, con el fin de lograr que la correcta canalización de los recursos repercuta de modo directo en beneficio de la parte de la población cuyo nivel desea elevarse.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha elaborado sus especificaciones generales de construcción y ha adaptado una serie de manuales e instructivos que norman su funcionamiento, los cuales son de gran ayuda para poder realizar los estudios necesarios para proyectar las obras indispensables en las diferentes localidades del país. Conocerlos y aplicarlos es de gran utilidad para los Ingenieros Mexicanos.

CAPITULO I
GENERALIDADES

A N T E C E D E N T E S

El territorio Mexicano presenta características Fisiográficas que han constituido nuevos obstáculos para el aprovechamiento de los recursos naturales de muchas de sus regiones.

Corresponde a los gobiernos actuales eliminar dichos obstáculos en forma organizada para la integración territorial en materia de comunicaciones, destacando el desarrollo que se ha alcanzado en el país en dicho sector.

Al realizarse en 1958 la División de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas para formar la de Comunicaciones y Transportes y la de Obras Públicas, se crea de esta última la Dirección General de Carreteras en Cooperación, que habrá de organizar, localizar, construir y conservar Carreteras y Aeropistas, en cooperación en forma bipartita o tripartita de acuerdo con la Ley de Cooperación y con el decreto que crea la Comisión Nacional de Caminos Vecinales.

Aunque ya se construían Caminos en cooperación en el año de 1925, en que fue creada la Comisión Nacional de Caminos y fue hasta 1935 al integrarse la Dirección Nacional de Caminos, dependientes de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, cuando se estableció oficialmente el Sistema de Cooperación con los Estados y fue hasta el año de 1933 cuando se expide la "Ley sobre Construcción de Caminos en Cooperación con los Estados", y en 1941 se expide el Reglamento correspondiente.

El Comité Nacional de Caminos Vecinales creado mediante decreto del 12 de Octubre de 1949, se concibió como un organismo autónomo; dotado de personalidad jurídica propia, con capacidad legal para administrar concesiones para la construcción y explotación de caminos vecinales, celebrar convenios de cooperación y en coordinación con los gobiernos de los Estados, los Municipios y los Particulares, para el financiamiento de las obras y en forma precisa cooperar a su costo con cantidades no mayores de la Tercera Parte.

El Comité de Comunicaciones Vecinales del Estado de Jalisco tiene a su cargo la construcción del proyecto del "Libramiento de Ixtlahuacán del Río", el cual se construye por medio de un convenio de cooperación en coordinación de los gobiernos Estatal, Municipal y los Particulares.

Dicho proyecto surgió debido a las peticiones de los particulares ante la institución antes mencionada y a su vez a la necesidad que existe de dicha construcción en la población. La idea de este proyecto es de unir la carretera Guadalajara-Salttillo con el ramal a Cuquío, Jalisco, el cual terminará con los problemas de tránsito que existen al cruzar el pueblo por calles de dimensiones insuficientes para absorber el tránsito pesado que utilizan los particulares para transportar sus cosechas y ganado que se producen en la región, para su comercialización y a la vez, suministrar los productos necesarios en la región y para la facilidad del tráfico de pasajeros que es efectuado por varias líneas de autotransportes foráneos.

Una vez terminada la construcción de dicha obra, agilizará las distintas transportaciones en la localidad, beneficiándose así las poblaciones cercanas en la región y ampliando a su vez la Red Carretera, que es fundamental para la mayor y mejor comunicación entre los pueblos, que es fundamental para su desarrollo.

CARACTERISTICAS REGIONALES

ASPECTOS FISIOGRAFICOS.

El Municipio de Ixtlahuacán del Río, se encuentra localizado al Centro de la Región Central del Estado; limita al Norte con el Estado de Zacatecas, al Sur con los Municipios de Guadalajara Tonalá y Zapotlanejo, al Este con Cuquío y al Oeste con San Cristóbal de la Barranca y Zapopan. . .

Tiene una extensión territorial de 56,494 has. clasificadas-agrológicamente de la siguiente forma: 14,020 has. de temporal y humedad; 12,900 has. de bosques; 23,274 has. de pastizales y --- 6,300 has. de tierras productivas. .

Presenta una topografía más o menos plana, promediando en su parte Este altitudes entre 1,500 y 2,100 metros sobre el nivel del mar y en su parte Oeste, entre 600 y 1,500 m.s.n.m.

La hidrología está constituida por los ríos y arroyos que -- conforman las subcuencas hidrológicas "Río Juchipila", "Río Santiago" (Juchipila-Verde) y "Río Verde Grande de Belén", pertenecientes a la región hidrológica "Lerma-Chapala-Santiago".

Su clima está considerado como semi-seco, con otoño e invierno secos y templados, sin cambio término invernal bien definido. La temperatura media anual alcanza un promedio de 20 grados centígrados, teniéndose registrada como máxima una temperatura de - 36°C y como mínima 4°C.

La totalidad de su territorio está ocupado por arenas con régimen pluviométrico superior a los 800 milímetros anuales y en promedio recibe una precipitación pluvial anual de 855.2 mm.

El 90% de sus suelos son considerados como tipo chesnut, localizados en el Norte y Noreste, quedando un 10% de suelos prairie-arenosos, localizados en el extremo Sur.

ASPECTOS DEMOGRAFICOS.

La población total del municipio en 1970 era de 16,332 habitantes, para 1980 ya había 23,258 habitantes, formados por --- 12,200 hombres y 11,052 mujeres. La densidad demográfica del municipio es de 41 habitantes por Km².

La cabecera municipal es la única localidad que sobrepasa los 5,000 habitantes, el resto de las localidades son menores a dicha cifra.

Respecto a la población por grupos de edad, se observa que el grupo comprendido entre 0 y 4 años constituye el 22.9% de la población total; los habitantes entre 5 y 9 años participan con el 18.4%; la población comprendida entre 10 y 14 años representa el 14.1%; el 41.2% está integrado por los habitantes entre 15 y 64 años; mientras que el grupo formado por la edad de 65 años y más, representa el 3.4% de la población total.

SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL.

La actividad agrícola del municipio se encuentra representada por tres cultivos y tres frutales, sobresaliendo el maíz entre los primeros y el mango entre los segundos.

Se puede considerar que la agricultura del municipio presenta tendencia al monocultivo, con participación muy baja de la fruticultura; la mayor parte de la superficie está condicionada al temporal de lluvias y el empleo de la tecnología no es completo.

Por las características que presenta, se observa que los factores limitantes mencionados han determinado que tan solo 2 de los cultivos - maíz y tomate de cáscara - y uno de los frutales - el aguacate -, hayan alcanzado rendimientos superiores a los promedios estatales, haciéndose recomendable la optimización de las ventajas comparativas del lugar especializándose, hasta cierto grado, en la producción de las mencionadas especies y sustituir gradualmente y en cierta forma, los de bajo rendimiento por otros más productivos y propios de la ecología del lugar.

El servicio de asistencia técnica para el agricultor del municipio no funciona, lo cual da por consecuencia que las prácticas se realizan en forma empírica y tradicional, lo cual repercute en que el recurso no sea lo suficientemente productivo.

Las diferencias que tienen los caminos de acceso a las áreas de cultivo provocan que las cosechas en su traslado, sufran mer-

mas en su volumen, entorpecen su comercialización, elevando los costos de producción y reduciendo las ganancias del agricultor.

Las deficientes bodegas de almacenamiento para productos agrícolas, ocasionan la inestabilidad de los precios y motiva a que los agricultores tengan que vender sus productos a acaparadores e intermediarios, provocando detrimentos en las utilidades.

Los recursos ganaderos se encuentran representados por 3 especies: la bovina, el porcino y las aves.

La organización ganadera se encuentra representada por una asociación ganadera local, que agrupa a los ganaderos que explotan la especie bovina.

La asistencia técnica que reciben los ganaderos proviene de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, mediante visitas periódicas que realizan los técnicos. Cuentan con una farmacia veterinaria, dos baños garrapaticidas y dos expendios de alimentos balanceados; el servicio de créditos a la ganadería es deficiente, ya que no se cuenta con instituciones de crédito en el Municipio.

SECTOR INDUSTRIAL.

En la actividad alimenticia radica la principal fuente de trabajo dentro del sector industrial, ya que el 64.4% de los empleados laboran en ella, se contribuye con el 70% de los ingresos de la producción y se trabaja en el 77.8% de los establecimientos.

La fabricación de muebles proporciona trabajo al 19.2% de los trabajadores, se origina el 17.6% de la producción y el índice o porcentaje de instalaciones es del 4%.

Finalmente, la producción de los productos metálicos ocupan el 11% de los asalariados, se aporta el 17.6% del valor productivo y se opera en el 14.8% de los centros de trabajo.

SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS.

Las acciones a realizar para el desarrollo del sector están enmarcadas y jerarquizadas dentro del Plan Estatal de Ordenación

y Regulación de los Asentamientos Humanos, donde se contemplan obras y localidades prioritarias mediante programas de infraestructura inter-urbana, suelo, infraestructura y equipamiento para los asentamientos humanos, vivienda, servicios urbanos y ecología.

SECTOR COMERCIO.

La importancia de los flujos comerciales de este municipio -- está en función de su actividad agropecuaria, ya que tanto el -- aprovechamiento de los recursos silvícolas y parte de la industria manufacturera, participan relativamente en el total de ventas de Ixtlahuacán del Río.

Aunque es muy reducida la diversidad de cultivos, su producción sí es bastante significativa. Estructuralmente las ventas -- que conforman el 87% del valor del producto agrícola son de maíz mango, tomate de cáscara, ciruela del país y aguacate, cuyo destino final es Guadalajara y Juchipila, Zac. Cerca del 61% del -- valor de la producción de ganado bovino se envía para su consumo a la Región, igualmente el 25% de la especie porcina, siendo la participación de éste en menor cuantía. También son importantes por su contribución al total de las ventas los excedentes de leche y productos avícolas que son exportados particularmente a la capital del Estado.

De la producción forestal (carbón y leña raja para combustible) y de su fabricación de calzado, ambos de poca relevancia monetaria, son importantes sin embargo por tener su mercado en la Región.

Para satisfacer la demanda interna de productos agrícolas -- así como insumos de uso agrícola, se requiere importarse en grandes cantidades de Guadalajara, sobresaliendo las compras de frutas, legumbres y frijol; fertilizantes químicos, insecticidas y semillas mejoradas para su cultivo.

Asimismo, las materias primas utilizadas para su industria -- tienen su procedencia de la misma ciudad, donde destacan las compras de piel, vaqueta y hierro.

Cuenta con un número significativo de establecimientos comerciales, sin embargo, la proporción P.E.A. dedicada al comercio lo ubican entre los municipios de más bajo desarrollo comercial.

Como estímulo a su agricultura comercial cuenta con 12 bodegas de CONASUPO, las cuales están distribuidas en varias localidades.

Su capacidad de almacenamiento alcanza las 9,200 toneladas; comparativamente, es una cantidad baja en relación a la producción de grano obtenida.

SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

El municipio está comunicado satisfactoriamente por las carreteras Guadalajara-Salttillo y por un importante ramal que une a la cabecera municipal con Cuquío. Ambas conexiones le permiten integrarse con el resto de la Región y principalmente con Guadalajara, además con la Región Tepatitlán.

Se integra la red caminera por 38 Kms. de pavimento, 32.5 de revestimiento y 85.0 de brecha, que suman 155.5 Kms.; la construcción del libramiento ampliará la porción de pavimentación.

Cabe destacar la necesidad que la rehabilitación de las rutas existentes sea efectiva, para evitar al mínimo los problemas causados por las lluvias en los caminos de acceso a las áreas de producción agrícola.

El intercambio que se efectúa de los distintos productos, sobre todo con Guadalajara, es realizado mediante un número considerable de camiones y camionetas de carga.

El tráfico de pasajeros es efectuado mediante un número considerable, de los cuales varios son de alquiler y apoyado por varias líneas de autotransportes foráneos que van de paso hacia Guadalajara y Zacatecas.

El servicio postal es cubierto en 4 localidades principales, siendo una de ellas la cabecera del municipio donde está una administración; en las demás poblaciones funcionan agencias. La comunicación telegráfica y telefónica ha sido establecida en la cabecera y en San Antonio de los Vázquez.

SECTOR SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL.

En la década pasada la mortalidad registrada en el municipio era de 165 defunciones por año, provocadas principalmente por enfermedades diarreicas, neumonías y perinatales. En los últimos años, por la intervención del sector salud en cuanto a campañas de vacunación y servicios médicos asistenciales, la mortalidad ha descendido notablemente. Por otra parte, se estima que de cada 1,000 habitantes mueren 5.9 anual, cifra inferior a la del Estado que es de 8.4 anual.

Por lo que concierne a instalaciones oficiales con servicios clínicos hospitalarios, se tienen dos Centros de Salud: uno localizado en la cabecera municipal y el otro en San Antonio de los Vázquez, que dan atención a la población total que corresponde al municipio.

En cuanto a la demanda del municipio de este sector, es importante; 2 6 3 Casas de Salud y uno o dos consultorios rurales en las localidades fuera de la cabecera municipal, tanto para dar asistencia médica como para la atención de primeros auxilios.

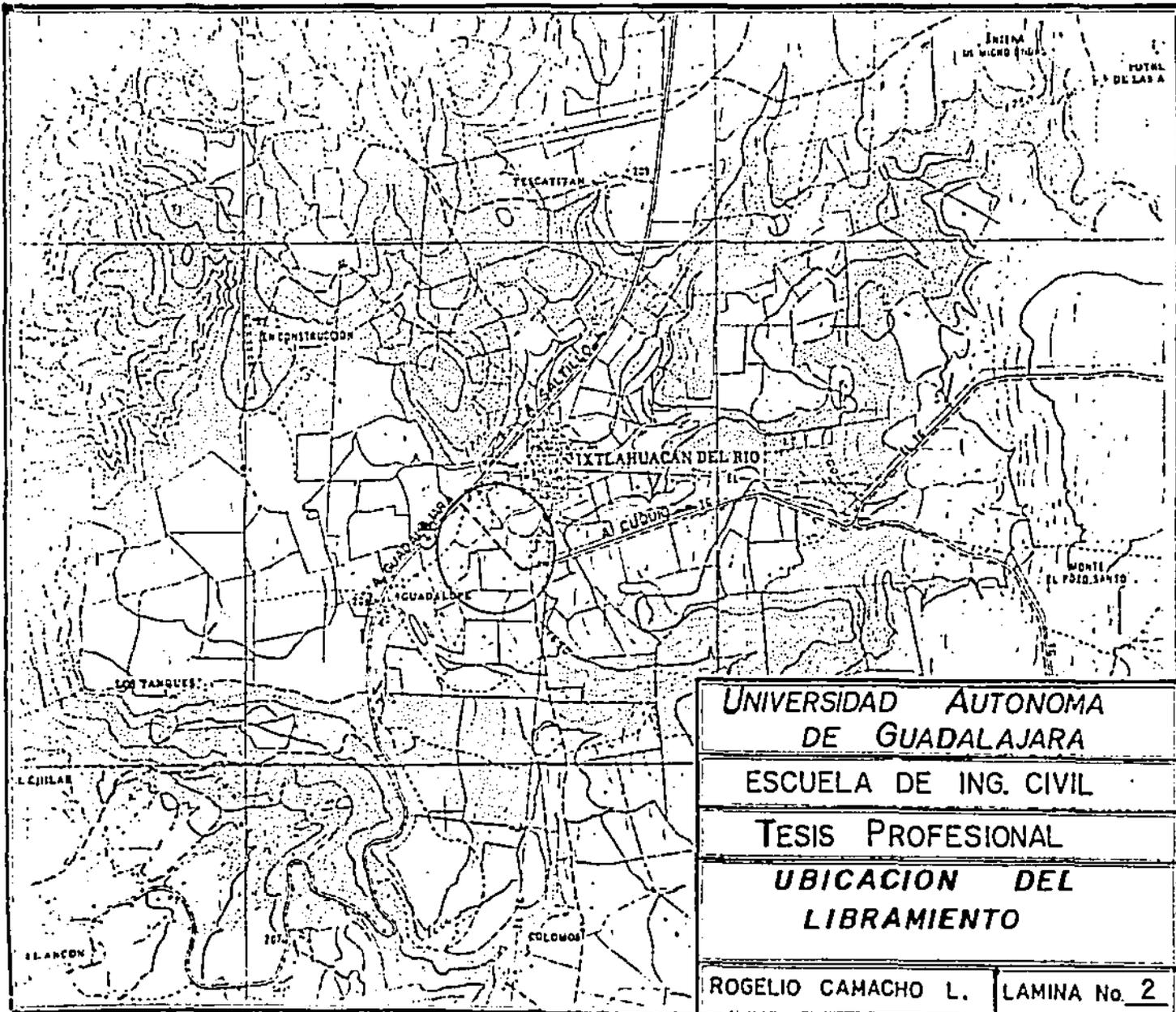
SECTOR EDUCACION, CULTURA, CIENCIA Y TECNOLOGIA.

El analfabetismo en este municipio ha sido disminuído en los últimos años mediante programas realizados por el INEA (Instituto Nacional de Educación para Adultos), ya que en el año de 1970 más del 45% de la población era analfabeta, el cual fue disminuído considerablemente mediante dichos programas. En el presente, el municipio cuenta con 52.3% de la población al margen de los beneficios de la educación.

Para satisfacer los requerimientos de educación primaria, se cuenta en el municipio con 42 escuelas dotadas de 114 aulas y se tiene una asistencia de 12,000 niños aproximadamente, los cuales constituyen el 72% de la demanda y mediante el programa "Primaria para Todos los Niños", en un período de tres años se pretende satisfacer al 100% la demanda total.

Para proporcionar enseñanza secundaria, funcionan en el municipio 2 escuelas secundarias que satisfacen en un 82% de la de-

manda municipal y además, se cuentan con varias escuelas o academias que satisfacen los requerimientos escolares. A nivel preparatoria se cuenta con una sola institución que atiende a un total de 420 alumnos, lo cual indica que es necesaria la incorporación de más escuelas en nivel técnico, para capacitar a la juventud en dicho nivel para que se incorporen con mayor facilidad a la productividad de la localidad y satisfacer los requerimientos educativos correspondientes en el municipio.



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE GUADALAJARA

ESCUELA DE ING. CIVIL

TESIS PROFESIONAL

UBICACION DEL
LIBRAMIENTO

ROGELIO CAMACHO L. LAMINA No. 2

GENERALIDADES DE LOS CAMINOS.

En una forma muy general y sobre todo desde el punto de vista de la topografía, se puede decir que Vía de Comunicación es el medio que sirve para llegar algo de un lugar a otro (personas mercancía, agua, fluidos, corriente eléctrica, teléfono, etc.).

Estas distintas vías de comunicación terrestre se estudian en forma diferente pero muy semejante, y su principal diferencia es la Pendiente que se les puede dar para salvar los accidentes-topográficos.

En el caso especial de los caminos, para lograr que éstos -- tengan el mejor y más económico acomodo en el terreno y esté debidamente protegido contra la acción destructora del agua, que es su peor enemigo, se recurre primero a localizarlo y luego proyectarlo incluyendo en éste las obras de drenaje necesarias para la conservación del camino.

La localización tiene por objeto fijar los puntos obligados, dentro de la ruta que deberá seguir el camino para posteriormente hacer un proyecto que satisfaga con los requerimientos de éste mismo.

Antes de proceder a la localización, es preciso definir la ruta tomando en cuenta las poblaciones y rancherías que tocará el camino; las zonas ganaderas, agrícolas o industriales; los si tios atractivos para el turismo, etc. Una vez fijados estos pun tos principales de la ruta, procede la localización de los pun tos obligados intermedios, dependientes de la topografía del terreno, de sus características físicas o geológicas, tales como puertos o cruces de ríos y lo necesario de evitar pantanos, méd nos, etc.

La mejor localización de un camino es la que con el menor -- costo de construcción produce el mínimo costo de operación del tránsito actual del camino y del que tendrá en un futuro de diez años, sin necesidad de que sufra modificaciones de importancia.

CLASIFICACION DE LOS CAMINOS.

Los caminos se clasifican según el servicio que proporcionan

al usuario, como pueden ser caminos de turismo, cargueros, mixtos, militares y boulevares. También se clasifican de acuerdo a su aspecto Técnico-Geométrico.

La Secretaría selecciona el tipo de camino que satisfaga las necesidades de las localidades beneficiadas, considerando tránsito y las posibilidades futuras, etc. Este criterio es bueno para las necesidades del Gobierno, pero para la orientación técnica en caminos es de mayor utilidad la siguiente clasificación:

- a) Tipo Especial. Para un tránsito diario promedio anual superior a tres mil (3,000), equivalentes a un tránsito horario máximo anual mayor de trescientos sesenta (360).
- b) Tipo A. Para un tránsito diario promedio anual de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000), equivalentes a un tránsito horario máximo anual de ciento ochenta (180) a trescientos sesenta (360).
- c) Tipo B. Para un tránsito diario promedio anual de quinientos (500) a mil quinientos (1,500), equivalentes a un tránsito horario máximo anual de sesenta (60) a ciento ochenta (180).
- d) Tipo C. Para un tránsito diario promedio anual de cincuenta (50) a quinientos (500), equivalentes a un tránsito horario máximo anual de seis (6) a sesenta (60).
- e) Brecha. Para un tránsito diario anual hasta de cincuenta, -- equivalente a un tránsito horario máximo anual hasta de seis (6).

- minos en puntos específicos, pueden existir algunas intersecciones a nivel y accesos directos a propiedades privadas.
- C) Camino dividido.- Camino con circulación en dos sentidos, en el cual el tránsito que circula en un sentido es separado -- del tránsito que en sentido opuesto, por medio de una faja - separadora central. Tales caminos pueden estar constituidos por dos o más carriles en cada sentido.
- D) Camino no dividido.- Camino sin faja separadora central que separe los movimientos en sentido opuesto.
- E) Arteria Urbana.- Camino principal en zona urbana, para el -- tránsito de paseo, generalmente sobre una ruta continua.
- F) Camino de dos carriles.- Camino no dividido, con circulación en ambos sentidos, que tienen un carril destinado a cada sen tido de circulación.
- G) Camino de tres carriles.- Camino no dividido, con circula--- ción en ambos sentidos, que tienen un carril central destinado para maniobras de rebase, en el cual se puede circular en los dos sentidos y en los otros dos carriles están destina-- dos cada uno, para el uso exclusivo del tránsito que circula en sentidos opuestos.
- H) Camino de carriles múltiples.- Camino no dividido, con circulacion en ambos sentidos, que tienen cuatro o más carriles - para el tránsito.
- I) Vía rápida.- Camino dividido destinado al tránsito de paso, - con control total o parcial de accesos y generalmente con paso s a desnivel en intersecciones importantes.
- J) Autopista.- Vía rápida con control total de accesos.

CAMINOS SEGUN LA CONFIGURACION DEL TERRENO.

El término, tal como dice, se refiere en general a caminos - que se construyen en tres tipos de terrenos, a saber: plano, lo-merío y montañoso. Estos tres tipos representan combinaciones - de características geométricas en grado variable, que se refle-- ren principalmente a las pendientes y a las secciones transversa les. Reflejan el efecto sobre la capacidad de las característi-- cas de operacion de los diferentes tipos de vehículos (pesados y ligeros), bajo las diferentes condiciones geométricas.

- A) Camino en terreno plano.- Se refiere a cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical, que permita a -- los vehículos pesados mantener una velocidad semejante a los vehículos ligeros.
- B) Camino en terreno de lomerío.- Se refiere a cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical, que obligan a los vehículos pesados a reducir su velocidad debajo de los vehículos ligeros, en algunos tramos de la carretera.
- C) Camino en terreno montañoso.- Se refiere a cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a operar con velocidades muy bajas - en distancias considerables y a intervalos frecuentes.

En relación al caso de este proyecto del Libramiento, es camino tipo "C", que tiene un tránsito promedio diario anual de -- cuatrocientos cincuenta (450), equivalentes a un tránsito horario máximo anual de cincuenta y cuatro (54) y se proyectó como - un camino de dos carriles con circulación en ambos sentidos, que tienen un carril destinado a cada sentido de circulación y el -- cual está proyectado sobre un terreno tipo lomerío, que en combinación de los alineamientos horizontal y vertical, obligan a los vehículos pesados a reducir su velocidad debajo de los vehículos ligeros, en algunos tramos del libramiento.

ELEMENTOS BASICOS PARA EL PROYECTO GEOMETRICO

El proyecto geométrico de un camino está basado en ciertas características físicas del individuo como usuario del camino, de los vehículos y del camino mismo. A continuación se tratan algunos aspectos relativos al usuario como conductor, las características dimensionales y de operación de los vehículos como unidades, tipos de vehículos de proyecto, las distintas visibilidades, velocidades de proyecto.

EL USUARIO.

La planeación y el proyecto de carreteras así como el control y la operación del tránsito, requieren del conocimiento de las características físicas y psicológicas del usuario del camino. El ser humano, bien sea como usuario, peatón o como conductor, considerado individual o colectivamente, es el elemento crítico en la determinación de muchas de las características del tránsito.

La motivación, inteligencia, aprendizaje y estado emocional del usuario del camino, son otros elementos profundamente significativos en la operación del tránsito.

VISION DEL CONDUCTOR.

De los sentidos del hombre, la visión es indudablemente el más importante, ya que a través de este sentido el individuo obtiene información de lo que acontece a su alrededor; muchos de los problemas de operación y del proyecto, requieren del conocimiento de las características generales de la visión humana.

Se considera de importancia para la tarea de manejar: la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación del deslumbramiento, la percepción de los colores y la profundidad de percepción, es decir, que el conductor debe ser capaz de identificar objetos al mirar hacia adelante, de detectar el movimiento a sus lados, de ver el camino en la noche con escasez de luz y bajo condiciones de deslumbramiento y por último, de distinguir colores de señales y semáforos y las distancias relativas de los diferentes objetos.

EL VEHICULO.

Una carretera tiene por objeto permitir la circulación rápida, económica, segura y cómoda, de vehículos autopropulsados sujetos al control de un conductor. Por lo tanto, la carretera debe proyectarse de acuerdo a las características del vehículo que la va a usar y considerando en lo posible, las reacciones y limitaciones del conductor.

La clasificación de los vehículos que transitan por una carretera pueden dividirse en vehículos ligeros, vehículos pesados y vehículos especiales. Los vehículos ligeros son vehículos de carga y/o pasajeros, que tienen dos ejes y cuatro ruedas; se incluyen en esta denominación los automóviles, camionetas y las unidades ligeras de carga o pasajeros. Los vehículos pesados son unidades destinadas al transporte de carga o pasajeros, de dos o más ejes y seis o más ruedas; en esta denominación se incluyen los camiones y los autobuses. Los vehículos especiales son aquellos que eventualmente transitan y/o cruzan el camino, tales como: camiones y remolques para el transporte de troncos, minerales, maquinaria pesada u otros productos voluminosos; maquinaria agrícola; bicicletas y motocicletas y en general, todos los demás de tracción animal.

Las características geométricas de operación en el proyecto de los elementos de una carretera, deben tenerse en cuenta estas características. Las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro. Las características de operación están definidas principalmente por la relación peso/potencia, la cual en combinación con otras características del vehículo y del conductor, determina la capacidad de aceleración y desaceleración, la estabilidad de las curvas y los costos de operación.

A continuación se describen las características esenciales para el proyecto geométrico de operación.

- A) Dimensiones.- Las dimensiones tales como: longitud total del vehículo, distancia entre los ejes más alejados de la unidad, ancho total del vehículo, altura total del vehículo, etc., -

son de gran utilidad para proyectar los alineamientos horizontal y vertical del camino.

- B) Radio de giro y trayectoria de las ruedas.- El radio de giro es el radio de la circunferencia definida por la trayectoria de la rueda externa del vehículo, cuando éste efectúa un giro.

El radio de giro, las dimensiones entre ejes y la entrevía del vehículo, definen la trayectoria que siguen las ruedas - un giro. Estas trayectorias, especialmente la de la rueda de lantera externa y la trasera interna, sirven para calcular las ampliaciones en las curvas horizontales de una carretera y, para diseñar la orilla interna de la calzada en los ramales de intersección.

- C) Relación peso/potencia.- El peso del vehículo cargado y la potencia de su motor, son los factores más importantes que determinan las características y costos de operación de un vehículo en la carretera. Este hecho es particularmente significativo en los vehículos pesados. Se ha encontrado que la relación peso/potencia de los camiones, está relacionada directamente con la velocidad y tiempo de recorrido en la carretera; asimismo, se ha observado que todos los vehículos con la misma relación peso/potencia tienen características de operación similares, lo cual indica que dos camiones de diferentes pesos y potencias tienen el mismo comportamiento sobre el camino, si la relación peso/potencia se conserva constante.

Normalmente, la relación peso/potencia está expresada en términos del peso total del vehículo cargado en kilogramos y la potencia neta del motor expresada en caballos de fuerza (HP). La relación peso/potencia influye directamente en el proyecto del alineamiento vertical y en el análisis de capacidad del camino.

- D) Aceleración y desceleración.- En base a la aceleración y desceleración de los vehículos, se calculan las distintas resistencias que se oponen al tránsito como son: resistencia al

aire, a la pendiente, al rodamiento y la resistencia a la fricción en el frenado, disminuyen la eficiencia del vehículo. Las expresiones anteriores permiten proyectar todos aquellos elementos del camino en que intervengan la aceleración y desceleración de los vehículos.

- E) Estabilidad en las curvas.- Un vehículo es estable cuando no tiene tendencia a salirse de su trayectoria que le fija el conductor por medio del volante. La inestabilidad del vehículo procede generalmente, de las fuerzas transversales a que está sujeto, ya sea por asimetrías internas tales como carga mal distribuida, neumáticos desinflados y mecanismos de suspensión defectuosos, o bien por la fuerza centrífuga que aparece cuando el vehículo describe una curva.
- F) Costos de Operación.- Los costos de operación de un vehículo pueden dividirse en dos categorías: costos fijos y costos variables. Los costos fijos son aquellos que no dependen directamente de la distancia recorrida por el vehículo, tales como amortización, interés del capital, seguros e impuestos; usualmente se expresan por unidad de tiempo. Los costos variables, tales como consumos de combustible, lubricantes, llantas y las reparaciones y servicios; usualmente expresada por unidad de longitud.

VEHÍCULOS DE PROYECTO.

Un vehículo de proyecto es un vehículo hipotético cuyas características se emplearán para establecer los lineamientos que regirán el proyecto geométrico del camino.

El vehículo de proyecto debe seleccionarse de manera que presente un porcentaje significativo del tránsito que circulará por el camino, y las tendencias de los fabricantes a modificar las características de los vehículos.

Tabla I) B.- En esta tabla se resumen las características de los vehículos de proyecto. La denominación de estos vehículos - está en función de la distancia entre ejes externos; así, el vehículo DE-1525 representa un vehículo con una distancia entre sus ejes externos de 15.25 m.

C A R A C T E R I S T I C A S		VEHICULO DE PROYECTO					
		DE-355	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
D I M E N S I O N E S E N C M .	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	OE	335	450	610	1220	1525
	Distancia entre ejes externos del tractor	OCT	—	—	—	397	415
	Distancia entre ejes del semitractor	OE?	—	—	—	762	610
	Vuela delantero	V4	92	100	122	122	92
	Vuela trasero	V1	155	180	183	183	61
	Distancia entre ejes tandem tractor	T1	—	—	—	—	122
	Distancia entre ejes tandem semitractor	T2	—	—	—	122	122
	Distancia entre ejes interiores tractor	D1	—	—	—	397	488
	Distancia entre ejes interiores tractor y semitractor	D2	—	—	—	701	793
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259
	Entejeo del vehículo	EV	183	244	259	259	259
	Altura total del vehículo	H1	167	214-412	214-412	214-412	214-412
	Altura de los ojos del conductor	Hc	114	114	114	114	114
	Altura de las faros delanteras	Hf	61	61	61	61	61
Altura de las faros traseras	Ht	61	61	61	61	61	
Angulo de desviación del haz de los faros	cc	1°	1°	1°	1°	1°	
Radio de giro mínima (cm)	Rg	732	1040	1281	1220	1372	
Peso total (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	3000	10000	17000	25000	30000
Relación Peso/Potencia (Kg/HP)	Wp/P	45	30	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO		A ₁ A ₂ A ₃	C2	B-C3	T2-S1 T2-S2	T3-S2 O1R05	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (OE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A ₁ A ₂ A ₃	99	100	100	100	100	
	C2	30	90	99	100	100	
	C3	10	75	99	100	100	
	T2-S1	0	0	1	80	99	
	T2-S2	0	0	1	93	78	
	T3-S2	1	0	1	18	90	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A ₁ A ₂ A ₃	98	100	100	100	100	
	C2	62	98	100	100	100	
	C3	20	82	100	100	100	
	T2-S1	6	85	100	100	100	
	T2-S2	6	42	98	98	98	
	T3-S2	2	35	80	80	80	

Para la mejor interpretación de la tabla anterior en cuanto a las distintas distancias, en la siguiente tabla se detallan las dimensiones de los diferentes vehículos ligeros y pesados de proyecto.

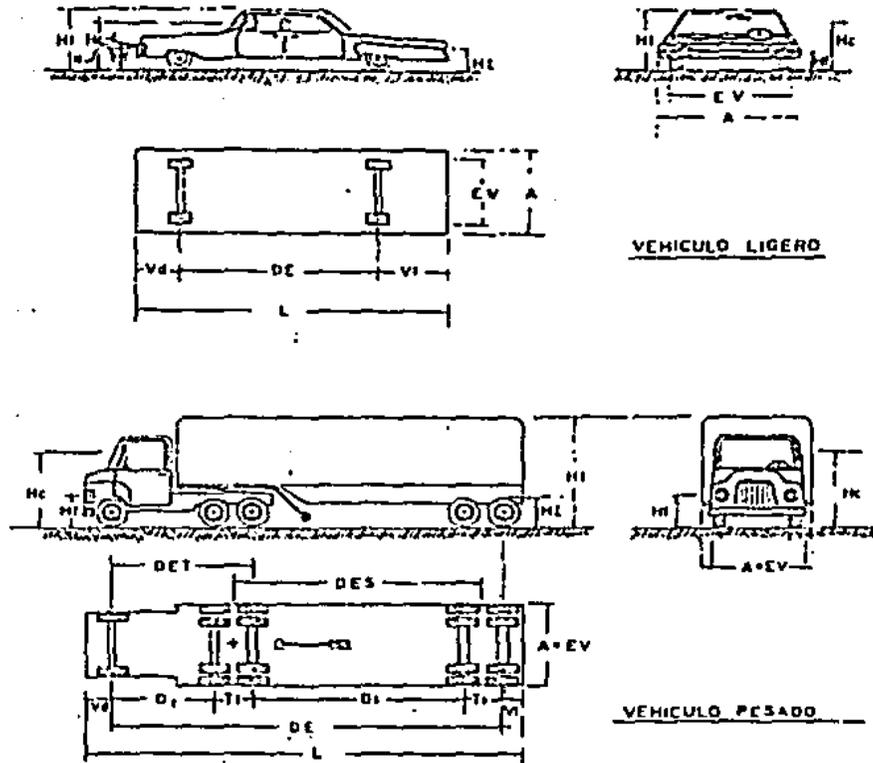


Figura I) C.- Dimensiones de los vehículos ligeros y pesados
 En donde el significado de cada dimensión especificada es la siguiente:

- L = Longitud total del vehículo.
- DE = Distancia entre los ejes más alejados de la unidad.
- DET = Distancia entre los ejes más alejados del tractor.
- DES = Distancia entre la articulación y el eje del semiremolque.
- Vd = Vuelo delantero.
- Vt = Vuelo trasero.
- Tt = Distancia entre los ejes del tándem del tractor.

- Ts = Distancia entre los ejes del tándem del semiremolque.
 Dt = Distancia del eje delantero del tractor y el primer eje del tándem.
 Ds = Distancia entre el eje posterior del tándem del tractor y el eje delantero del tándem del semiremolque.
 A = Ancho total del vehículo.
 EV = Distancia entre las caras extremas de las ruedas (entre-vía).
 Ht = Altura total del vehículo.
 Hc = Altura de los ojos del conductor.
 Hf = Altura de los faros delanteros.
 Hl = Altura de las luces posteriores.
 a = Angulo de desviación del haz luminoso de los faros.

Las dimensiones actuales de los vehículos ligeros y pesados varían dentro de rangos muy amplios, dependiendo del modelo y uso. Estas dimensiones se usan para el proyecto geométrico.

TRANSITO.

Al proyectar un camino, la selección de éste, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente de la demanda, es decir, del volumen de tránsito que transitará en un intervalo de tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Un error en la determinación de estos datos ocasionará que la carretera funcione durante el período de previsión, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores u aquellos para los que se proyectó, o que se presenten problemas de congestión.

La determinación del volumen de tránsito en los diferentes tramos de una carretera se utilizan como fuentes los datos obtenidos en los estudios de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

- A) Origen y destino.- Su objetivo primordial es conocer el movimiento del tránsito en cuanto a los puntos de partida y de términos de los viajes; adicionalmente, se obtienen datos --

del comportamiento del tránsito, tanto en lo que se refiere a su magnitud y composición como a los diversos tipos de productos que se transportan. Esto último con miras a determinar el grado de desarrollo de los sectores que integran la vida económica y social, y la localización de los centros -- productores y consumidores, indicando la importancia que -- guardan éstos dentro de la economía.

- B) Muestreo del tránsito.- El crecimiento de los volúmenes de tránsito en la red de carreteras, así como la variación de las composiciones del tránsito, ha conducido a que se instalen estaciones de aforo en toda la red, procurando que capturen el tránsito representativo de cada tramo, sin influencia apreciable de viajes suburbanos o de itinerarios muy cortos, y a su vez registren un tránsito promedio diario con base al período de una semana, el cual, correlacionando con estaciones maestras, dará como resultado un muestreo razonablemente cercano al tránsito promedio diario anual. Estas previsiones tienden a reducir las correcciones ocasionadas por las variaciones estacionales.
- C) Estaciones maestras.- Con el objeto de complementar, tanto los muestreos de tránsito como los estudios de origen y destino, se han instalado en diversos tramos de la red estaciones permanentes, provistas de contadores automáticos, con el fin de registrar las variaciones de tránsito durante el año (únicamente en la red federal de carreteras nacionales).

VELOCIDAD.

La velocidad es un factor muy importante en todo proyecto y factor definitivo al calificar la calidad del flujo del tránsito. Su importancia como elemento básico para el proyecto, queda establecida por ser un parámetro en el cálculo de la mayoría de los demás elementos de proyecto.

Con excepción de una condición de flujo forzado, normalmente existe una diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de la corriente de tránsito

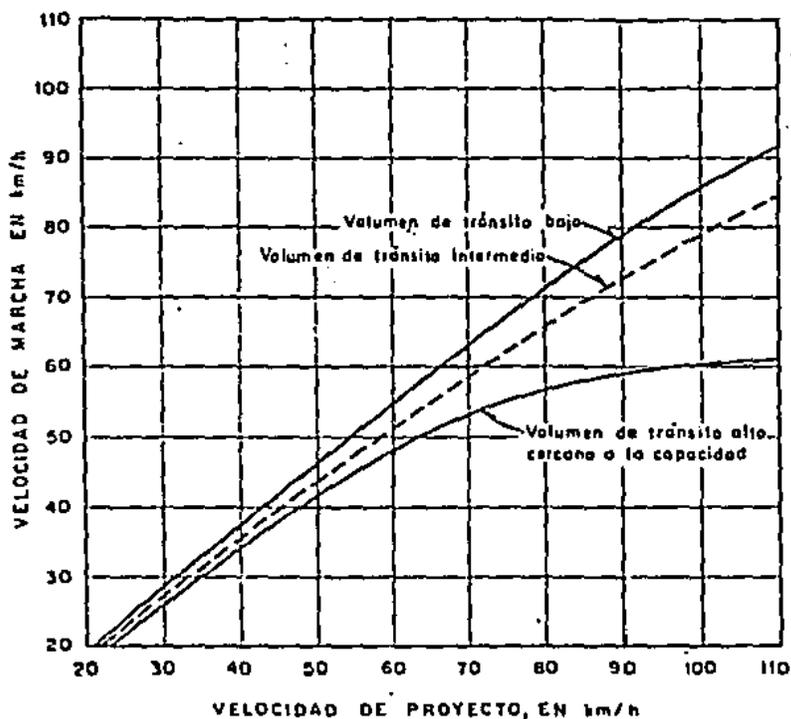
to. Ello es consecuencia del gran número de factores que afectan la velocidad, como son las limitaciones del conductor, las características de operación del vehículo, la presencia de otros vehículos, las condiciones ambientales y las limitaciones de velocidad establecidas por dispositivos de control. Estos mismos factores hacen que la velocidad de los vehículos varíen a lo largo -- del camino.

La velocidad se ha tenido que recurrir a definirla en varias definiciones, para mayor claridad de los proyectos geométricos.- Las siguientes corresponden a las más empleadas frecuentemente.

