

*Lej. 75*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



**ESTUDIO DEL LIBRAMIENTO**

**NORTE DE LEON, GTO.**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
**P R E S E N T A**

**ANTONIO HERNANDEZ CRISOSTOMO**

**México, D. F.**

**1981**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVIACION

Al Pasante señor ANTONIO HERNANDEZ CRISOSTOMO,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Salvador Canales de la Parra, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"ESTUDIO DEL LIBRAMIENTO NORTE DE LEON, GTO."

- I. Antecedentes.
- II. Proyecto del libramiento.
- III. Obras de drenaje.
- IV. Movimiento de tierras.
- V. Control de calidad.
- VI. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A c e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, 27 de abril de 1980  
EL DIRECTOR

ING. SAUTER JIMENEZ ESPRITU

JJE/OBLH/ser

# Indice

CAPITULOS	PAGINA
I.- ANTECEDENTES	2
II.- PROYECTO DEL LIBRAMIENTO	10
III.- OBRAS DE DRENAJE	39
IV.- MOVIMIENTO DE TIERRAS	61
V.- CONTROL DE CALIDAD	83
VI.- CONCLUSIONES	109
BIBLIOGRAFIA	114

# Capítulo I

## ANTECEDENTES

## ANTECEDENTES

La ciudad de León se localiza al poniente de la región denominada del "Bajío" en la zona centro del País y específicamente a los 21°07' 23" de latitud norte y a los 101°37' 00" de longitud oeste de Greenwich, con una altitud promedio de 1,876 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por un clima templado con temperatura media anual de 18° y un régimen de lluvias de verano con precipitación pluvial promedio de 680 mm. al año. Los vientos dominantes tienen velocidades moderadas y provienen del este y sureste .

La geología de la zona está constituida en su mayor parte por materia de origen volcánico, sus suelos son de origen residual y aluvial siendo el Vertisol y el Feozem los predominantes, con lo cual le da un carácter agrícola en algunas franjas al sur de la ciudad .

## MARCO SOCIO-ECONOMICO

### a) Distribución y crecimiento de la población.-

La ciudad de León es uno de los siete centros de población en el país -- con mayor concentración demográfica, observa en este sentido un gran predominio dentro de sus ámbitos municipal estatal y aún regional.

En 1979 la población registrada en la ciudad de León fué de aproximadamente 620,000 habitantes equivalente a un 20% de la población total -- del estado de Guanajuato. Esta nos muestra una fuerte concentración ,

causa de fuertes desequilibrios en los diversos ambitos en los cuales se enclava la ciudad mismos que encuentran su expresión crítica a nivel municipal, dentro del cual el peso relativo de este centro de población es de un 90% aproximadamente, distribuyendose el restante 10% de la población en más de 200 localidades que integran el municipio.

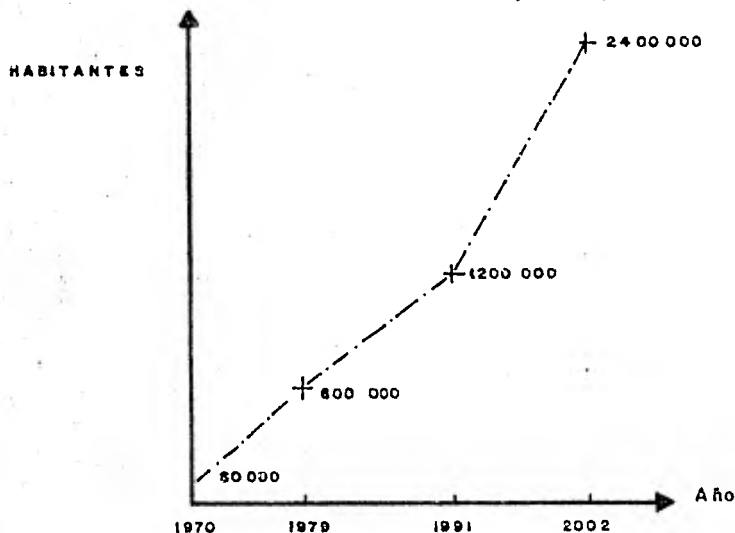


FIG. No. 1 PROYECCION DEL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO

De continuar la tendencia actual de 6% anual de incremento, el número de habitantes se duplicará en 13 años y nuevamente en 11 años más.