- A) Velocidad de punto.- Es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto del camino.
- B) Velocidad de marcha.- Es la velocidad de un vehículo en un tramo de camino, obtenida.
- C) Velocidad de operación.- Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de camino, bajo las condiciones prevaletientes de tránsito y bajo condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso la velocidad de proyecto del tramo.
- D) Velocidad global.- Es el resultado de dividir la distancia recorrida por un vehículo entre el tiempo total de viaje. En este tiempo total van incluidas todas aquellas demoras por paradas y reducciones de velocidad, provocadas por el tránsito y el camino. No incluye aquellas demoras fuera del camino como pueden ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes y recreación.
- E) Velocidad del proyecto.- Es la velocidad máxima a la cual -- los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, y se utiliza para determinar los elementos geométricos del mismo.
- F) Velocidad de proyecto ponderada.- Cuando dentro de un tramo bajo estudio existen subtramos con diferentes velocidades de proyecto, la velocidad representativa del tramo será el promedio ponderado de las diferentes velocidades de proyecto.

A continuación se muestran unas gráficas de relación de velocidades, para el proyecto de la velocidad de proyecto.

Figura I) D. RELACION ENTRE VELOCIDADES DE MARCHA Y DE PROYECTO.



VELOCIDAD DE PROYECTO EN km/h	VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h		
	VOLUMEN DE TRANSITO BAJO	VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

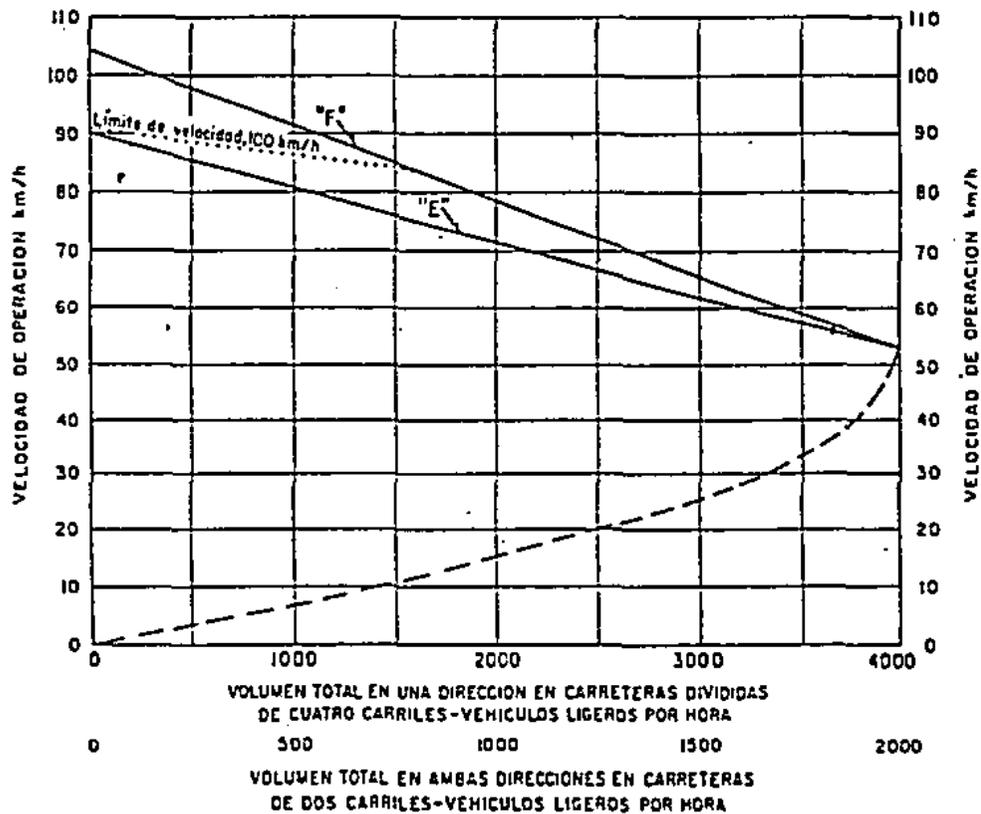


Figura.1) E. RELACION ENTRE VELOCIDAD DE OPERACION Y VOLUMEN DE TRANSITO EN CARRETERAS RURALES.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD.

A la distancia o longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, se le llama distancia de visibilidad. En general, se consideran dos distancias de visibilidad: la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase.

Distancia de visibilidad de parada. - Es la distancia de visibilidad mínima necesaria para que un conductor transita a, o cerca de la velocidad de proyecto, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

La distancia de visibilidad de parada está formada por la suma de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve el objeto hasta que coloca su pie en el pedal del freno y la distancia recorrida por el vehículo durante la aplicación del freno. A la primera se le llama distancia de reacción y a la segunda, distancia de frenado.

$$D_p = d + d'$$

En donde:

D_p = Distancia de parada.

d = Distancia de reacción.

d' = Distancia de frenado.

La distancia de reacción se calcula mediante la expresión:

$$d = Kvt$$

En donde:

K = Factor de conversión de Km/hr a m/seg. = 0.278

v = Velocidad del vehículo (Km/hr).

t = Tiempo de reacción.

La distancia de frenado se calcula igualando la energía cinética del vehículo con el trabajo que realiza la fuerza para detenerlo, esto es:

$$d' = \frac{v^2}{254 (f + p)}$$

En donde:

- V = Velocidad del vehículo.
 f = Coeficiente de fricción longitudinal.
 p = Pendiente del camino.
 d' = Distancia de frenado.

Sumando la distancia de reacción y la distancia de frenado, se obtendrá la distancia de visibilidad de parada expresada por:

$$D_p = 0.278 Vt + \frac{V^2}{254(f + p)}$$

En la Figura 1) F, se muestra la distancia de visibilidad de parada para diferentes velocidades de proyecto, condiciones de pavimento mojado y a nivel.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE.

Se dice que un tramo de carretera tiene distancia de visibilidad de rebase, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.

Esta distancia se aplica a carreteras de dos carriles; en carreteras de cuatro o más carriles, la maniobra de rebase se efectúa en carriles con la misma dirección de tránsito, por lo que no hay peligro de interferir con el tránsito de sentido opuesto.

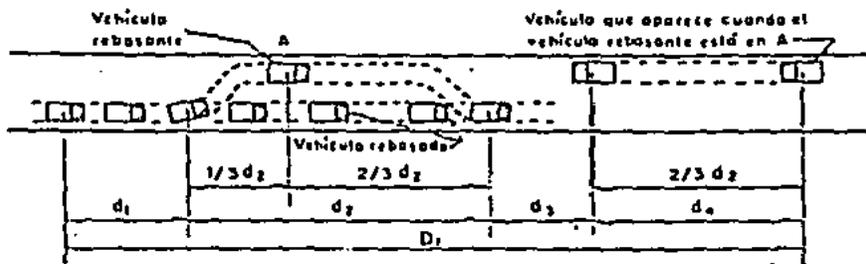
En pendientes descendentes fuertes, la distancia de visibilidad de rebase generalmente es menor que en terreno plano, puesto que el vehículo que va a rebasar puede acelerar más rápidamente y reducir el tiempo de maniobra; generalmente los vehículos rebasados son pesados y normalmente, evitan acelerar en pendientes descendentes para un mejor control del vehículo, facilitando así ser rebasado.

En pendientes ascendentes fuertes, la distancia de visibilidad de rebase es mayor que en terreno plano, debido a la reducción en el poder de aceleración de los vehículos que van a rebasar y a la mayor velocidad de los vehículos que vienen en sentido opuesto; esto queda compensado en parte, por la baja velocidad del vehículo que se quiere rebasar.

La distancia de visibilidad de rebase mínima es suficiente para rebasar un vehículo solamente, por lo que el proyecto de -- tramos con esa distancia mínima no garantiza totalmente la seguridad del camino, aún con bajos volúmenes de tránsito.

Para definir la distancia mínima de rebase, la AASHO efectuó estudios que permitieron formular algunas hipótesis sobre el comportamiento de los conductores en las maniobras de rebase; estas hipótesis son:

- 1.- El vehículo que va a ser rebasado circula a una velocidad -- uniforme, de magnitud semejante a la que adoptan los conductores en caminos con volúmenes de tránsito intermedio.
- 2.- El vehículo que va a rebasar alcanza al vehículo que va a -- ser rebasado y circulan a la misma velocidad, hasta que inicia la maniobra de rebase.
- 3.- Cuando se llega al tramo de rebase, el conductor del vehículo que va a rebasar después de un tiempo para percibir la -- nueva condición, reacciona acelerando su vehículo para iniciar el rebase.
- 4.- El rebase se realiza bajo lo que puede llamarse maniobra de -- arranque demorado y retorno apresurado, pues cuando se presenta un vehículo en sentido contrario con igual velocidad -- que el vehículo rebasante, aunque el rebase se realiza acelerando durante toda la maniobra, se considera que la velocidad del vehículo rebasante mientras ocupa el carril izquierdo, es constante y tiene un valor de 15 Km/hr. mayor que la velocidad del vehículo rebasado.
- 5.- Cuando el vehículo rebasante regresa a su carril, hay suficiente distancia entre él y el vehículo que viene en sentido -- contrario, para lo cual se considera que viene en sentido -- contrario, viaja a la misma velocidad que el vehículo que está rebasando y la distancia que recorre en 2/3 de la distancia que ocupa rebasante en el carril izquierdo. .



- d_1 - Distancia recorrida durante el tiempo de reacción y durante la aceleración inicial hasta el punto en donde el vehículo rebasante invade el carril izquierdo.
- d_2 - Distancia recorrida por el vehículo rebasante desde que invade el carril izquierdo hasta que regresa a su carril.
- d_3 - Distancia entre el vehículo rebasante al terminar su maniobra y el vehículo que viene en sentido opuesto.
- d_4 - Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto.

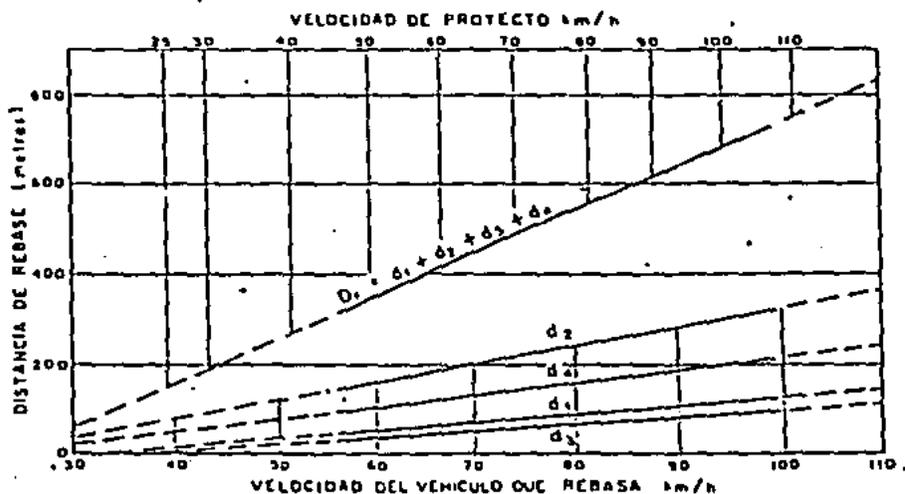


Figura I) G. MANIOBRA DE REBASE SEGUN AASHO.

Las distancias de visibilidad de parada en la tabla I) F, se calcularon de acuerdo a las características de operación de los vehículos ligeros y por lo tanto, su aplicación a los vehículos pesados puede dar origen a dudas.

La figura I) G, se ilustra la forma en que se efectúa la maniobra de rebase, según las hipótesis presentadas anteriormente. Se muestra también una gráfica basada en estudios realizados, en donde se aprecian los valores de las diferentes distancias parciales y la suma de ellas, que corresponde a la distancia de visibilidad de rebase.

Vel. de parada — km/h	Velocidad de marcha — km/h	Reaccion		Coe- ficiente de Friccion	Dist. de parada — m	Distancia de visibilidad	
		Tiempo — seg	Distancia — m			Calculada — m	Redondeada — m
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	25
40	37	2.5	25.69	0.380	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	21.14	55.08	55
60	55	2.5	38.19	0.340	28.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	35.08	91.83	90
80	71	2.5	49.30	0.310	42.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	48.56	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	55.06	156.78	155
110	92	2.5	63.88	0.295	61.95	176.83	175

Grafica I) F. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.

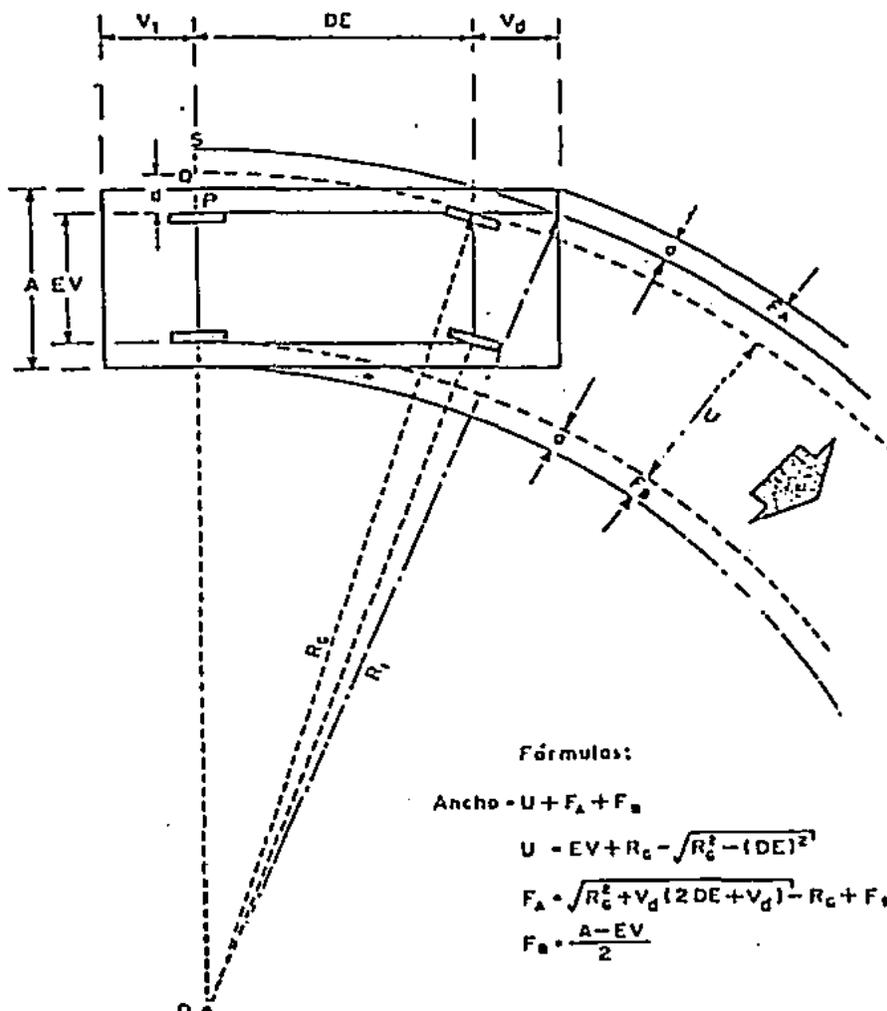


Figura 1) II, ANCHO DEL VEHICULO EN CURVA.

En vehículos sencillos, el desplazamiento máximo generalmente ocurre deflexiones menores de 90° , pero en vehículos articulados, ese desplazamiento máximo ocurre a los 180° y en ocasiones a los 270° , como en las rampas de los entronques tipo trébol.

En las figuras I) II₁ a II₅, se ilustran las principales dimensiones de los vehículos, así como sus radios de giro mínimo y las trayectorias de las ruedas para esos radios en ángulos de vuelta de 180° .

Figura I) H₁. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO
DE-335.

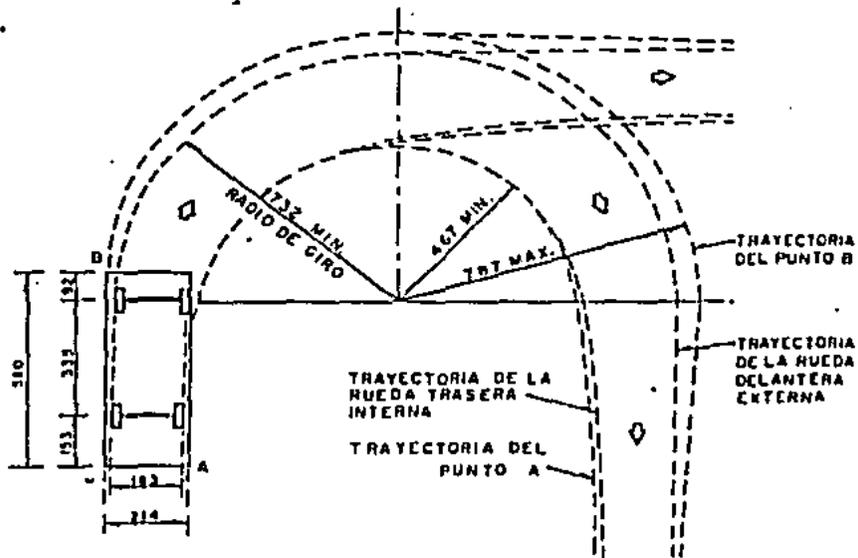
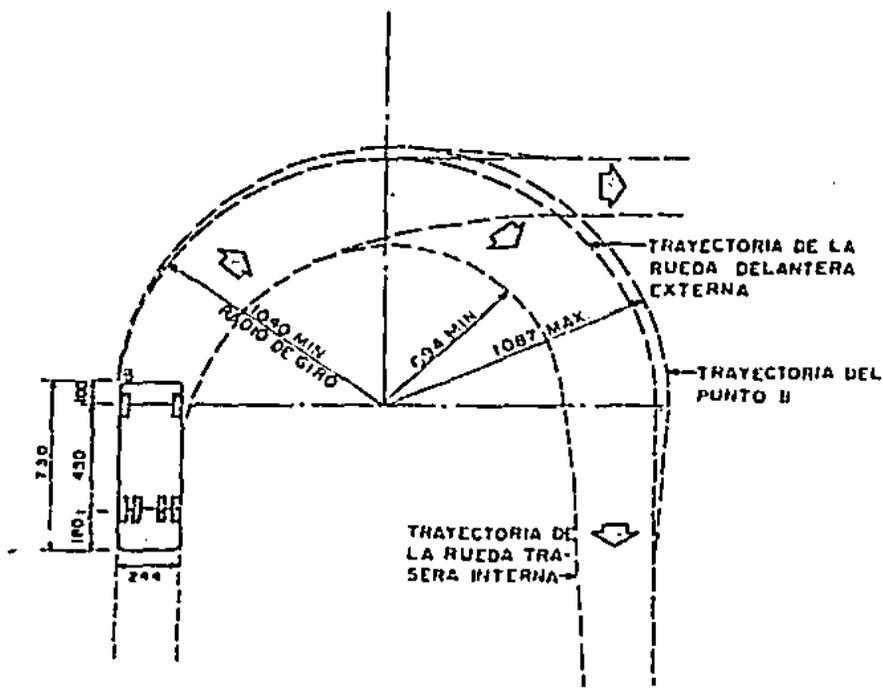


Figura I) H₂. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO
DE-450.



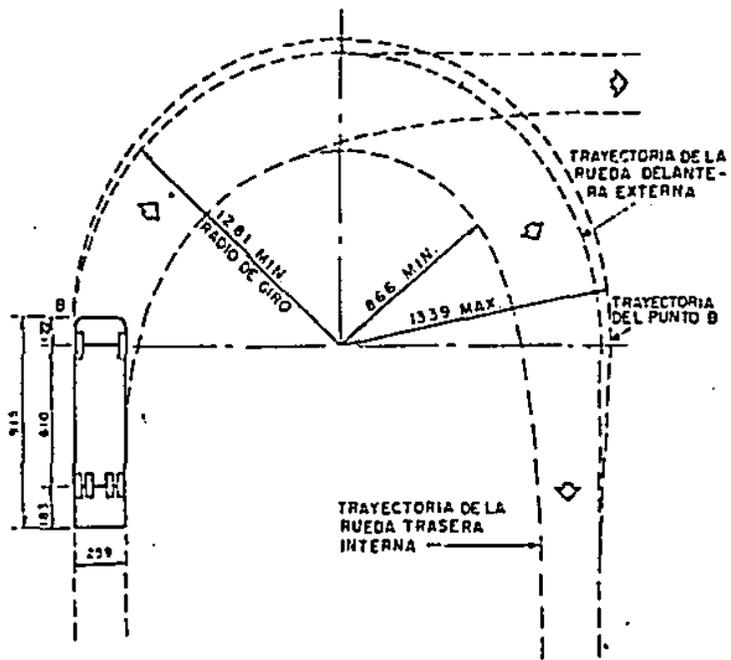


Figura I) H₃. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE- 610.

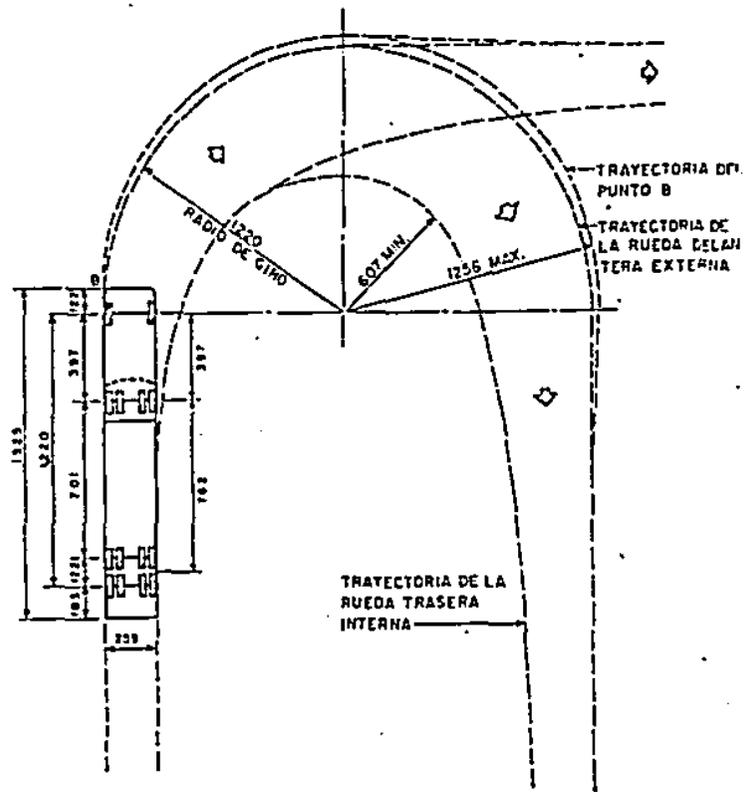
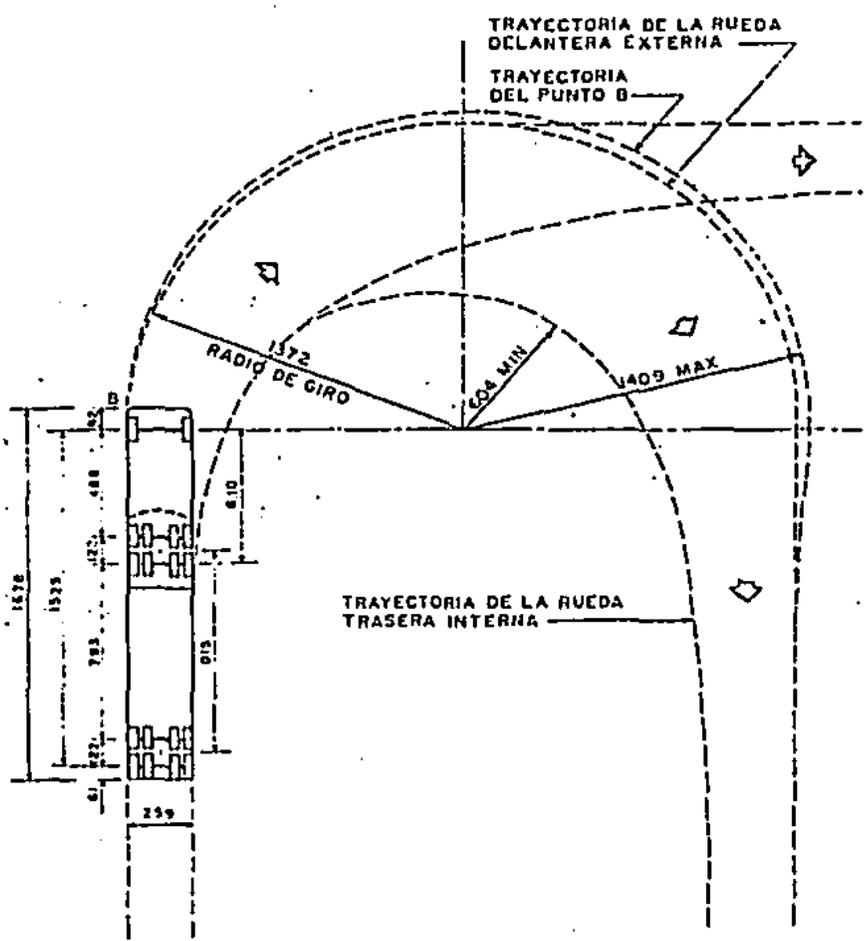


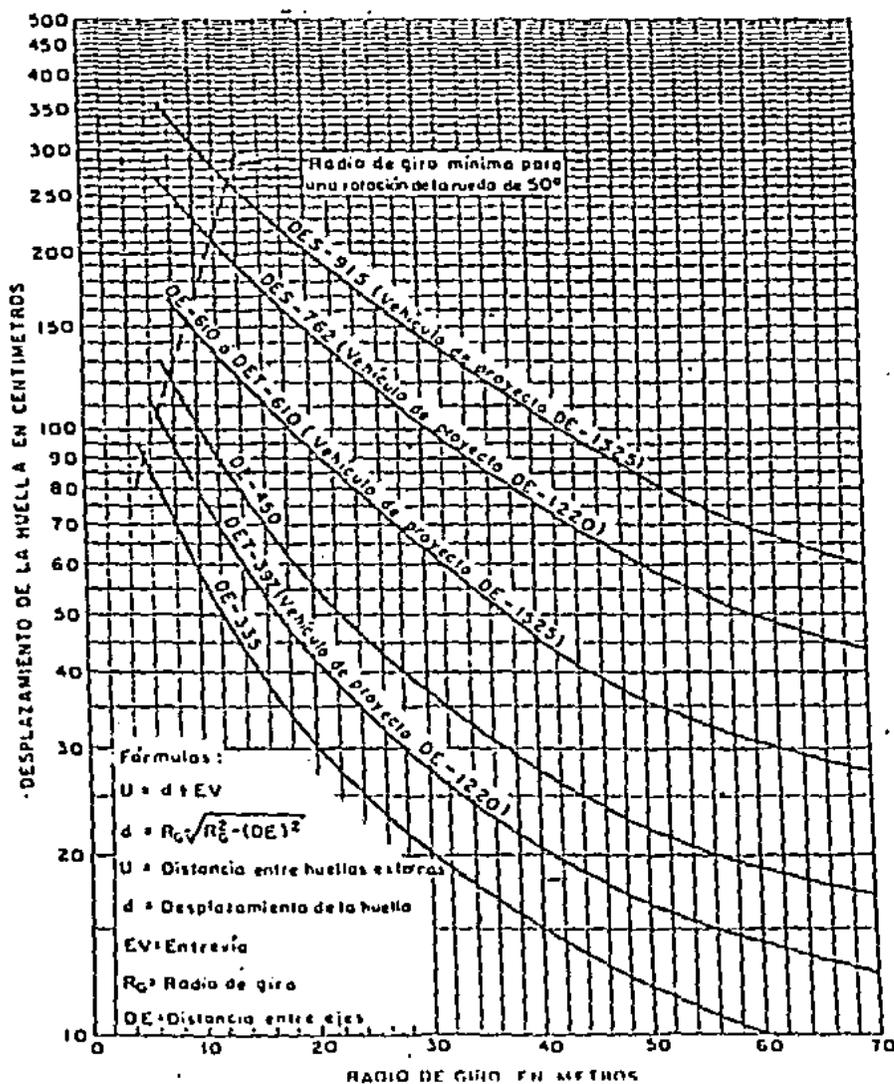
Figura I) H₄. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-1220.

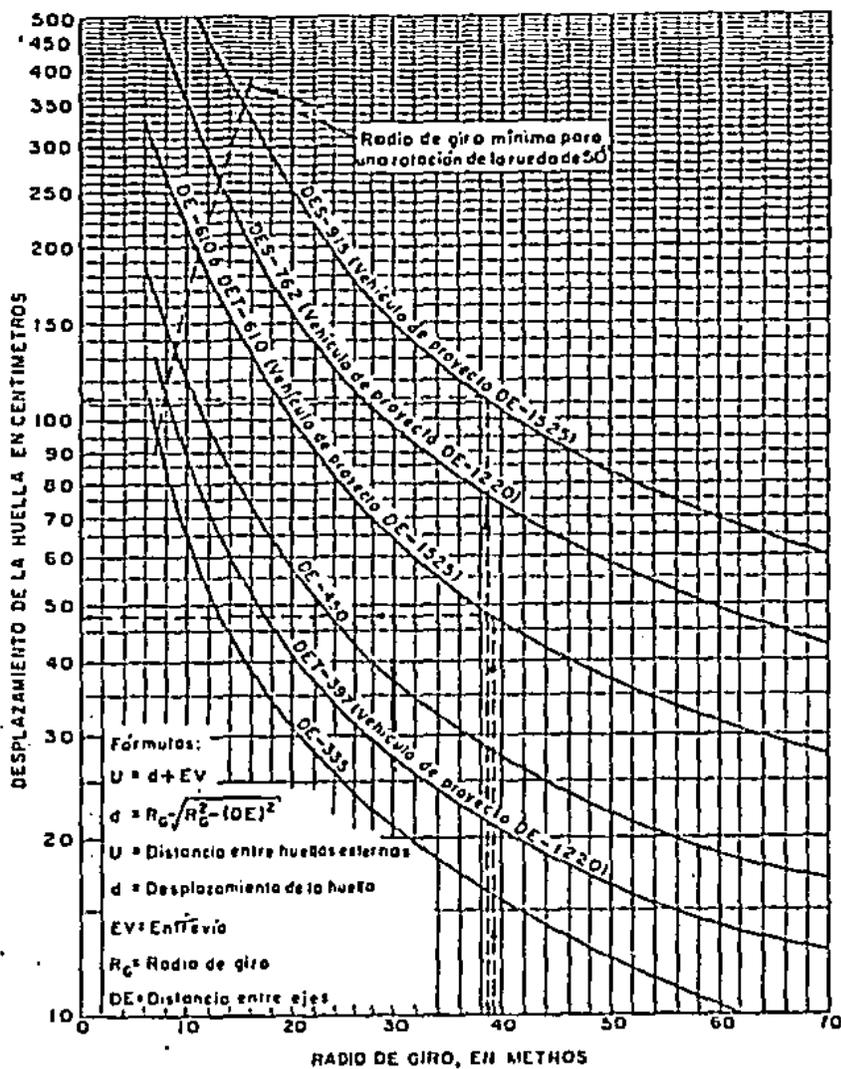
Figura I) H₅. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-1525.



En las gráficas 1) Ha y 1) Hb. puede observarse el desplazamiento de la huella d y, por tanto, la distancia entre huellas externas U para los diferentes vehículos de proyecto, para diferentes radios de giro y para ángulos de vuelta de 90° y 270° . Estas gráficas están basadas en pruebas con modelos a escala.

Gráfica 1) Ha, Desplazamiento de la huella de los vehículos de proyecto, para un ángulo de vuelta de 90° .





Gráfica I) Hb. Desplazamiento de la huella de los vehículos de proyecto, para un ángulo de vuelta de 270°.

ACELERACION Y DESCELERACION.

Habrá ocasiones en que el vehículo pueda descelerar o acelerar en mayor grado que el deseado por el conductor; como por ejemplo en las pendientes ascendentes y descendentes. En casos, tocará al proyectista juzgar e interpretar los deseos del conductor, apoyado en las características de su vehículo y en función del uso del camino.

La fuerza de que dispone el vehículo para acelerarse o descelerarse, viene dada por la expresión:

$$F_D = F_T - (R_A + R_R + R_f + R_p)$$

En donde:

F_D = Fuerza disponible para acelerar o descelerar el vehículo en Kg. Cuando esta fuerza es positiva el vehículo acelera; si es negativa el vehículo descelera.

F_T = Fuerza tractiva neta del vehículo en Kg. Es generada por el motor menos las resistencias internas producidas por los mecanismos de transmisión y las pérdidas producidas por la altura sobre el nivel del mar y otros factores.

R_A = Resistencia producida por el aire en movimiento del vehículo en Kg.

R_R = Resistencia al rodamiento producida por la deformación de la llanta y la superficie de rodamiento, en Kg.

R_f = Resistencia producida por la fricción de las llantas y la superficie de rodamiento cuando se aplican los frenos, en Kg.

R_p = Resistencia que ofrece la pendiente al movimiento del vehículo, en Kg. Cuando la pendiente es ascendente, ofrece resistencia al avance del vehículo, pero cuando es descendente, favorece éste al movimiento.

A continuación se detallan cada uno de los conceptos anteriores para los cálculos respectivos.

1.- Fuerza tractiva: $FT = \frac{270 \text{ HP}}{V} K$

En donde:

HP = Potencia del vehículo en caballos de fuerza.

V = Velocidad en Km/hr.

K = Varía entre 0.70 y 0.95 según la altura del mar.

- 2.- Resistencia al aire.- La resistencia que ofrece al aire al movimiento del vehículo, es proporcional al área que presenta el vehículo al viento y al cuadrado de velocidad, esto es:

$$R_A = K_A AV^2$$

En donde: R_A - Resistencia al aire, en Kg.

A - Area frontal del vehículo, en m^2 .

V - Velocidad del viento, en Km/hr. Para fines de cálculo se considera que la velocidad del viento, es igual a la velocidad del vehículo

K_A - Factor que debe determinarse experimentalmente. Usualmente varía entre 0.005 y 0.006.

- 3.- Resistencia al rodamiento.- Depende del tipo de superficie de rodamiento, medida, dibujo, presión y velocidad de las llantas y el peso del vehículo. Estas variables se representan por un factor K_R que multiplicado por el peso del vehículo, define la resistencia al rodamiento, esto es:

$$R_R = K_R W$$

En donde:

R_R - Resistencia al rodamiento, en Kg.

W - Peso total del vehículo, en Kg.

K_R - Factor empírico.- Para las condiciones usuales de las llantas, este factor varía entre 0.008 y 0.160, según el tipo de superficie de rodamiento. (Ver tabla I).

Tabla I) I, FACTOR DE RESISTENCIA AL RODAMIENTO.

Tipo de superficie de rodamiento	K_R
Asfalto o concreto	0.008 a 0.010
Revestimiento	0.020 a 0.025
Tierra	0.080 a 0.160

- 4.- Resistencia por fricción en el frenado.- Esta resistencia es proporcional al peso del vehículo y al coeficiente de fricción longitudinal entre llantas y pavimento, esto es:

$$R_f = WF$$

En donde:

R_f - Resistencia por fricción en el frenado, en Kg.

W - Peso total del vehículo.

f - Coeficiente de fricción longitudinal entre llantas y pavimento, que debe determinarse experimentalmente.

Después de diversos análisis de investigación para el coeficiente de fricción longitudinal, la AASHO ha concluido en este valor, se muestra en la tabla 1) F, los coeficientes de fricción longitudinal en el frenado, los cuales están afectados por un factor de seguridad.

Tabla 1) F, COEFICIENTES DE FRICCIÓN LONGITUDINAL EN EL FRENADO.

VELOCIDAD EN Kms	Coeficiente de fricción longitudinal (f)	
	Pavimento seco	Pavimento mojado
30	0.650	0.400
40	0.630	0.350
50	0.620	0.360
60	0.600	0.340
70	0.590	0.325
80	0.580	0.310
90	0.560	0.305
100	0.560	0.300
110	0.550	0.295

Para fines de proyecto deben emplearse los coeficientes para pavimento mojado.

- 5.- Resistencia por pendiente.- Es proporcional al peso del vehículo y a la pendiente de la tangente vertical. En efecto, en la Tabla i) G, se tiene que:

$$R_p = \frac{WP}{100}$$

En donde:

- R_p - Resistencia a la pendiente, en Kg.
 W - Peso total del vehiculo, en Kg.
 P - Pendiente de la tangente del alineamiento --
 vertical en por ciento.

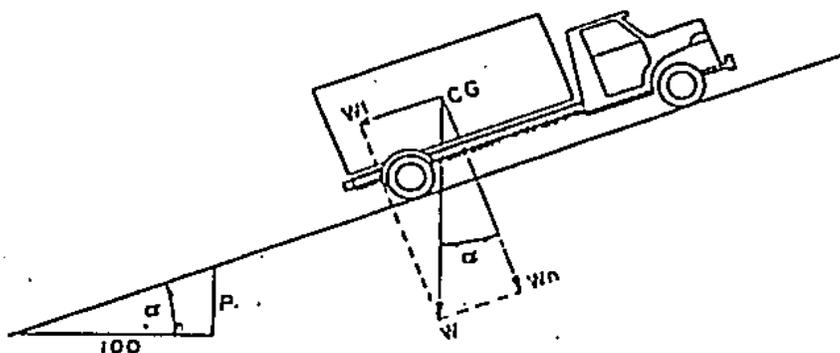
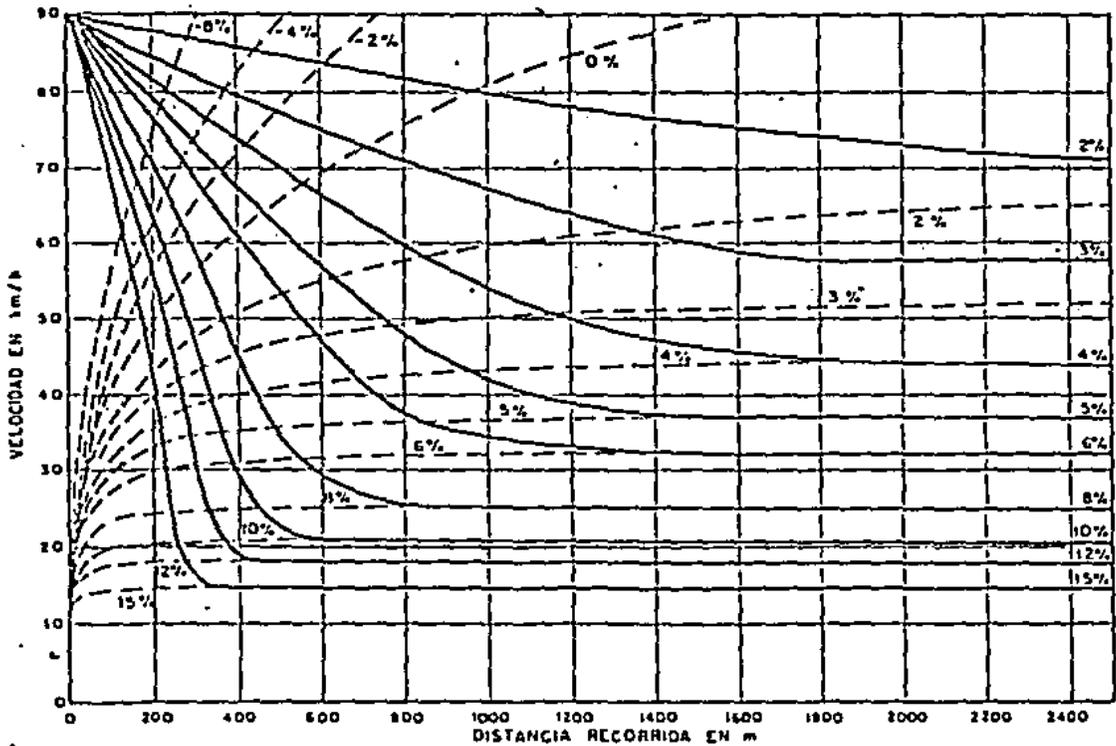


Figura I) J RESISTENCIA QUE OPONE LA PENDIENTE AL
 AVANCE DEL VEHICULO

Las siguientes figuras muestran los efectos de las pendientes en los vehiculos con relación a peso/potencia, para las distintas velocidades.

Figura I) K Efecto de las pendientes en vehiculos con relación peso/potencia de 90 Kg/HP.



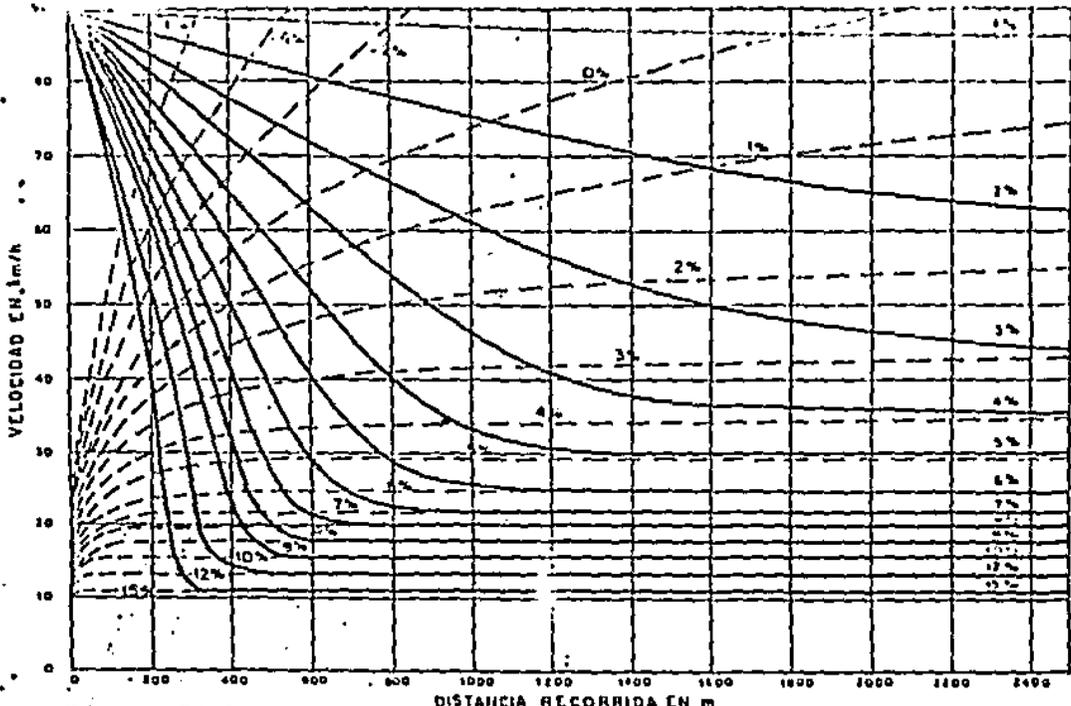
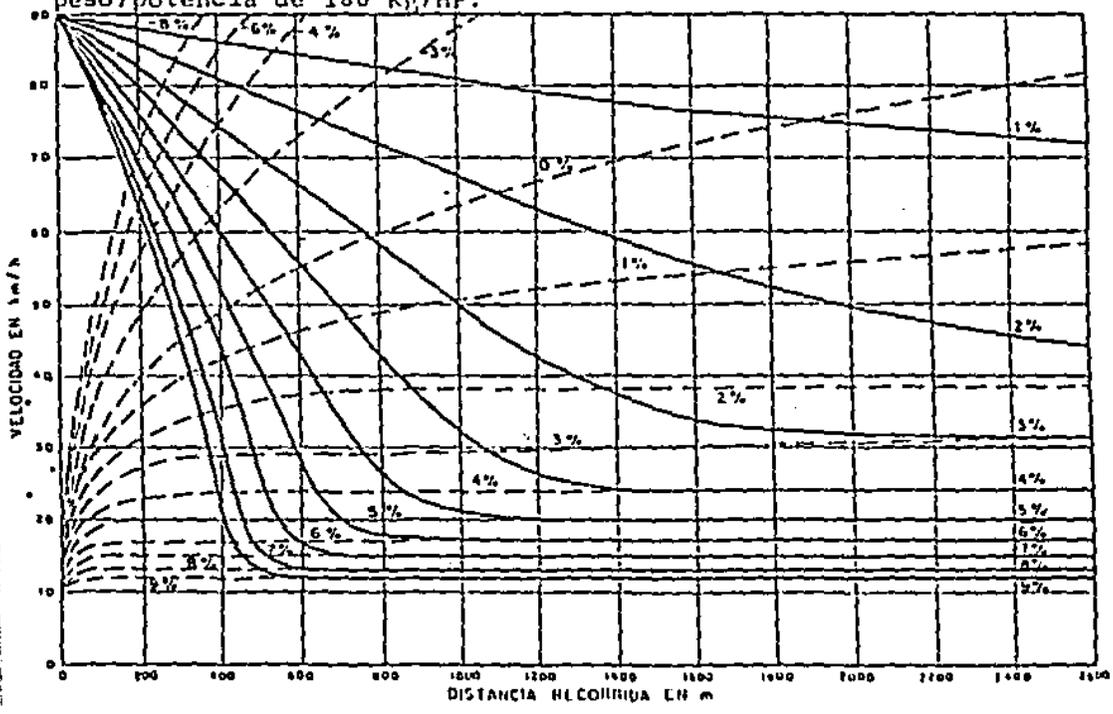


Figura I) L. Efecto de la pendiente en los vehiculos con relación peso/potencia de 120 Kg/HP.

Figura I) M. Efecto de la pendiente en los vehiculos con relación peso/potencia de 180 Kg/HP.



CAPITULO II
TRAZO DEL EJE

ESTUDIOS PRELIMINARES

Estos estudios preliminares son los que nos sirven para definir los puntos que tocará la ruta del camino, tomando en cuenta las poblaciones y rancherías donde pasará el camino; las zonas ganaderas, agrícolas, industriales, los sitios atractivos para el turismo, etc.

Para realizar con mayor satisfacción los estudios preliminares, es de gran ayuda auxiliarse de la Cartografía proporcionada por instituciones federales, y en estas cartas se analiza la posición relativa que guardan los puntos a unir, su distancia aproximada, rumbo de una línea que los una y el aspecto topográfico de las curvas de nivel, para después hacer un reconocimiento de esta zona estudiada.

Este reconocimiento consiste en examinar la zona, con el objeto de fijar los puntos obligados y reconocer las características del terreno, y con ayuda de la fotografía aérea y con la demás cartografía, se definen las rutas a seguir, que pueden ser varias: Topográficas, Económicas, Políticas o Sociales.

El ideal en el trazo del alineamiento de una vía es que esta fuera recta del origen al destino, y a nivel, pero el tener que salvar los accidentes topográficos, es necesario buscar los puntos más fáciles para salvarlos y en forma económica. Estos lugares por donde debe pasarse para llegar al destino final son los puntos obligados (puertos en las serranías, poblaciones inmediatas, puente al cruzar un río, etc.). Además cuando al llegar al pie de una cuesta la pendiente del terreno es mayor que la máxima admisible, es preciso desarrollar el trazo para subir el desnivel requerido, alargándolo para conservar la pendiente.

En el caso de este Libramiento, debido a que la longitud es corta relativamente, no hubo necesidad de realizar un estudio preliminar, porque el objetivo de este libramiento es nada más eliminar el tráfico excesivo por el centro de la población; solamente se hizo un reconocimiento del lugar por donde fuera factible ubicar el trazo, procurando no aislarlo mucho de la población, sino librar las construcciones del límite del pueblo y ubicar el lugar más óptimo por donde cruzar el río que cruza a

dicho pueblo.

LOCALIZACION.

La localización, al igual que el proyecto y la construcción, son producto de la experiencia de individuos y organizaciones especializadas; no es una ciencia exacta en la cual los problemas se resuelven mediante fórmulas dadas; tampoco se puede decir que para cada caso haya una sola solución, pues todos los detalles, considerados desde distintos puntos de vista (Topográficos, Sociales, Económicos, etc.), pueden dar lugar a distintas soluciones.

Una brigada de localización normalmente consta de:

- 1 Localizador - Trazador.
- 1 Nivelador.
- 1 Seccionador - Dibujante.
- 2 Cadeneros.
- 2 Estadaleros.
- 2 Peones

y el personal auxiliar necesario (brecheros, choferes, caballerangos, etc.).

El trabajo sobre el terreno consiste en ir marcando la línea a seguir, en la dirección general requerida, por los lugares más adecuados, cuando el terreno es plano; y cuando para proseguir en esa ruta se encuentran cuestas cuyas pendientes son mayores que la permisible, habrá necesidad de desarrollar la línea como antes se mencionó, para llegar al punto obligado siguiente buscando sobre el terreno puntos consecutivos, de tal modo que entre ellos se tenga una pendiente menor o igual a la máxima admisible. Este último caso es el que requiere ir buscando esa pendiente, lo cual puede hacerse de las siguientes formas.

CON NIVEL DE MANO, CINTA Y ESTADAL.

Conocida la altura del ojo del observador, se calcula la que debe leerse en el estadal para que, a la longitud de la cinta, éste suba o baje. La altura necesaria según la pendiente que se busca. Por ejemplo:

Si se busca una pendiente de $+4\%$, y la altura del ojo del observador es 1.50 metros y la longitud de la cinta son 20 metros,

la lectura en el estadal deberá ser de 0.70 metros.

Cuando el terreno es muy accidentado, donde no se pueda avanzar en tramos de longitud total de la cinta, puede hacerse con distancias horizontales cualesquiera según se pueda, y calcular las lecturas correspondientes.

CON CLISIMETRO.

Es un aparato semejante al nivel de mano pero con nivel movible para poder marcar en el círculo graduado el ángulo o la pendiente que se necesite, así al centrar la burbuja la visual tendrá la pendiente marcada, no se necesita marcar distancias y en el estadal se leerá siempre la altura del ojo del observador. Para más facilidad se puede poner una marca en el estadal, o simplemente una baliza o una vara con un lienzo amarrado a la altura del ojo.

Una vez localizada así una serie de puntos que vayan dando la pendiente necesaria de uno a otro, se tendría, si se les uniera, una línea muy quebrada que nos marcará el camino general que debe seguirse (Línea a Pelo de Tierra). Pero como no es posible trazar una vía de comunicación según esa línea quebrada, debe entonces configurarse una faja de terreno que tenga como eje esa línea quebrada aproximadamente, para estudiar después sobre el dibujo el trazo definitivo más conveniente, y que siga lo más -- cerca posible por la localización encontrada.

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS DE LA LINEA PRELIMINAR.

TRAZO PRELIMINAR.

La línea preliminar es aquella que nos sirve para unir los puntos obligados por medio de líneas rectas.

Sobre el plano obtenido con los datos del reconocimiento, se proyecta la línea preliminar con un compás de puntas, se van marcando los puntos a cada 20 metros, además de las elevaciones que se obtuvieron en el reconocimiento. Con las elevaciones y con las distancias que se obtengan de la planta preliminar, se dibuja un perfil, en el cual se podrá observar la primera idea de las pendientes máximas que se utilizarán en el proyecto definitivo.

En el campo con los datos del proyecto preliminar y la ayuda de un tránsito o teodolito, se procede a trazar la línea preliminar. Se parte de la primera estación, señalando las siguientes a cada 20 metros, colocando trompos con sus respectivas estacas para establecer el kilometraje. Los trompos que representan puntos importantes son marcados con un punto o con una tachuela.

Para el trazo preliminar se harán orientaciones a cada 10 kilómetros por lo menos. El método que se usa para obtener la orientación astronómica es la de "Observación del sol" en dos posiciones, que es el que satisface los requerimientos para caminos.

Después del trazo preliminar, se lleva a cabo la nivelación para conocer el perfil de la línea para apoyar en ella la topografía. Se nivelan con aproximación de un centímetro todas las estaciones y puntos intermedios. Es conveniente referir al nivel del mar este trabajo, para lo cual deberá contarse con alguna referencia geográfica del lugar de trabajo.

CONFIGURACION.

Con los datos de la nivelación y el trazo preliminar, se dibuja el perfil y la planta del terreno, ésta debe ser dibujada por el sistema de coordenadas, por lo que se deberán calcular las coordenadas de cada uno de los puntos de inflexión, para así poder dibujarla.

Existen dos métodos para hacer la configuración: secciones transversales o con puntos aislados de configuración. El método que se usa en caminos, es el de secciones transversales y consiste en trazar uno o más polígonos de apoyo, que en este caso es el trazo preliminar sobre la zona a configurar, luego obtenemos los perfiles o secciones del terreno normales a los lados del polígono.

El seccionamiento se hace de preferencia con un nivel de mano, se trata de ir buscando sobre la dirección normal al polígono cotas cerradas, el procedimiento es el siguiente:

Conocida la altura del ojo del observador, éste se para sobre la estación de cota conocida del polígono, calcula lo que debe leer en el estadal para que este quede sobre el punto que lee de la cota cerrada.

Se ordena al estadalero que se aleje hasta obtener la lectura que le dé dicha cota. Se anota la distancia, se traslada al punto donde está el estadal de cota cerrada ya conocida y realiza los mismos pasos para encontrar el siguiente punto. Las distancias anotadas son de un punto de cota conocida a otra.

Una vez dibujada la planta del eje del camino y marcando todas las estaciones, se dibujan los trazos de las secciones y sobre estos los puntos con las cotas respectivas. Después uniendo con líneas continuas los puntos con cotas iguales, obtendremos así las curvas de nivel que reflejan la configuración del terreno.

TRAZO DEFINITIVO

Satisfechas todas las condiciones necesarias para el dibujo de los planos, se procede al proyecto de la línea definitiva en el gabinete donde generalmente se hacen varios tanteos - hasta lograr el perfil que ofrezca las mejores posibilidades - de compensación de volúmenes, de alineamiento, de la pendiente del camino, etc.

Para llevar al terreno el trazo definitivo, se cuenta con una copia del proyecto elaborado en el gabinete con los siguientes datos: Puntos de intersección, Grado de curvatura, -- Cruces de la línea definitiva con el trazo preliminar o sus -- prolongaciones, Distancias tomadas de diversos puntos de ésta a la línea definitiva y todas sus referencias que sea posible obtener de los planos para su mejor comprobación en el terreno.

Auxiliándose de una cinta de género, se miden en el campo las ordenadas a la preliminar en las estaciones que se tienen marcadas en el proyecto, en cada uno de los puntos así fijados se clava una vara procediéndose después a abrir una brecha, según la alineación de las varas, las que probablemente no marquen una línea recta ya que se cometen errores de apreciación, tanto en el proyecto como en el terreno; ésto se corrige tomando el alineamiento que pasa por el medio de todas ellas, obteniéndose una línea que si no es precisamente la proyectada variará la posición de aquélla en pocos centímetros.

Después de trazadas las tangentes en el terreno, se fijan los puntos de intersección (P.I.) y a partir de ellos se miden las distancias tangenciales calculadas para cada curva con objeto de fijar el principio (P.C.) y el término (P.T.) de las mismas. A partir del P.C. y con los datos calculados, se procede al trazo de la curva. Cuando las tangentes son muy prolongadas se colocan puntos sobre tangentes (P.S.T.), a una distancia no mayor de 200 metros. Todos los puntos antes mencionados deben estar perfectamente bien referenciados sobre puntos visibles como aristas de edificios, cúpulas de iglesias, rocas, -- troncos de árboles, etc. Aunque realmente en el campo se refe

rencian en troncos de árboles y trompos con tachuela con su --
 espectiva estaca, en las que se anota la distancia o cadena--
 miento del trazo.

La nivelación de la línea definitiva se ejecuta en forma -
 similar a la de la línea preliminar siguiendo el cadenamien-
 to de las tangentes y de las curvas de enlace. Se parte de un ban-
 co de nivel ya establecido, colocando más a cada 500 metros a-
 los laterales del camino sobre rocas, troncos de árboles, mojo-
 neras, etc., deben quedar bien referenciados y registrando su-
 número que le corresponde según el kilometraje y especificar -
 claramente su elevación al milímetro.

Muchas veces es necesario hacer modificaciones al trazo ya
 considerado como definitivo, para corregir errores, mejorar --
 pendientes, abaratar la construcción lograr mayor visibilidad-
 o disminuir el costo de operación.

La localización definitiva en el caso especial de este Li-
 bramiento, no fue necesario hacer un trazo preliminar, ya que-
 la topografía permite hacer un trazo directo, que evita todo -
 el estudio preliminar, debido a que la longitud es muy corta -
 nada más fue necesario hacer un recorrido de reconocimiento --
 del lugar para proyectar dicho libramiento.

El proyecto del trazo se realizó prolongando la tangente -
 ya existente del camino a Cuquío, hasta que se librara el pue-
 blo de Ixtlahuacán del Rfo, para después unir esta tangente --
 por medio de una curva horizontal con otra tangente del otro -
 lado de dicho pueblo, para entroncar con la carretera Guadala-
 jara-Salttillo y este entronque debería permitir tener la sufi-
 ciente visibilidad para los vehículos que salieran de dicho li-
 bramiento.

Una vez localizada la línea por donde deberá pasar este li-
 bramiento, se procedió a realizar el trazo de la línea del eje
 del camino; dicho trazo se efectuó mediante un trazo directo -
 que a continuación se describe.

TRAZO DIRECTO.

Como ya se dijo anteriormente, este trazo se hace cuando -
 la topografía lo permite y el trazador tiene la suficiente ca-

pacidad y experiencia, el trazo de la preliminar puede ser definitivo, conociéndose el procedimiento como "TRAZO DIRECTO".- Es más lento que el levantamiento de la poligonal del trazo -- preliminar, pero ahorra todo el trabajo de gabinete y por lo tanto, es el procedimiento más rápido.

El ingeniero trazador tendrá especialmente cuidado en la selección de los vértices de su poligonal, que en este caso serán PI de curvas. Con círculo vertical controlará la pendiente de la línea, cambiándose el aparato donde el terreno lo permita (donde cambie sensiblemente la pendiente general, para poder controlar la pendiente del camino); es decir, se trabajará con el tránsito como si fuera fijando puntos con clisímetro. - Al llegar a un PI, se escogerá en el terreno el grado de curvatura que considere se adapte mejor a la topografía; se calculan las curvas horizontales ahí mismo, se fijan los puntos PC y PT y se traza la curva, corriéndose el kilometraje desde el PC hasta el PT y se traza la curva, de manera que el cadena--- miento del trazo continúe corrido en las curvas y sin igualdades.

En sí, este trazo directo corresponde al alineamiento horizontal del camino, el cual es la proyección sobre un plano horizontal del eje del camino.

Los elementos que integran a este alineamiento son las tangentes y las curvas circulares y las curvas de transición: TANGENTES.- Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la -- prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por Δ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: Punto sobretangente y se le representa por PST.

La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien porque prevalecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón, conviene eliminar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de una tangente entre dos curvas consecutivas, está definida por la longitud necesaria para dar la sobreelevación y ampliación de esas curvas.

CURVAS CIRCULARES.

Las curvas circulares son los arcos de círculo horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más consecutivos de diferente radio.

A) CURVAS CIRCULARES SIMPLES. Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, éstas se denominan curvas simples. En sentido del cadenamamiento, las curvas pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la Figura II) A, y se calcula como sigue:

1. Grado de Curvatura.- Es el ángulo subtenido por un arco de 20 metros. El valor máximo del grado de curvatura responde a cada velocidad de proyecto, está dado por la expresión: $\frac{G_c}{20} = \frac{360^\circ}{2\pi R_c}$ $G_c = \frac{1,145.92}{R_c}$ (1)

2. Radio de la Curva.- Es el radio de la curva circular. Se simboliza como R_c . De la expresión (1) se tiene:

$$R_c = \frac{1,145.92}{G_c} \text{(2)}$$

3. Angulo central.- Es el ángulo subtenido por la curva circular. Se simboliza como Δ_c . En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

4. Longitud de curva.- Es la longitud de arco entre el PC y el PT. Se representa como l_c .

$$l_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c} \dots\dots\dots (3)$$

5. Subtangente.- Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa como ST del triángulo rectángulo PI-O-PT, se tiene:

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta_c}{2} \dots\dots\dots (4)$$

6. Externa.- Es la distancia mínima entre el PI y la curva se representa con la letra E. En el triángulo rectángulo PI-O-PT se tiene:

$$E = R_c \sec \frac{\Delta_c}{2} - R_c = R_c (\sec \frac{\Delta_c}{2} - 1) \dots (5)$$

7. Ordenada media.- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se simboliza con la letra M. Del triángulo rectángulo PI-O-PT, se tiene:

$$M = R_c - R_c \cos \frac{\Delta_c}{2} \dots\dots\dots (6)$$

8. Deflexión a un punto cualquiera de la curva.- Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el punto considerado. Se le representa como θ . Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\theta = \frac{G_c l}{20} \dots\dots\dots (7)$$

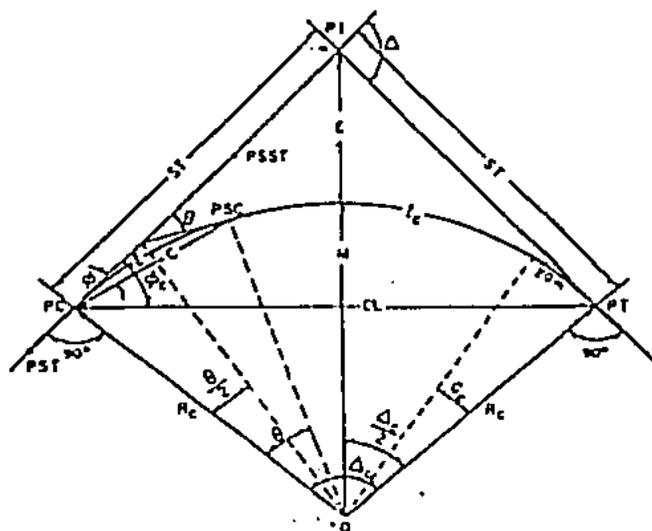
9. Cuerda.- Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva. Se le denomina C. Si esos puntos son PC y el PT, a la cuerda:

$$C = 2R_c \sin \frac{\Delta_c}{2} \dots\dots\dots (8)$$

10. Angulo de la Cuerda.- Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada. Se representa como ϕ . En el triángulo PC-O-PSC, se puede establecer:

$$\phi = \frac{\theta}{2} = \frac{G_c l}{40} \dots\dots\dots (9)$$

Figura II) A. ELEMENTOS DE LA CURVA SIMPLE.



PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
 PC Punto en donde comienza la curva circular simple
 PT Punto en donde termina la curva circular simple
 PST Punto sobre tangente
 PSST Punto sobre subtangente
 PSC Punto sobre la curva circular
 O Centro de la curva circular

Δ Ángulo de deflexión de las tangentes
 Δ_c Ángulo central de la curva circular
 β Ángulo de deflexión a un PSC
 ϕ Ángulo de una cuerda cualquiera
 ϕ_c Ángulo de la cuerda larga
 G_c Grado de curvatura de la curva circular

R_c Radio de la curva circular
 ST Subtangente
 E Externa
 M Ordenada media
 C Cuerda
 CL Cuerda larga
 l Longitud de un arco
 l_c Longitud de la curva circular

CALCULO DE LA CURVA HORIZONTAL.

Hay dos alternativas para proyectar curvas: una consiste en trazar la curva que mejor se adapte y después calcular su grado de curvatura de acuerdo con el radio con que se dibujó; la otra consiste en utilizar curvas de grado determinado y calcular todos sus elementos. Esta segunda alternativa es la recomendable por la facilidad que permite para el cálculo y el trazo en el terreno.

Tomando en cuenta la alternativa recomendada, a continuación se detalla el cálculo de la curva horizontal del libreamiento.

Datos: P.I. = 0 + 820.15

$$\Delta_c = 58^\circ 57' \text{ IZQ.}$$

$$G_c = 4^\circ 00'$$

a) Radio: $R_c = \frac{1,145.92}{G_c} = \frac{1,145.92}{4}$

$$R_c = 286.48 \text{ m.}$$

b) Longitud de Curva:

$$l_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c} = 20 \frac{(58.95)}{4}$$

$$l_c = 294.75 \text{ m.}$$

c) Subtangente:

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta_c}{2} = 286.48 \tan (58.95/2)$$

$$ST = 161.92 \text{ m.}$$

d) Externa:

$$E = R_c \sec (\Delta_c/2) - R_c = 286.48 \sec 29.475 - 286.48$$

$$E = 42.59 \text{ m.}$$

e) Ordenada media:

$$M = R_c - R_c \cos \frac{\Delta_c}{2} = 286.48 - 286.45 \cos 29.475$$

$$M = 37.08 \text{ m.}$$

f) Cuerda larga:

$$C = 2R_c \sin \frac{\Delta_c}{2} = 2(286.48) \sin 29.475$$

$$C = 281.92 \text{ m.}$$

Con los datos ya obtenidos de la curva, podemos calcular los puntos de comienzo y término de la curva:

1) Cálculo del PC (punto de comienzo de la curva).

$$PC = PI - ST = 0 + 820.15 - 161.92$$

$$PC = 0 + 658.23$$

2) Cálculo del PT (punto de término de la curva).

$$PT = PC + l_c = 0 + 658.22 + 294.75$$

$$PT = 0 + 952.97$$

Para el trazo de las curvas en el terreno se utiliza el método de deflexiones a partir del PC; primeramente se fijan con exactitud el PC y el PT de la curva, después obtenemos la deflexión por metro, sustituyendo en la fórmula No. 9 la fórmula No. 3, obteniendo así la deflexión total de la cuerda larga; finalmente se divide entre la longitud de curva y obtenemos la deflexión por cada metro de la curva, el cual se expresa de la siguiente forma:

$$d = \frac{\Delta c/2}{l_c} \quad \text{Donde } d \text{ es el ángulo de la cuerda por cada metro o la deflexión por metro.}$$

En este caso, d es:

$$d = \frac{58.95/2}{294.72} \quad d = 0^{\circ}06'0.04''$$

A continuación se procede a determinar las deflexiones correspondientes a cada estación que esté dentro de la curva. A cada 20.0 metros le corresponden $2^{\circ}00'0.73''$, redondeando tenemos que son 2° , aplicados al cadenamamiento tenemos:

ESTACION	DEFLEXION
PC 0+658.22	0°00'
660.00	0°11'
680.00	2°11'
0+700.00	4°11'
720.00	6°11'
740.00	8°11'
760.00	10°11'
780.00	12°11'
0+800.00	14°11'

ESTACION	DEFLEXION
820.00	16°11'
840.00	18°11'
860.00	20°11'
880.00	22°11'
0+900.00	24°11'
920.00	26°11'
940.00	28°11'
PT 0+952.97	29°28'

Para comprobar que las deflexiones son correctas se debe -
 checar que la deflexión dada del PC al PT sea igual a la mitad
 de la deflexión total de la curva.

$$\frac{\Delta_c}{2} = \frac{58^\circ 57'}{2} = 29^\circ 28'$$

Las deflexiones obtenidas se dan con el tránsito midiendo-
 las distancias correspondientes con cinta.

B) CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS. Son aquellas que están forma-
 das por dos o más curvas circulares simples del mismo senti-
 do y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier
 radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre -
 dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman --
 compuestas directas y cuando son de sentido contrario, com-
 puestas inversas.

En caminos debe evitarse este tipo de curvas, porque intro-
 ducen cambios de curvatura peligrosos; sin embargo, en in-
 tersecciones pueden emplearse siempre y cuando la relación-
 entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de -
 2.0 y se resuelva satisfactoriamente la transición de la so-
 breelevación.

Secuela del cálculo de una curva compuesta simétricamente -
 de tres arcos del círculo, en que los radios de los arcos -
 exteriores son iguales y miden el doble del radio del arco-
 central. Secuela que recomienda la Secretaría de Obras Pú-
 blicas para la intersección de dos caminos.

1. Cálculo del ángulo entre las orillas de las carpetas de los dos caminos por unir, expresado por θ .

$$\theta = 180^\circ - \Delta$$

- a) Se fija una distancia "x" sobre las orillas de las carpetas de ambos caminos a partir de su intersección. (Es recomendable usar 100 m. o más). Ver Figura II)B.

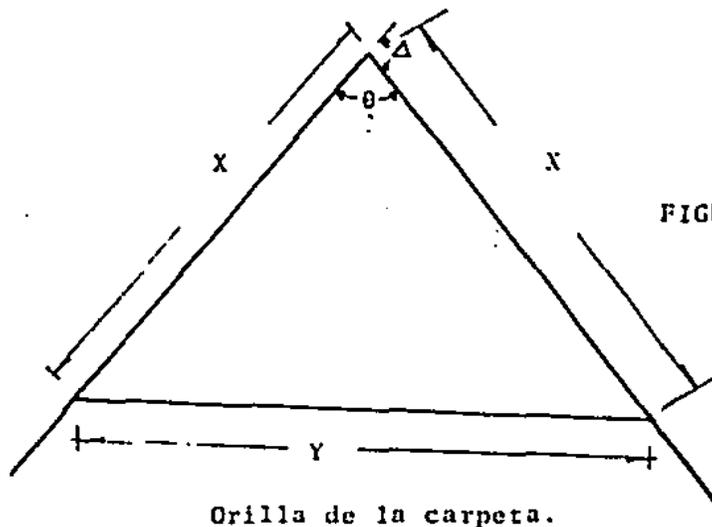


FIGURA II) B.

- b) Se mide la distancia "Y".
 c) Se calcula S, que es la semisuma de los tres lados del triángulo.

$$S = \frac{2X + Y}{2}$$

- d) Se calcula: $\frac{\theta}{2} = \text{ang cos } \pm \sqrt{\frac{S(S-Y)}{X^2}}$

- e) Se obtiene "θ".

2. Determinación de los radios r_1 y r_2 .

- a) Se elige el radio menor (r_2), correspondiente al arco central de acuerdo con la velocidad a la que se pretende diseñar.
 b) Se determina al radio (r_1) de los arcos primero y tercero a partir de la ecuación:

$$r_1 = 2r_2$$

3. Determinación de la longitud del arco central (l_2).

La longitud del arco se busca en la tabla de especificaciones A.A.S.H.O. para el radio (r_2) determinado.

Radio en metros - (r)		30	45	60	75	90	120	150 6 más
Long. del arco circular	Mínima en metros	12	15	18	24	30	36	42
	Deseable en metros	18	21	27	36	42	54	60

TABLA II) C. Determinación de la longitud del arco central.

Usese la longitud del arco deseable.

4. Determinación del ángulo α . Se determina a través de la ecuación:

$$\alpha = 26.64789 (l_2/r_2) + \theta/2 + 90^\circ$$

5. Determinación de la longitud de arco l_1 .

$$l_1 = 0.017453 r_1 (180^\circ - \alpha)$$

Si la longitud l_1 es menor que la mínima marcada por la tabla anterior para el radio r_1 , habrá que aumentar la magnitud de los radios.

6. Cálculo del desplazamiento "d". Se calcula con la ecuación:

$$d = r_2 (1 + \cos \alpha)$$

7. Cálculo de la subtangente. Se obtiene de la ecuación:

$$S.T. = r_2 \operatorname{sen} \alpha + r_2 / \tan \frac{\theta}{2} + d / \tan \frac{\theta}{2}$$

8. Cálculo de las cuerdas c_1 y c_2 .

a) La cuerda c_1 se calcula con la ecuación:

$$c_1 = 2r_1 \operatorname{sen} (180^\circ - \alpha/2)$$

b) La cuerda c_2 se calcula con la ecuación:

$$c_2 = 2r_2 \operatorname{sen} (2\alpha - \theta - 180^\circ/2).$$

En las siguientes figuras se ilustran los detalles para el cálculo y trazo de este tipo de curvas.

Figura II. D. Detalles generales de las curvas compuestas simétricas para el cálculo de éstas.

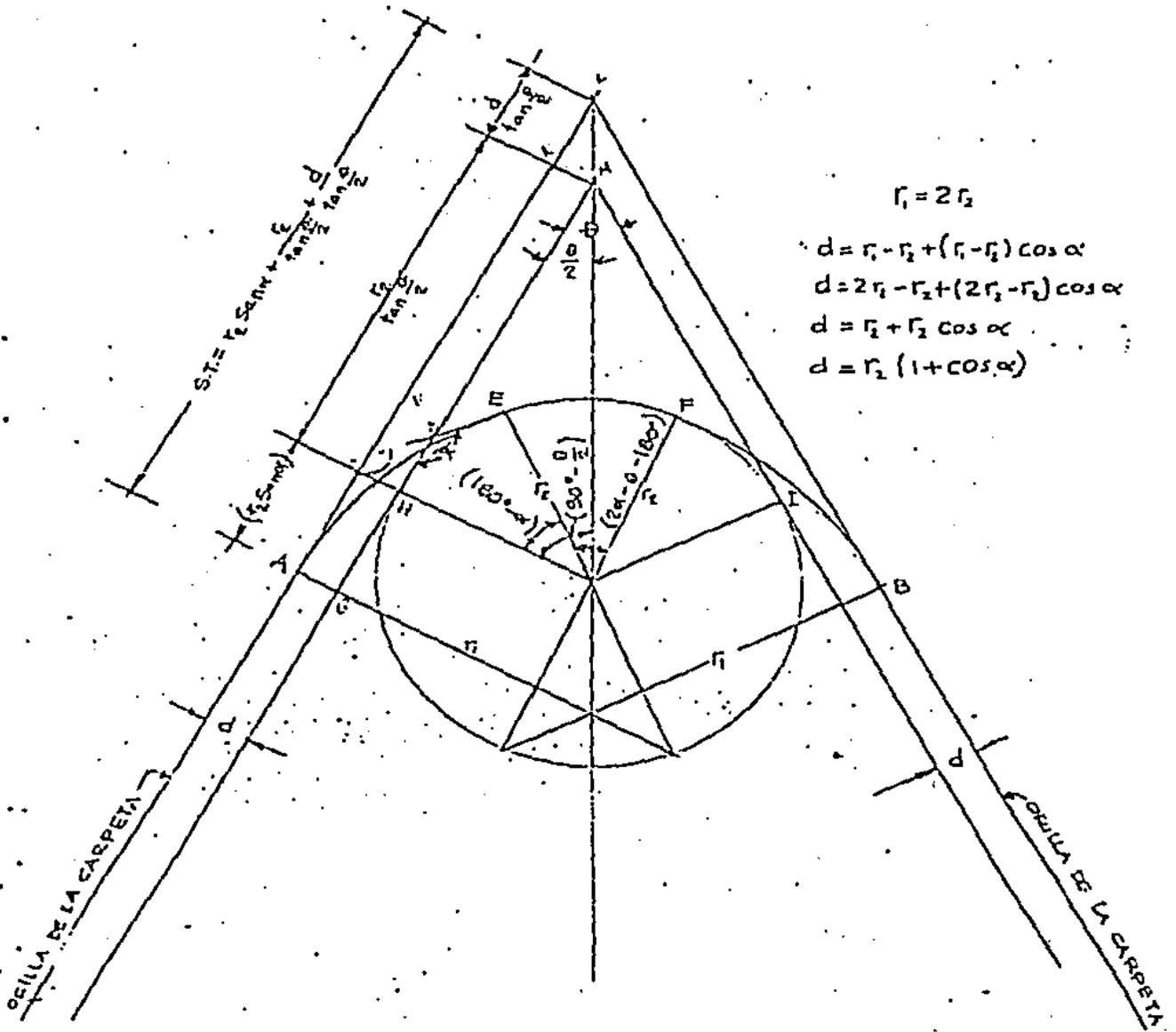


Figura II. E. VALORES DE LAS DEFLEXIONES

Valores de las deflexiones para el trazo en el campo.

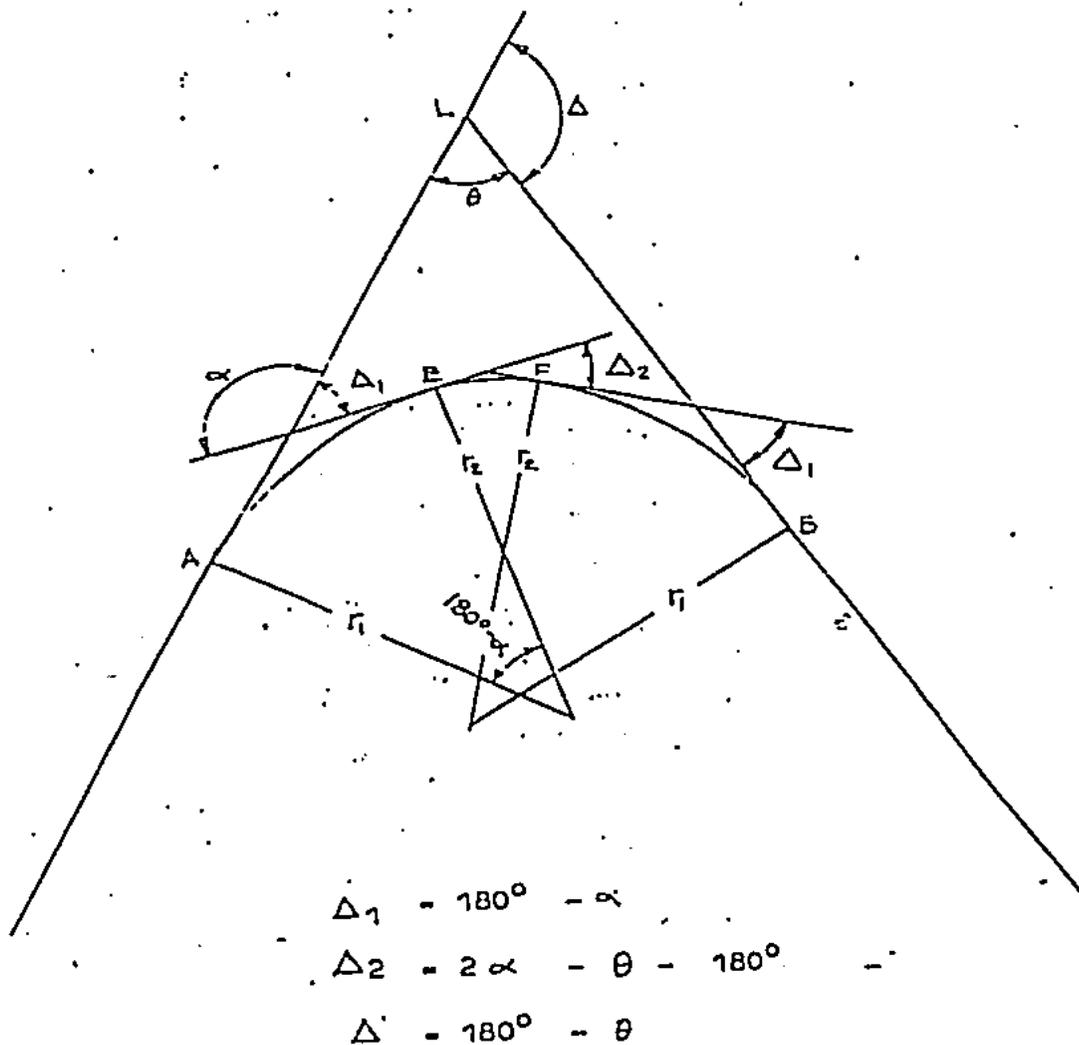
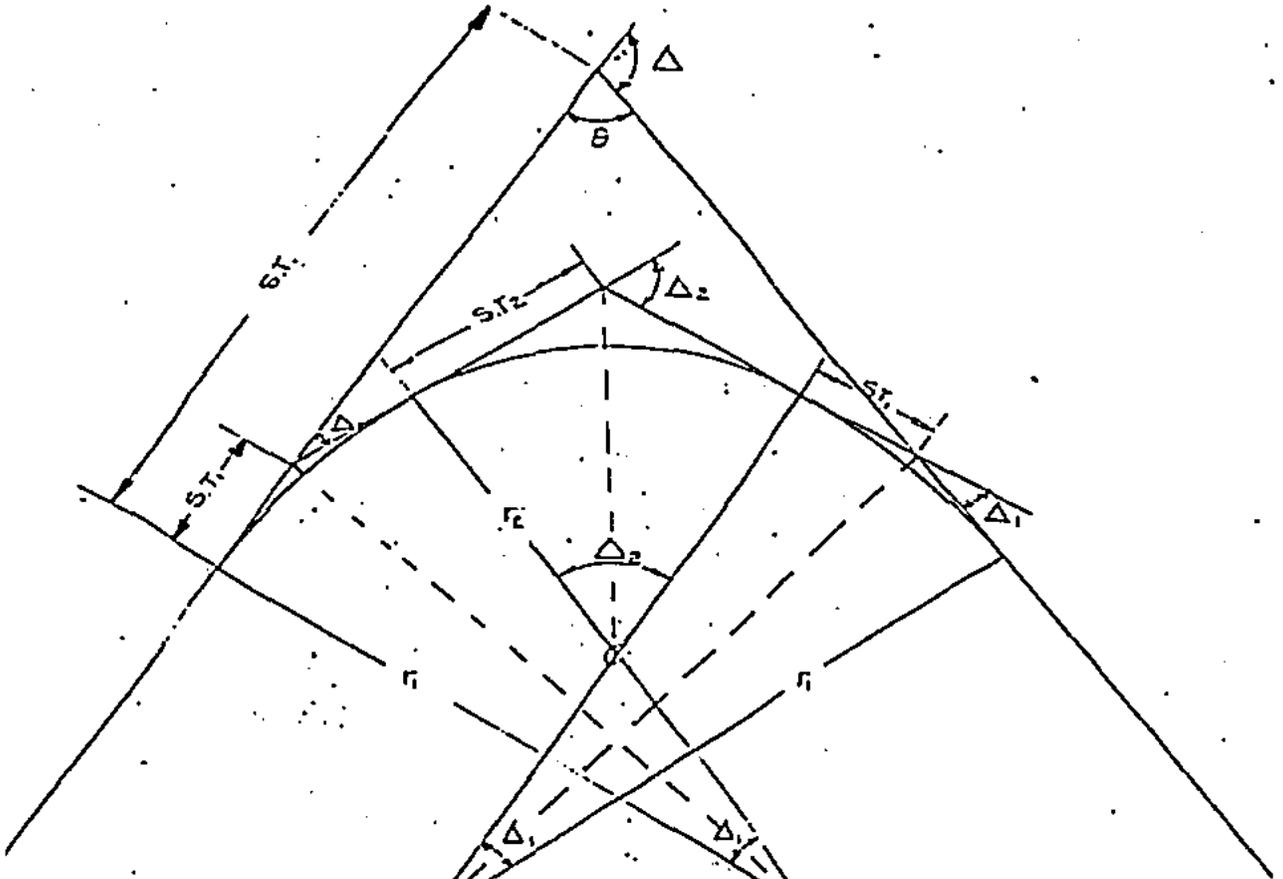


Figura II. P. VALORES DE LAS SUBTANGENTES

Valores de las subtangentes parciales ST_1 y ST_2 , (sobre la orilla de la carpeta) para trazar en el campo.



$$ST_1 = r_1 \tan \left(\frac{\Delta_1}{2} \right) = r_1 \tan \left(\frac{180^\circ - \alpha}{2} \right)$$

$$ST_2 = r_2 \tan \left(\frac{\Delta_2}{2} \right) = r_2 \tan \left(\frac{2\alpha - \theta - 180^\circ}{2} \right)$$

$$ST = r_2 \operatorname{sen} \alpha + \frac{r_2}{\tan \frac{\theta}{2}} + \frac{d}{\tan \frac{\theta}{2}}$$

CALCULO DE LAS CURVAS COMPUESTAS.