La fuerte migración de poblaciones cercanas a la ciudad especialmente de las localidades rurales de los Altos de Jalisco y del mismo municipio de León aunada a la alta tasa de crecimiento registrada a nivel urbano tienen un sentido crítico.

## b) Aspecto económico

La ciudad de León es un polo de desarrollo de gran atracción debido -- principalmente a sus actividades económicas y su situación geográfica -- en el corazón mismo del país, sobre la carretera Panamericana .

Las ramas de actividad que en mayor proporción han ocupado a la población económicamente activa, son las correspondientes al sector secundario : industria, comercio y energía eléctrica debido al predominio que siempre ha ejercido la industria en las actividades locales. Las actividades de curtiduría y fabricación de calzado son las más importantes ya -- que absorbía en 1970 al 50.15% de la población económicamente activa municipal. En términos generales, cada uno de los sectores ha observado las siguientes proporciones ; el primario : agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza el 27% en 1960, 11.41% en 1970 y 4.34% -- en 1979, el secundario, ya mencionado, el 59.13%, 62.27% y 62.24% respectivamente y el terciario : transporte, servicios y gobierno 13.55% 20.56% y 30.02% respectivamente. Los porcentajes restantes corresponden a actividades insuficientemente especificadas .

## c) Vialidad y Medios de Transporte

La vialidad y los medios de transporte son indispensables para el traslado de objetos y personas. Son actividades necesarias en cuanto al intercambio de bienes y servicios requeridos para el correcto funcionamiento y --



sano desarrollo de la comunidad. La adecuada interrelación entre los tipos o niveles de vialidad son importantes en la determinación de la fluidez de la circulación, para así evitar congestionamientos y accidentes.

Los medios de transporte que comunican a León con otras ciudades son esenciales para reforzar las relaciones inter-regionales, el apoyo a la economía del calzado y otras industrias dependientes de la importación y exportación y para el impulso al turismo .

La ciudad de León presenta, graves problemas en cuanto a vialidad debido tanto a la falta de alternativas viales para tránsito de paso, como de una comunicación intersectorial que sirva a las necesidades de la población. Además de la carencia de arterias que formen un sistema vial, que facilite la comunicación entre los diferentes sectores de la ciudad, en muchos casos la calidad de las existentes es deficiente, obstaculizando la comunicación y provocando frecuentes congestionamientos.

Se han detectado deficiencias en cuanto a continuidad y jerarquía de las vías y su relación con los diferentes usos del suelo. En un marco general, se aprecia que existe una circulación intensa tanto en tránsito de paso como en tránsito pesado entre las ciudades de Guadalajara y

México sobre la carretera panamericana. La mencionada carretera, al pasar por la ciudad de León tiene como única alternativa continuar por el boulevard Adolfo López Mateos, el cual pasa por el centro de la ciudad. Este boulevard es una de las principales vías de circulación interna, aunque ésta finalidad se ve obstaculizada por los congestionamientos provocados por el tránsito pesado y de paso que se estima es del 45%. Hacia la salida a Lagos de Moreno por el poniente de la ciudad la topografía asciende y por el cual se recibe una gran descarga de camiones cargueros que representan un gran peligro ya que, por fallas mecánicas o por impericia del conductor provocan, destrozos a los camellones y plantas de ornato del boulevard poniendo también en peligro la vida de los peatones. Igualmente otras vías primarias de la ciudad, que a su vez son prolongación de las carreteras a San Francisco del Rincón, al surponiente, a San Felipe Gto., al norte, el camino a Cuernavaca hacia el sur, se ven afectadas por el tránsito pesado y de paso pero en menor grado .

Actualmente no existe un sistema vial que contemple el crecimiento futuro de la mancha urbana y estructura el proceso de desarrollo .

Como puede observarse las condiciones anteriormente descrita, exigen soluciones inmediatas, ya que de no modificarse todo ello, la problemática urbana será aún más compleja en el futuro, dado que el aumento-

de la población y sus requerimientos, serán superiores, cada vez en mayor proporción a los recursos de los cuáles dispondrá para afrontarlos .

Por todo ello, existe una inquietud a nivel nacional por controlar y dirigir la expansión de las ciudades y aprovechar mejor los recursos del país, evitando el actual crecimiento anárquico .

Esta inquietud por mejorar la situación se formalizó con la creación de la Ley General de Asentamientos Humanos, la cual especifica que la ordenación del territorio nacional, incluyendo las áreas de población se realizará mediante un Plan Nacional de Desarrollo Urbano, Planes Estatales y Regionales de Desarrollo Urbano .

Así , el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de León, derivado del Plan Regional marca las acciones e inversiones que son necesarias para el mejoramiento de sus habitantes .

Las principales proposiciones de acción o estrategias incluidas en el documento en cuanto a VIALIDAD se han planeado de acuerdo a las necesidades de tránsito tanto interno como de paso por la ciudad. Estas se han jerarquizado de acuerdo a su finalidad, buscando una integración entre las mismas .

Dotar a la ciudad de un libramiento carretero es un requerimiento de primera instancia ya que vendrá a aminorar los actuales problemas de

tránsito pesado y de paso, impulsará el crecimiento hacia el norte de la ciudad por ser la más adecuada para el desarrollo urbano. Este libramiento se integrará a la zona sur destinada a promoverla como zona industrial, ya que aquí también se genera gran cantidad de tránsito pesado.

## Capítulo II

# PROYECTO DEL LIBRAMIENTO

Se desarrolla para este capítulo tres etapas de estudio que son :

A.- RECONOCIMIENTO O SELECCION DE RUTA

B.- ESTUDIO PRELIMINAR

C.- PROYECTO DEFINITIVO

A.- RECONOCIMIENTO O SELECCION DE RUTA

En este caso como la longitud de Libramiento Norte de León es, rela  
tivamente corto, no fué necesario hacer un reconocimiento aereo, --  
únicamente se llevó a cabo la fotointerpretación en las cartas dispo-  
nibles de dicha población en estudio, sobre estas se marcaron las po-  
sibles alternativas del eje del camino, hecho esto, se tenía una idea  
clara de la situación general de las rutas .

A continuación se hizo un recorrido terrestre por la zona con una --  
brigada de localización. Además se tomaron fotografías de las alter-  
nativas propuestas y puntos que se consideran convenientes .

Finalmente, se propuso la ruta que se muestra en la figura 2 como la  
mas aceptable, ya que de haberse extendido mas hacia el norte por-  
arriba de las presas " Ciudad Aurora " y " El Palate " la línea se --  
olargaría demasiado y se recibirían las aguas brucas de los numero-  
sos arroyos incrementandose considerablemente los costos, ya que, -  
pasaría muy cerca de las faldas de la Sierra Comanja y aquí la con-

figuración del cauce de los arroyos todavía no esta definida .