Este cálculo se basa en la secuela recomendada por la Secretaría de Obras Públicas (anteriormente expuesto), para las intersecciones, en el caso especial del Libramiento de Ixtlahuacán del Río, éste se entroncará con la carretera Guadalajara-Salttillo en el kilómetro 48+672.00, por lo que fue necesario proyectar las curvas en el entronque; a continuación se presenta el cálculo de estas curvas.

a) Cálculo de la curva simétrica compuesta de salida del Libramiento en el km. 0+000, origen del cadenamamiento del libramiento.

$$\begin{aligned}\Delta &= 93^{\circ}08' \\ \theta &= 180^{\circ} - \Delta = 180^{\circ} - 93^{\circ}08' = 86^{\circ}52'\end{aligned}$$

Tomando el radio mínimo recomendado por la Tabla II)C. de la A.A.S.H.O.

$$\begin{aligned}r_2 &= 30.0 \text{ mts.} \\ r_1 &= 2r_2 = 2(30.0) = 60.0 \text{ mts.}\end{aligned}$$

De la misma tabla obtenemos la longitud de arco central --- usando la longitud del arco deseable, para un radio de 30.0 mts. le corresponden 18 mts., de donde $l_2 = 18$ mts.

$$\begin{aligned}\alpha &= 26.64789 (l_2/r_2) + \theta/2 + 90^{\circ} \\ &= 26.64789 (18/30) + 86.8666/2 + 90 \\ &= 15.9887 + 43.4333 + 90\end{aligned}$$

$$\alpha = 149.42206 = 149^{\circ}25'19.4$$

$$\begin{aligned}l_1 &= 0.017453 r_1 (180 - \alpha) \\ &= 0.017453 (60.0) (180 - 149.42206) \\ &= 1.0478 (30.5780)\end{aligned}$$

$$l_1 = 32.0206 \text{ mts. (mayor que la mínima en tabla II/C.)}$$

$$\begin{aligned}d &= r_2 (1 + \cos \alpha) \\ &= 30.0 (1 + \cos 149.42206)\end{aligned}$$

$$d = 4.1719 \text{ mts.}$$

$$\begin{aligned}ST &= r_2 \operatorname{sen} \alpha + r_2 \tan \theta + d/\tan \theta \\ &= 30.0 \operatorname{sen} 149.42206 + 30.0/\tan 43.433 + 4.1719 \\ &= 15.2613 + 31.6872 + 4.4065 \quad \tan 43.433\end{aligned}$$

$$ST = 51.355 \text{ mts.}$$

$$\begin{aligned}
 c_1 &= 2r_1 \operatorname{sen} \left(\frac{180 - \alpha}{2} \right) \\
 &= 2/60.0) \operatorname{sen} \left(\frac{180 - 149.42206}{2} \right) \\
 &= 120 \operatorname{sen} 15.28897
 \end{aligned}$$

$$c_1 = 31.643 \text{ mts.}$$

$$\begin{aligned}
 c_2 &= 2r_2 \operatorname{sen} \left(\frac{2\alpha - \theta - 180}{2} \right) \\
 &= 2(30.0) \operatorname{sen} \left(\frac{2(149.42206) - 86.8666 - 180}{2} \right) \\
 &= 60.0 \operatorname{sen} 15.98876
 \end{aligned}$$

$$c_2 = 16.527 \text{ mts.}$$

Cálculo de las deflexiones y subtangentes para el trazado de las curvas en el campo:

$$\Delta_1 = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - 149^\circ 25' 19.4$$

$$\Delta_1 = 30'' 34' 41''$$

$$\Delta_2 = 2\alpha - \theta - 180 = 2(149^\circ 25' 149.4 - 86^\circ 52' - 180^\circ)$$

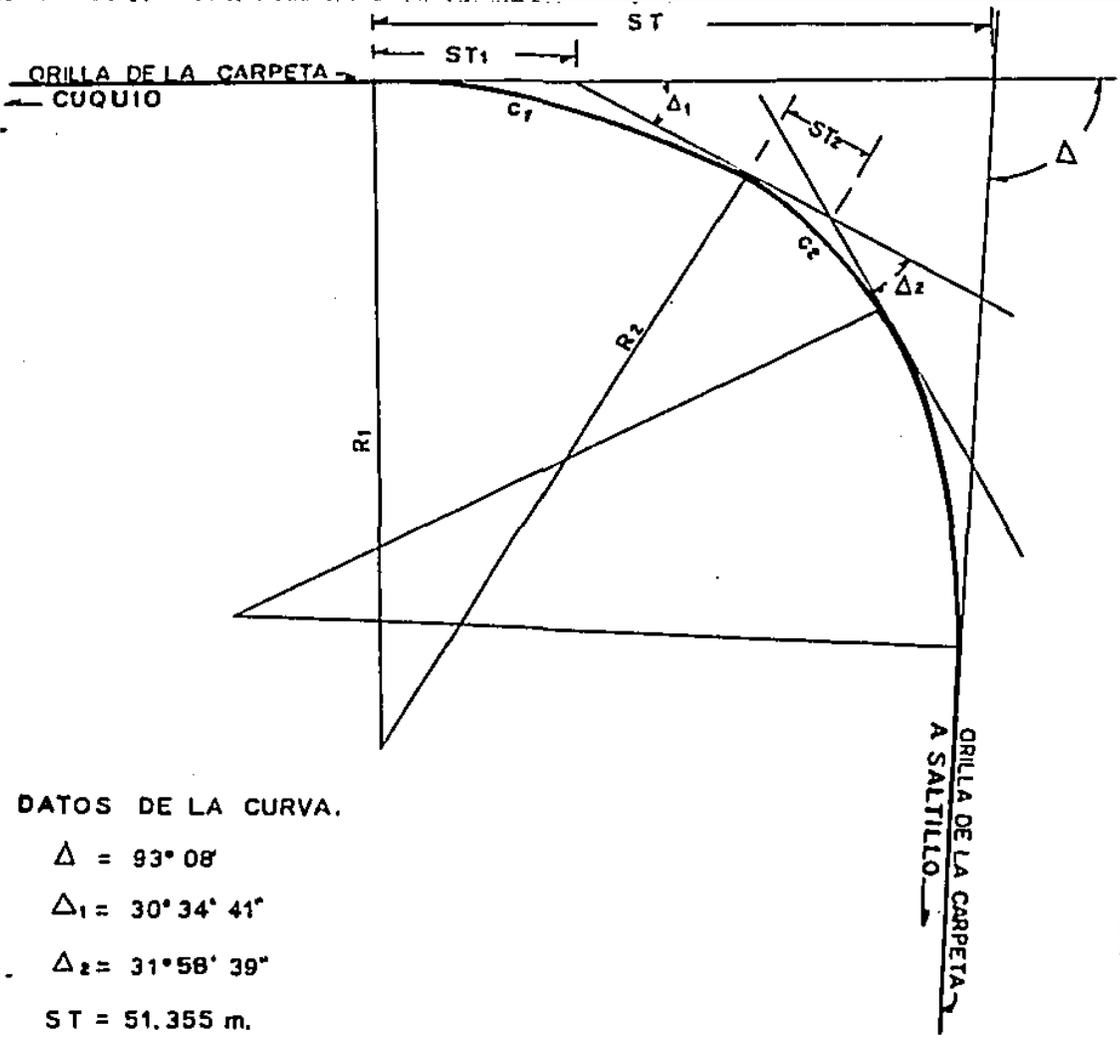
$$\Delta_2 = 31^\circ 58' 39''$$

$$ST_1 = r_1 \tan \left(\frac{\Delta_1}{2} \right) = 60 \tan (15.2890)$$

$$ST_1 = 16.402 \text{ mts.}$$

$$ST_2 = r_2 \tan \left(\frac{\Delta_2}{2} \right) = 30 \tan (15.98874)$$

$$ST_2 = 8.596 \text{ mts.}$$



DATOS DE LA CURVA.

- $\Delta = 93^{\circ} 08'$
- $\Delta_1 = 30^{\circ} 34' 41''$
- $\Delta_2 = 31^{\circ} 58' 39''$
- ST = 51.355 m.
- ST₁ = 16.402 m.
- ST₂ = 8.596 m.
- R₁ = 60.000 m.
- R₂ = 30.000 m.
- C₁ = 31.643 m.
- C₂ = 16.527 m.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE ING. CIVIL	
TESIS PROFESIONAL	
CURVA SIMETRICA CIRCULAR DE SALIDA DEL LIBRAMIENTO EN KM.0+000	
ROGELIO CAMACHO L.	LAMINA No. 3

b) Cálculo de la curva simétrica compuesta de entrada al libramiento en el km. 0+000.

$$\Delta = 86^{\circ}52'$$

$$\theta = 180^{\circ} - \Delta = 180^{\circ} - 86^{\circ}52'$$

$$\theta = 93.1333 = 93^{\circ}08'$$

Igualmente que la curva anterior, tomando el radio mínimo - recomendado por la tabla II.C, tenemos:

$$r_2 = 30.0 \text{ mts.}$$

$$r_1 = 2r_2 = 2(30.0) \text{ de donde } r_1 = 60.0 \text{ mts.}$$

De la misma tabla tenemos que la longitud de arco central:

$$l_2 = 18 \text{ mts.}$$

$$\alpha = 26.64789 (l_2/r_2) + \theta/2 + 90$$

$$= 15.9887 + 46.5666 + 90$$

$$\alpha = 152.5554 = 152^{\circ}33'19.4$$

$$l_1 = 0.017453 r_1 (180 - \alpha)$$

$$= 0.017453 (60.0) (180 - 152.5554)$$

$$= 1.04718 (47.4446)$$

$$l_1 = 28.7394 \text{ mts. (mayor que la longitud mínima - en tabla II.C)}$$

$$d = r_2 (1 + \cos \alpha).$$

$$= 30.0 (1 + \cos 152.5554)$$

$$d = 3.3763 \text{ mts.}$$

$$ST = r_2 \text{ sen } \alpha + r_2 / \tan \frac{\theta}{2} + d / \tan \frac{\theta}{2}$$

$$= 30.0 \text{ sen } 152.5554 + 30 / \tan 46.5666 + 3.376 / \tan 46.566$$

$$= 45.426 \text{ mts.}$$

$$c_1 = 2r_1 \text{ sen } \frac{(180 - \alpha)}{2}$$

$$= 2(60.0) \text{ sen } \frac{(180 - 152.5554)}{2}$$

$$= 120 \text{ sen } 13.7723$$

$$c_1 = 28.466 \text{ mts.}$$

$$c_2 = 2r_2 \text{ sen } \frac{(2\alpha - \theta - 180)}{2}$$

$$= 2(30.0) \text{ sen } \frac{(2(152.5554) - 93.1333 - 180)}{2}$$

$$= 60.0 \text{ sen } 15.98874$$

$$c_2 = 16.527 \text{ mts.}$$

Cálculo de las deflexiones y subtangentes para el trazado de la curva en el campo:

$$\Delta_1 = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - 152^\circ 33' 19.4''$$

$$\Delta_1 = 27^\circ 26' 41''$$

$$\Delta_2 = 2\alpha - \theta - 180^\circ$$

$$= 2(152^\circ 33' 19.4'' - 93^\circ 08' - 180^\circ)$$

$$\Delta_2 = 31^\circ 58' 39''$$

$$ST_1 = r_1 \tan \left(\frac{\Delta_1}{2} \right)$$

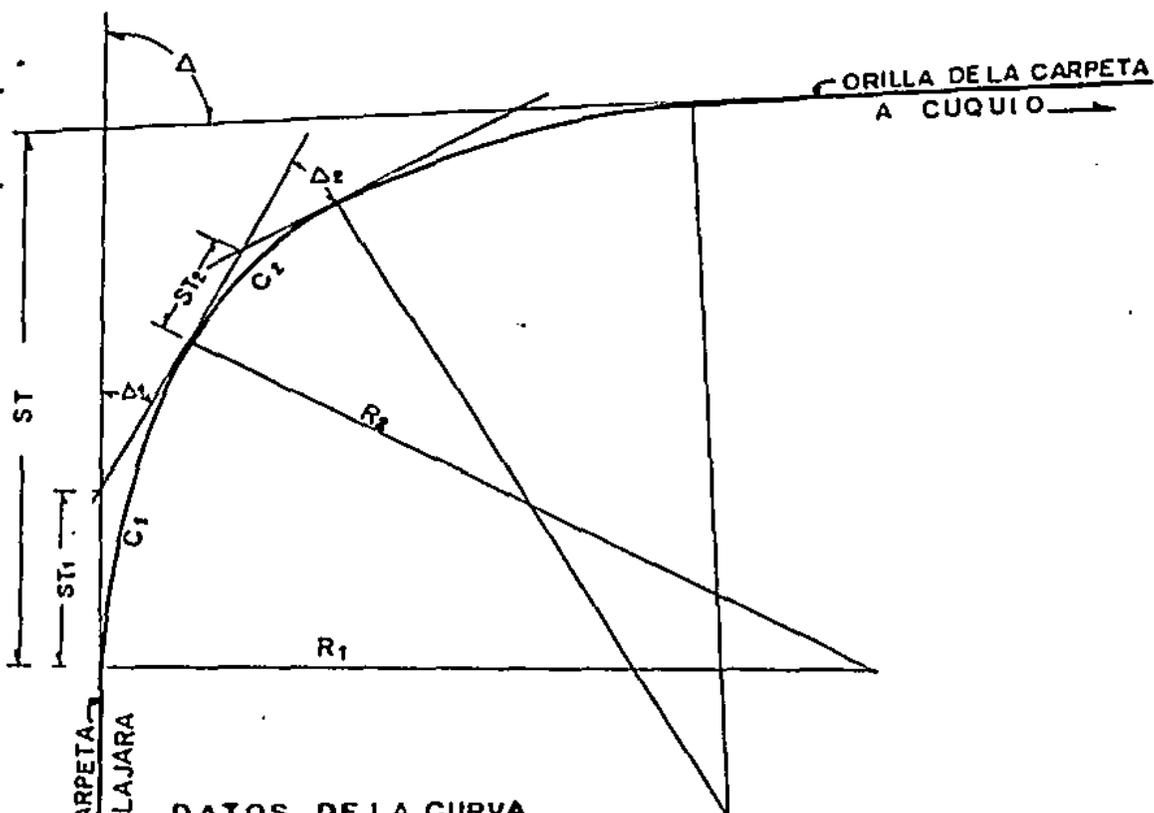
$$= 60 \tan (13.7224)$$

$$ST_1 = 14.652 \text{ mts.}$$

$$ST_2 = r_2 \tan \left(\frac{\Delta_2}{2} \right)$$

$$= 30 \tan 15.9887$$

$$ST_2 = 8.596 \text{ mts.}$$



ORILLA DE LA CARPETA
A GUADALAJARA

DATOS DE LA CURVA

$$\Delta = 86^{\circ} 52'$$

$$\Delta_1 = 27^{\circ} 26' 41''$$

$$\Delta_2 = 31^{\circ} 58' 39''$$

$$ST = 45.426 \text{ m.}$$

$$ST_1 = 14.652 \text{ m.}$$

$$ST_2 = 8.596 \text{ m.}$$

$$R_1 = 60.000 \text{ m.}$$

$$R_2 = 30.000 \text{ m.}$$

$$C_1 = 28.466 \text{ m.}$$

$$C_2 = 16.527 \text{ m.}$$

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE GUADALAJARA

ESCUELA DE ING. CIVIL

TESIS PROFESIONAL

CURVA SIMETRICA CIRCULAR -DE
ENTRADA.. AL LIBRAMIENTO EN KM.0+000

ROGELIO CAMACHO L.

LAMINA No. 4

SOBREELEVACION Y AMPLIACION EN CURVAS

SOBREELEVACION.

La sobreelevación es la pendiente que se dá a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas -- del alineamiento horizontal.

La fórmula para calcular la sobreelevación necesaria en -- una curva circular, está dada por la siguiente expresión:

$$S = 0.00785 \frac{V^2}{R} - \mu$$

en donde:

S - Sobreelevación, en valor absoluto.

V - Velocidad del vehículo, en Km/hr.

R - Radio de curvatura, en m.

μ - Coeficiente de fricción lateral.

Con la expresión anterior, puede calcularse la sobreelevación necesaria para que no deslice un vehículo que circule por la curva a una velocidad dada; sin embargo, algunos problemas -- relacionados con la construcción, operación y conservación de la carretera han mostrado la necesidad de fijar una sobreelevación máxima, admitiéndose cuatro valores. Se usa una sobreelevación máxima de 12% en aquellos lugares en donde no existen -- heladas ni nevadas y el porcentaje de vehículos pesados en la corriente de tránsito es mínimo; se usa un 10% en los lugares -- en donde sin haber nieve o hielo se tiene un gran porcentaje -- de vehículos pesados; se usa el 8% en zonas en donde las heladas o nevadas son frecuentes y, finalmente, se usa un 6% en zonas urbanas.

AMPLIACION.

Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento -- horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula sobre una -- tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho de la tangente. A este sobreaño se le llama ampliación, -- lo cual debe dárse tanto a la calzada como a la corona.

Para caminos de dos carriles, el ancho de la calzada en curva se calcula sumando el ancho definido por la distancia en tre huellas externas (U) de dos vehículos que circulan por la curva; la distancia libre lateral (C) entre los vehículos y en tre éstos y la orilla de la calzada; el sobreancho Fa debido a la proyección de la curva y un ancho adicional z que toma en cuenta la dificultad de maniobrar en la curva.

La ampliación de la calzada en curvas, se dá en el lado in terior; la raya central se pinta posteriormente en el centro de la calzada ampliada. Para pasar del ancho de calzada en tan gente al ancho de calzada en curva, se aprovecha la longitud de transición requerida para dar la sobreelevación, de manera que la orilla interior de la calzada forme una curva suave sin quiebres bruscos a lo largo de ella.

En curvas circulares con espirales, la ampliación en la tan sición puede darse proporcionalmente a la longitud de la tan sición, esto es:

$$A' = \frac{A}{l_e} l$$

En donde:

A' - Ampliación en una sección que está a l metro de la transición de entrada.

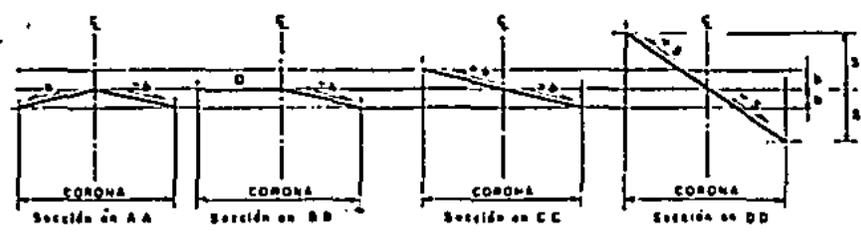
l_e - Longitud de la espiral.

A - Ampliación total en curva. Procediendo de esta manera se tendrá ampliación nula en el TE, ampliación total en la curva y la orilla interior de la calzada tendrá la forma de una espiral modificada.

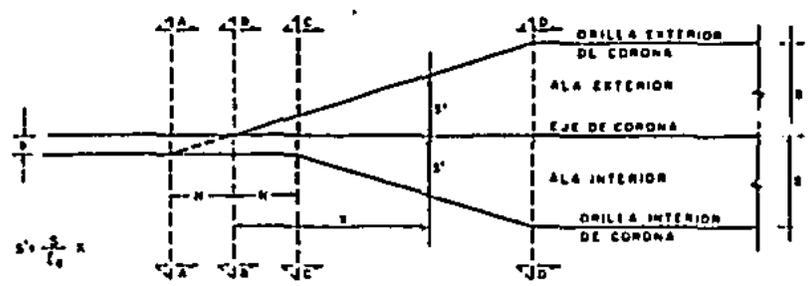
En curvas circulares sin espiral puede seguirse el mismo criterio, pero resultan quiebres que pueden eliminarse durante la construcción.

En la figura II) G. se ilustra el primer procedimiento, in dicando la variación de la sobreelevación y las secciones tan sversales en la mitad de la curva; la otra mitad es simétrica.

SECCIONES TRANSVERSALES



VARIACION DE LA SOBREELEVACION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CON ESPIRALES DE TRANSICION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

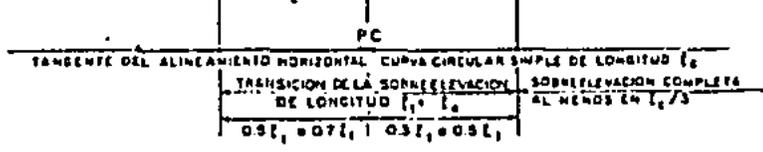


FIGURA II) G. TRANSICION DE LA SECCION EN TANGENTE A LA SECCION EN CURVA GIRANDO SOBRE EL EJE DE LA CORONA

SÍMBOLOS:

- a - Ancho de calzada en tangente
- a_c - Ancho de calzada en curva
- Z - Ampliación en curvas
- V_1 - Vuelto trasero
- V_2 - Vuelto delantero
- DE - Distancia entre ejes
- EV - Entrenca (en este caso igual al ancho total del vehículo)
- C - Distancia libre entre vehículos
- U - Distancia entre huellas externas
- F_2 - Posición del vago delantero
- Z - Sobrancho por dificultad de maniobra

NOTA: Todos los medidos en metros y metros al alineamiento horizontal.

EXPRESIONES PARA EL CALCULO:

$$A = a_c - a$$

$$a_c = 2U + 2C + F_2 + Z$$

$$U = \frac{EV + R - \sqrt{R^2 - DE^2}}{2}$$

$$F_2 = \sqrt{R^2 + V_2(2DE + V_1) - R}$$

$$Z = 0.1 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

Velocidad (v) en m	valor de Z en m
5.50	0.45
6.10	0.60
6.70	0.75
7.30	0.90

Para caminos con $a = 5.50$ en donde se aplica bajo columnas de tránsito puede considerarse que $Z = 0$

GRAFICAS PARA EL CALCULO:

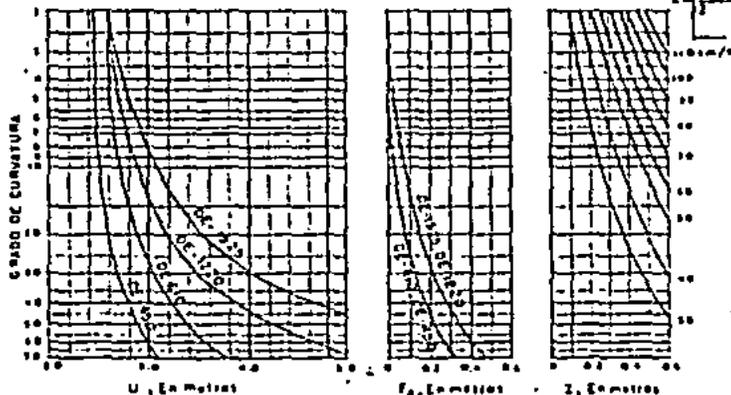
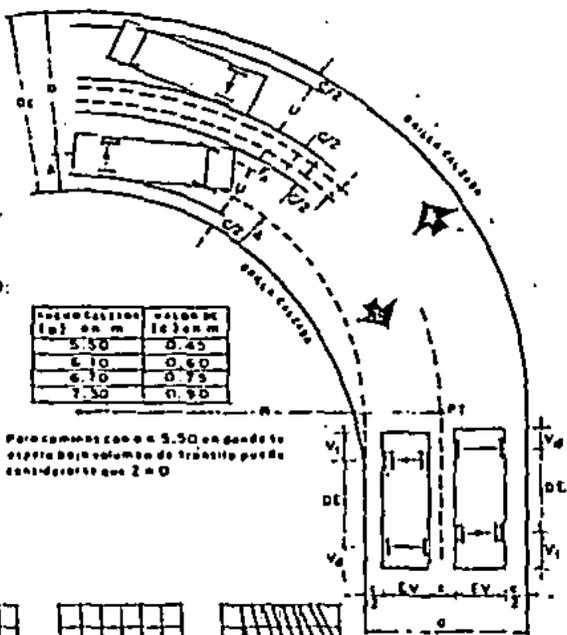


FIGURA II) H. AMPLIACION EN CURVAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.



REGISTRO DEL TRAZO DEL EJE DEL CAMINO.

CAMINO LIBRAMIENTO IXTLAHUACAN DEL RIO.

ROGELIO CAMACHO L.

ESTACION	P V	DEFLEX	DATOS CURVA	R.M.O	OBSERVACIONES															
0+204.42	PST			S 55° E																
202.80	PST																			
0+200																				
180																				
160																				
140																				
120																				
109.36	PST																			
0+100																				
080																				
060																				
040																				
020																				
015.87	PST																			
0+000	P I	36° 52' D																		
					<p>SALTILLO</p> <p>85° 52'</p> <p>GUADALAJARA</p>															
					<p>Km. 0+000 = Km. 48+672 de la Carr. ...</p>															

ESTACION	P V	DEFLEX	DATOS CURVA	R.M.O.	OBSERVACIONES.															
0+480																				
460																				
440					S 56° E															
420																				
0+400																				
386.50	PST																			
380																				
362.00																				
360																				
340																				
326.25	PST																			
320																				
0+300																				
280																				
260																				
240																				
0+220																				

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA 75.

ESTACION	P V	DEFLEX	DATOS CURVA	R.M.O.	OBSERVACIONES.															
0+780		12°11'																		
760		10°11'																		
740		0°11'																		
720		6°11'																		
0+700		4°11'																		
680		2°11'																		
660		0°11'																		
658.22	PC	0°00'																		
640																				
620																				
0+600																				
580																				
0+576.0	PST																			
560																				
540																				
520																				
0+500																				

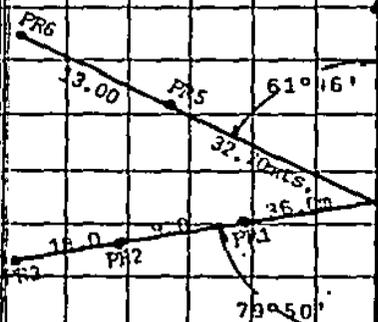
$PI = 0+820.15$
 $= 58°57'$ IZQ.
 $G = 4°00'$
 $ST = 161.93$ mts.

S 56° E

ESTACION	P V	DEPLEZ.	DATOS CURVA	R.M.O.	OBSERVACIONES.															
1+080																				
060																				
040																				
020																				
1+000																				
980																				
0+975.47	PST									N 65° E										
960																				
0+952.97	P T	29°28'								N 65° E										
940		28°11'																		
920		26°11'																		
0+900		24°11'																		
880		22°11'																		
860		20°11'																		
840		18°11'																		
820		16°11'																		
0+800		14°11'																		

$I_C = 294.75$ mts.
 $R_C = 286.48$ mts.
 $E = 42.53$ mts.
 $M = 37.03$ mts.

ESTACION	P V	DEFLEX	DATOS CURVA	R.M.O.	OBSERVACIONES.
1+295.13	PST				Sobre pavimento del camino a Cuquío.
286.70	PST				Termina empedrado.
280					
260					
257.00	PST				Principia Empedrado.
240					
220.07	PST				Termina Casa.
1+ 214.63	PST				Sobre boveda de casa.
1+209.87	PST				Principia Casa.
1+200					
180					
160					
143.20	PST				Centro de brecha.
140					
128.00	PST				PR1, PR2, PR3, PR4 y PR5 Puntos de referencia para localizar el trazo.
120					
1+100					PR7, Sobre poste de C.F.E.



ESTACION	P V	DEFLEX	DATOS CURVA	R.M.O.	OBSERVACIONES.															
0+400	PST			N 56° E	Sobre Pavimento.															
380					"															
360					"															
340					"															
320					Centro del camino a Cuquiso, sobre pavimento.															
1+300	PST				Sobre Pavimento.															

NIVELACION DEL EJE

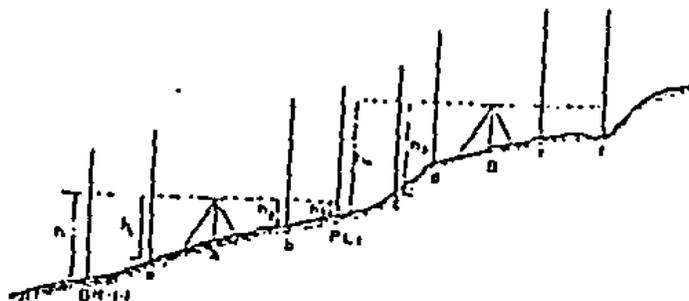
Para conocer el perfil del trazo y además apoyar en la poligonal la topografía que se levante, se nivelan los lados de dicha poligonal para poder tener el perfil del terreno y proyectar la rasante. Tiene por objeto conocer las distintas alturas de los puntos del terreno.

La nivelación directa es la más común y se ejecuta con aparatos llamados niveles, con los que se pueden dirigir visuales horizontales. Se nivelan todas las estacas del trazo y además todos los puntos intermedios interesantes, como son cauces de arroyos, barrancas, canales, etc. Todos estos puntos se nivelan con aproximación de un centímetro únicamente. En algunos casos no alcanza el estadal para hacer las lecturas en estos puntos intermedios, como sucede frecuentemente con arroyos y canales profundos; conviene entonces no mover el nivel sino que, con la cota de alguna de las estaciones, levantar el perfil de esos accidentes del terreno utilizando el nivel de mano.

Siempre que sea posible, la nivelación se referirá al nivel del mar, obteniendo la elevación de una estación del ferrocarril cercana, de un puente de ferrocarril, de un puente de un camino, etc.; cuando ésto no sea factible, se partirá de una cota arbitraria para el primer banco fijo.

En terrenos planos y ondulados, se fijarán bancos de nivel a cada 500 metros; esta distancia disminuirá conforme el terreno se hace más accidentado y en terreno escabroso puede llegar a ser conveniente fijar bancos a cada 100 metros. Cada banco se enumerará por el kilómetro en que se encuentra y el número de orden que le corresponde a ese kilómetro.

El procedimiento que se sigue es el siguiente: Colocando y nivelando el aparato en A, se visa el primer punto de cota conocida, que en este caso se supone que es el BN 1-1. Ver la siguiente figura.



Conociendo la cota de BN 1-1 y añadiéndole la lectura en h en ese punto, tendremos la altura del aparato en A; por lo tanto, si esa altura se le restan las lecturas en los puntos a y b, conoceremos la cota en esos puntos; cuando no pueda hacerse ya mayor número de lecturas, en la última, que en este caso de la figura anterior, es punto de liga PL_1 , se deduce la altura h_3 en ese lugar; se cambia el aparato a B y para mismo punto - PL_1 se hace la lectura h_4 que sumada a la cota del PL_1 nos da la altura del aparato en B; se procede a leer el estadal colocado en c, d, e, f, etc., para en forma semejante a como se hizo en A, conocer la cota de puntos; es decir, restando siempre a la altura del aparato la lectura del estadal en un punto dado, se obtiene la cota de ese punto.

Los bancos de nivel y los puntos de liga se leen al milímetro; las estaciones del trazo y los accidentes del terreno, se leen al centímetro.

ESPECIFICACIONES PARA NIVELAR.

La precisión en estos trabajos depende de muchos factores - pero básicamente, además del aparato que se utilice, depende del cuidado y experiencia del nivelador y del refinamiento con que se lleven.

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

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

El error depende en gran parte del número de puestas de aparato, por lo que equivale a decir, de la distancia nivelada.

Entonces, para una misma distancia recorrida será mayor el error en terreno accidentado que en terreno plano donde se requieren menos cambios de aparato, y las visuales atrás y adelante se pueden ir haciendo igualdades fácilmente, lo cual es muy importante para este trabajo.

También se ha observado que lo más conveniente para nivelar un tramo definido, entre bancos, es que sea un mismo observador el que lo haga hasta finalizar, y en el mismo día, en forma continua sin interrupciones, pues todas las operaciones, tanto del nivelador como los estadaleros, (manuales, musculares e intelectuales), se mecanizan y se hacen rutinariamente logrando una uniformidad que se traduce en mayor precisión y velocidad del trabajo.

Por todo lo anterior, las tolerancias para nivelaciones que recomiendan los textos, varían algo de uno a otro, pues muchos consideran sólo los errores accidentales y otros los factores de trabajo.

TOLERANCIAS.

- a) La nivelación entre dos puntos puede comprobarse regresando al punto inicial; al encontrar de regreso la cota del punto inicial se observará que es diferente. La diferencia no será mayor de $0.01 \sqrt{P}$, donde P es la distancia en kilómetros sumando la ida y el regreso.
- b) Si se nivela entre dos puntos de cotas conocidas, la diferencia que se observará al llegar a la ida, no será mayor de $0.02 \sqrt{P}$; en este caso, la tolerancia es la doble de la del caso a) porque cada uno de los dos puntos de apoyo de la nivelación tienen ya un error medio.
- c) Se puede llevar una nivelación y al mismo tiempo ir haciendo la comprobación, conservando la altura del aparato en cada lugar, pero de hecho llevando dos nivelaciones mediante el empleo de diferentes puntos de liga. Se recomienda llevar dos registros, como si en realidad se tratara de dos nivelaciones. Si las visuales entre PL son de 100 metros aproximadamente, la tolerancia puede ser $0.15 \sqrt{P}$.
- d) A semejanza del caso c), puede llevarse otra nivelación, conservando los mismos puntos de liga y en cambio variando la altura del aparato. La tolerancia en este caso puede ser $0.02 \sqrt{P}$.

Siguiendo las especificaciones o recomendaciones y la secuencia antes citada para la nivelación del eje del camino, a continuación se presenta el registro de la nivelación del eje del libramiento de Ixtlahuacán del Río, el cual es un reflejo de la secuencia que se sigue.

La nivelación se realizó, poniendo bancos de nivel a cada 500 metros, por lo que la tolerancia permisible es la siguiente:

Tolerancia = $\pm 0.02 \sqrt{P}$, donde P es la distancia en kilómetros sumando la ida y el regreso.

En este caso P = 1 Km., de donde la tolerancia es:

Tolerancia = $\pm 0.02 \sqrt{1}$

Tolerancia = $\pm 0.02 \text{ m.} = \pm 2 \text{ cm.}$

Teniendo ya las cotas de todos los puntos del terreno y sus distancias, se dibuja el perfil del trazo. En el caso particular del Libramiento, se presenta el perfil del camino en la lámina global donde aparecen la mayoría de los datos de construcción en el capítulo III.

REGISTRO DE LA NIVELACION DEL EJE.

CAMINO : LIBRAMIENTO DE IXTLAHUACAN DEL RIO.

ROGELIO CAMACHO L.

ESTACION	+	Cota Aparato	—	Puntos	COTAS	OBSERVACIONES
BN 0-1					1538.931	
0+000	0.952	1539.883		1.45	38.43	
003.5				1.53	38.35	Sobre corona del pavimento.
007.5				1.65	38.23	Sobre acotamiento.
011				1.81	38.07	
012.7				2.06	37.82	
014.6				1.99	37.89	
015.1				1.41	38.47	BN 0-1 Sobre viga fija en cimiento de barda a 26 m.
015.8				1.27	38.61	así a la derecha de la esta-
017.0				1.52	38.36	cion (+020. Nivelacion:
020				1.66	38.22	1538.931).
021				2.05	37.83	
021.1				2.27	37.61	Fondo canal de riego (de concreto)
021.5				2.27	37.61	"
021.6				2.04	37.84	
022.7				1.70	38.18	Principia terreno de cultivo.
040				1.99	37.99	
060				2.32	37.56	
080				2.59	37.29	
0+100				2.95	36.93	
109.38				3.23	36.65	P.T
P.L	0.283	1537.609	2.557		1537.326	
120				1.47	36.14	
140				1.94	35.67	
160				2.59	35.02	
180				3.27	34.34	
193.1				3.60	34.01	

ESTACION	+	Cota Aparato	-	Puntos	COTAS	OBSERVACIONES.
0+382.4		1523.731		2.07	21.66	
386.5				1.08	22.65	
0+400				0.98	22.75	
420				0.08	23.65	
P L	3.912	1527.570	0.073		1523.658	
430.6				2.84	24.73	
437.9				2.10	25.47	
440				1.66	25.91	
P L	3.668	1530.882	0.356		1527.214	
460				3.47	27.41	
480				2.00	28.88	
0+500				0.42	30.46	
BN. 0-2			0.453		1530.429	BN. 0-2 Sobre roca fija a 34 m. Izd. de
R E G R E S O			Para	la	Nivelación	la estación 0+488.40 con una -
BN. 0-2	1.421		checcar	la	Nivelación	Elev. promedio = 1530.429.
P L	3.939		1.222			
P L	3.939		0.899			Revisión de la Nivelación:
P L	2.551		0.274			Suma de lecturas: + = 11.85
BN. 0-1			0.952		1538.932	- = 3.347
						Diferencia = + 8.503 = Desni-
BN. 0-2	3.595	1534.024			1530.429	vel.
0+520				2.29	31.73	Cota del BN. 0-1 de regreso es:
540				0.79	32.23	= 1530.429 + 8.503 = 1538.932
P L	3.551	1537.456	0.119		1533.905	Diferencia de lns dos cotas del BN. 0-1
560				3.40	34.06	es= 1538.932 - 1538.931 = 0.001 menor
571.5				2.63	34.83	que la tolerancia permitida por lo tanto
576				1.83	35.63	la nivelación está bien.
580				1.67	35.79	
0+600				0.58	36.88	
P L	3.711	1541.136	0.031		1537.425	
620				3.51	37.63	
640				2.95	38.21	
0+658.22				2.64	38.50	P.C.
660				2.62	38.52	I
680				2.35	38.79	

ESTACION	+	⌘ Cota Aparato	-	Puntos	COTAS	OBSERVACIONES.
0+700		1541.136		2.10	39.04	
718				2.10	39.04	
720				2.31	38.83	Canal de riego.
720.5				2.52	38.52	
720.8				2.62	38.52	Fondo del canal de riego.
722.6				2.07	39.07	
740				2.18	38.96	
760				2.22	38.92	
780				2.28	38.86	
0+800				2.34	38.80	
820				2.29	38.85	
840				2.50	38.64	
860				2.60	38.54	
880				2.66	38.48	
0+900				2.68	38.46	
920				2.56	38.58	
940				2.52	38.62	
952.97				2.44	38.70	P.T
P L	3.168	1542.509	1.795		1539.341	
957.20				3.77	38.74	
960 ^l				3.18	39.33	
960.6				3.58	38.93	Canal de riego de concreto.
961				3.58	38.93	"
961.6				3.17	39.34	
963.7				3.74	38.77	
969.8				3.58	38.93	
974				3.27	39.24	
952.47				3.29	39.22	P.G.T.
980				3.25	39.25	
1+000				3.14	39.37	
020				2.92	39.59	
040				2.69	39.82	
048				2.18	40.33	
060				2.04	40.47	
080				1.61	40.90	

ESTACION	+	Cota Aparato	-	Puntos	COTAS	OBSERVACIONES.
1+100		1542.509		1.46	41.05	Poste de teodol. a 100 mts. izq
BN. 1-1			0.883		1541.626	
	R E G	R E S O	para elevar la			
		Nivel	ción.			
BN 1-1	1.409				1541.626	BN 1-1 Sobre gradas en cruz en tronco
P L	0.944		3.362			de guayabo a 56.80 mts. dcha
P L	0.499		0.638			cha de estación 1+120.0
P L	0.496		3.094			Elevación prom: 1541.630
P L	0.199		3.887			
BN 0-2			3.809		1530.473	Sumas de lecturas : + 3.587
						- 10.790
						Diferencia = - 11.203
						Cota del BN. 0-2 = 1541.626 - 11.203
						= 1541.626
						Diferencia de las dos cotas del BN. 1-1
						es: 1530.479 - 1530.473 = 0.006 menor
						que la tolerancia permitida por lo tanto,
						la nivelación está bien.
BN. 1-1	1.227	1542.857			1541.630	
1+120				1.63	41.23	
128				1.57	41.29	
129.6				1.49	41.37	
130.6				3.29	39.57	Fondo del arroyo
132.2				3.29	39.57	
134.6				2.66	40.00	
137.3				2.22	40.64	
140				2.00	40.86	Orilla brecha.
143.1				1.94	40.92	Centro de brecha.
146.4				2.02	40.84	Orilla brecha.
146.9				1.60	41.20	
148				1.58	41.28	
150				0.54	42.43	
151.0				0.53	42.33	

ESTACION	+	Cota Aparato	-	Puntos	COTAS	OBSERVACIONES.
1+152		1542.857		0.94	41.92	
153.3				0.94	41.92	
153.5				0.77	42.09	
160				0.73	42.13	
180				0.52	42.34	
P L	1.259	1543.970	0.146		1542.711	
1+200				1.25	42.72	
209.87				1.03	42.94	Principia casa.
220						Dentro de la casa.
220.07				0.69	42.38	Termina casa.
236.5				0.45	43.52	
240				1.16	42.81	
242				1.07	42.90	
247.1				0.67	43.30	
250.6				0.55	43.42	
P L	3.867	1547.529	0.128		1513.842	
257.1				3.54	43.99	Principia empadrado.
260				3.43	44.10	
280				2.81	44.72	
1+286.7				2.48	45.05	Termina empadrado. Principia pavimento.
1+300				1.90	45.63	Sobre pavimento.
320				1.05	46.48	"
340				0.36	47.17	"
P L	2.099	1549.173	0.455		1547.074	"
360				1.34	47.83	"
480				0.73	48.44	Sobre pavimento.
P L	0.678	1545.857	3.904		1545.179	
BH 1-2			0.908		1544.909	BH 1-2 Sobre equi a 12. base monu- mento a 10.50 m. izd. de la -- estación 1+277.60 Elevación prom. = 1544.913
BH 1-2	0.518				1544.909	
BH 1-1			3.805		1541.622	Diferencia de cotas del BH 1-1 es: 1541.626 - 1541.622 = 0.004 menor que la permisible, por lo tanto la nivelación está bien

SECCIONES TRANSVERSALES

Una vez que se ha trazado en el terreno la línea definitiva y se ha nivelado, se procede a sacar una sección transversal del terreno en cada estación de 20 m. y en todos aquellos puntos intermedios en que el terreno sea accidentado, o presente cambios notables con respecto a las estaciones completas de 20 metros que le anteceden o siguen.