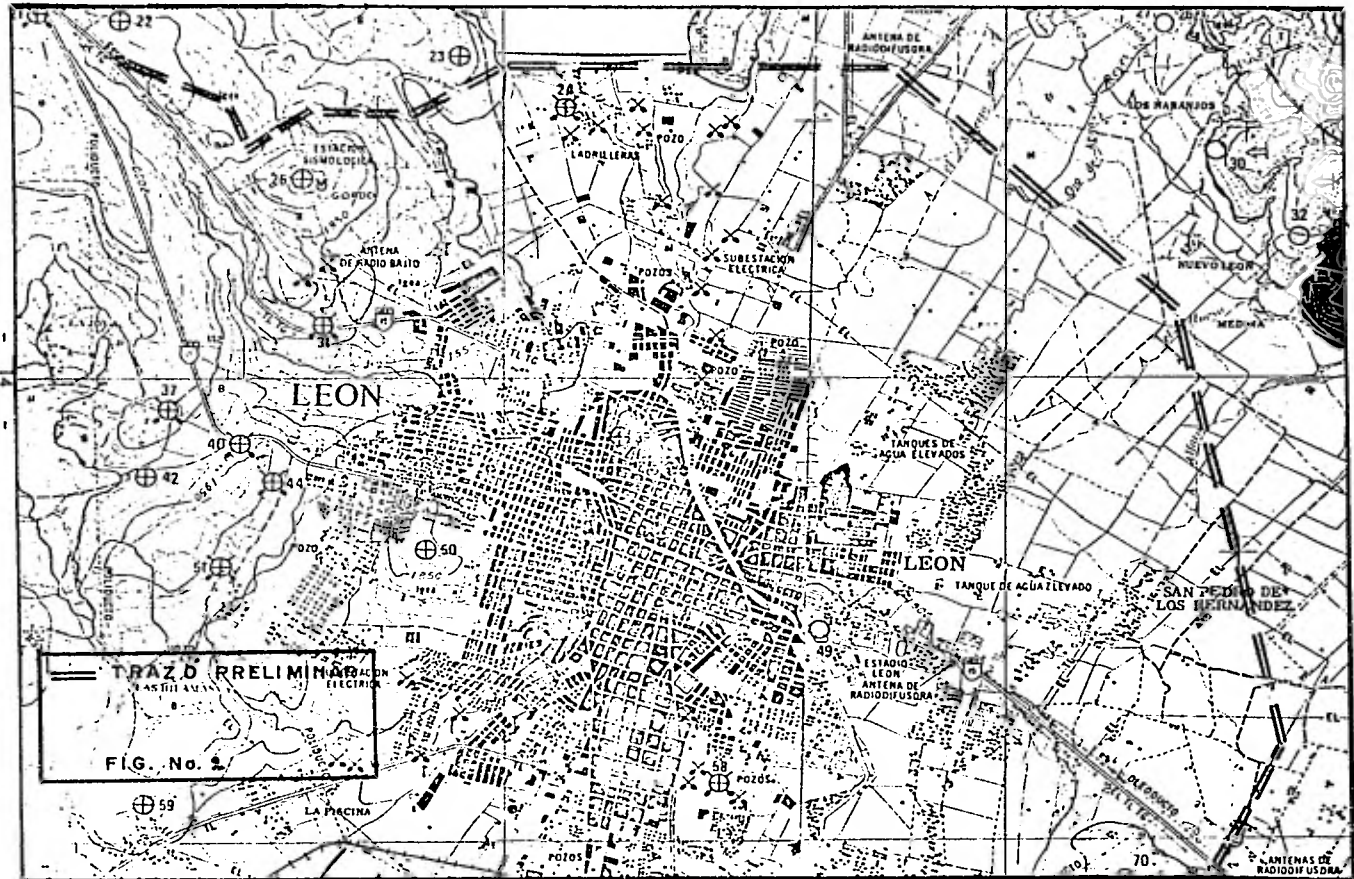
Información recabada durante el recorrido .- Este recorrido se realiza por la franja aceptada, sobre esta se traza una poligonal preliminar de apoyo .

Se inicia en el Km. 64 + 000 del tramo Irapuato-León de la Carretera Panamericana con rumbo N 24° 00' E paralela a la línea de conducción eléctrica hasta el arroyo " La Tinaja " en el Km. 2 + 120.00 de aquí se sigue con una deflexión izquierdo de N 14° 00' W hasta el Km. 6 + 360.00 cruzando sobre terrenos cultivables de riego --- anual y permanente donde se siembra principalmente alfalfa, maíz y trigo atravieza también los arroyos " Alfaró " y " El Hueso ". De aquí continúa con una deflexión izquierda de N 46° 00' W hasta el Km. 10 + 000 cruza también otros arroyos como son " Ojo de Agua - de los Reyes " y el " Muerto ", siguiendo con otra deflexión izquierda de N 89° 00' W hasta entroncar con la salida a San Felipe Torres Mochas, Gta., y la Colonia Aurora por avenida Curtidores, todos estos terrenos son suelos de origen aluvial donde abundan arboles como mezquites, casahuates y pirules. La pendiente del terreno hasta aquí es nula, por lo que la terracería en su mayoría estará formada por terrapienes bajos .

El drenaje natural característico de la zona se puede considerar -- como paralelo .

Se sigue la línea paralela a la cartina de la presa " El Palote " cruzando por los arroyos " Los Castillos" y " Hacienda de Arriba " , -- aquí también existen suelos aluviales y rocas sedimentarias como arenisca y conglomerado. A partir del km. 14 + 000 empieza propiamente el lamerío fuerte donde se encuentran rocas ígneas clasificadas como extrusiva acida, aquí abundan pequeños arbustos y nopaleras. Siguiendo el eje con una serie de curvas hasta llegar al final del Libramiento en el km. 18 + 300 en el entronque con la carretera a Lagos de Morano, Jalisco .





## B.- ESTUDIO PRELIMINAR

En esta etapa se estableció el trazo definitivo del camino, primeramente se hace un levantamiento topográfico utilizando los métodos convencionales terrestres. Este estudio preliminar es el resultado de estudios y levantamientos topográficos que se llevan a cabo en la etapa anterior, en los planos topográficos obtenidos aquí, se sitúa el eje que seguirá el camino .

Posteriormente se fija una Poligonal de apoyo sobre este eje, el cual se muestra en la figura del trazo definitivo, pag. 20 . El procedimiento del cálculo de coordenadas de la Poligonal Definitiva es como sigue :

El rumbo astronómico calculado, que se obtiene sumando al rumbo inicial las deflexiones derechas o izquierdas, se multiplican por la distancia para obtener las proyecciones en un eje coordinado. Estas proyecciones se suman o restan según el caso a las coordenadas , que al iniciar el cálculo se toman arbitrariamente.

Para comprobar que el cálculo es correcto, se debe cumplir que la diferencia entre las proyecciones  $+E$  y  $-W$  deben ser igual a la diferencia de las coordenadas en el eje  $X$ , y la diferencia entre las pro-

yecciones +N y -S deben ser igual a la diferencia entre las -- coordenadas en el eje Y.

Las igualdades que aparecen se deben a modificaciones posteriores -- del trazo. La poligonal definitiva se muestra en las pags. 18 y 19 .

Bancos de materiales. - Se llevó a cabo un estudio de reconocimien-- to y selección de los bancos de materiales que se encuentran cerca-- nos a la obra, anexo 1 que , por sus características de calidad y eco-- nomía pueden proporcionar materiales para la construcción de las di-- ferentes capas del pavimento o del material de soporte .

En los anexos 2 y 3 se muestran los bancos de materiales así como su -- tratamiento para su mejor utilización .

Transito. - Como ya se mencionó, por la ciudad de León, transita -- una cantidad considerable de vehículos y se vislumbra un fuerte in-- cremento . Los datos proporcionados por la Secretaría de Asentamien-- tos Humanos y Obras Públicas obtenidos de los aforos y estudios per-- manentes que realiza son los siguientes :

Se considera un transito inicial del orden de 6000 vehículos diarios -- en ambos sentidos, con 50% de pesados y 50% de ligeros.

Se considera así mismo un período de diseño de 15 años y una tasa de crecimiento anual del 10% .

Especificaciones geométricas para apoyo.- Este libramiento es un camino tipo especial, ya que viene siendo una prolongación de la carretera panamericana. Por este motivo sus características están determinadas por el tránsito considerado, por la zona donde se aloja el camino y sus alineamientos tanto vertical como horizontal .

#### TABLA DE ESPECIFICACIONES

<u>Concepto</u>	<u>Características del Camino</u>	<u>Unidad</u>
Camino Tipo	Especial	—
Velocidad de Proyecto	80	Km/hr.
Ancho de Corona	13.80	m.
Ancha de Carpeta	11.00	m.
Espesor de Sub-Base mas base.	0.50	m.
Curvatura máxima	5°30'	°
Pendiente Gobernadora	+5.0	%
Pendiente Máxima	+6.048	%

CAMINO: LIBRAMIENTO NORTE DE LEON  
 TRAMO: EJE IZQUIERDO  
 CAMPAMENTO EN: LEON, GTO.