Estas secciones o perfiles del terreno, normales al eje proyectado en planta, se obtienen siguiendo el kilometraje y a ambos lados. Si el terreno es muy uniforme, podrán sacarse cada 40 ó 60 metros, pero para efectos de cálculo se recomienda hacerse a cada 20 metros.

El procedimiento que se sigue en el campo para obtenerlas es el siguiente: Se coloca el seccionador en la estación desde la cual se va a obtener la sección y determina la línea normal al trazo que llevará la sección, parándose con los brazos extendidos apuntando uno hacia adelante y el otro hacia atrás; al cerrarlos, las dos manos juntas apuntarán en dirección normal al trazo, se coloca una baliza en esta dirección, para que no se pierda el eje de la sección que se determinará, se coloca el seccionador a una distancia aproximada de 10 m. para hacer las lecturas con un nivel de mano, y con la ayuda de la cinta y el estadal se obtienen los desniveles en los puntos intermedios de los 20 m. en donde cambie la topografía del terreno, estos desniveles se obtienen en base a la estación en que se obtendrá la sección, es decir, que los desniveles serán al eje del camino, para después proyectar las secciones de construcción.

El registro se lleva mediante quebrados, en los cuales se especifican los desniveles en el numerador y la distancia correspondiente a cada desnivel en el denominador, se ponen tantos quebrados como puntos de obtuvieron a ambos lados, considerando el sentido en que avanza el trazo, y al centro se indica la estación.

Siguiendo el procedimiento antes citado, se obtuvieron las secciones transversales del Libramiento de Ixtlahuacán del Río y a continuación se presenta el registro de campo.

Las secciones se obtuvieron mínimo a cada 20 metros y en los puntos intermedios donde se necesitaba obtener otra sección, para obtener mayor precisión en el cálculo de la curva masa, que es en la que se basan los volúmenes de material.

En los puntos intermedios se especifica el desnivel que existe entre un punto que se conoce su cota, para obtener después la cota del punto intermedio, para después, en las secciones de construcción obtener el espesor de corte o terraplén según lo señala la rasante.

REGISTRO DE CAMPO PARA LAS SECCIONES DE CONSTRUCCION.

CAMINO : LIBRAMIENTO DE IXTLAHUACAN DEL RIO.

ROGELIO CAMACHO

DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.		EJE DEL CAMINO	DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.													
Sobre pav.	$\frac{-0.2}{20.0}$	0 + 000 (centro camino)	$\frac{+0.6}{20.0}$	Sobre pav.												
Sobre corona	$\frac{-0.2}{20.0}$	003.30 (00/0+000)	$\frac{+0.6}{20.0}$	Sobre corona.												
	$\frac{-0.2}{20.0}$	010.90 (+0.2/0+000)	$\frac{-0.1}{8.9}$	$\frac{-0.2}{20.0}$												
$\frac{-0.2}{20.0}$	$\frac{0.0}{16.4}$	$\frac{-0.1}{3.5}$	014.80 (+0.5/0+000)	$\frac{0.0}{0.8}$	$\frac{+0.7}{1.4}$	$\frac{+0.9}{12.8}$	$\frac{+0.2}{15.3}$	$\frac{+0.9}{16.4}$	$\frac{+0.7}{20.0}$							
$\frac{-1.1}{20.0}$	$\frac{-0.9}{6.6}$	$\frac{0.0}{5.1}$	015.10 (+0.25/0+020)	$\frac{0.0}{8.2}$	$\frac{+0.2}{20.0}$											
$\frac{0.0}{20.0}$	$\frac{-0.1}{17.5}$	$\frac{+0.1}{0.7}$	0 + 020	$\frac{-0.1}{1.0}$	$\frac{-0.3}{2.7}$	$\frac{-0.3}{9.4}$	$\frac{+0.1}{12.8}$	$\frac{+0.1}{20.0}$								
$\frac{+0.2}{20.0}$	$\frac{+0.5}{6.1}$	$\frac{+0.1}{3.5}$	020.80 (-0.32/0+020)	$\frac{0.0}{2.0}$	$\frac{-0.2}{4.0}$	$\frac{-0.2}{10.0}$	$\frac{+0.1}{13.8}$	$\frac{+0.5}{14.8}$	$\frac{+0.5}{20.0}$							
$\frac{-3.5}{20.0}$	$\frac{+0.7}{7.8}$	$\frac{+0.3}{4.7}$	$\frac{+0.3}{1.8}$	$\frac{0.0}{1.1}$	021.20 (-0.55/0+020)	$\frac{0.0}{2.0}$	$\frac{+0.3}{6.8}$	$\frac{0.0}{9.5}$	$\frac{0.0}{12.0}$	$\frac{+0.3}{13.0}$	$\frac{+0.4}{14.0}$	$\frac{+0.7}{20.0}$				
$\frac{-2.2}{20.0}$	$\frac{+0.3}{10.0}$	$\frac{+0.0}{4.4}$	$\frac{+0.3}{1.9}$	$\frac{-0.3}{0.7}$	021.60 (-0.32/0+020)	$\frac{0.0}{2.1}$	$\frac{+0.3}{4.0}$	$\frac{+0.3}{9.5}$	$\frac{+0.1}{12.5}$	$\frac{-0.1}{14.7}$	$\frac{-0.1}{15.5}$	$\frac{+0.1}{16.4}$	$\frac{+0.6}{20.0}$			
$\frac{-2.1}{20.0}$	$\frac{0.0}{13.7}$	$\frac{-0.4}{11.1}$	$\frac{-0.3}{8.8}$	$\frac{-0.6}{7.7}$	$\frac{-0.6}{6.6}$	$\frac{-0.3}{5.0}$	$\frac{0.0}{1.7}$	022.80 (00/0+020)	$\frac{-0.2}{11.5}$	$\frac{-0.1}{14.8}$	$\frac{-0.4}{15.1}$	$\frac{-0.4}{15.8}$	$\frac{-0.1}{16.3}$	$\frac{-0.1}{16.9}$	$\frac{+0.2}{17.7}$	$\frac{+0.3}{20.0}$
	$\frac{-0.3}{20.0}$	040	$\frac{+0.2}{20.0}$													
	$\frac{-0.4}{20.0}$	060	$\frac{+0.3}{20.0}$													
	$\frac{-0.4}{20.0}$	080	$\frac{+0.3}{20.0}$													
	$\frac{-0.5}{20.0}$	0+100	$\frac{+0.2}{20.0}$													

DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.			EJE DEL CAMINO	DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.		
$\frac{-0.2}{20.0}$	$\frac{0.0}{14.7}$	$\frac{-0.1}{8.8}$	0 + 120	$\frac{+0.3}{20.0}$		
	$\frac{-0.3}{20.0}$		140	$\frac{+0.3}{20.0}$		
	$\frac{-0.6}{20.0}$		160	$\frac{+0.5}{20.0}$		
	$\frac{-0.3}{20.0}$		180	$\frac{+0.4}{20.0}$		
$\frac{-0.9}{20.0}$		$\frac{-0.3}{8.3}$	192.90 (-0.13/0+180).	$\frac{+0.3}{20.0}$		
$\frac{+0.4}{20.0}$	$\frac{+0.1}{12.8}$	$\frac{0.0}{11.4}$	0 + 200	$\frac{+0.3}{13.3}$		$\frac{+0.4}{20.0}$
$\frac{-0.1}{20.0}$	$\frac{+0.5}{10.2}$	$\frac{+0.3}{2.7}$	202.80	$\frac{+0.3}{20.0}$		
$\frac{-0.4}{20.0}$	$\frac{-0.1}{8.3}$	$\frac{+0.1}{3.3}$	204.42 PST	$\frac{-0.2}{13.5}$		$\frac{-0.1}{20.0}$
	$\frac{-0.5}{20.0}$		220	$\frac{+0.5}{20.0}$		
	$\frac{-0.3}{20.0}$		240	$\frac{+0.4}{20.0}$		
	$\frac{-0.2}{20.0}$		260	$\frac{+0.4}{20.0}$		
	$\frac{0.0}{20.0}$		280	$\frac{0.0}{20.0}$		
	$\frac{+0.1}{20.0}$		0 + 300	$\frac{-0.1}{20.0}$		
$\frac{+0.3}{20.0}$		$\frac{+0.3}{10.4}$	306.90 (-0.4/0+300)	$\frac{-0.1}{20.0}$		
$\frac{+1.2}{20.0}$		$\frac{+1.1}{17.2}$	320	$\frac{-0.5}{13.6}$		$\frac{-0.8}{20.0}$
$\frac{0.0}{20.0}$	$\frac{-0.4}{11.0}$	$\frac{-0.1}{7.9}$	0+327.20 (-0.2/0+320)	$\frac{-0.6}{10.9}$		$\frac{-1.1}{20.0}$
$\frac{-0.4}{20.0}$	$\frac{-0.4}{5.2}$	$\frac{+0.1}{2.5}$	334.90 (+0.9/0+340)	$\frac{0.0}{5.0}$	$\frac{-0.1}{9.6}$	$\frac{+0.2}{15.9}$
						$\frac{0.0}{20.0}$

DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.				EJE DEL CAMINO	DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.			
$\frac{+0.4}{20.0}$		$\frac{+0.3}{2.6}$		0+336.20 (+0.45/0+340)	$\frac{0.0}{1.5}$	$\frac{-0.1}{9.2}$	$\frac{+0.6}{10.2}$	$\frac{+0.7}{20.0}$
$\frac{-2.0}{20.0}$	$\frac{+0.3}{7.7}$	$\frac{+0.1}{7.3}$	$\frac{0.0}{4.4}$	340	$\frac{-0.2}{8.2}$	$\frac{-0.5}{11.4}$	$\frac{-0.7}{20.0}$	
$\frac{+0.2}{20.0}$	$\frac{0.0}{17.1}$	$\frac{0.0}{10.3}$	$\frac{-0.1}{1.5}$	354.30 (-0.8/0+340)	$\frac{0.0}{0.5}$	$\frac{-0.9}{7.3}$	$\frac{-1.3}{20.0}$	
	$\frac{0.0}{20.0}$			360		$\frac{-0.1}{20.0}$		
	$\frac{-0.3}{20.0}$			362.50 (+0.14/360)	$\frac{0.0}{0.7}$	$\frac{-0.6}{1.0}$	$\frac{-1.0}{8.3}$	$\frac{-1.8}{14.8}$
$\frac{+0.7}{20.0}$	$\frac{+0.7}{8.1}$	$\frac{+1.0}{2.5}$	$\frac{+0.8}{1.1}$	365.50 (-0.90/360)	$\frac{-1.0}{1.8}$	$\frac{-2.0}{6.9}$	$\frac{-2.6}{13.0}$	$\frac{-3.2}{17.0}$
	$\frac{+3.3}{20.0}$	$\frac{+4.0}{11.9}$	$\frac{+0.3}{3.3}$	370.40 (-3.73/360)	$\frac{-0.2}{5.9}$	$\frac{-0.4}{7.6}$	$\frac{-0.4}{20.0}$	
	$\frac{+0.2}{20.0}$	$\frac{0.0}{2.9}$		376.80 (-1.4/380)	$\frac{+0.5}{4.2}$	$\frac{+2.1}{11.6}$	$\frac{+3.0}{20.0}$	
$\frac{-1.3}{20.0}$	$\frac{-1.3}{10.3}$	$\frac{-1.1}{5.6}$	$\frac{0.0}{1.1}$	380	$\frac{+1.1}{8.0}$	$\frac{+1.4}{15.0}$	$\frac{+1.8}{17.0}$	$\frac{+2.0}{20.0}$
$\frac{-2.2}{20.0}$	$\frac{-2.2}{15.5}$	$\frac{-1.8}{7.0}$	$\frac{0.0}{1.5}$	382.00 (+0.4/380)	$\frac{+0.9}{1.0}$	$\frac{+1.4}{3.8}$	$\frac{+1.7}{10.0}$	$\frac{+1.3}{20.0}$
$\frac{-3.6}{20.0}$	$\frac{-3.0}{15.8}$	$\frac{-1.4}{7.7}$	$\frac{-1.0}{2.1}$	382.80 (+2.2/380)	$\frac{+0.4}{3.1}$	$\frac{+0.8}{5.0}$	$\frac{+0.8}{8.7}$	$\frac{+0.3}{20.0}$
$\frac{-4.2}{20.0}$	$\frac{-3.4}{16.7}$	$\frac{-1.6}{7.5}$	$\frac{-0.2}{2.9}$	386.50 (P S T)		$\frac{-0.6}{20.0}$		
	$\frac{+0.1}{20.0}$			0+400		$\frac{0.0}{20.0}$		
	$\frac{0.0}{20.0}$			420		$\frac{-0.5}{20.0}$		
	$\frac{+0.3}{20.0}$	$\frac{0.0}{4.3}$		440		$\frac{-0.1}{20.0}$		
	$\frac{+0.5}{20.0}$	$\frac{+0.3}{12.6}$		460		$\frac{-0.1}{20.0}$		
	$\frac{+0.7}{20.0}$	$\frac{+0.6}{2.5}$		480		$\frac{-0.6}{20.0}$		

DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.			EJE DEL CAMINO	DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.				
$\frac{+0.4}{20.0}$		$\frac{+0.3}{2.5}$		0+500	$\frac{-0.3}{2.0}$			$\frac{-0.8}{20.0}$
	$\frac{+0.1}{20.0}$		520			$\frac{-0.5}{20.0}$		
	$\frac{+0.3}{20.0}$		540	$\frac{-0.3}{3.0}$			$\frac{-0.6}{20.0}$	
	$\frac{+0.7}{20.0}$		560			$\frac{0.0}{20.0}$		
	$\frac{+0.2}{20.0}$		580			$\frac{-0.2}{20.0}$		
	$\frac{+0.3}{20.0}$		0+600			$\frac{-0.4}{20.0}$		
	$\frac{+0.3}{20.0}$		620			$\frac{-0.4}{20.0}$		
	$\frac{+0.5}{20.0}$		640			$\frac{-0.5}{20.0}$		
	$\frac{+0.4}{20.0}$		0+658.22 PC			$\frac{-0.3}{20.0}$		
	$\frac{+0.4}{20.0}$		660			$\frac{-0.3}{20.0}$		
	$\frac{+0.5}{20.0}$		680			$\frac{-0.4}{20.0}$		
	$\frac{+0.1}{20.0}$		0+700	$\frac{0.0}{13.4}$	$\frac{-0.4}{14.5}$	$\frac{-0.1}{15.0}$	$\frac{-0.3}{16.0}$	$\frac{-0.6}{20.0}$
$\frac{+0.3}{20.0}$	$\frac{+0.3}{0.8}$	$\frac{0.0}{0.5}$	720		$\frac{-0.4}{4.5}$	$\frac{-0.1}{7.4}$	$\frac{-0.2}{20.0}$	
$\frac{+0.2}{20.0}$	$\frac{+0.4}{2.8}$	$\frac{+0.3}{0.8}$	720.40 (-0.3/720)	$\frac{+0.4}{0.7}$		$\frac{+0.6}{2.0}$	$\frac{+0.9}{20.0}$	
$\frac{-1.2}{21.0}$	$\frac{+0.3}{3.5}$	$\frac{-0.1}{2.3}$	722.20 (+0.3/720)			$\frac{-0.4}{20.0}$		
$\frac{-7.4}{27.0}$	$\frac{+0.5}{13.2}$	$\frac{+0.1}{11.5}$	740			$\frac{-0.5}{20.0}$		
	$\frac{0.0}{19.6}$	$\frac{-0.3}{11.3}$	760			$\frac{+0.0}{10.5}$		
	$\frac{+0.2}{20.0}$	$\frac{0.0}{19.6}$				$\frac{+0.7}{17.9}$		
						$\frac{-0.7}{20.0}$		

DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.	EJE DEL CAMINO	DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.
<u>-0.1</u> 20.0	1+020	<u>0.0</u> 20.0
<u>-0.3</u> 20.0	040	<u>+0.4</u> 20.0
<u>-0.4</u> 20.0	060	<u>+0.2</u> 20.0
<u>-0.4</u> 20.0	080	<u>+0.3</u> 20.0
<u>-0.3</u> 20.0	1+100	<u>+0.4</u> 20.0
<u>-0.4</u> 20.0	120	<u>+0.1</u> 20.0
<u>-0.5</u> 20.0	129.40 (+1.1/128 PST)	<u>-1.7</u> <u>-1.4</u> <u>-1.0</u> 2.1 16.7 20.0
<u>+1.5</u> <u>+1.8</u> 20.0 2.2	130.50 (-1.7/128PST)	<u>+0.5</u> <u>+1.0</u> 14.2 20.0
<u>+1.5</u> <u>+1.7</u> <u>-0.4</u> <u>-0.4</u> 20.0 7.7 4.4 1.8	1+135.00 (-.9/1+140)	<u>+0.5</u> <u>+0.9</u> <u>+0.7</u> <u>+1.2</u> 9.3 11.1 15.2 20.0
<u>-0.5</u> 20.0	140	<u>+0.5</u> 20.0
<u>-0.3</u> 20.0	146.30 (00/1+140)	<u>+0.4</u> <u>+0.7</u> <u>+1.7</u> <u>+1.6</u> 2.8 5.7 10.0 20.0
<u>-2.0</u> <u>-1.6</u> <u>-1.1</u> 20.0 15.0 3.0	150.30 (+0.4/160)	<u>0.0</u> <u>-0.6</u> <u>-0.6</u> <u>-0.3</u> <u>-0.1</u> 2.0 3.8 6.4 9.0 20.0
<u>-0.4</u> 20.0	160	<u>+0.4</u> 20.0
Establo. <u>-0.3</u> 17.4	180	<u>+0.5</u> 20.0
<u>-0.3</u> 20.0	1+200	<u>+0.3</u> 20.0
<u>-0.8</u> <u>-1.0</u> <u>-1.1</u> <u>-0.4</u> 20.0 16.8 11.7 10.1	220.07	<u>+0.3</u> 20.0
<u>-1.1</u> <u>-0.5</u> <u>-1.0</u> <u>-0.6</u> <u>-0.1</u> 20.0 11.2 5.6 1.2 0.7	236.60 (+.7/240)	<u>+0.5</u> 20.0

DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.						EJE DEL CAMINO	DESNIVEL EN MTS. DISTANCIA EN MTS.							
$\frac{-0.5}{20.0}$	$\frac{+0.4}{9.4}$	$\frac{+0.1}{4.9}$				1+240	$\frac{+0.1}{1.7}$	$\frac{+0.9}{2.8}$	$\frac{+1.2}{20.0}$					
$\frac{-0.6}{20.0}$	$\frac{-0.5}{15.3}$	$\frac{-0.7}{14.6}$	$\frac{-0.0}{12.9}$			257 (-1/260)	$\frac{-0.8}{4.0}$	$\frac{+0.7}{14.0}$	$\frac{+0.7}{20.0}$					
$\frac{-0.4}{20.0}$	$\frac{-0.2}{13.8}$	$\frac{-0.6}{11.6}$	$\frac{-0.5}{9.0}$			260	$\frac{+0.1}{0.9}$	$\frac{-0.7}{4.4}$	$\frac{-0.7}{6.0}$	$\frac{+0.7}{15.0}$	$\frac{+0.8}{20.0}$			
$\frac{-0.6}{20.0}$	$\frac{-0.3}{12.2}$	$\frac{+0.2}{12.0}$	$\frac{+0.2}{8.6}$	$\frac{-0.1}{8.0}$	$\frac{-0.1}{6.3}$	280	$\frac{+0.3}{5.0}$	$\frac{-0.2}{8.1}$	$\frac{-0.8}{11.8}$	$\frac{-0.8}{16.2}$	$\frac{-0.7}{20.0}$			
Termina Empedrado principal Pavimento.														
$\frac{-0.7}{20.0}$	$\frac{-0.5}{7.3}$	$\frac{-0.1}{5.7}$	$\frac{0.0}{3.6}$			286.80 (+3/280)	$\frac{0.0}{2.8}$	$\frac{-0.2}{4.8}$	$\frac{-0.8}{9.4}$	$\frac{-0.8}{16.0}$	$\frac{+0.6}{18.0}$	$\frac{+0.9}{20.0}$		
$\frac{-1.3}{20.0}$	$\frac{-1.1}{9.0}$	$\frac{-0.1}{4.5}$	$\frac{0.0}{3.0}$ #			1+300	$\frac{0.0}{2.5}$ #	$\frac{-0.1}{4.3}$	$\frac{-1.3}{7.0}$	$\frac{-1.3}{15.0}$	$\frac{-0.1}{17.3}$			ε
$\frac{-1.6}{20.0}$	$\frac{-1.4}{8.4}$	$\frac{-0.1}{3.6}$	$\frac{0.0}{2.5}$ #			320	$\frac{-0.1}{2.8}$ #	$\frac{-0.1}{4.0}$	$\frac{-2.0}{9.6}$	$\frac{-2.0}{15.0}$	$\frac{-0.1}{17.3}$			ε
$\frac{-1.1}{20.0}$	$\frac{-1.1}{7.0}$	$\frac{-0.2}{4.0}$	$\frac{-0.1}{2.5}$ #			340	$\frac{0.0}{2.6}$ #	$\frac{-0.4}{4.3}$	$\frac{-2.1}{10.8}$	$\frac{-2.3}{15.0}$	$\frac{-0.7}{18.0}$			ε
$\frac{-1.4}{20.0}$	$\frac{-1.6}{17.0}$	$\frac{-1.7}{9.0}$	$\frac{-0.4}{4.0}$	$\frac{-0.1}{2.6}$ #		360	$\frac{0.0}{2.8}$ #	$\frac{-0.2}{4.0}$	$\frac{-2.1}{11.5}$	$\frac{-2.1}{13.0}$	$\frac{-2.0}{18.0}$			ε
Notas: #.- Corona.														
ε.- Alambrado.														

CAPITULO III

PROYECTO DE LA SUBRASANTE Y
MOVIMIENTO DE TIERRAS

PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Al iniciarse el estudio de la subrasante en un tramo se debe analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por ésto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierto al tránsito. No obstante, en lo que más influye es en el costo de construcción, por ser este concepto el que generalmente presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la subrasante económica hay que considerar los siguientes puntos:

- 1.- La subrasante debe cumplir con las Especificaciones de Proyecto Geométrico dadas.
- 2.- En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos. Sin embargo habrá casos en que se requiera modificarlo localmente.
- 3.- La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser la necesaria para evitar las humedades perjudiciales a las terracerías del pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

ELEMENTOS QUE DEFINEN EL PROYECTO DE LA SUBRASANTE.

De acuerdo con lo anterior, se considera que los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica, son los siguientes:

- A) Condiciones topográficas.
 - B) Condiciones geotécnicas.
 - C) Subrasante mínima.
 - D) Costos de terracerías.
- A) Condiciones topográficas.- De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se estima que la definición de estos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula. Como lomerío, se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 25°. Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes transversales mayores de 25°, - caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

Dada la íntima liga que existe entre los alineamientos horizontal y vertical en los casos antes descritos, especialmente en el último, es necesario que al proyectar el alineamiento horizontal se tomen en cuenta los problemas que afectan el estudio económico de la subrasante.

- B) Condiciones Geotécnicas.- La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino.- La elevación de la rasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas clasifican a los materiales de terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener en la formación de los terraplenes, los clasifican en materiales compactables y no compactables.

Un suelo se clasifica como Material A, cuando puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano o pala mecánica de cualquier capacidad; además, se consideran como Material A, a los suelos poco o nada cementados, con partículas de 7.5 cms.; como Materiales B, es el que requiere ser

atacado mediante arado o explosivo ligero, considerándose además como Material B a las piedras sueltas mayores de 7.5 y menores de 75 centímetros. Finalmente, el Material C es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriéndose para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

- . Un material se considera compactable cuando es posible controlar su compactación por alguna de las pruebas de laboratorio. En contrario se considera no compactable, aunque cuando se reconozca que estos materiales pueden ser sujetos a un proceso de compactación en el campo.

Para el proyecto de la subrasante se deben conocer principalmente las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines de presupuesto y el tratamiento a darles.

- C) Subrasante mínima.- La elevación mínima correspondiente a puntos determinados en el camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

- 1.- Obras menores.
- 2.- Puentes.
- 3.- Zonas de inundación.
- 4.- Intersecciones.

1. Obras Menores.- Para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la subrasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas. Esto es determinante en terrenos planos, pues en terrenos considerados como lomerío y montañoso, solamente en casos aislados habrá que tomar en cuenta la elevación mínima, ya que el proyecto de la subrasante estará obligado por las condiciones que este tipo de configuración topográfica impone y generalmente habrá espacio vertical suficiente para dar cabida a las obras menores.

La metodología para encontrar la elevación a la cual debe sujetarse la subrasante, está en función de las características propias de la alcantarilla y de la sección de construcción, principalmente la elevación de desplante, la pendiente según el eje de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona, y las pendientes longitudinales y transversales de la obra.

2. Puentes.- Aún cuando en los cruces de las corrientes que hacen necesaria la construcción de puentes, la elevación definida de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura; es necesario tomar en consideración los elementos que intervienen para definir la elevación mínima, con el objeto de que el proyecto del alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota que se requiere. Para lograr lo anterior se debe contar con los siguientes datos:

- a) Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.
- b) Sobreelevación de las aguas ocasionadas por el estrechamiento que origina el puente en el cruce.
- c) Espacio libre vertical para dar paso a cuerpos flotantes.
- d) Peralte a la superestructura.

La suma de los valores de estos elementos determina la elevación mínima de rasante necesaria para alojar el puente, de la cual habrá que reducir el espesor del pavimento para obtener la elevación de la subrasante.

En caminos de poco tránsito localizados en zonas en donde las avenidas máximas extraordinarias se presentan con poca frecuencia y duración, el proyecto de vados suele suplir a los puentes. La elección del tipo de obra está supeditada al régimen de la corriente, así como al estudio comparativo de costos y alternativas que se presentan.

3. Zonas de inundación.- El paso de un camino por zonas de inundación obliga a guardar cierta elevación de la rasante que se fija de acuerdo con el nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobreelevación de las aguas producidas por el obstáculo que a su paso presentará el ca-

mino y con la necesidad de asegurar la estabilidad de -- las terracerías y del pavimento. En casos de este tipo - se recomienda que la elevación de la subrasante sea como mínimo un metro arriba del nivel de agua máximas extraor_{di} dinarias, estando el dato preciso en función de las ca-- racterísticas de la zona inindable.

4. Intersecciones.- Los cruces que un camino tiene con ---- otras vías de comunicación terrestre, ya sean en proyec-- to o existentes, dan lugar a intersecciones que pueden - ser a nivel o a desnivel. En este caso de la subrasante-- deberá de considerar la vía terrestre que se cruce.

Para fijar la elevación se sigue una metodología semejan-- te a la ya explicada para las obras menores, tomando en-- consideración además, para el caso de entronques, que de-- berán estudiarse los enlaces con los caminos que origi-- nan el cruce.

- D) Costos de las terracerías.- La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construc-- ción de las terracerías, depende de los siguientes concep-- tos:

- 1.- Costos unitarios: Excavación en corte, excavación en -- préstamo, compactación en el terraplén del material de - corte; y del material de préstamo, sobrecarreos de corte a terraplén y de corte a desperdicio, sobrecarreo de material de préstamo a terraplén, costos del terreno --- afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido en-- tre el volumen de terracerías extraído del mismo.
- 2.- Coeficiente de variabilidad volumétrica: Del material - de corte y de préstamo.
- 3.- Relaciones: Entre la variación de los volúmenes de cor-- te de terraplén al mover la subrasante de su posición -- original. Entre los costos unitarios de terraplén forma-- do con material producto de corte y con material obteni-- do de préstamo. Entre los costos que significa el aca--- rreo del material de corte para formar terraplén y el -- que significa la extracción del material de corte y el - acarreo para desperdiciarlo.

4.- Distancia económica de sobre acarreo.- El empleo del material producto del corte en la formación del terraplén, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su -transportación. Esta distancia está dada por la siguiente ecuación.

$$DME = \frac{(P_p + ad) - Pc}{P_{sa}} + AL$$

en donde:

DME = Distancia máxima de sobreacarreo económico.

ad = Costo unitario de sobreacarreo del material de corte de desperdicio.

Pc = Precio unitario de la compactación en el terraplén del material producto del corte.

AL = Acarreo libre del material, cuyo costo está incluido en el precio de excavación.

P_p = Costo unitario de terraplén formado con material producto de préstamo.

P_{sa} = Precio unitario del sobreacarreo del material de corte.

ALINEAMIENTO VERTICAL:

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subrasante y está compuesto de tangentes y curvas.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por las curvas sucesivas, la longitud de las tangentes es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente curva. La pendiente está en función de la relación que guardan el desnivel de los puntos extremos de la tangente en cuestión y de la longitud de ésta, es decir:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Desnivel}}{\text{Longitud}}$$

PENDIENTE GOBERNADORA.

Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustar en lo posible el terreno.

PENDIENTE MAXIMA.

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto.- Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito -- previsto y la configuración del terreno.

La pendiente máxima se emplea cuando desde el punto de vista económico convenga salvar ciertos obstáculos como cantiles, fallas y zonas inestables, siempre que no se rebase la longitud crítica.

PENDIENTE MINIMA.

La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje, de esta forma la pendiente en terraplenes puede ser nula ya que con el bombeo de la subrasante es suficiente. En los cortes no sucede lo mismo, se tiene que conducir el agua a las partes bajas, por lo que se recomienda aplicar un 0.5% de pendiente mínima, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas.

CURVAS VERTICALES.

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes -- consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada y la tangente de salida. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como PCV y como PTV, el punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Existen dos tipos de curvas verticales: Curvas verticales en cresta y curvas verticales en columpio. Ver figura III) A.

La longitud de una curva vertical es la distancia medida horizontalmente entre el PCV y el PTV, existen cuatro criterios para determinar la longitud de curva, que son:

- a) Criterio de comodidad.- Se aplica al proyecto de curvas en columpio, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección se suma el peso propio del vehículo.
- b) Criterio de apariencia.- Se aplica al criterio de curvas -- verticales con visibilidad completa, o sea las curvas en columpio para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

- c) Criterio de drenaje.- Se aplica al proyecto de curvas verticales en cresta o en columpio. Cuando están alojadas en corte, la pendiente en cualquier punto de la curva debe ser -- tal que pueda escurrir fácilmente el agua.
- d) Criterio de seguridad.- Se aplica en curvas de cresta y en columpio, la longitud debe ser tal que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que las de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede -- obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de rebase.

Para el proyecto, el criterio que se debe seguir es el de seguridad que satisfaga cuando menos la distancia de visibilidad de parada. El crítico de apariencia sólo debe emplearse en caminos de tipo muy especial. Por otra parte, el drenaje del camino siempre debe resolverse, sea con la longitud de curva o modificando las características hidráulicas de las cunetas.

CALCULO DE CURVAS VERTICALES.

Para el cálculo de las curvas verticales se utilizó el método de "El cuadrado de las estaciones", el cual se desarrolla de la siguiente forma:

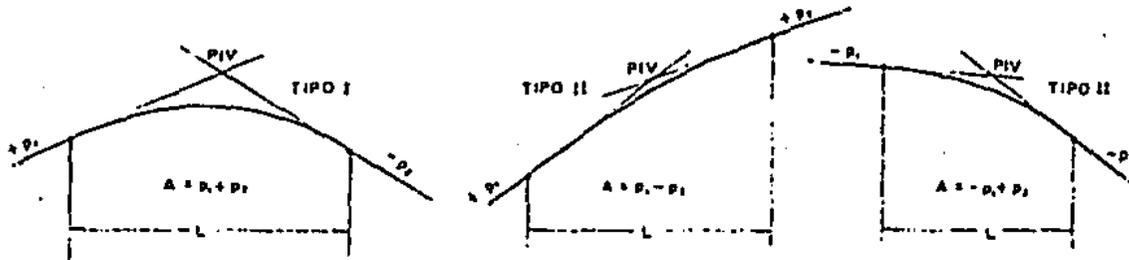
- a) Fijar la longitud de la curva.
- b) Calcular la constante general "K", con 6 decimales de aproximación por medio de la fórmula:

$$K = \frac{\text{Diferencia algebraica de pendientes.}}{10 \text{ (numero de estaciones)}}$$

- c) A partir del PCV, asignar su número de orden a cada estación e intermedias, anotar enseguida el cuadrado de los números de orden.
- d) Multiplicación de la constante por cada uno de los cuadrados, dando así la corrección al centímetro de cada estación, con su signo.
- e) Cálculo de las cotas de las proyecciones de los puntos hasta el PTV sobre la tangente de entrada, tomando en cuenta la elevación del PCV y el valor de la primera pendiente.

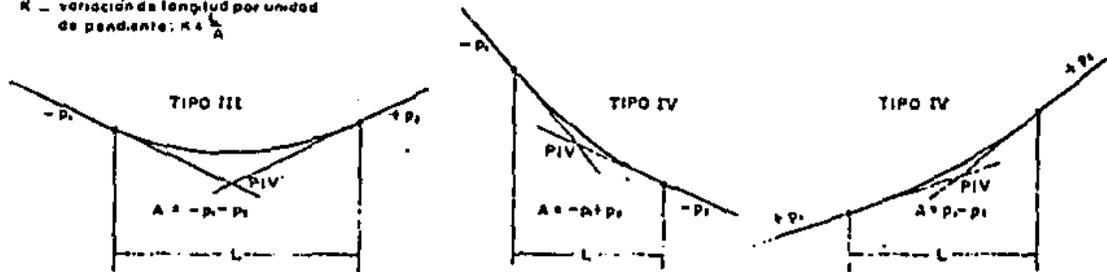
- f) Afectación de las cotas obtenidas mediante las correcciones que se suman o se restan, según el caso, deduciéndose así las cotas de la rasante en curvas verticales.

El cálculo de las curvas verticales de este caso especial del Libramiento de Ixtlahuacán del Río, se presentan en las hojas de registro del cálculo de la curva masa.



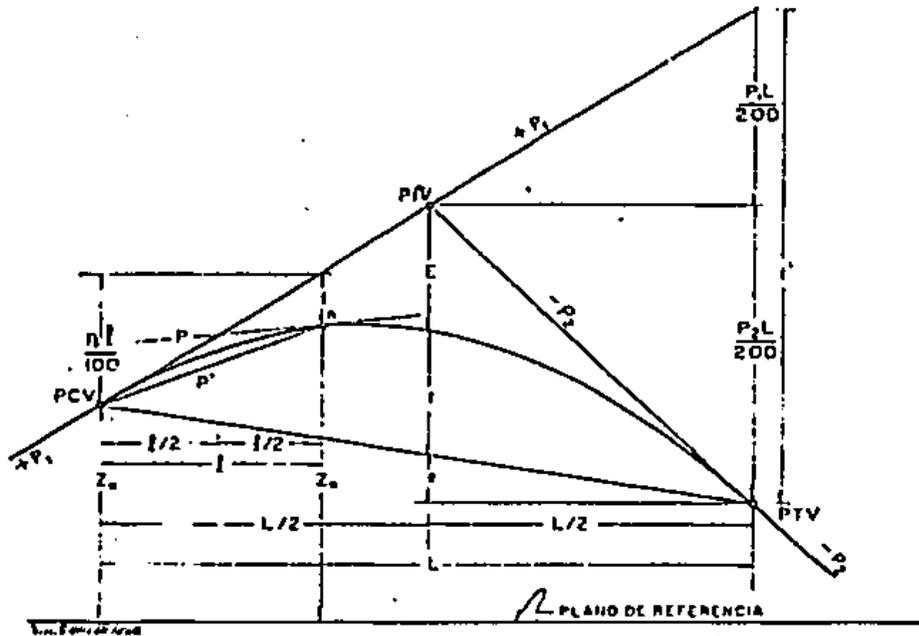
p_1 - pendiente de entrada.
 p_2 - pendiente de salida.
 A - diferencia de pendientes.
 L - Longitud de la curva.
 K - variación de longitud por unidad de pendiente: $K = \frac{L}{A}$

CURVAS VERTICALES EN CRESTA.



CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO.

FIGURA III) A. TIPOS DE CURVAS VERTICALES.



- PIV — Punto de intersección de las tangentes
 PCV — Punto en donde comienza la curva vertical.
 PTV — Punto en donde termina la curva vertical
 n — Punto cualquiera sobre la curva.
 P_1 — Pendiente de la tangente de entrada en por ciento.
 P_2 — Pendiente de la tangente de salida en por ciento.
 P — Pendiente en un punto cualquiera de la curva en por ciento.
 P' — Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera en por ciento.
 A — Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y la de salida
 L — Longitud de la curva.
 E — Eterna
 f — Flecha
 \bar{l} — Longitud de curva a un punto cualquiera
 \bar{r} — Desviación respecta a la tangente de un punto cualquiera
 K — Variación de longitud por unidad de pendiente, $K = L/A$
 Z_{PCV} — Elevación del PCV.
 Z_n — Elevación de un punto cualquiera.

FIGURA III) B. ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES.

SECCIONES TRANSVERSALES DE CONSTRUCCION

Estas secciones se proyectan sobre las secciones del terreno que se obtuvieron a cada 20 m. y en los puntos intermedios-interesantes.

Las secciones se dibujan en papel milimétrico a escala --- 1:100 horizontal y vertical, y sirven para dibujar en cada una la sección que debe construirse. Estas secciones serán en corte o terraplén según lo indique el perfil en el punto correspondiente, en el cual se mide la diferencia de cotas o espesores de cada una (espesor de corte o espesor de terraplén). Estos espesores se obtienen restando la cota de la rasante menos la cota del terreno; es terraplén cuando la cota de la rasante es mayor que la cota del terreno; y es corte, cuando la cota del terreno es mayor que la cota de la rasante.

La pendiente o talud de las excavaciones y terraplenes dependerá de la clase de terreno que se encuentre, pues en cada caso debe dársele la inclinación de reposo natural para evitar derrumbes. Los cortes pueden tener, por ejemplo, desde taludes a plomo 1 1/2 x 1 en materiales sueltos, y en los terraplenes desde 1 1/2 x 1 hasta 2 x 1. También en estas secciones debe dibujarse el "bombeo" y las cunetas de desagüe cuando se trata de caminos o ferrocarriles. Cuando el terreno tiene inclinación transversal igual o cercana a la inclinación que deba tener el terraplén, resultará éste con un talud que se prolongará hasta donde cambie de pendiente el terreno para sostenerlo, y en casos críticos se construyen muros de mampostería para -- sostener el terraplén, pero son muy costosos.