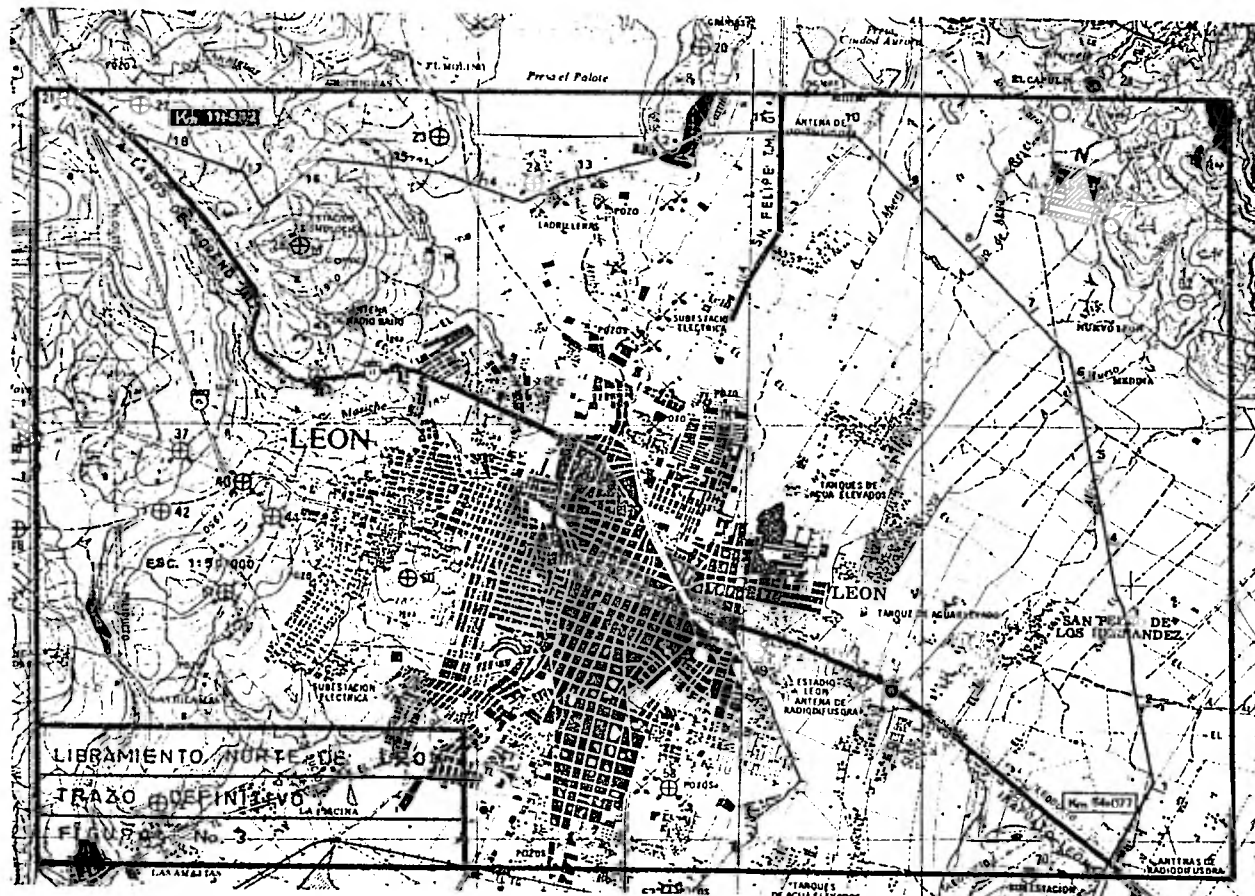
### CALCULO DE COORDENADAS DE LA DEFINITIVA

HOJA No 1/2  
 DE KM. 0 + 000 A KM. 10 + 809.20  
 ORIGEN DEL TRAZO: KM. 04 + 077  
 TRAMO IRAPUATO - LEON.