Habrán también secciones en que al mismo tiempo tengan corte y terraplén (sección en balcón), las cuales se producen cerca, y en los puntos de paso, que son los lugares donde la subrasante cruza el perfil del terreno al pasar de corte a terraplén ó viceversa. El ancho de la excavación en la base es mayor que la corona para alojar las cunetas. Si se hacen secciones muy cercanas entre sí se puede apreciar y definir mejor el paso, pero sólo se requiere esto en casos especiales, poco frecuentes en estos proyectos.

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una sección de construcción, pueden separarse en dos grupos claramente definidos:

- A) Los propios del diseño geométrico.
- B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías.

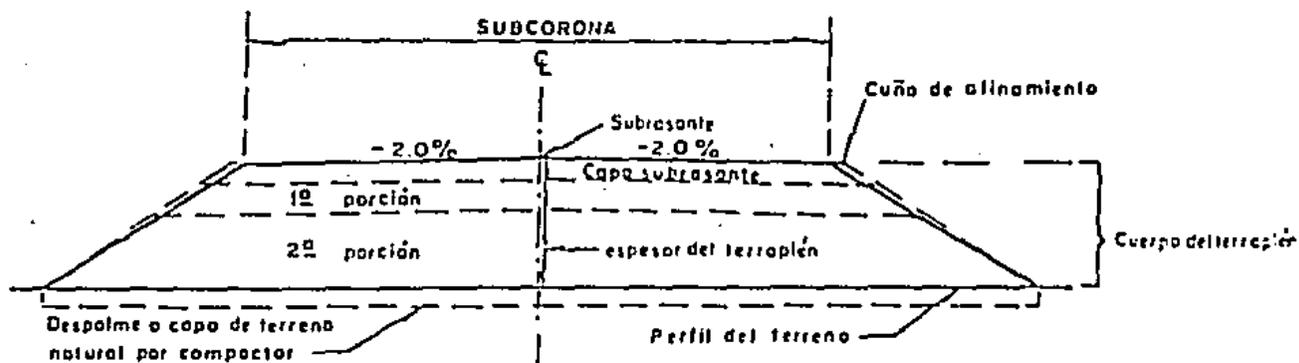
Los elementos relativos al Grupo A) son los siguientes:

- 1.- Espesor de corte o terraplén.
- 2.- Ancho de corona.
- 3.- Ancho de calzada.
- 4.- Ancho de acotamiento.
- 5.- Pendiente transversal.
- 6.- Ampliación en curvas.
- 7.- Longitud de transición.
- 8.- Espesor de pavimento.
- 9.- Ancho de subcorona.
- 10.- Talud de corte o de terraplén.
- 11.- Dimensiones de las cunetas.

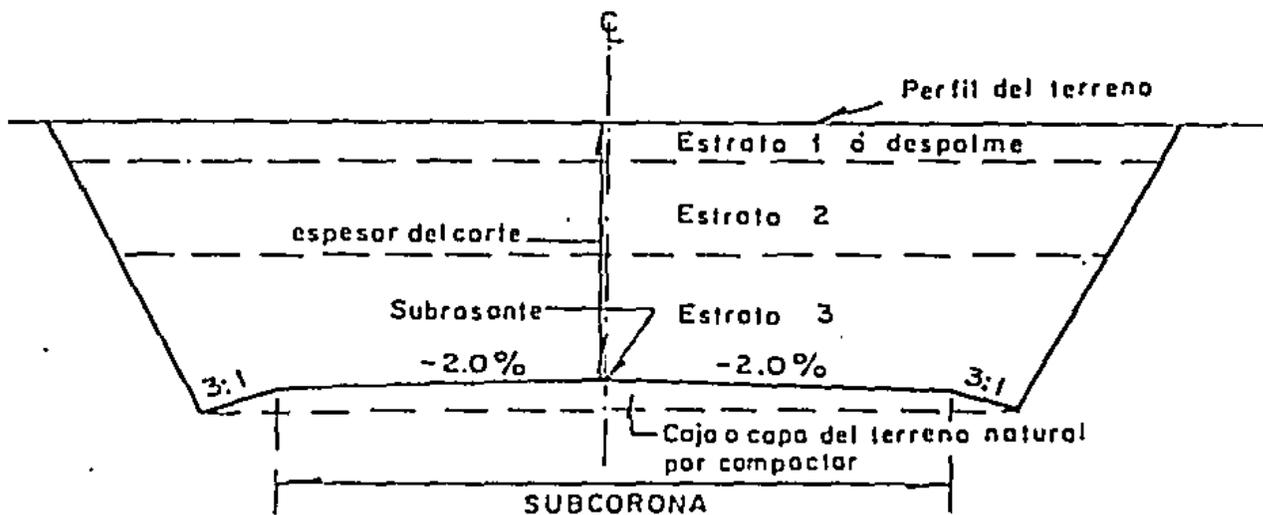
Los elementos que forman el Grupo B) son los siguientes:

1. Despalme.- Es la remoción de la capa superficial del terreno natural que, por sus características no es adecuada para la construcción; ya sea que se trate de zonas de cortes, de áreas destinadas para el desplante de terraplenes o de zonas de préstamo. Ver figura III) C.
2. Compactación del terreno natural.- Es la que se al material del terreno sobre el que se desplantará un terraplén o al que quede abajo de la corona o de la capa subrasante en un corte, para proporcionarle a ese material el peso volumétrico requerido.
3. Escalón de liga.- Es el que se forma en el área de desplante de un terraplén, cuando la pendiente transversal del terreno es poco menos que la inclinación del talud 1.5:1, a fin de obtener una liga adecuada entre ellos y evitar un deslizamiento del terraplén. (Figura III/D).
4. Cuerpo del terraplén.- Se llama así a la parte del terraplén que queda abajo de la subcorona. Está formado por una o más porciones según sea la elevación del terraplén, las características de los materiales y el tratamiento que se les dé.

5. Capa subrasante.- Es la porción subyacente a la subcorona - tanto en corte y terraplén. Su espesor es comúnmente de 30-cms. y está formada por suelos seleccionados para soportar las cargas que le transmite el pavimento.
6. Cuña de afinamiento.- Es el aumento que se le dá a un talud de terraplén para lograr la compactación debida en las partes contiguas a él. Es de forma triangular comúnmente de 20 cms. de ancho en su parte superior a nivel del hombro de la subcorona y termina en la línea de ceros del talud, o en el lecho superior de la porción inferior, si ésta es de material no compactable. Esta cuña debe recortarse en el afinamiento final.
7. Muro de retención.- Cuando la línea de ceros del terraplén no llega al terreno natural, es necesario construir muros de retención, cuya ubicación y altura estarán dadas como resultado de un estudio económico.
8. Berma.- En un terraplén, está formada por el material que se coloca adosado a su talud, a fin de darle mayor estabilidad al terraplén. En corte es un escalón que se hace recortando el talud, con el objeto de darle mayor estabilidad y de detener en él al material que se pueda desprender, evitando así que llegue hasta la corona del camino.
9. Estratos en cortes.- Así se designan a las diferentes capas que aparecen en un corte cuando cada una de ellas está formada por material de distintas características de las demás. Una sección típica en corte se muestra en la figura -- III) E.
10. Caja en corte.- Es la escavación del material subyacente a la subcorona y el adecuado para formar la capa subrasante.- Este material debe ser substituído por otro de características apropiadas (figura III/D).



SECCION DE CONSTRUCCION DE UN TERRAPLEN
EN TANGENTE.



SECCION DE CONSTRUCCION DE UN CORTE EN
TANGENTE.

FIGURA III. C.

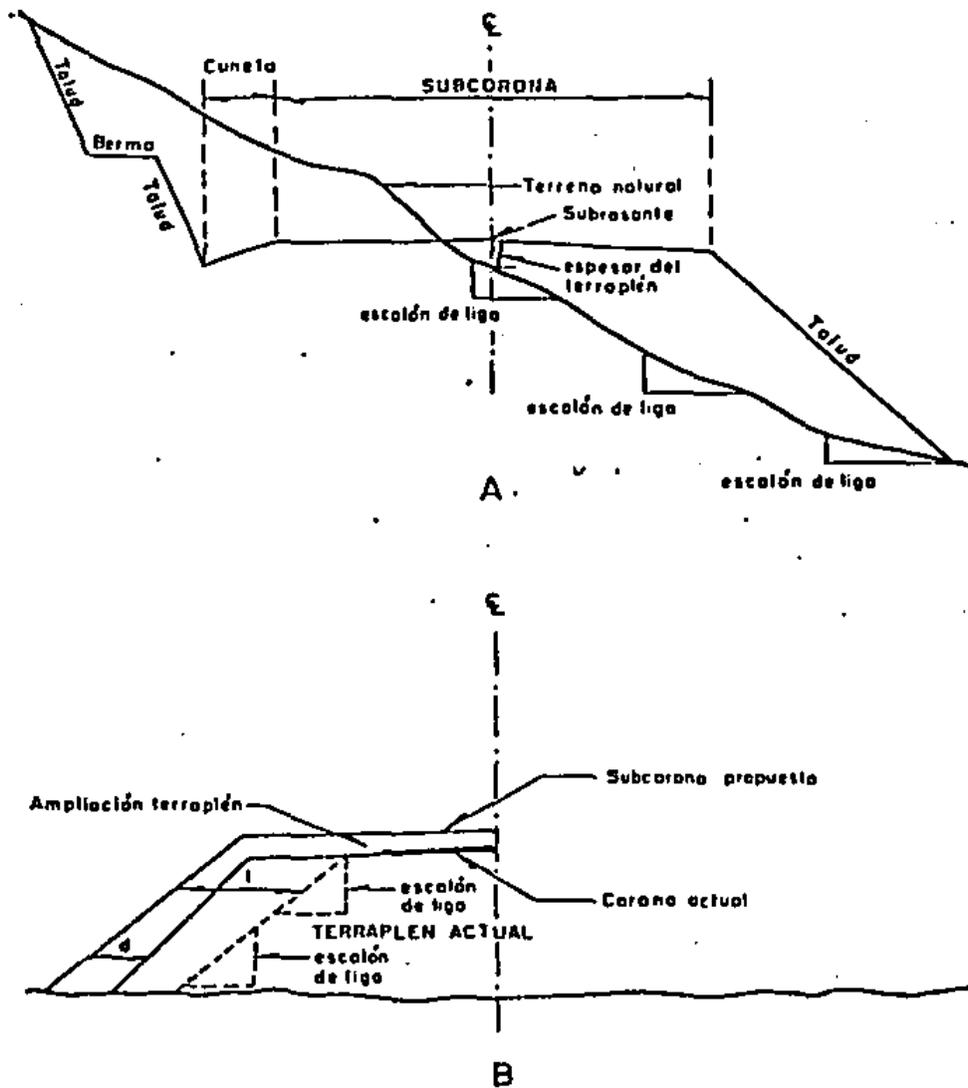


FIGURA III. D. ESCALON DE LIGA.

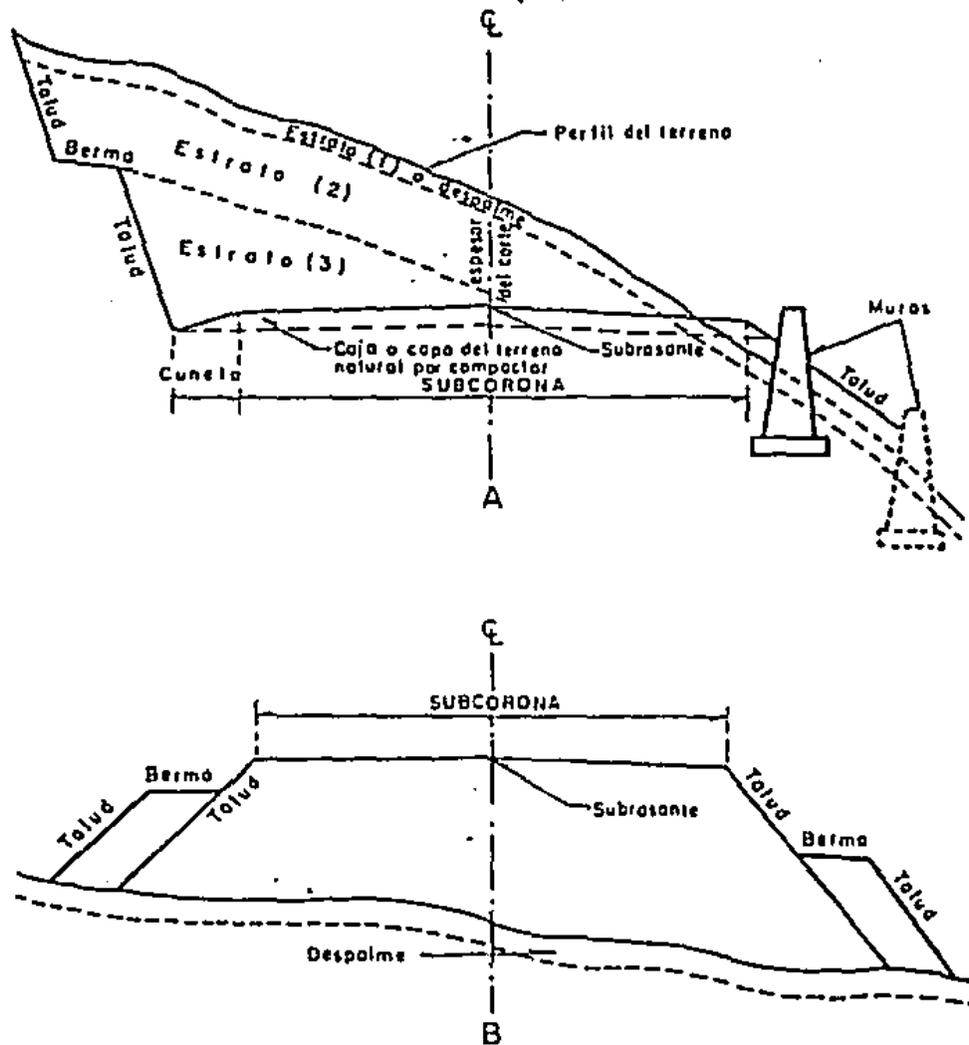


FIGURA III. E MUROS Y BERMAS.

DETERMINACION DE AREAS.

Para fines de presupuesto y pago de la obra, es preciso de terminar los volúmenes tanto de corte como de terraplén. Para lograr lo anterior, es necesario calcular el área de las distintas porciones considerables en el proyecto de las secciones de construcción.

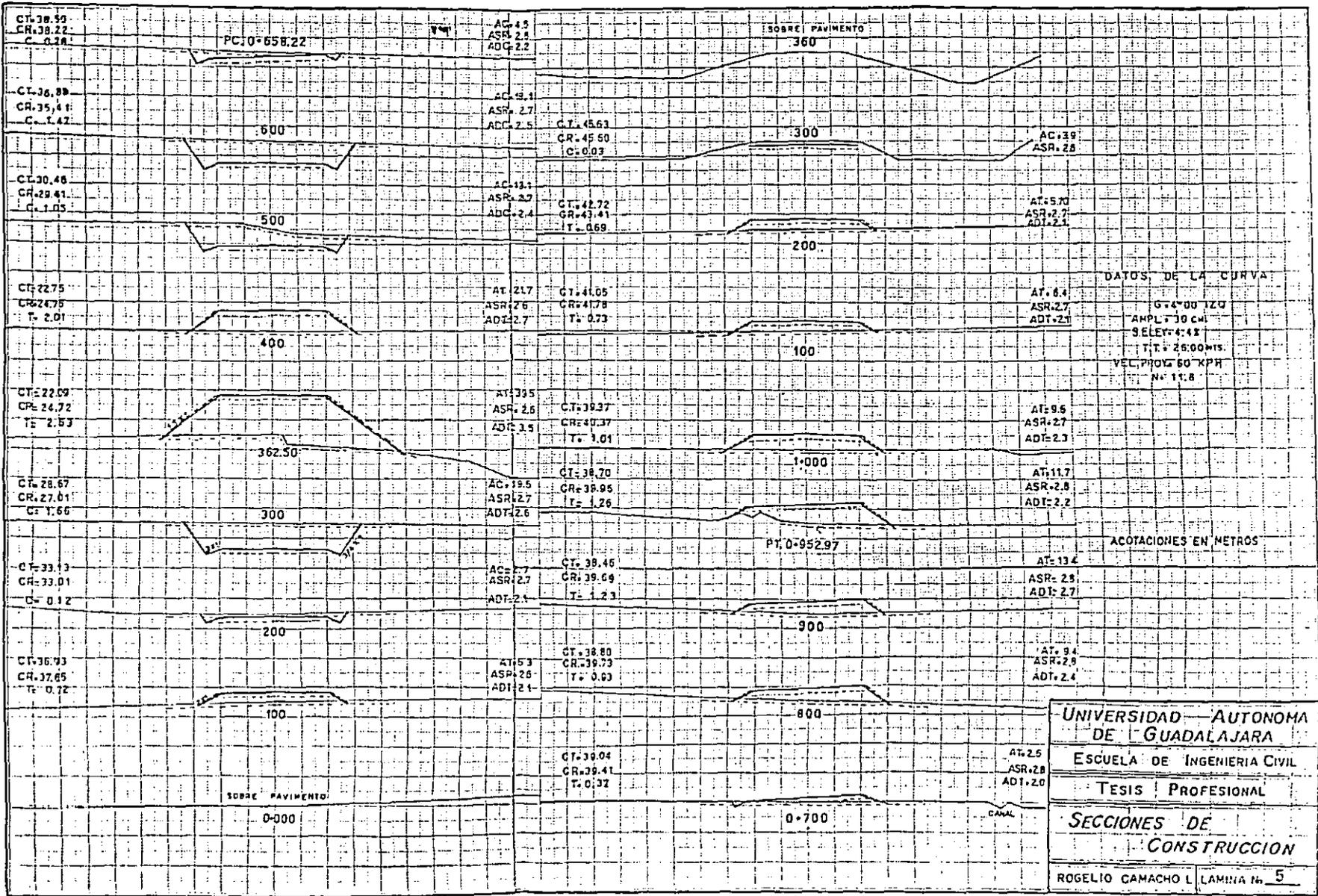
Dentro de los distintos procedimientos empleados para este fin, los tres siguientes son los más comunes:

- A) Método analítico.
- B) Método gráfico.
- C) Método del planímetro.

- A) Método analítico.- Este método se basa en la descomposición de la sección, en figuras regulares obtenidas al trazar líneas verticales por los puntos de quiebre del terreno y de la sección de construcción; se calculan las áreas de todas las figuras y la suma de todas ellas nos darán el área total requerida, ya sea de corte o terraplén, según la sección.
- B) Método gráfico.- Este método se hace dividiendo la sección transversal de construcción mediante líneas verticales a una separación constante formando trapecios, y en los extremos de la sección quedan triángulos. El área de la sección es igual a la suma de las áreas parciales.
- C) Método del planímetro.- Por la rapidez en su operación y por la precisión que proporciona, el planímetro es el instrumento que más se presta para la determinación de áreas. De los distintos tipos existentes, el polar de brazo ajustable es el más empleado.

Teniendo en cuenta que la escala del papel milimétrico puede o no corresponder a las dimensiones normales, sea por una impresión defectuosa o por condiciones climatológicas, es norma práctica, antes de efectuar las mediciones de áreas, ajustar el planímetro para obtener las áreas correctas.

En el caso particular del Libramiento de Ixtlahuacán del Río, las secciones de construcción se proyectaron sobre las secciones del terreno, obtenidas en el capítulo III; en la lámina No. 5 se citan algunas de las secciones de construcción de este camino, las cuales se proyectaron siguiendo las especificaciones recomendadas para este tipo de proyecto.



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE GUADALAJARA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TESIS PROFESIONAL
SECCIONES DE
CONSTRUCCION
 ROGELIO CAMACHO L LAMINA No. **5**

PROYECTO DE LA CURVA MASA

Al diseñar el perfil de un camino, no basta con ajustarse a las especificaciones sobre pendiente, curvas verticales, compensación por curvatura, drenaje, etc., para obtener un resultado satisfactorio, sino que también es igualmente importante conseguir la mayor economía posible en el movimiento de tierras. Esta economía se consigue 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 volúmenes acumulativos de las terracerías y las abscisas el cadenamiento correspondiente. Este diagrama se dibuja en el mismo perfil del terreno y del proyecto de la subrasante.

Del estudio y de la forma que adopte el diagrama de masas, pueden deducirse sus objetivos:

- A.- La curva es ascendente hacia la derecha en los tramos en donde existe corte y es descendente hacia la derecha en los tramos de terraplén.
- B.- En los puntos donde hay cambios de corte a terraplén existirá un máximo, y donde hay cambio de terraplén a corte existirá un mínimo.
- C.- La ordenada de cualquier punto de la curva masa con relación a una horizontal cualquiera, mide la suma algebraica de los volúmenes de corte o terraplén a partir del punto de intersección de la línea considerada con la curva, hasta el punto considerado.
- D.- La distancia entre dos puntos representa el volumen de la diferencia de terracerías comprendidas entre dichos puntos.
- E.- Una horizontal que corte la curva masa, indicará dos puntos en los cuales existe una compensación entre el volumen por extraer del corte y el necesario para formar el terraplén. A esta línea se le dá el nombre de Línea Compensadora.
- F.- La línea compensadora que en general resulta más económica, es aquella que corta el mayor número de veces la curva masa produciéndose además el mayor volumen de acarreo libre.

- G.- La ordenada máxima, con relación a la línea compensadora, entre dos secciones cortadas por dicha línea, representará el volumen total de tierras por mover entre esas dos secciones.
- H.- En un tramo compensado, el movimiento de tierras que habrá que efectuar será hacia la derecha cuando el diagrama quede arriba de la compensadora y, hacia la izquierda cuando el diagrama esté abajo de dicha línea.
- I.- Cuando al trazar una nueva línea compensadora, queda ésta abajo de la anterior, la ordenada entre ellas determinará un volumen de préstamo.
- J.- Si la nueva línea compensadora queda más arriba que la anterior, la ordenada entre ellas señalará un volumen de desperdicio.
- K.- El área comprendida entre la curva masa y una horizontal cualquiera, representa el transporte total del material entre los puntos del cruce, cuya distancia máxima por recorrer será la comprendida entre los puntos de intersección.
- L.- El acarreo más económico será el que corresponde a la distribuidora que hace mínima la suma de las áreas comprendidas entre ella y la curva masa.

El cálculo de la curva masa se puede hacer de dos maneras: abundando los cortes o reduciendo los terraplenes; desde luego que siempre y cuando exista tal abundamiento o que el peso de las máquinas al trabajar, no lo elimine.

Es evidente que el volumen determinado de material en el corte, cambiará al extraerse para llevarlo al terraplón. Al calcular las terracerías debe aplicarse un coeficiente de abundamiento o de reducción a los cortes dependiendo del cambio de volumen del material.

El cálculo de las ordenadas de la curva masa se realiza en formas especiales para ello, en donde además se hace también el cálculo de la subrasante, como se especificó en dicho tema. Estas formas constan de varias columnas, las cuales se explican a continuación.

En la primera de ellas se ponen las estaciones tomadas de las secciones de construcción; en la segunda las elevaciones del terreno natural, las cuales se obtienen de la nivelación -

del perfil; después de haber trazado las líneas compensadoras para el cálculo de la rasante y conociendo las pendientes de éstas, se calculan las elevaciones de la rasante y a su vez -- las curvas verticales; una vez obtenidas las elevaciones de la rasante y del terreno natural, se calculan los espesores, ya sean de corte o terraplén, según la rasante; después se registran las áreas calculadas en las secciones de construcción, para después hacer los cálculos de las áreas $A_1 + A_2$ y conociendo la semidistancia entre las estaciones se calculan los volúmenes correspondientes. Después se afectan estos volúmenes por un coeficiente de abundamiento ó de reducción, según las características del tipo de suelo existente en la obra. Después viene el cálculo de los volúmenes reales afectados por los coeficientes antes mencionados. Viene después la suma algebraica de volúmenes dando signo (+) a los cortes y (-) a los terraplenes. En la última columna se toma una ordenada de partida y vemos la de las estaciones siguientes sumando con su signo los valores correspondientes en forma acumulativa, para después hacer la gráfica de esta curva y hacer los cálculos respectivos de ella.

MOVIMIENTO DE TIERRA.

Para el movimiento del material de los cortes utilizados en la formación de terraplenes, se distinguen de acuerdo a lo siguiente:

A.- ACARREO LIBRE.- Que es la distancia en que el contratista acepta que no se le pague nada por concepto de acarreo. Esta distancia generalmente es de 20 metros (1 estación), -- aunque en ocasiones varía de acuerdo con las siguientes -- circunstancias: el procedimiento de construcción que se -- use, el acuerdo con el contratista, etc.

En todos los prismoides determinados por la línea compensadora, se traza una línea horizontal indicando los puntos de la curva entre los cuales existe acarreo libre, de ahí se bajan referencias a la Compensadora General.

B.- SOBREACARREO.- O transporte de material producto de cortes, para formar terraplenes a una distancia mayor de 20 metros

que sí ocasiona pago. Estos volúmenes están dados en metros cúbicos y las distancias de acarreo son representados en: Estaciones, Hectómetros y Kilómetros.

Para calcular los sobreacarreos se usa la siguiente fórmula:

$$S/A \text{ Adte. o Atras} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Coef. de Ab.}} \times \text{Dist. media de acarreo}$$

en donde:

Volumen.- Es la diferencia en metros cúbicos entre la línea de acarreo libre y la compensadora.

Coef. de Abundamiento.- Es el considerado de acuerdo al tipo de terreno existente en el lugar del corte.

Distancia media de acarreo.- Distancia entre los centros de gravedad del corte y el terraplén, descontando los 20 metros de acarreo libre.

PRESTAMOS Y DESPERDICIOS.

Cuando en la curva masa aparece un terraplén que no se compensa, las terracerías serán formadas mediante préstamos de banco. Caso contrario, cuando el material de un corte no es aprovechable, se tiene entonces un desperdicio.

Existen también préstamos laterales, cuando el material existente dentro del derecho de vía del camino, es de buena calidad para la formación de los terraplenes.

La forma en que se lleva a cabo el cálculo de los préstamos de banco es la siguiente:

- 1.- Localización de los bancos correspondientes.
- 2.- Determinación del centro de gravedad y desviación.
- 3.- Clasificación del material.
- 4.- Cálculo del coeficiente de abundamiento o reducción del material, según el tipo de terreno.
- 5.- Cálculo de los volúmenes abundados o reducidos.
- 6.- Cálculo de sobreacarreo del préstamo ($M^3/\text{Estación}$, $M^3/\text{Hm.}$, $M^3/\text{Km.}$).

A continuación se anexan las hojas de cálculo de la Rasante y Curva Masa, así como la lámina No. 6 del perfil definitivo del Libramiento de Ixtlahuacán del Río, Jal., el cual se realizó siguiendo las especificaciones antes citadas en este trabajo.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
ESCUELA DE ING. CIVIL.

CALCULO DE RASANTE Y CURVA

CAMINO: LIBRAMIENTO IXTLAHUACAN DEL RIO JAL.

ESTACION:	ELEVACION TERRENO	TANG. VERTICAL		DATOS DE CURVA	ELEVACION RASANTE	ESPESORES		A R E A S					A1			A2			SEMI DIST.		
		PEND.	COTAS			CORTE	TERR.	DESP.	DESPER	ESCALON	CORTE.	TERR.	95%	DESP	DESPER	ESCALON	CORTE	TERR.		95%	
0 + 000	1538.43	PCV	38.10	Kf 0.08533	1538.10	0.33															
003.3	38.43				38.24	0.19						4.6		2.4				4.6		2.4	1.65
010.9	38.23	+1.68			38.20	0.03				2.1		4.2		2.7		2.1		8.8		5.1	3.8
014.8	37.93				38.30		0.37	1.2	0.9		2.3	1.6	2.7	1.2	3.0			6.5	1.6	5.4	1.95
015.10	38.68	+1.68			38.46	0.17				2.2		5.2		2.7	1.2	3.1		7.5	1.6	5.4	0.15
015.8	38.61				38.31	0.30				2.2		6.0		2.7		4.4		11.2		5.4	0.35
020	38.22	+1.68	38.44	1 1 -0.08	38.36		0.14	0.3	1.1		0.5	0.3	2.7	0.3	3.3			6.5	0.3	5.4	2.1
020.8	37.90				38.36		0.46	1.3	0.1				2.6	2.7	1.6	2.2		0.5	2.9	5.4	0.4
021.1	37.67	+1.68			38.37		0.70	0.6					2.8	2.7	1.9	0.1			5.4	5.4	0.2
021.6	37.90				38.37		0.47					0.3	1.7	2.7	0.6			0.3	4.5	5.4	0.2
022.8	38.22	+1.68			38.37		0.15	1.7	0.2		0.1	0.3	2.7	1.7	0.2		0.4	2.0	5.4	0.6	
040	37.99		38.78	2 4 -0.35	38.43		0.44	1.9				3.1	2.6	3.6	0.2		0.1	3.4	5.3	8.6	
060	37.56	+1.68	39.11	3 9 -0.77	38.34		0.78	2.2				7.2	2.6	4.1				10.3	5.2	10	
080	37.29		39.45	4 16 -1.37	38.08		0.79	2.2				6.9	2.6	4.4				14.1	5.2	10	
0 + 100	36.93	- 6%	39.78	5 25 -2.13	37.65		0.72	2.1				6.3	2.6	4.3				13.2	5.2	10	
120	36.14		40.12	6 36 -3.07	37.05		0.91	2.2				8.2	2.6	4.3				14.5	5.2	10	
140	35.67	- 6%	40.46	7 49 -4.18	36.27		0.60	2.0				4.6	2.6	4.4				12.8	5.2	10	
160	35.02		40.79	8 64 -5.46	35.33		0.31	1.4	0.6			1.9	2.7	3.4	0.6			6.5	5.3	10	
180	34.34	- 6%	41.12	9 81 -6.91	34.21	0.13				2.1		3.2		2.7	1.4	2.7		3.2	1.9	5.4	10
192.9	34.21				33.34	0.77				2.3		9.2		2.7		4.4		12.4		5.4	6.45
194.6	33.56	- 6%			33.33	0.23				2.2		4.7		2.7		4.5		13.9		5.4	0.85
011+ 200	33.13				33.01	0.12				2.1		2.7		2.7		4.3		7.4		5.4	2.7
202.8	33.00	- 6%			32.84	0.16				2.2		4.6		2.7		4.3		7.3		5.4	1.4
204.42	33.42				32.74	0.68				2.3		9.5		2.7		4.5		14.1		5.4	0.81
220	32.94	-6%			31.81	1.13				2.4		14.6		2.7		4.7		25.1		5.4	7.79
240	32.09				30.61	1.48				2.5		18.6		2.7		4.9		33.2		5.4	10
260	31.08	- 6%			29.41	1.77				2.6		22.7		2.7		5.1		41.3		5.4	10

PROYECTO ING. ROQUELO CAMACHO LOPEZ

TESIS PROFECIONAL.
 CULO DE RASANTE Y CURVA MASA

JAL.

A		A1				A2		SEMI DIST.	V O L U M E N E S						SUMAS DE VOL. APROV:	COEF. VAR. VOL		VOL. DE CORTE P/TERR	VOL. GEO- METRICO DE TERR		ZALG. DE VOLS		ORDENADA CURVA MASA :
TERR.	95%	DESP	DESPER	ESCALON	CORTE	TERR.	95%		DESP.	DESPER	ESCALON	CORTE	TERR.	95%		90%	110%		CORTE	TERR.	CORTE	TERR.	
	2.4				4.6		2.4	1.65				8.0	4	8	0.9		8		8		100,008		
	2.7		2.1		8.8		5.1	3.8		8	33		19	33	"		28		28		036		
1.6	2.7	1.2	3.0		6.5	1.6	5.4	1.95	2	6	13	3	11	13	"		12	3	9		045		
	2.7	1.2	3.1		7.5	1.6	5.4	0.15	0	0	1	0	1	1	"		1		1		046		
	2.7		4.4		11.2		5.4	0.35		2	4		2	4	"		4		4		050		
0.3	2.7	0.3	3.3		6.5	0.3	5.4	2.1	1	7	14	1	11	14	"		13	1	12		062		
2.6	2.7	1.6	2.2		0.5	2.9	5.4	0.4	1	1	0	1	2					1		1	061		
2.8	2.7	1.9	0.1			5.4	5.4	0.2	0	0		1	1					1		1	060		
1.7	2.7	0.6			0.3	4.5	5.4	0.2	0	0	0	1	1					1		1	059		
0.3	2.7	1.7	0.2		0.4	2.0	5.4	0.6	1	0	0	1	3							1	058		
3.1	2.6	3.6	0.2		0.1	3.4	5.3	8.6	31	2	1	29	46					29		29	029		
7.2	2.6	4.1				10.3	5.2	10	41			103	52					103		103	99,926		
6.9	2.6	4.4				14.1	5.2	10	44			141	52					101		141	785		
6.3	2.6	4.3				13.2	5.2	10	43			132	52					132		132	653		
8.2	2.6	4.3				14.5	5.2	10	43			145	52					145		145	508		
4.6	2.6	4.4				12.8	5.2	10	44			128	52					128		128	380		
1.9	2.7	3.4	0.6			6.5	5.3	10	34	6		65	53					65		65	315		
	2.7	1.4	2.7		3.2	1.9	5.4	10	14	27		32	19	54	32	1.1	35	19	16		331		
	2.7		4.4		12.4		5.4	6.45		28		80	35	80	"		88		88		419		
	2.7		4.5		13.9		5.4	0.85		4		12	5	12	"		13		13		432		
	2.7		4.3		7.4		5.4	2.7		12		20	15	20	1.1		22		22		454		
	2.7		4.3		7.3		5.4	1.4		6		10	8	10	"		11		11		465		
	2.7		4.5		14.1		5.4	0.85		4		11	4	11	"		12		12		477		
6	2.7		4.7		25.1		5.4	7.75		37		196	42	196	"		216		216		693		
8	2.7		4.9		33.2		5.4	10		49		332	54	332	"		365		365		100,058		
7	2.7		5.1		41.3		5.4	10		51		413	54	413	1.1		454		454		512		

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADAJARA
 ESCUELA DE ING. CIVIL. TESIS PROFESIONAL.
 CALCULO DE RASANTE Y CURVA MASA

128.

BOJAL.

A		S		A1				A2				SENI	V O L U M E N E S					SUMAS	COEF. VAR. VOL		VOL DE	VOL GLO	CALG. DE VOLS		ORDENADA
TERR.	95%	DESP	DESP	ESCALON	CORTE	TERR.	95%	DIST.	DESP.	DESP	ESCALON	CORTE	TERR.	95%	DE VOL	90%	10%	P/TERR	DE TERR	DE TERR	CORTE	TERR	CURVA	MASA I	
2.2	2.7		5.2		44.9		5.4	10		52		449		54	449		1.1		494		494			101,006	
9.5	2.7		5.2		41.7		5.4	10		52		417		54	417		"		455		455			461	
1.6	2.7		5.2		41.1		5.4	3.45		18		142		19	142		"		156		156			617	
0.1	2.7		4.9		31.7		5.4	5.55		32		208		35	208		1.1		229		229			846	
0.2	2.7		4.6		20.3		5.4	3.6		17		73		19	73		"		80		80			926	
	9.6	2.6	2.3	2.3		10.2	9.6	5.3	3.85	9		39	37	20	39		"		43	37		6		932	
	13.5	2.6	4.7				23.1	5.2	0.65	3			15	3						15		15		917	
	26.3	2.6	5.0				39.8	5.2	1.9	10			76	10						76		76		841	
	30.5	2.6	5.8				56.8	5.2	7.15	41			406	37						406		406		435	
	36.0	2.6	6.4				66.5	5.2	2.85	18			190	15						190		190		245	
	39.5	2.6	6.7				75.5	5.2	1.25	23			94	7						94		94		151	
							39.5	5.2	1.5	5			59	8						59		59		092	
																								F U E N T E	
	72.8	2.6																							
	41.2	2.6	7.9				114.0	5.2	0.4	3			46	2						46		46		101,046	
	28.4	2.6	7.0				69.6	5.2	1.85	13			120	10						128		128		918	
	21.7	2.6	6.1				50.1	5.2	6.75	41			338	35						338		338		580	
	16.7	2.6	5.2				36.4	5.2	10	52			384	52						384		384		196	
1.2	2.7	4.6			1.2	16.7	5.3	10	46			12	167	53	12	0.9			11	167		156		040	
5.0	2.7	2.1	2.2		7.2		5.4	10	21	22		72		54	72	"			65		65			105	
8.7	2.7		4.5		14.7		5.4	10		45		147		54	147	"			132		132			237	
9.1	2.7		4.7		21.8		5.4	10		47		218		54	218	0.9			196		196			433	
9.7	2.7		4.8		26.8		5.4	10		48		268		54	268	"			241		241			674	
5.4	2.7		4.9		30.1		5.4	10		49		301		54	301	"			271		271			945	
9.7	2.7		5.0		30.1		5.4	10		50		301		54	301	0.9			271		271			101,216	
1.6	2.7		5.1		34.3		5.4	10		51		343		54	343	"			301		301			517	
1.1	2.7		5.1		38.7		5.4	10		51		387		51	387	0.9			348		348			101,665	

DE KM 0+280 A KM 0+600

FECHA Septiembre 87 HOJA No 2 DE 4

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADAJARA
 DE ING. CIVIL. TESIS PROFECIONAL.

CALCULO DE RASANTE Y CURVA MASA

0 JAL.

A S			A1				A2			V O L U M E N E S					SUMAS DE VOL APROV:		COEF. VAR. VOL 90% 100%		VOL. DE CORTE P/TERR		VPL. GEO. METRICA DE TERR		EALG. DE VOL S CORTE TERR.		ORDENADA CURVA MASA.
TE.	TERR.	95%	DESP	DESPER	ESCALON	CORTE	TERR.	95%	SEMI DIST.	DESP.	DESPER	ESCALON	CORTE	TERR.	95%	90%	100%	P/TERR	DE TERR	CORTE	TERR.	CORTE	TERR.	CURVA MASA.	
0.6		2.7		4.9		31.7		5.4	10		49		317		54	317	0.9		288		288			102,153	
0.8		2.7		4.7		21.4		5.4	10		47		214		54	214	"		193		193			346	
0.5		2.7		4.5		13.3		5.4	9.11		41		121		49	121	"		109		109			455	
0.2		2.7		4.4		8.7		5.4	0.89		4		8		5	8	0.9		7		7			462	
0.0	1.3	2.8	0.8	3.5		5.2	1.3	5.5	10	8	35		52	13	55	52	"		47	13	34			496	
	2.6	2.8	2.8	1.3		1.0	3.9	5.6	10	28	13		10	39	56	10	"		9	39	30			466	
	11.0	2.8	4.4			13.6	5.6	5.6	10	44			136	56					136		136			330	
	6.9	2.8	4.3			17.9	5.6	0.20		1			4	1					4		4			326	
	5.6	2.8	3.8			12.5	5.6	0.9		3			11	5					11		11			315	
	9.9	2.8	4.3			15.5	5.6	8.9		38			138	50					138		138			177	
	10.0	2.8	4.8			19.9	5.6	10		48			199	56					199		199			101,978	
	10.3	2.8	4.9			20.3	5.6	10		49			203	56					203		203			775	
	9.4	2.8	4.9			19.7	5.6	10		49			197	56					197		197			578	
	8.3	2.8	4.8			17.7	5.6	10		48			177	56					177		177			401	
	11.1	2.8	5.0			19.4	5.6	10		50			194	56					194		194			207	
	12.4	2.8	5.1			23.5	5.6	10		51			235	56					235		235			100,972	
	12.8	2.8	5.1			25.2	5.6	10		51			252	56					252		252			720	
	13.4	2.8	5.3			26.2	5.6	10		53			262	56					262		262			458	
	13.2	2.8	5.4			26.6	5.6	10		54			266	56					266		266			192	
	14.2	2.8	5.4			27.4	5.6	10		54			274	56					274		274			99,918	
	11.7	2.8	4.9			25.9	5.6	6.46		32			168	36					168		168			750	
	10.9	2.7	4.5			22.6	5.5	2.02		9			46	11					46		46			702	
	12.7	2.7	4.7			23.6	5.5	1.5		7			35	8					35		35			669	
	12.1	2.7	4.7			24.8	5.5	0.5		2			12	3					12		12			657	
	12.2	2.7	4.5			24.3	5.5	0.5		2			12	3					12		12			645	
	11.4	2.7	4.5			23.6	5.5	2.1		9			50	11					50		50			595	
	8.2	2.7	4.5			19.6	5.5	5.9		31			135	38					135		135			460	

DE KM 0+620 A KM 0+980

FECHA Septiembre 87 HOJA No 3 DE 4

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
ESCUELA DE ING. CIVIL.

CALCULO DE RASANTE Y CURV.

CAMINO: LIBRAMIENTO IXTLAHUACAN DEL RIO JAL.

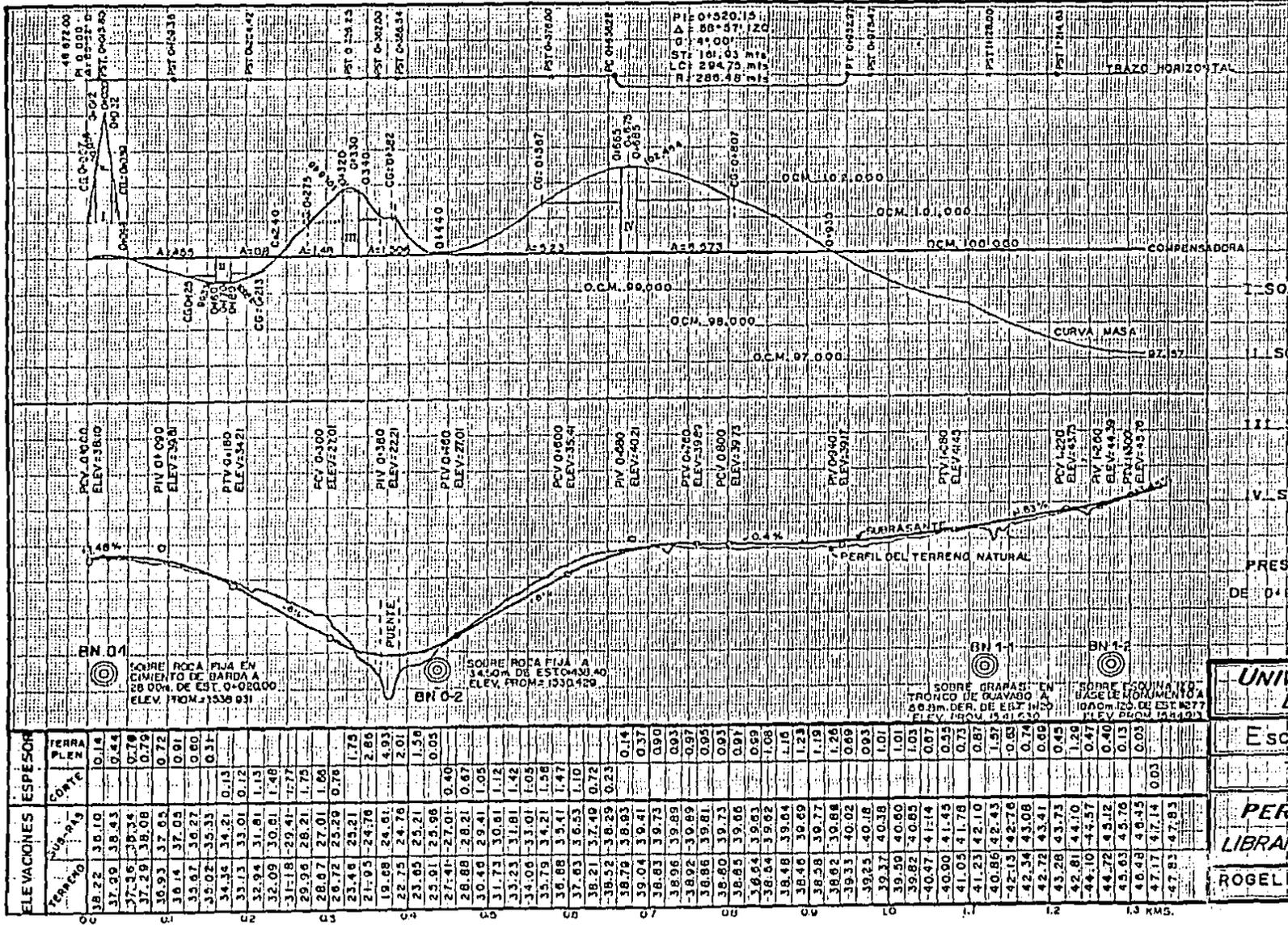
ESTACION	ELEVACION TERRENO	TANG. VERTICAL		DATOS DE CURVA		ELEVACION RASANTE	ESPEORES		A R E A S					A F					SEMI DIST.			
		PEND.	COTAS				CORTE	TERR.	DESP.	DESPER	ESCALON	CORTE	TERR.	95%	DESP.	DESPER	ESCALON	CORTE		TERR.	95%	
1+000	39.73	+1.63%	38.39	10 100 +1.45	40.38		1.01	2.3					9.3	2.7	4.5					17.5	5.4	10
020	39.59		38.85	11 121 +1.75	40.60		1.01	2.3					9.6	2.7	4.6					18.9	5.4	10
040	39.82	+1.63%	38.77	12 144 +2.09	40.85		1.03	2.4					10.3	2.7	4.7					19.9	5.4	10
046.7	40.32				41.38		1.06	2.4					10.5	2.7	4.8					20.8	5.4	3.35
060	40.47	+1.63%	38.69	13 169 +2.45	41.14		0.67	2.1					5.7	2.7	4.5					16.2	5.4	6.65
080	40.90	PTV	38.61	14 196 +2.84	41.45		0.55	2.0					3.8	2.7	4.1					9.5	5.4	10
1+100	41.05				41.78		0.73	2.1					6.4	2.7	4.1					10.2	5.4	10
120	41.23	+1.63%			42.10		0.87	2.1					7.6	2.6	4.2					14.0	5.3	10
129.4	41.39				42.26		0.87	2.1					16.1	2.6	3.2					23.7	5.2	4.7
130.5	39.57				42.25		2.68	0.7					21.6	2.6	1.8					37.7	5.2	0.55
135	39.96	+1.63%			42.35		2.39	2.6					24.6	2.6	3.3					46.2	5.2	7.25
140	40.86				42.43		1.57	2.5					16.1	2.6	5.1					40.7	5.2	2.5
146.3	40.86	+1.63			42.59		1.67	2.4					14.9	2.6	4.9					31.0	5.2	3.15
150.3	42.53				42.81		0.28	2.3					7.3	2.6	4.7					22.2	5.2	2.0
160	42.13				42.76		0.63	1.9					4.9	2.6	4.2					12.2	5.2	4.85
180	42.34	+1.63%			43.08		0.74	2.1					6.0	2.7	4.0					10.9	5.3	10
1+200	42.72				43.41		0.69	2.1					5.7	2.7	4.2					11.7	5.4	10
220	43.28	PCV	43.73	K=0.0455	43.73		0.45	2.8					3.0	2.7	4.9					8.7	5.4	10
223.6	43.51				44.01		0.51	2.2					7.7	2.7	5.0					10.7	5.4	1.8
240	42.81	+1.63%	44.06	1 1 +0.04	44.10		1.49	1.9					8.8	2.7	4.1					16.5	5.4	9.2
257	44.00				44.50		0.50	1.8					5.9	2.7	3.7					14.7	5.4	8.5
260	44.10	PIV	44.38	2 4 +0.18	44.56		0.47	1.1					4.0	2.7	2.9					9.9	5.4	1.5
280	44.72	+3.45%	44.71	3 9 +0.27	44.98		0.40				0.5	2.6	2.6	1.1				0.5	6.6	5.3	10	
286	45.02				45.33		0.31					0.2	2.6	2.6				0.7	5.2	5.2	3	
295.13	45.63				45.60		0.03					4.0	2.6	2.6				4.2	5.2	5.2	4.56	
1+300	45.63	PTV	45.03	4 16 +0.73	45.76		0.13					3.9	2.4	2.4				7.9	5.0	5.0	2.44	
320	46.48	S O B R E		I P A I V I M E N T O																		

PROYECTO *Robelio Canacho Lopez*
ING. ROBELIO CANACHO LOPEZ

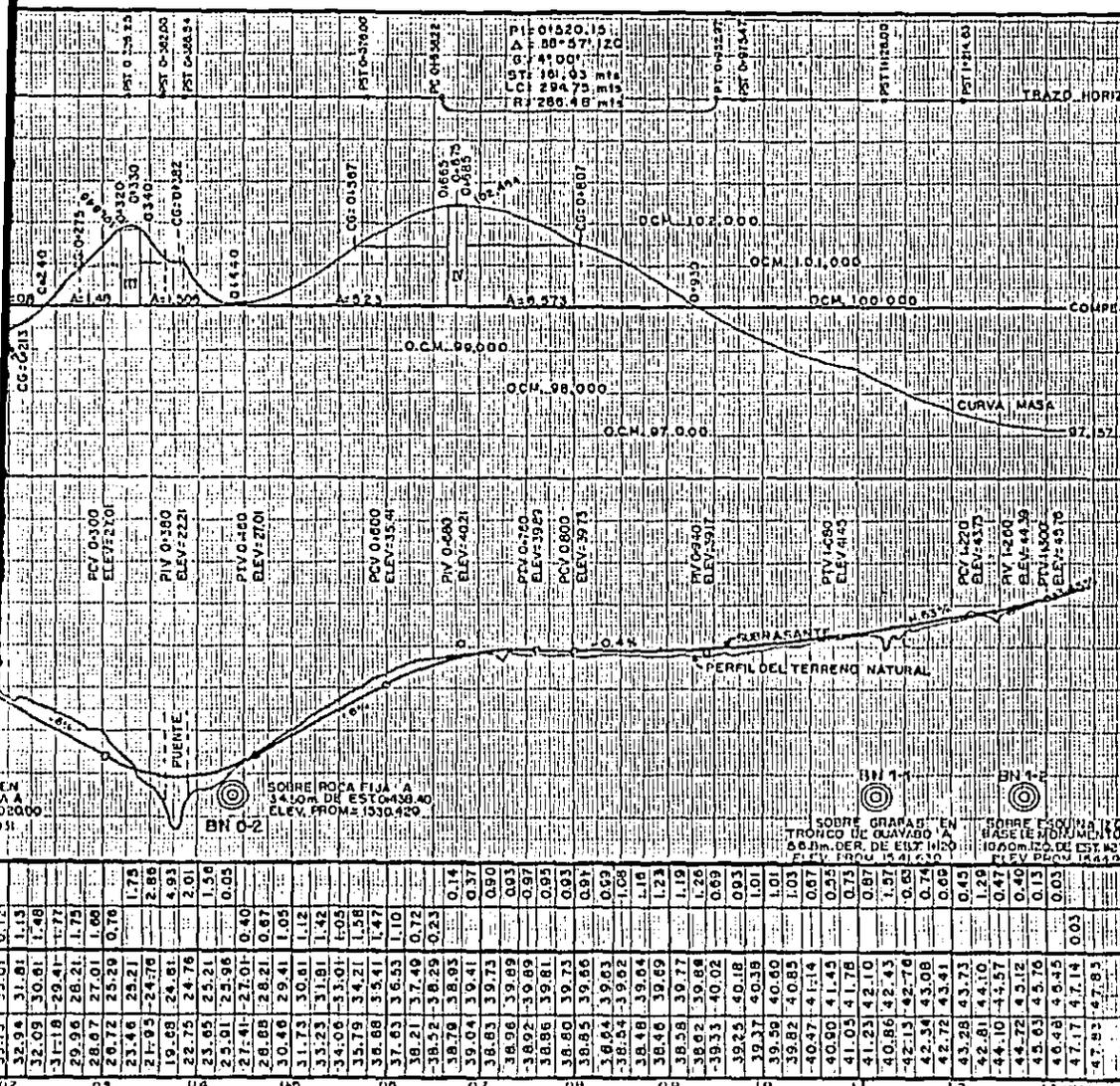
CALCULO DE RASANTE Y CURVA MASA

RIO JAL.

A			A1			A2			SEMIDIST.			VOLUMENES			SUMA DE VOL APROV:	COEF. Y VOL		VOL GEO METRICO DE TERR	CALC. DE VOLS		ORDENADA CURVA MASA
CORTE.	TERR.	PS %	DESP	DESP	ESCALON	CORTE	TERR.	PS %	SEMIDIST.	DESP.	DESP	ESCALON	CORTE	TERR.		PS %	90%		10%	P/TERR	
	9.3	2.7	4.5				17.5	5.4	10	45				175	54				176	176	99,284
	9.6	2.7	4.6				18.9	5.4	10	46				189	54				189	189	095
	10.3	2.7	4.7				19.9	5.4	10	47				199	54				199	199	98,896
	10.5	2.7	4.8				20.8	5.4	3.35	16				70	54				70	70	826
	5.7	2.7	4.5				16.2	5.4	6.65	30				108	36				108	108	718
	3.8	2.7	4.1				9.5	5.4	10	41				95	53				95	95	623
	6.4	2.7	4.1				10.2	5.4	10	41				102	53				102	102	521
	7.6	2.6	4.2				14.0	5.3	10	42				140	53				140	140	381
	16.1	2.6	3.2				23.7	5.2	4.7	15				111	24				111	111	270
	21.6	2.6	1.8				37.7	5.2	0.55	1				21	3				21	21	249
	24.6	2.6	3.3				46.2	5.2	2.25	7				104	12				104	104	145
	16.1	2.6	5.1				40.7	5.2	2.5	13				102	13				102	102	043
	14.9	2.6	4.9				31.0	5.2	3.15	28				98	16				98	98	97,945
	7.3	2.6	4.7				22.2	5.2	2.0	9				44	10				44	44	901
	4.9	2.6	4.2				12.2	5.2	4.85	20				59	25				59	59	842
	6.0	2.7	4.0				10.9	5.3	10	40				109	53				109	109	733
	5.7	2.7	4.2				11.7	5.4	10	42				117	54				117	117	616
	3.0	2.7	4.9				8.7	5.4	10	49				87	54				87	87	529
	7.7	2.7	5.0				10.7	5.4	1.8	9				19	10				19	19	510
	8.8	2.7	4.1				16.5	5.4	1.2	34				135	44				135	135	375
	5.9	2.7	3.7				14.7	5.4	1.5	31				125	46				125	125	250
	4.0	2.7	2.9				9.9	5.4	1.5	4				15	8				15	15	235
0.5	2.6	2.6	1.1			0.5	6.6	5.3	10	11			5	66	53	5	0.9	4	66	62	173
0.2	2.6	2.6				0.7	5.2	5.2	3				2	16	16	2	0.9	2	16	14	159
4.0	2.6	2.6				4.2	5.2	5.2	4.5				19	24	24	19	"	17	24	7	152
3.9	2.4	2.4				7.9	5.0	5.0	2.4				19	12	12	19	"	17	12	5	97,157



UNIVERSIDAD
Escuela de Ingeniería
PERFIL
LIBRAMIENTO
ROGELIO



- I. SOBRECARGO HACIA ADELANTE
 $\frac{50}{0.9} \times 0.6 = 37 \text{ M}^3 \text{ EST}$
- II. SOBRECARGO HACIA ATRAS
 $\frac{609 \text{ M}^3}{1.1} \times 3.4 = 2068 \text{ M}^3 \text{ EST}$
- III. SOBRECARGO HACIA ADELANTE
 $\frac{1948 \text{ M}^3}{1.1} = 4357.300 \text{ M}^3 \text{ EST}$
- IV. SOBRECARGO HACIA ADELANTE
 $\frac{2364 \text{ M}^3}{0.8} = 5482 \text{ M}^3 \text{ HM}$

PRESTAMO DE BANCO:
 DE 0+300 A 1+300 2,843 M³

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
TESIS PROFESIONAL
PERFIL DEFINITIVO DEL LIBRAMIENTO IXTL DEL RIO JAL
ROGELIO CAMACHO L. LAMINA No. 5

33+13	33+01	0.12	35.94	31.81	1.13	32.05	30.61	1.48	31+18	29.41	1.77	29.96	28.21	1.75	28.67	27.01	1.66	28.72	25.29	0.78	1.73	23.46	23.21	2.86	21+93	24.76	4.93	19.68	24.81	2.86	23.65	23.21	1.56	23.91	23.96	0.05	21+41	21.01	0.40	28.88	26.21	0.87	30.46	29.41	1.05	31+73	30.81	1.12	35.23	31.81	1.42	34.00	33.01	1.05	35.79	34.21	1.58	36.88	35.41	1.47	37.63	36.53	1.10	38.21	37.40	0.72	38.52	38.29	0.23	39.78	38.93	0.14	39.04	39.41	0.37	38.83	39.73	0.90	38.96	39.89	0.93	39.92	39.89	0.97	38.86	39.81	0.95	38.86	39.81	0.95	38.80	39.73	0.93	38.85	39.66	0.81	38.64	39.63	0.99	38.54	39.62	1.08	38.48	39.64	1.16	38.46	39.69	1.23	38.58	39.77	1.19	38.62	39.86	1.26	38.33	40.02	0.69	39.23	40.18	0.91	39.37	40.38	1.01	39.59	40.60	1.01	39.82	40.85	1.03	40.47	41.14	0.67	40.90	41.43	0.53	41.03	41.76	0.73	41.23	42.10	0.87	40.86	42.43	1.57	42.13	42.76	0.63	42.34	43.08	0.74	42.72	43.41	0.69	43.28	43.73	0.45	42.81	44.10	1.29	44.10	44.57	0.47	44.72	45.12	0.40	45.63	45.76	0.13	46.48	46.45	0.03	47.17	47.14	0.03	47.83	47.83	
-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	--

CAPITULO IV
DRENAJE DEL CAMINO

DRENAJE DEL CAMINO

El drenaje de los caminos tiene por objeto, en primer lugar reducir lo más que sea posible la cantidad de agua que llega a las diferentes partes de un camino y en segundo lugar, -- dar salida al agua cuyo acceso sea inevitable.

Para que un camino tenga buen drenaje debe evitarse que el agua circule en cantidades excesiva por el mismo, destruyendo el pavimento y originando la formación de baches, así como también el agua que lleven las cunetas se estanque y reblandezca las terracerías originando pérdidas de estabilidad de las mismas, provocando asentamientos perjudiciales.

Debe evitarse también que los cortes se saturen de agua -- con peligro de derrumbes o deslizamientos según el tipo de material del corte, y evitarse que el agua subterránea no reblandezca la capa de la rasante con su consiguiente peligro.

Como puede observarse, el proyectar un buen drenaje es uno de los factores más importantes en el estudio de un camino y -- por lo tanto, debe preverse desde la localización misma, procurando alojarlo en suelos estables y con un buen drenaje natural. Sin embargo, debido a la necesidad de un alineamiento determinado, el camino puede atravesar suelos variables, permeables unos e impermeables otros, obligando ello a la construcción artificial de obras de drenaje, de acuerdo con las condiciones requeridas.

La experiencia en el análisis y estudio de muchísimos caminos en mal estado, ha enseñado que el drenaje inadecuado más -- que ninguna otra causa, ha sido el responsable del daño que -- han sufrido, o que hayan perdido su eficiencia.

A continuación se dan algunas normas que deben guiar al ingeniero localizador en lo relativo al drenaje:

Cuando el camino deba seguir el curso de un valle o corriente de agua, las terracerías deben quedar a una altura conveniente sobre el nivel de aguas máximas del río o valle, ya -- que se admita o no que el agua llegue hasta saturar las terracerías. El mismo problema se presenta cuando tenga que bordear se algún lago, o cualquier otra extensión considerable de agua,

en cuyo caso es permanente el problema de drenaje en relación a la estabilidad de los terraplenes. Además, al trazar un camino en la ladera de una montaña o loma, el localizador debe evitar, en cuanto sea posible, el paso por lugares sumamente húmedos en los que hubiera el peligro de la existencia de manantiales, los cuales siempre son perjudiciales.

La subrasante debe estudiarse cuidadosamente con relación al drenaje, ya que frecuentemente bastan ligeros cambios para facilitar la salida rápida y completa del agua. Es de mayor importancia que la superficie sea rápida, con un drenaje adecuado y protegida contra las inundaciones para que las terrazas tengan un costo mínimo. La inversión en las obras de drenaje es la que más rentabilidad tiene en la inversión total del camino, ya que las obras de drenaje son las primordiales para el buen funcionamiento estructural del pavimento.

El drenaje de los caminos está en función del buen funcionamiento de las obras siguientes:

CUNETAS.

Son las estructuras destinadas a recoger el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

Las cunetas son zanjas que se localizan a la orilla del camino en los cortes, o cuando el camino es a pelo de tierra; desaguan en alcantarillas o por medio de canales de salida.

La localización de las cunetas no ofrece ningún problema especial, pues es evidente. La forma de ellas depende de la cantidad de agua que escurre y del ancho del camino y sus dimensiones dependen del escurrimiento.

La cuneta ideal para los caminos es aquella que es una prolongación de la superficie de rodamiento; así, además de dar seguridad, aminora el costo de conservación; pero de cualquier modo debe ajustarse a las necesidades hidráulicas.

Las cunetas se proyectan considerando las siguientes normas:

1. Capacidad. - Se calcula tomando en cuenta la precipitación y la naturaleza del terreno que recorre el agua que llega a la cuneta.

2. Forma.- Generalmente se usan de forma triangular por ser -- las más seguras al tránsito.
3. Dimensiones.- Se determina de acuerdo con la forma y la capacidad.
4. Pendiente.- La pendiente de la cuneta se dará de acuerdo -- con la del camino, o de acuerdo con el gasto por drenar y -- la sección del camino, pero teniendo como límite la velocidad que puede resistir el camino sin erosionarse.
5. Conservación.- La conservación de las cunetas consiste en -- mantenerlas limpias para aprovechar toda su capacidad, me-- diante el deshierbo y desazolve.

CONTRACUNETAS.

Son canales destinados a evitar que el agua llegue a las cunetas, cuando éstas tienen una capacidad menor que la necesaria para el gasto, así como para evitar deslaves en los cortes.

La localización de las contracunetas va íntimamente ligada con su funcionamiento, por lo cual se colocan siempre en las laderas del lado de aguas arriba y a cierta distancia de la -- orilla del corte, y van paralelas al eje del camino.

Generalmente tienen forma trapezoidal con base de 30 a 50 centímetros y taludes de acuerdo con el terreno; su pendiente debe ser uniforme, pues los cambios ocasionan disturbios hidráulicos y como consecuencia depósitos o deslaves y a la larga, el anulamiento de su funcionamiento.

El origen de las contracunetas debe localizarse en la parte más alta de la cresta y a una distancia conveniente de la -- orilla del corte tomando en cuenta las consideraciones anteriores.

BOMBEO DEL CAMINO.

El bombeo del camino tiene como fin principal el de llevar hacia los lados el agua que cae sobre el mismo; evitando de este modo trastornos al tránsito e infiltraciones en las terraceras; sirve también para que el agua escurra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione.

Al proyectarse el bombeo de un camino debe tomarse en cuenta también la comodidad para los usuarios del mismo, puesto que-

un camino con bombeo exagerado provoca que los conductores de los vehículos prefieran el centro, en lugar de conservar su vía de circulación. Un proyecto bueno de bombeo debe equilibrar por lo tanto, las necesidades de drenaje y la comodidad del tránsito.

ALCANTARILLAS.

Las alcantarillas tienen por objeto dar paso rápido al agua que por no poder desviarse de otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino. Generalmente se les denomina obras de arte, estando incluidas las alcantarillas y los puentes.

Las alcantarillas son estructuras de claro menor de seis metros, además la mayoría de estas obras llevan un colchón de tierra y los puentes no. Este colchón debe tener un mínimo de espesor de 60 cm. en tubos principalmente.

Las alcantarillas se localizan generalmente en el fondo del arroyo, canal o cauce que desaguan, procurando siempre que ello sea posible, no forzar los cruces para hacerlos normales cuando la localización natural es esviada, ya que lo que se economiza no compensa los gastos posteriores de conservación debido a la continua erosión, y además no debe tratarse de reducir el número de alcantarillas concentrándolas en menos, sino que es mejor poner todas las alcantarillas que sean necesarias.

Cuando el esviamiento de una corriente sea menor del 5° es más fácil hacer la estructura perpendicular al camino y aquí se puede suprimir el esviamiento, pero no cuando éste sea mayor del 5°. Cuando el cauce es tortuoso debe canalizarse una parte a la entrada y a la salida de la alcantarilla.

En los arroyos, como regla general, la localización de las alcantarillas debe seguir el curso de los mismos, ya que es bien sabido que es muy difícil cambiar el curso de las corrientes.

Hay varios procedimientos para proyectar hidráulicamente una alcantarilla. así tenemos: el procedimiento por comparación, el empírico, el de sección y pendiente y el de precipitación pluvial.

De estos métodos el que generalmente se emplea es el empírico, debido a la falta de datos de precipitación pluvial para emplear el último método enunciado, que es uno de los mejores.

El procedimiento empírico consiste en el empleo de la fórmula establecida por Talbot.

Este procedimiento es el que se usa en el cálculo hidráulico de las obras que intervienen en este camino.

Este procedimiento se basa en la siguiente fórmula:

$$a = 0.183 C A^{3/4}$$

Donde:

- a - Area hidráulica, en m², que deberá tener la alcantarilla.
- A - Superficie por drenar, en hectáreas.
- C - Coeficiente de escurrimiento, que depende del tipo de terreno en donde se localice la alcantarilla, teniendo los siguientes valores:
 - C = 1.0 para terreno montañoso y escarpado.
 - C = 0.8 para terreno con poco lomerío.
 - C = 0.6 para terreno con lomerío.
 - C = 0.5 para terreno muy ondulado.
 - C = 0.4 para terreno poco ondulado.
 - C = 0.3 para terreno suave.
 - C = 0.2 para terreno plano.

La fórmula de Talbot está basada en el estudio de un gran número de instalaciones hidráulicas en el Valle del Río Mississippi, en los Estados Unidos de Norte América. Esta fórmula está basada en una precipitación máxima alrededor de 100 m.m. -- por hora y la velocidad usada por Talbot en sus estudios fué -- de 3 m/seg.

Las superficies consideradas por Talbot fueron generalmente no mayores de 20 hectáreas.

El método de Sección y Pendiente, consiste en determinar el gasto por medio de secciones hidráulicas definidas y de la pendiente del río o arroyo. Este método se aplica cuando se tiene un cauce bien definido, en el cual sea posible encontrar huellas dejadas por las altas aguas en el sitio de la alcanta-

rilla a cierta distancia de él. Midiendo la sección y la pendiente se deduce el gasto del mismo, en función de la rugosidad del cauce y la velocidad del agua calculada por la fórmula de Manning. Conociendo el gasto se determina el área de la alcantarilla.

El procedimiento por comparación es aplicable cuando se trata de construir una alcantarilla en el lugar donde ya había otra, o bien cerca de otra alcantarilla existente en el mismo lugar. El procedimiento racional mediante la precipitación pluvial se aplica cuando hay datos de dicha precipitación; así se calcula el escurrimiento máximo probable en función de la máxima intensidad de precipitación pluvial y de las características de la cuenca. De acuerdo con ese gasto se proporcionan las dimensiones de la alcantarilla.

La fórmula para determinar el gasto es la de Burkli-Ziegler. Donde: $Q = 0.022 CAh (S/A)^{1/4}$

Q = Gasto de la alcantarilla en m³/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento, que depende de la naturaleza del terreno.

A = Número de hectáreas drenadas.

h = Precipitación en cms./hr. correspondiente a la precipitación registrada.

s = Pendiente del terreno en m/km.

Los valores del coeficiente de escurrimiento C para emplearse en la fórmula anterior son:

C = 0.18 En terrenos montañosos.

C = 0.25 En terrenos de cultivo.

C = 0.30 Calles de macadam y jardines.

C = 0.625 Calles en zonas residenciales.

C = 0.75 Calles pavimentadas y zonas comerciales.

Hidráulicamente las alcantarillas pueden trabajar de dos maneras, con carga o sin carga. Las alcantarillas sin carga, son las de salida libre y con carga, son aquellas en las cuales la alcantarilla puede estar ahogada o semi-ahogada cuando es obstruída por cualquier cantidad de agua estancada o cuando el agua no tiene salida rápida. Es conveniente que una alcantarilla tenga la misma pendiente que el lecho de la co-

rriente en ese mismo tramo, para alterar lo menos posible las condiciones de escurrimiento.

CONSIDERACIONES PRACTICAS QUE REGULAN EL TAMANO Y LONGITUD DE LAS ALCANTARILLAS.

La longitud que debe tener una alcantarilla depende del ancho de la corona del camino, de la altura del terraplén, del talud del mismo, de la pendiente y del esviajamiento de la misma.

La mejor manera de determinar la longitud de una alcantarilla es hacerlo mediante un croquis de la sección transversal del terraplén y un plano y perfil de la corriente.

Cuando se tienen cuencas grandes, el área de las alcantarillas se proporciona como hemos visto por el escurrimiento, si es así, sin embargo para pequeñas áreas, el tamaño se determina por la facilidad de la limpieza más que por la capacidad.

Cuando se tiene una pendiente suficiente para que la alcantarilla se limpie por sí sola, un tubo de 12" es adecuado en terraplenes de poca altura; pero si la corriente es mayor, sólo un tubo de 16" ó 18" podrá servir satisfactoriamente.

Las alcantarillas de gran longitud bajo terraplenes muy altos nunca serán de un diámetro menor de 90 cm., para permitir su limpieza a mano cuando ello sea necesario.

De acuerdo con su forma y material, las alcantarillas se clasifican en:

a) Alcantarillas de tubo:

- 1.- De concreto reforzado.
- 2.- De lámina corrugada.
- 3.- De barro vitrificado.
- 4.- De fierro fundido.

b) Alcantarillas de cajón de concreto reforzado:

- 1.- Sencillas.
- 2.- Múltiples.

c) Alcantarillas de bóveda de concreto simple:

- 1.- Sencillas.
- 2.- Múltiples.

d) Otros tipos.

La elección del tipo de alcantarilla depende:

- a) Del tipo de suelo de la cimentación.
- b) De las dimensiones de la alcantarilla y requisitos de la topografía.
- c) De la economía relativa de los diferentes tipos posibles de estructura adecuados para el lugar, etc.

Tomando en cuenta que el suelo de la cimentación del caso particular del Libramiento es seco y firme, utilizaremos alcantarillas de tubo de lámina corrugada y una de losa de concreto, ya que éstas se adaptan mejor a la topografía y cuidando siempre la economía de las mismas.

El proyecto de las alcantarillas se reduce casi siempre a tomarlas de los proyectos tipo de la S.C.T. y adaptarlas en cada caso en lo que se refiere a su longitud, pendiente, muros de cabeza, etc. Esta adaptación es casi puramente geométrica, y cuando requiere cálculos de estabilidad o resistencia deben hacerse los cálculos por métodos más precisos.

Desde el punto de vista constructivo, podemos decir que es siempre recomendable dejar un colchón de tierra entre la cubierta de una alcantarilla y la base del pavimento. El espesor de este colchón a veces controla la elevación de la plantilla, dándose el caso de que se haya tenido que levantar la subrasante a efecto de dar el colchón necesario.

En cuanto a los muros de cabeza, ellos pueden ser de piedra suelta, mampostería o de concreto. Estos dos últimos son los mejores y deben preferirse. La altura de estos muros debe ser tal, que se extienda más arriba de su intersección con los taludes del camino. La longitud de éstos depende del claro de la alcantarilla, de la altura de la misma y del talud natural del terraplén.

Cuando los muros de cabeza no son rectos sino que llevan aleros, para determinar la longitud de ellos debe tenerse en consideración el ángulo que formen los aleros. La altura de los aleros va en disminución hacia su extremo; esa reducción depende del ángulo de los aleros y del talud natural del terraplén.

EJEMPLO DEL CALCULO HIDRAULICO DE ALCANTARILLAS.

Utilizaremos el procedimiento empírico de Talbot (anteriormente expuesto).

Datos:

Estación: 1+242.00.

Area por drenar = 9 Hectáreas.

Coefficiente de Escorrimento = 0.6

Area hidráulica =

Procedimiento:

$$a = 0.183 C A^{3/4}$$

$$a = 0.183 (0.6) (9)^{3/4}$$

$$a = .57054 \text{ m}^2$$

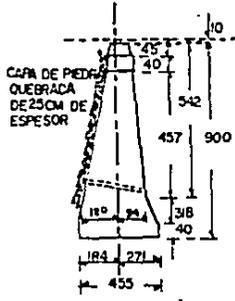
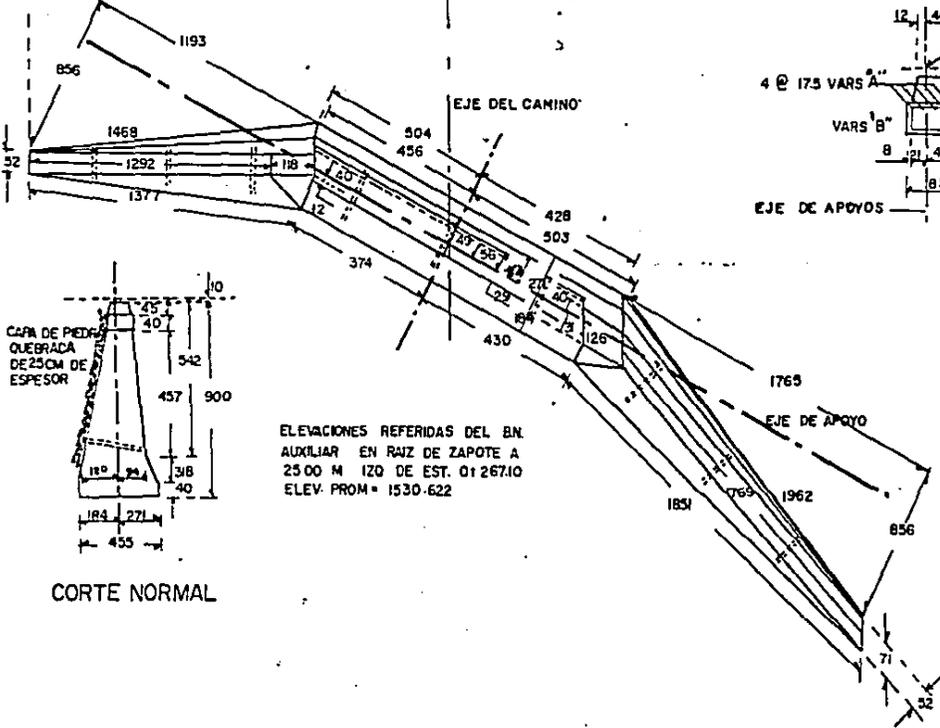
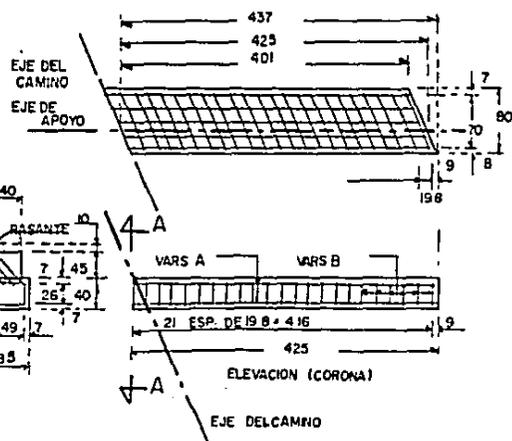
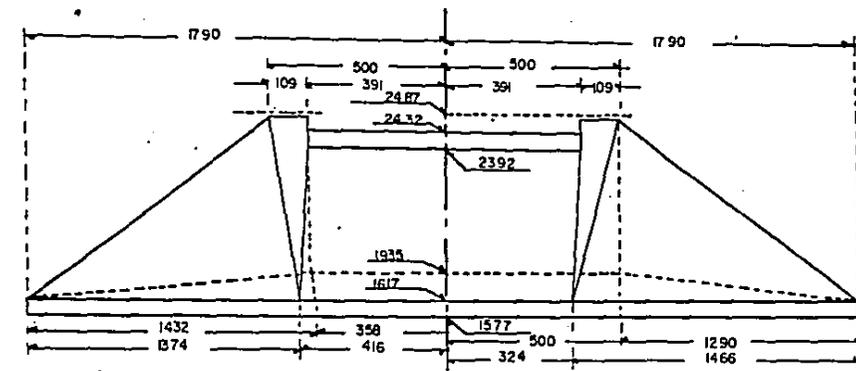
Requerimos un área hidráulica de 0.57054 m^2 para drenar la cuenca en cuestión. Se utilizará un tubo de 0.91 mt. para que nos proporcione el área hidráulica requerida.

A continuación anexo los proyectos de las obras que son necesarias en el Libramiento que son:

ESTACION	TIPO DE OBRA	CRUCE
0+374.26	PUENTE	23° Der. en tang.
0+720.72	Tubo de lámina de 0.61 m. de ϕ	58°20' Der. en - C.C.4°I.
0+961.13	Tubo de lámina de 0.61 m. de ϕ	61°37' Izq. en - tang.
0+133.44	Losa de 4.00 x 2.00 m.	13°00' Der. en - tang.
0+242.00	Tubo de lámina de 0.91 m. de ϕ	50°00' Izq. en - tang.

PEND DE CAMINO = 0.0 %

REFUERZO DE LA CORONA.					
VARIS	NUM	DIAM	LONG	CROQUIS	PESO
A	10	4C	836		84
B	39	4C	250		98

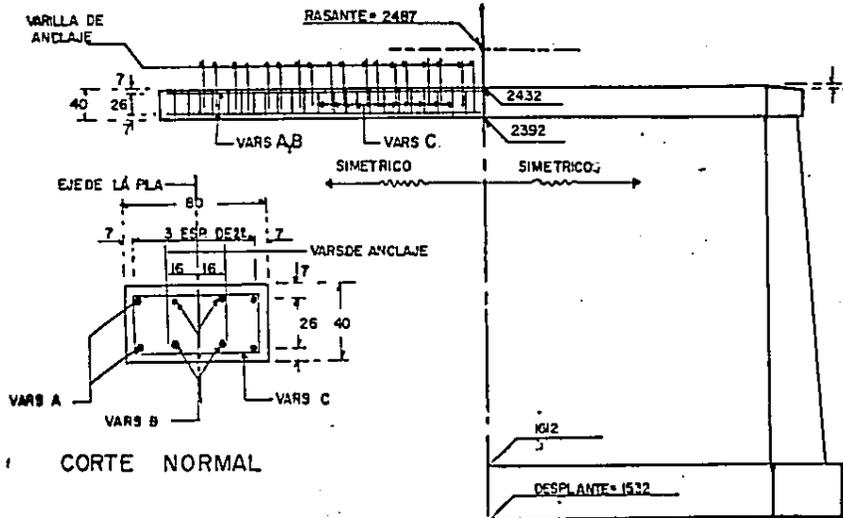


ELEVACIONES REFERIDAS DEL BN. AUXILIAR EN RAIZ DE ZAPOTE A 25.00 M IZO DE EST. 01 267.10 ELEV. PROM = 1530.622

CORTE NORMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS PROFESIONAL	
ESTRIBO No.1, DEL PUENTE DE DOS LOSAS PLANAS DE 1000 X 4.97% Y 7.50 DE CALZADA, ESV. 23° D EN TANGENTE	
ACOTACIONES EN CMS	KM 01 364.10
ROGELIO CAMACHO LOPEZ	LAM No. 7

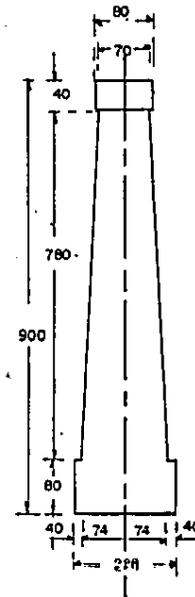
PEND. DEL CAMINO 00 %



CORTE NORMAL

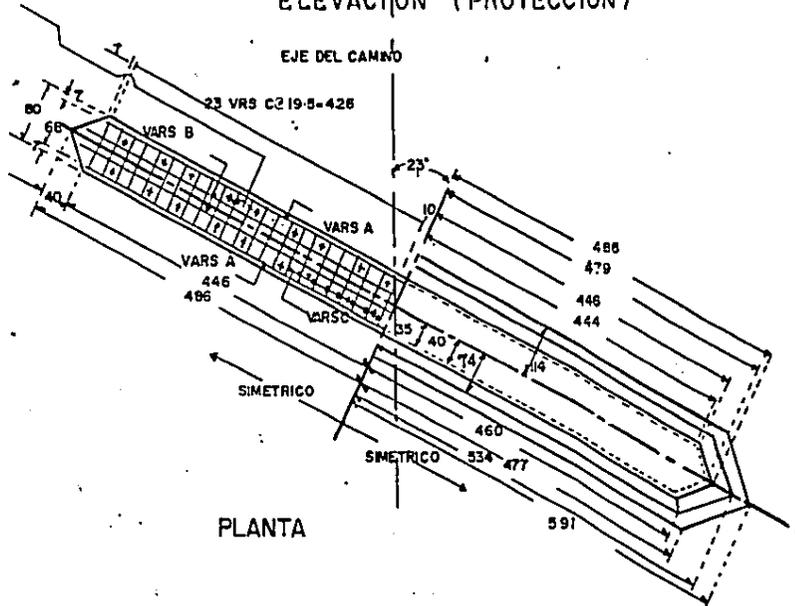
VARSA ANCLAJE DE 4C DE Ø Y 60 DE LONG A 60

ELEVACION (PROYECCION)



CORTE NORMAL

ELEVACIONES REFERIDAS DEL BN AUXILIAR
9/ RAIZ DE ZAPOTE A 2500 M IZO DE
EST-0 + 267.10 ELEV. PROM = 1530.622



PLANTA

REEFUERZO DE LA CORONA						
VARSA	DIAM	NUM	LONG	CROQUIS	A	PESO
A	4C	4	863		863	35
B	4C	4	910		910	36
C	4C	46	216		-	99

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
GUADALAJARA

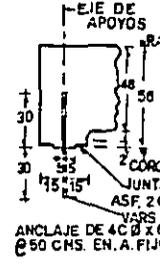
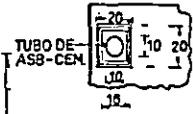
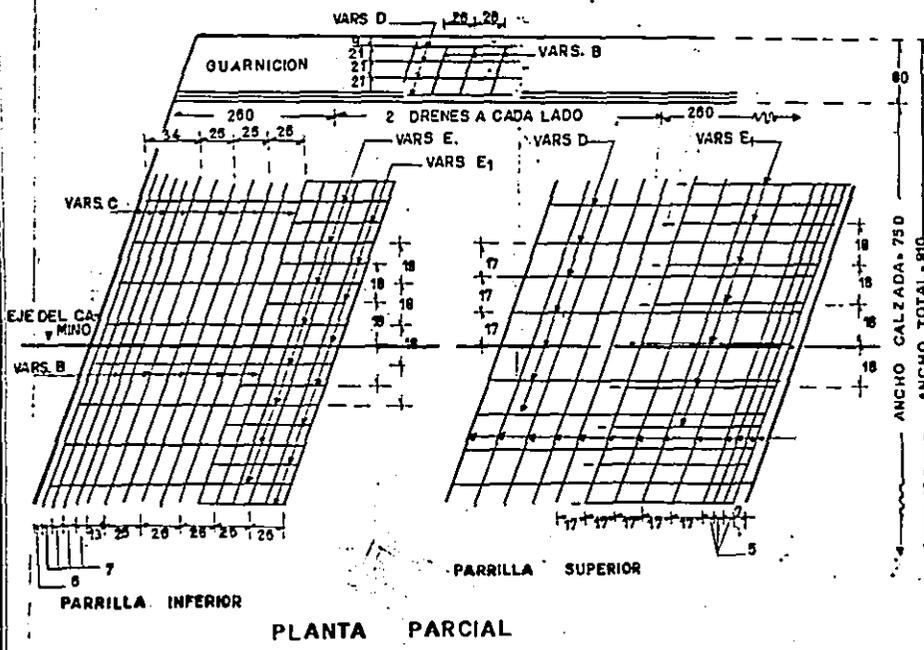
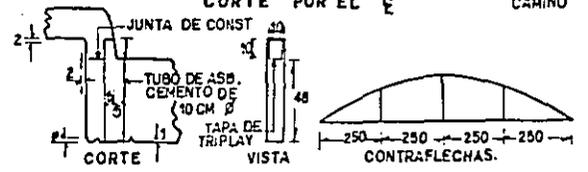
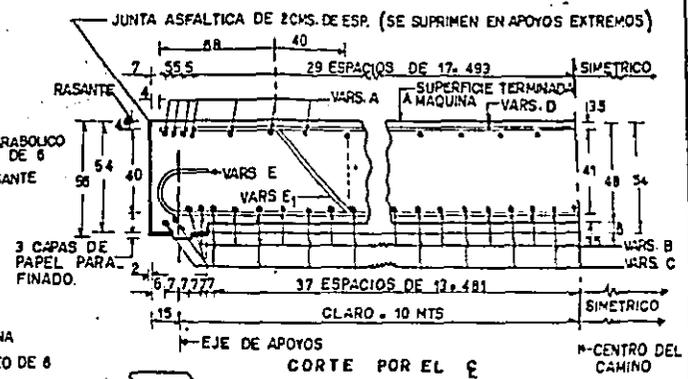
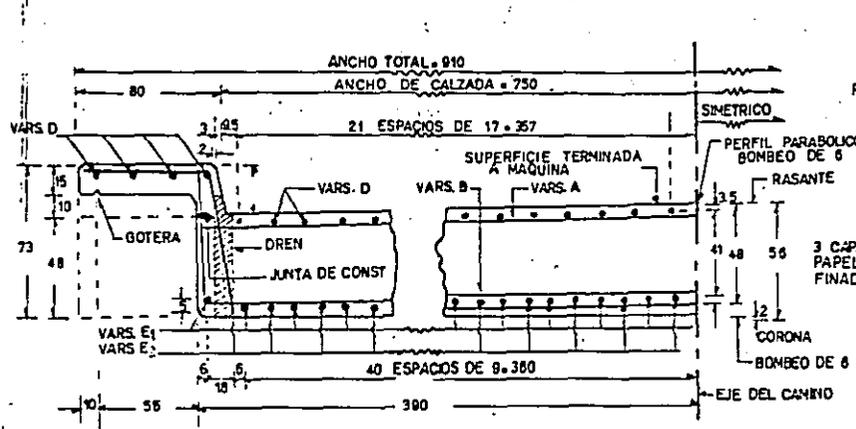
ESCUELA DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

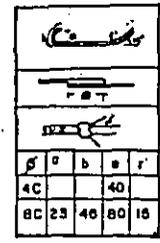
PILA N. 2 PUENTE DE 2 LOSAS PLANAS
DE 10.00 X 4.97 ⁵/₈ Y 7.50 DE CALZADA
ESV. 23 D. EN TANGENTE

ACOTACIONES EN CMS | KM 0+374.26

ROBELO CAMACHO L. | LAM. N. B



MATERIALES				
LISTA DE VARILLAS (2 LOSAS)				
VARS	Ø	NUM. LONG	CRUCOS	PESO.
A	4C	130	833	1101
B	4C	78	1090	850
C	4C	88	971	854
D	4C	104	1024	1064
E	8C	88	1026	1622
E ₁	8C	90	1056	1602
TOTAL = 11,553 Kgs.				



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

SUPERESTRUCTURA PUENTE DE 2 LOSAS PLANAS DE 10.00 X 4.97 MT.

ACOTACIONES EN CMS	KM. 0+374.26
ROGELIO CAMACHO LOPEZ	LAMINA N. 10

CAMINO:
TRAMO:

LIEQUIMIENTO DE LA CARRETERA

" " "

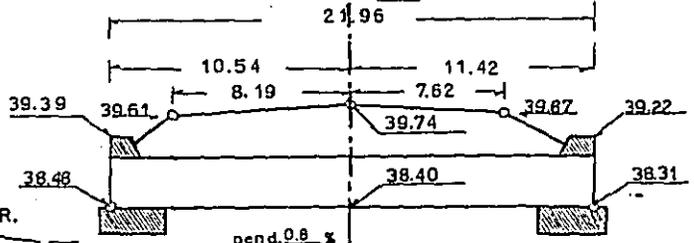
CALCULO DE ALCANTARILLA ESPAJADA EN: 56°20' Dst. C. cur. 4° Ee.

TIPO TUBO DE LAMINA 0.6m² ESTACION: 0+720.72

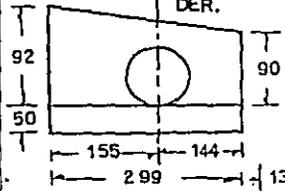
REF.	SECCION DEL CAMINO :	IZQ.	CENTRO	DER.	REF.		IZQ.	CENTRO	DER.
1	PENDIENTE DEL CAMINO (%)		0.2%		31	DIST. CORONA A MURO+30x25	1.49		2.39
2	COTA SUB-PASANTE EN C.L.		39.74		32	ANCHO MURO O GUARRALEV. EN PTO. 29	0.67		0.67
3	ANCHO CORONA NORMAL	1.33		1.33	33	MEDIA ALCANTARILLA+31x32	10.51		11.42
4	DESNIVEL O BOMBEO	-0.13		0.00	34	LONG. TOTAL ALCANTARILLA=332x+336		21.96	
5	ANCHO TALUD NORMAL (este esparcimiento)	6.00		6.00		EN TUBOS+multiple (tremo)+34xDi.			
6	DESNIVEL TALUD NORMAL 9/ XI	3.00		3.00	35	COTAS BOQUILLAS+28123+22x	38.48		37.31
7	ANGULO DE ESVAJE DE LA OBRA			56°20'	36	ALTURA ALERO EN EL EJE DE LA OBRA			
8	TANGENTE ANGULO DE ESVAJE			1.2215	37	LONG. ALERO SOBRE EJE+36x25			
9	COSENO ANGULO DE ESVAJE			0.998	38	LONG. MEDIA ALC. ALERO			
10	ANCHO CORONA ESPAJADA+3/9	0.15		2.00	39	LONG. TOTAL DE LA OBRA+3811386			
11	COTAS CORONA ESPAJADA+2x Y-4 Y+3x811 +0.05 -0.05	39.61		39.69	40	COTAS PUNTA ALERO+261281229			
12	ANCHO TALUD ESPAJADO+3/9	11.43		11.43	41	DETALLE DE LOS ALEROS: I-I D-T T-D O-D			
13	COTAS PUNTA TALUD ESPAJADO +2xYb-4-6. Yb+3x5x811	39.67		39.79	42	ANGULO ESVAJE DENTELON			
14	DESNIVEL TALUD ESPAJADO	2.93		3.00	43	TANG. 41°+17x0.01			
15	ANGULO TALUD CON HORIZONTE. 1/10	13°55'		15°33'	44	ANGULO ALERO CON PROL. MURO			
16	TANGENTE DE 13°14'12	2.3232		2.649	45	SENOS DE ANGULOS DEL 43			
17	RELACION TALUD+ Ctg13	1.87		2.781	46	COSENO DE ANGULOS DEL 43			
18	COSENO ANGULO DEL 13	0.9707		0.9692	47	ANGULO ALERO DENTELON			
	DIMENSIONES DE LA ALCANTARILLA:				48	*180°-43-48			
19	CLAR: 0.6-1 20.-ALTURA 0.6-1				49	SENOS DE ANGULOS DEL 46			
21	ALTURA+CLAVE + LOSA		0.61		50	ANGULO DENTELON/PROL. MURO			
22	PENDIENTE DE CLAVE Y ANGULO CON HORIZ.	0°27'	0.3%	0°01'	49	*90°-27°+2°41			
23	ANGULO OBRA CON TALUD+15/22	14°52'		14°32'	50	SENOS DE ANGULOS DEL 48			
24	SENO ANGULO DEL 23	0.3915		0.3956	51	RELACION SENOS 49/47			
25	RELACION COS/SENO+18/24	0.501		0.92	52	PROL. MURO+37x(42+19+0.5)			
26	COTA ESCURRIMIENTO EN C.L.		38.40		53	LONG. REAL ALERO+31x20			
27	COTAS CLAVE (centro / cota corona)	39.02	39.01	38.95	54	DIST. PUNTA INT. ALERO AL EJE			
28	ESPORES ENTRE CLAVE Y CORONA	0.53		0.32		*52x44+(19x0.5)			
29	ESPESOR GUARNICION BAJO TALUD	0.15		0.02	54	DIST. SOBRE EJE A ARISTA MURO			
30	ESPESOR resistente+20-20	0.28		0.27		*33.09+0.3x80			
					55	DIST. SOBRE EJE A PUNTA ALERO			
						*22x43+54			

NIVEL IZQ	31.00	20.00	NIVEL DER	20.00	26.00
ELEVACIONES	38.73	38.64	ELEVACIONES	38.32	38.24

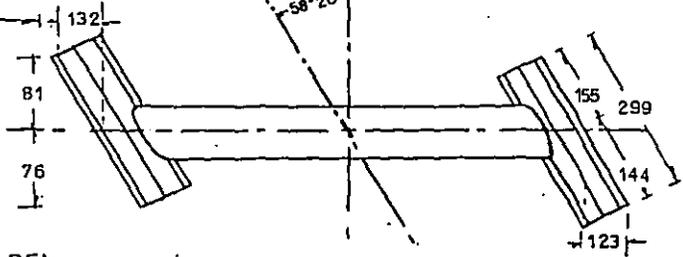
PENDIENTE DEL CAMINO 0.8 %



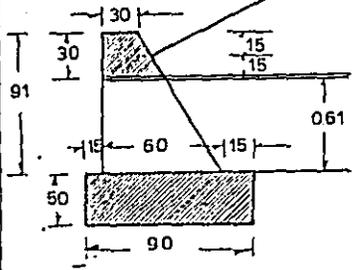
FRENTE: DER.



pend. 0.8 %
CORTE LONGITUDINAL



DETALLE DEL MURO



NOTA. ALCANTARILLA SOBRE CANAL DE RIEGO.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE ING. CIVIL	
TESIS PROFESIONAL	
ALCANTARILLA DE TUBO DE LAMINA DE 0.61 M. DE DIAMETRO, CON 58° 20' DE ESV. EN C.C. 4° 37' 00" KM 0+720.72	
ROGELIO CAMACHO L.	LAMINA N. 11

CAMINO:
TRAMO:

LIBRAMIENTO INTERRUPCION DEL D.O. 121.

" " " " " " " " " " " "

CALCULO DE ALCANTARILLA ESVAJADA EN: 61°37'12". EN TANG.

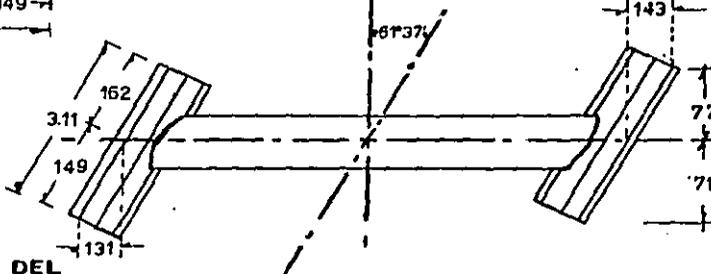
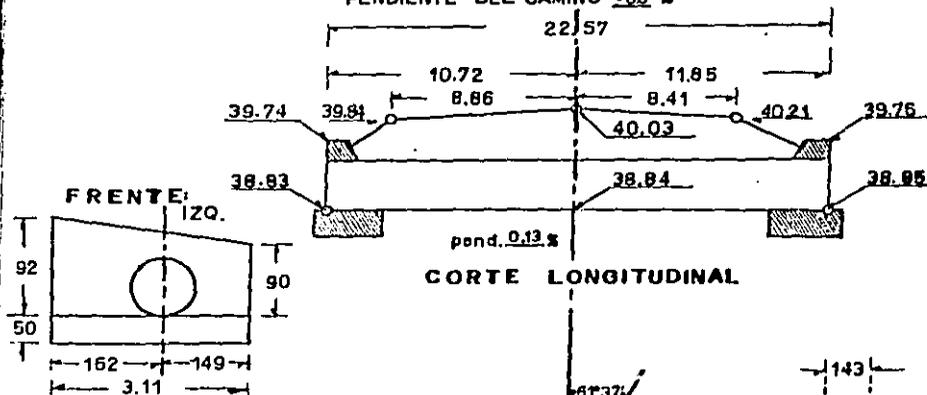
TIPO T. LAMINA 0.61 Ø ESTACION: 0+961.13

REF.	SECCION DEL CAMINO:	IZO.	CENTRO	DER.	REF.		IZO.	CENTRO	DER.
1	PENDIENTE DEL CAMINO (%)		+0.8%		31	DIST. CORONA A MURO+30+25	1.02		2.54
2	COTA SUB-RASANTE EN C.L.		40.03		32	ANCHO MURO O GUARDA-ESV. EN PTO. 29	0.74		0.74
3	ANCHO CORONA NORMAL	4.21		1.00	33	MEDIA ALCANTARILLA+D+31+32	10.72		11.95
4	DESIVEL O BOMBEO	-0.13		+0.12	34	LONG.TOTAL ALCANTARILLA+33+34		22.59	
5	ANCHO TALLO NORMAL hasta escurrimiento	6.00		6.00		EN TODOS+multiple tramos+34+Df.			
6	DESIVEL TALLO NORMAL 3/ XI	2.00		-2.00	35	COTAS BOCUILLAS+20+(33+22)	38.83		38.11
7	ANGULO DE ESVAJE DE LA OBRA	12°37'			36	ALTURA ALERO EN EL EJE DE LA OBRA			
8	TANGENTE ANGULO DE ESVAJE	1.8562			37	LONG. ALERO SOBRE EJE+36+25			
9	COSENO ANGULO DE ESVAJE	0.9734			38	LONG. MEDIA ALC. ALERO			
10	ANCHO CORONA ESVAJADA+3/9	5.86		8.91	39	LONG. TOTAL DE LA OBRA+36+31+38			
11	COTAS CORONA ESVAJADA+2 Y -4	39.84		40.21	40	COTAS PUNTA ALERO+26+38+22			
12	Y+3811+ - 0.06 +0.15					DE TALLE DE LOS ALEROS:	I-J	D-I	J-D
13	ANCHO TALLO ESVAJADO+5/9	12.62		12.62	41	ANGULO ESVAJE DENTELON			
14	COTAS PUNTA TALLO ESVAJADO	20.13		21.50	42	TANG. 41+17+0.01			
	+25+4.6. Y+31+811+ - 0.15 +0.15				43	ANGULO ALERO CON PROL. MURO			
15	DESIVEL TALLO ESVAJADO	2.09		2.91	44	SENO DE ANGULOS DEL 43			
16	ANGULO TALLO CON HORIZ. 1/16	12°37'		12°37'	45	COSENO DE ANGULOS DEL 43			
17	TANGENTE DE 15+14/12	2.27199		2.27199	46	ANGULO ALERO DENTELON			
18	RELACION TALLO+Cos 15	4X1		4.2X1		+180°-43-48			
19	COSENO ANGULO DEL 15	0.9659		0.9659	47	SENO DE ANGULOS DEL 46			
	DIMENSIONES DE LA ALCANTARILLA:				48	ANGULO DENTELON/PROL. MURO			
20	CLAVI 0.61 20.-ALTIMA 0.61					+90°-37°+31°			
21	ALTURA+CLAVE ... + LISA		0.61		49	SENO DE ANGULOS DEL 48			
22	PENDIENTE DE CORA Y ANGULO CON HORIZ.	-0°04'	0.1202		50	RELACION SENOS 49/47			
23	ANGULO OBTA CON TALLO+15:22	12°11'			51	PROL. MURO+37+(42+19+0.5)			
24	SENO ANGULO DEL 23	0.3956			52	LONG. REAL ALERO+31+30			
25	RELACION COS/SENO+10/24	0.70			53	DIST. PUNTA INT. ALERO AL EJE			
26	COTA ESCURRIMIENTO EN C.L.		38.84			+32+44+(19+0.5)			
27	COTAS CLAVE (centro y bajo corona)	39.49	39.45	39.46	54	DIST. SOBRE EJE A ARISTA MURO			
28	ESPESORES ENTRE CLAVE Y CORONA	0.40		0.75		+33+(19+0.5+8)			
29	ESPESOR ESCURRIMIENTO BAJO TALLO	0.15		0.15	55	DIST. SOBRE EJE A PUNTA ALERO			
30	ESPESOR ranilla+20-29	0.25		0.60		+32+43+54			

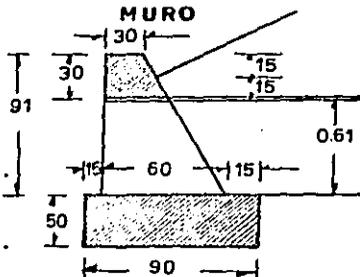
NIVEL IZQ a 31.00 20.00
ELEVACIONES 38.03 38.03

NIVEL DER a 20.00 30.00
ELEVACIONES 39.89 39.12

PENDIENTE DEL CAMINO 0.08 %



DETALLE DEL MURO



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE GUADALAJARA

ESCUELA DE ING. CIVIL

TESIS PROFESIONAL

ALCANTARILLA DE TUBO DE
LAMINA DE 0.61 M. DE DIAMETRO, CON
61°37' IZQ DE ESV. EN TANG. KM 0+961.13

ROGELIO CAMACHO L.

LAMINA N. 12

CAMINO:
TRAMO:

LEYENDA: INTERSECCION DEL R/S. S.H.
" " " " "

CALCULO DE ALCANTARILLA ESMIAJADA EN:

13° DEL. EN TANG.

TIPO LOSA DE CONCR. 4.00X2.00 ESTACION

1+193.44

REF.	SECCION DEL CAMINO	IZQ.	CENTRO	DER.	REF.		IZQ.	CENTRO	DER.
1	PENDIENTE DEL CAMINO (%)		7.12		31	DIST. CORONA A MURO +30x23	7.01		0.64
2	COTA SUB-RASANTE EN C.L.		41.20		32	ANCHO MURO O GUAR. ESM. EN PTO. 29	0.36		0.26
3	ANCHO CORONA NORMAL	4.00		4.00	33	MEDIA ALCANTARILLA 10x31x32	5.48		5.11
4	DESNIVEL O BOMBEO	0.08		0.08	34	LONG. TOTAL ALCANTARILLA 336x336		10.59	
5	ANCHO TALUD NORMAL Norte acurrimiento	6.00		6.00		EN TUBOS múltiple (tramo) 34' Del.			
6	DESNIVEL TALUD NORMAL 3/ XI	7.00		4.00	35	COTAS BOQUILLAS +20' (33x22)	39.19		31.10
7	ANGULO DE ESMIAJE DE LA OBRA			12°	36	ALTURA ALERO EN EL EJE DE LA OBRA		2.26	
8	TANGENTE ANGULO DE ESMIAJE			21.08	37	LONG. ALERO SOBRE EJE +36x23	3.62		3.57
9	COSENO ANGULO DE ESMIAJE			0.9737	38	LONG. MEDIA ALC. ALERO	9.10		8.98
10	ANCHO CORONA ESMIAJADA 3/9	4.11		4.11	39	LONG. TOTAL DE LA OBRA 381x386		17.58	
11	COTAS CORONA ESMIAJADA 2: Y-4 Y+38111 10.02 - 0.02	42.26		42.22	40	COTAS PUNTA ALERO +26' (381x22)	23.12		29.47
12	ANCHO TALUD ESMIAJADO 3/9	6.16		6.16	41	DETALLE DE LOS ALEROS:	I-J	D-T	I-D
13	COTAS PUNTA TALUD ESMIAJADO 2: Yb-4.6. Yb+3158111 10.07 - 0.07	21.26		21.20	42	ANGULO ESMIAJE DENTELON			
14	DESNIVEL TALUD ESMIAJADO	3.98		4.02	43	TANG. 4111x17x0.01			
15	ANGULO TALUD CON HORIZONTE 1/16	3.542		3.542	44	ANGULO ALERO CON PROL. MURO			
16	TANGENTE DE 13.14/12	0.6610		0.6626	45	SENO DE ANGULOS DEL 43			
17	RELACION TALUD COTAS	0.5581		0.5581	46	COSENO DE ANGULOS DEL 43			
18	COSENO ANGULO DEL 13	0.9704		0.9743	47	ANGULO ALERO DENTELON			
	DIMENSIONES DE LA ALCANTARILLA				48	SENO DE ANGULOS DEL 46			
19	CLAVE 4.00 20. ALTURA 2.00				49	ANGULO DENTELON/PROL. MURO +90° 17' y 41'			
21	ALTURA CLAVE y LOSA		2.26		50	SENO DE ANGULOS DEL 48			
22	PENDIENTE DE CORA Y ANGULO CON HORIZ.	10.091	5.0%	4.00°	51	RELACION SENOS 49/47			
23	ANGULO OTRA CON TALUD 13:22	31.321		34.17°	52	PROL. MURO +37' (42x19x0.5)			
24	SOLO ANGULO DEL 23	0.2572		0.2600	53	LONG. REAL ALERO +31x20			
25	RELACION COS/SENO 18/24	1.60		1.43	54	DIST. PUNTA INT. ALERO AL EJE +22' 44' (19x0.5)			
26	COTA ESCURRIMIENTO EN C.L.		39.40			DIST. SOBRE EJE A ARISTA MURO +33' (19x0.5x8)			
27	COTAS CLAVE (centro de corona)	41.48	41.56	41.53		DIST. SOBRE EJE A PUNTA ALERO +22' 43' 54"			
28	ESPESORES ENTRE CLAVE Y CORONA	0.78		0.58					
29	ESPESOR GUARNICION BAJO TALUD	0.10		0.08					
30	ESPESOR PAVIMENTO 20-20	0.00		0.00					

CAMINO:
TRAMO:

LIBRANCIA DE INFORMACION DEL R.V. 102.
" " " "

CALCULO DE ALCANTARILLA ESMAJADA EN: 50° Izq. en T.M.S.

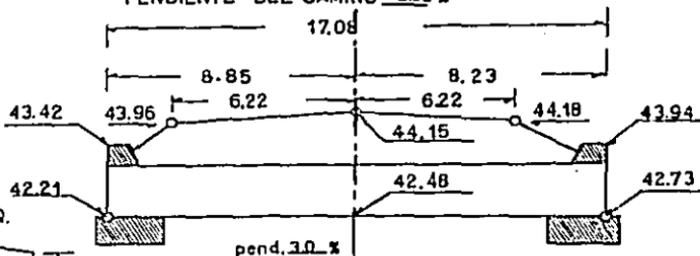
TIPO TUBO DE L.M. 0.91 ESTACION: 1+242.00

REF.	SECCION DEL CAMINO I.	IZQ.	CENTRO	DER.	REF.		IZQ.	CENTRO	DER.
1	PENDIENTE DEL CAMINO (%)		+2.25%		31	DIST. CORONA A MURO = 30 x 25	1.97		1.35
2	COTA SUB-RASANTE EN C.L.		44.15		32	ANCHO MURO O GUARDA ESQ. EN PTO. 25	0.54		0.34
3	ANCHO CORONA NORMAL	4.00		4.00	33	MEDIA ALCANTARILLA = 31 x 32	8.85		8.23
4	DESNIVEL O DONDEO	-0.08		-0.08	34	LONG. TOTAL ALCANTARILLA = 338q x 334		17.08	
5	ANCHO TALUD NORMAL rate escarriamiento	6.00		6.00		ENTUDOS = multiple lromos = 34 x 01.			
6	DESNIVEL TALLO NORMAL 3/ XI	3.00		3.00	35	COTAS BOQUILLA = 20 x 23 x 22 x 1	42.21		42.75
7	ANGULO DE ESMIAJE DE LA OBRA	50°			36	ALTURA ALERO EN EL EJE DE LA OBRA			
8	TANGENTE ANGULO DE ESMIAJE	1.19175			37	LONG. ALERO SOBRE EJE = 36 x 25			
9	COSENO ANGULO DE ESMIAJE	0.61278			38	LONG. MEDIA ALC. ALERO			
10	ANCHO CORONA ESMIAJADA = 3/3	6.22		6.22	39	LONG. TOTAL DE LA OBRA = 381 x 384			
11	COTAS CORONA ESMIAJADA = 2 x Y = 4 Y = 3 x 811 = - 0.11 = + 0.11.	42.96		44.11	40	COTAS PUNTA ALERO = 26 x 28 x 25 DE TALLE DE LOS ALEROS = I-I D-I I-D D-D			
12	ANCHO TALUD ESMIAJADO = 5/9	9.33		9.33	41	ANGULO ESMIAJE DENTELLOH			
13	COTAS PUNTA TALUD ESMIAJADO = 2 x Y = 4 x 6. Y = 3 x 5 x 811 = - 0.28 + 0.28	40.01		41.35	42	TANG. ALERO = 17 x 0.01			
14	DESNIVEL TALUD ESMIAJADO	3.93		3.93	43	ANGULO ALERO CON PROL. MURO			
15	ANGULO TALUD CON HORIZONTE = 1/18	18° 46'		16° 53'	44	SENOS DE ANGULOS DEL 43			
16	TANGENTE DE 15 = 14/12	0.33978		0.30332	45	COSENOS DE ANGULOS DEL 43			
17	RELACION TALUD = COTAS	2.9 x 1		3.3 x 1	46	ANGULO ALERO DENTELLOH = 180° - 43 - 48			
18	COSENO ANGULO DEL 15	0.98694		0.95650	47	SENOS DE ANGULOS DEL 46			
19	DIMENSIONES DE LA ALCANTARILLA 1				48	ANGULO DENTELLOH/PROL. MURO = 90° - 17° - 41			
20	CLAR: 0.91 20.-ALTIMA 0.91				49	SENOS DE ANGULOS DEL 48			
21	ALTURA CLAVE = LOSA		0.91		50	RELACION SENOS 49/47			
22	PENDIENTE DE CORAZ Y ANGULO CON HORIZ.	1° 43'	3.0%	17° 43'	51	PROL. MURO = 37 x (42 + 19 x 0.5)			
23	ANGULO OBRA CON TALUD = 13/22	17° 23'		16° 33'	52	LONG. REAL ALERO = 51 x 50			
24	SENO ANGULO DEL 23	0.39221		0.2876	53	DIST. PUNTA INT. ALERO AL EJE = 62 x 44 x (19 x 0.5)			
25	RELACION COSENO = 18/24	3.2 x 3		3.60	54	DIST. SOBRE EJE A ARISTA MURO = 33 x (19 x 0.5 x 8)			
26	COTA ESCARRIAMIENTO EN C.L.	43.20	42.38	43.58	55	DIST. SOBRE EJE A PUNTA ALERO = 52 x 45 x 54			
27	COTA CLAVE (entre y bajo corona)	43.20	42.38	43.58					
28	ESPESORES ENTRE CLAVE Y CORONA	0.76		0.60					
29	ESPESOR GUARNICION BAJO TALUD	0.11		0.15					
30	ESPESOR PAVIMENTO = 25 - 29	0.61		0.45					

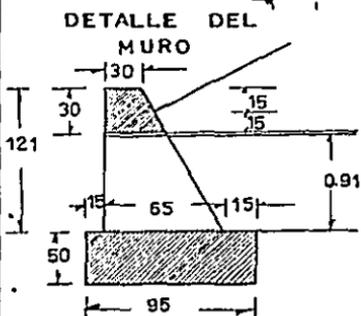
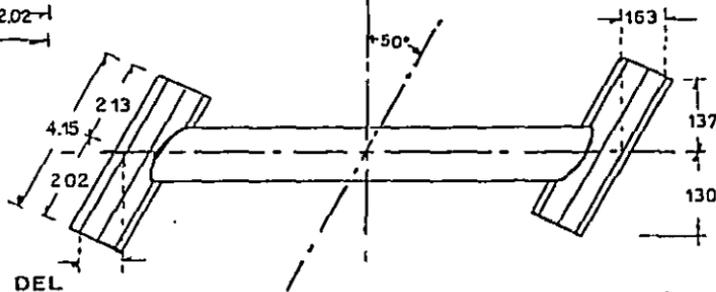
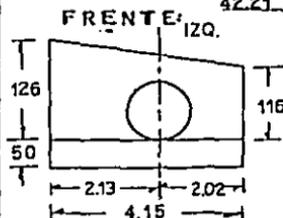
NIVEL IZQ a 20.00 15.00
ELEVACIONES 42.04 42.15

NIVEL DER a 15.00 20.00
ELEVACIONES 44.38 44.41

PENDIENTE DEL CAMINO $\approx 2.35\%$



pend. 3.0 %
CORTE LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE GUADALAJARA

ESCUELA DE ING. CIVIL

TESIS PROFESIONAL

ALCANTARILLA DE TUBO DE
LAMINA DE 0.91 M. DE DIAMETRO, CON
50° IZQ. DE ESV. EN TANG. . KM 1.242.00

ROGELIO CANACHO L.

LAMINA N. 14

CAPITULO V
VOLUMENES DE OBRA

VOLUMENES DE OBRA

ESTACION	DESPALME EN:		TERRAPLEN	CORTE	SUBRASANTE (FINOS)
	TERRAPLEN	CORTE			
0+000					
020	2	23	3	73	48
040	74	3	29	1	53
060	41		103		52
080	44		141		52
0+100	43		132		52
120	42		145		52
140	44		128		52
160	34	6	65		53
180	14	27	19	32	35
0+200		44		112	55
220		47		217	54
240		49		332	54
260		51		413	54
280		52		449	54
0+300		52		417	54
320		50		350	54
340	22	26	128	112	52
360	59		515		52
380	28		153		15
0+400	57		512		47
420	52		384		52
440	46		167	12	53
460	21	22		72	54
480		45		147	54
0+500		47		218	54
520		48		265	54
540		49		301	54
560		50		301	54
580		51		343	54
0+600		51		387	54
620		49		317	54
640		47		214	54
660		45		129	54
680	8	35	13	52	55

ESTACION	DESPALME TERRAPLEN	EN: CORTE	TERRAPLEN	CORTE	SUBRASANTE (FINOS)
0+700	28	13	39	10	56
720	44		136		56
740	42		123		56
760	48		199		56
780	49		203		56
0+800	49		197		56
820	48		177		56
840	50		194		56
860	51		235		56
880	51		252		56
0+900	53		262		56
920	54		266		56
940	54		274		56
960	48		249		55
980	44		209		55
1+000	45		175		54
020	46		189		54
040	47		199		54
060	46		178		54
080	41		95		53
1+100	41		102		53
120	42		140		53
140	36		338		52
160	57		201		51
180	40		109		53
1+200	42		87		54
220	49		87		54
240	43		154		54
260	35		140		54
280	11		65	5	53
1+300		4	40		52

NOTA: LAS UNIDADES DE ESTOS VOLUMENES ESTAN
DADAS EN METROS CUBICOS.

DESPALME EN CORTE:

Volumen = 983 m³.

DESPALME EN TERRAPLEN:

Volumen = 2,002 m³.

EXCAVACION EN CORTE:

DE ESTACION	A ESTACION	VOLUMEN
0+020	0+040	74 m ³
0+180	0+340	2,434 m ³
0+440	0+700	2,768 m ³

PRESTAMO DE BANCO:

DE ESTACION	A ESTACION	VOLUMEN
0+930	1+300	2,894 m ³

VOLUMENES DE OBRA EN OBRAS DE DRENAJE.

1.- Puente ubicado en Km. 0+374.26, de dos losas planas de 10 x 4.97 metros cada una y 7.50 metros de calzada, con un esviajamiento de 23° derecha en tangente.

a) Estribo No. 1: Ubicado en Km. 0+364.10		
- Excavación aprox.	230	m ³
- Mampostería de tercera.	428.4	m ³
- Acero de refuerzo	182.0	Kgs.
- Concreto f'c = 200 Kg/cm ²	2.9	m ³
- Drenes de tubo de 10 cm. de diámetro.	16.0	m.
b) Pila No. 2: Ubicada en Km. 0+374.26		
- Excavación aprox.	34.0	m ³
- Mampostería de segunda.	100.9	m ³
- Acero de refuerzo.	170.0	Kgs.
- 17 varillas de anclaje.	10.0	Kgs.
- Concreto f'c = 200 Kg/cm ² .	3.0	m ³
c) Estribo No. 3: Ubicado en Km. 0+384.42		
- Excavación aproximada.	220.0	m ³
- Mampostería de tercera.	428.4	m ³
- Acero de refuerzo.	182.0	Kgs.
- Concreto f'c = 200 Kg/cm ² .	2.9	m ³
- Drenes de tubo de 10 cm. de diámetro.	16.0	m.
d) Superestructura. del Km. 0+364.10 al Km. 0+384.42		
- Acero de refuerzo.	11,553.0	Kgs.
- Concreto f'c = 200 Kg/cm ² .	83.2	m ³
- Drenes de 10 cm. de diámetro y 58 cm. de long.	8.0	pzas.
Cantidades globales de la obra:		
- Excavación aproximada.	485.0	m ³
- Mampostería de tercera clase.	856.9	m ³
- Mampostería de segunda clase.	100.9	m ³
- Acero de refuerzo para:		
Losas.	11,553.0	Kgs.
Corona de Pila.	170.0	Kgs.
Estribos.	364.0	Kgs.

- Concreto f'c = 200 Kg/cm ² para:	
Coronas de Estribos.	5.8 m ³
Corona de la Pila.	3.0 m ³
Losas.	83.2 m ³
- Drenos para:	
Estribos.	32.0 m.
Losas.	4.7 m.

2.- Alcantarilla de tubo de lámina de 0.61 m. de diámetro, es-
viajada 58°20' en C.e. 4° Izq. en Km. 0+720.72.

- Excavación aproximada.	14.0 m ³
- Tubo de lámina de 0.61 m. de diámetro.	21.96 m ³
- Mampostería.	5.0 m ³
- Plantilla.	5.6 m ²
- Junteo.	5.1 m ²
- Chapeo.	2.0 m ²

3.- Alcantarilla de tubo de lámina de 0.61 m. de diámetro, es-
viajada 61°37' Izquierda, en tangente en Km. 0+916.13.

- Excavación aproximada.	12.0 m ³
- Tubo de lámina de 0.61 m. de diámetro.	22.57 m.
- Mampostería.	5.2 m ³
- Plantilla.	5.6 m ²
- Junteo.	5.1 m ²
- Chapeo.	2.0 m ²

4.- Alcantarilla de losa plana de 4.0 x 2.0 x 10.59 m. esviaja-
da 13° en tangente en Km. 1+133.44.

- Excavación aproximada.	53.0 m ³
- Mampostería de tercera clase.	91.7 m ³
- Concreto f'c = 200 Kg/cm ² .	13.1 m ³
- Zampeado.	20.1 m ³
- Acero de refuerzo.	1,482.0 Kgs.

5.- Alcantarilla de tubo de lámina de 0.91 m. de diámetro es-
viajada 50° Izquierda en tangente en Km. 1+242.00

- Excavación aproximada.	14.0 m ³
- Tubo de lámina de 0.91 m. de diámetro.	17.08 m.

- Mampostería.	7.1	m ³
- Plantilla.	7.9	m ²
- Junco.	9.4	m ²
- Chapeo.	2.5	m ²

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Los beneficios que un camino trae consigo son innumerables. En el caso particular del Libramiento de Ixtlahuacán del Río, objeto de esta Tesis, una vez realizada la construcción de esta obra, beneficiará grandemente a esta población y a los municipios adyacentes. Se solucionará el problema del tráfico que actualmente se tiene en la población antes mencionada, ya que todos los vehículos y especialmente los vehículos de carga que por ahí transitan lo hacen de una manera lenta y tortuosa; por lo que una vez terminada la construcción de esta obra, los vehículos que transiten lo harán en una forma más rápida y segura. Lo que redundará en una salida más rápida de los productos que se producen en la zona y los cuales se tienen que transportar a diferentes poblaciones para su comercialización.

En este trabajo se han descrito cada uno de los factores que intervienen en la construcción del Libramiento; pudiera subestimarse el problema que representa la verificación de la obra, sin embargo, los volúmenes manejados en esta obra son bajos en relación a otras obras del mismo ramo. En un camino los volúmenes de excavación, terraplenes, mamposterías, concreto, acero, etc., revisten cantidades considerables, motivo por el cual se requiere una preparación especializada para realizar este tipo de trabajo.

El proyecto de un camino es el resultado de los diversos estudios que se han considerado todos los casos previstos y se han establecido normas para la realización de la obra y para resolver aquellos otros casos que puedan presentarse como imprevistos.

Por muy bien que esté el proyecto, es normal que durante la construcción sufra aún modificaciones, moviendo la línea para buscar economía o mejor apoyo del camino, sobre todo en las laderas muy inclinadas. Las modificaciones a la rasante también son comunes durante la construcción, debido a que los abastecimientos reales no corresponden a los supuestos, o es necesario subir la rasante porque el terreno es inundable, etc.

Todos aquellos imprevistos que surjan durante la construcción de los caminos, se resolverán con base a los estudios realizados en el proyecto de la misma, ampliándose éstos para los casos que se crean necesarios.

Quedan aún cientos de comunidades que en tanto no salgan de su aislamiento no podrán participar en el progreso general del Estado y del país. Sin duda que no será fácil construir -- con la rapidez que fuera de desearse, los caminos que reclaman con tanta urgencia y tan justamente la construcción de los mismos. Difícil pero inevitable tarea es la de establecer las posibilidades de evolución de México en los próximos años, así como la de identificar las adecuaciones y cambios que en la infraestructura carretera del país, habrá que hacer para asentar al nivel de necesidades por cubrir. La pauta a seguir nos la debe dar los propósitos y aspiraciones de nuestro país.

En tanto subsista la estrecha colaboración que en materia de caminos ha existido entre la administración federal, el Gobierno del Estado y los particulares, será factible impulsar -- cada año con mayor vigor, con más y mejores recursos, la construcción de estas obras de enorme trascendencia para las comunidades que gracias a ellas pueden mejorar en todos los sentidos sus condiciones de vida, y que vistas en conjunto, contribuyen uno de los más loables esfuerzos para hacer de este país una patria mejor para todos los que en ella vivimos.

BIBLIOGRAFIA.

- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS.
 - Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- PROYECTOS TIPO DE OBRAS DE DRENAJE PARA CARRETERAS.
 - Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS (PROYECTO GEOMETRICO).
 - Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- MANUAL DE CAMINOS VECINALES.
 - Dr. Ing. Erwin Neumann.
 - Traducido por: Ing. R. Dublang.
Asociación Mexicana de Caminos y de Representaciones y Ser
vicios de Ingeniería, S.A.
- TOPOGRAFIA.
 - Ing. Miguel Montes de Oca.
 - Editado por: Representaciones y Servicios de Ingeniería, -
S.A.
- CALCULO Y TRAZO DE CURVAS COMPUESTAS.
 - Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Comisión de Ingeniería de Tránsito.
- PUENTES PARA CAMINOS.
 - Proyectos Tipo de sus Elementos.
 - Secretaría de Obras Públicas.