ESTACION	PUNTO OBSERVADO	SUBTANGENTE A P.M.S.	TANGENTE	SUBTANGENTE ADELANTE	DISTANCIA	DEFLEXION		RUMBO ASTROMONICO CALCULADO	PROYECCIONES					COORDENADAS		
						IZQUIERDA	DERECHA		SEN O	+ E	- W	COSENO	+ N	- S	X	Y
	0+000.00														19 971.82	10024.13
	0+629.00	0+629.00	629.00		629.00			N23° 56' E	0.40567	255.17		0.91402	574.92		20 226.99	10 599.05
	0+629.00	1+049.91		223.62	197.29	420.91		N23° 56' E	0.40567	170.75		0.91402	384.72		20 397.74	10 983.77
	1+049.91	1+248.54 AT	197.29	15.71		213.00	37° 44'	N13° 48' W	0.23853			50.81	0.97113	206.85	20 346.93	11 190.62
	1+248.54 AT	1+260.00 AD														
	1+511.05	*+611.05		351.05		351.00		N13° 48' W	0.23853			83.73	0.97113	340.91	20 263.20	11 531.53
	1+611.05	2+140.00		528.95		528.95		N13° 48' W	0.23853			126.17	0.97113	513.68	20 137.03	12 045.21
	2+140.00	2+400.00		221.07	38.98	260.00		N13° 48' W	0.23853			62.02	0.97113	252.49	20 075.01	12 207.70
	2+400.00	2+662.05	38.98	184.22	38.98	262.18		N 6° 01' W	0.10482	7° 47'		27.48	0.99449	260.73	20 047.53	12 558.43
	2+662.05	3+161.92	38.98	422.04	38.98	500.00	7° 47'	N13° 48' W	0.23853			119.26	0.97113	485.56	19 928.27	13 043.99
	3+161.92	3+423.97	38.98	184.22	38.98	262.18	7° 47'	N27° 35' W	0.36785			96.44	0.92988	243.79	19 831.83	13 287.78
	3+423.97	3+462.82 AT			38.98	38.98		N13° 48' W	0.23853	7° 47'		9.30	0.97113	37.85	19 822.53	13 325.63
	3+462.82 AT	3+458.30 AD														
	3+458.30 AD	3+920.00		461.62		461.62		N13° 48' W	0.23853			110.11	0.97113	448.29	19 712.42	13 773.92
	3+920.00	4+560.00		640.00		640.00		N13° 48' W	0.23853			152.66	0.97113	621.52	19 599.76	14 395.44
	4+560.00	5+000.00		440.00		440.00		N13° 48' W	0.23853			104.95	0.97113	427.30	19 454.81	14 822.74
	5+000.00	5+585.00		585.00		585.00		N13° 48' W	0.23853			139.54	0.97113	568.11	19 315.27	15 390.85
	5+585.00	6+050.50		465.50		465.50		N13° 48' W	0.23853			111.03	0.97113	452.06	19 204.24	15 842.91
	6+050.50	6+359.60		142.99	166.11	309.10		N13° 48' W	0.23853			73.73	0.97113	300.18	19 130.51	16 143.09
	6+359.60	6+928.00	166.11	411.18		577.29	32° 20'	N46° 08' W	0.72095			416.20	0.69298	40.005	18 714.31	16 543.14
	6+928.00	7+592.57		664.57		664.57		N46° 08' W	0.72095			479.12	0.69298	460.53	18 235.19	17 003.67
	7+592.57	8+056.28		463.71		463.71		N46° 08' W	0.72095			334.31	0.69298	321.34	17 900.88	17 325.01
	8+056.28	8+729.08		672.80		672.80		N46° 08' W	0.72095			485.05	0.69298	466.24	17 415.83	17 791.25
	8+729.08	9+089.94		360.86		360.86		N46° 08' W	0.72095			260.16	0.69298	250.07	17 155.67	18 041.32
	9+089.94	9+528.00		438.06		438.06		N46° 08' W	0.72095			315.82	0.69298	303.57	16 839.85	18 344.80
	9+528.00	9+580.35		52.35		52.35		N46° 08' W	0.72095			37.74	0.69298	36.28	16 802.11	18 381.17
	9+580.35	9+915.15		105.04	229.76	344.80		N46° 08' W	0.72095			241.37	0.69298	232.01	16 560.74	18 613.18
	9+915.15	10+328.15	229.76	205.76		435.52		N 8° 50' W	0.99999			435.52	0.00297	1.29	16 125.22	18 614.47
	10+328.15	10+809.20		481.05		481.05		N 8° 50' W	0.99999			481.05	0.00297	1.43	15 644.17	18 615.90
							SUMAS			425.92	4753.57		8 591.77		-4 327.65	8 591.77

- 18 -





LIBRAMIENTO NORTE DE LEON

TRAZO DEFINITIVO

FIG. No. 3

No. 246(17)

ANTENAS DE RADIO USGRA

## C.- PROYECTO DEFINITIVO

Este libramiento constará de dos calles laterales con ancho de calzada de 8.00m. cada una y dos ejes centrales con ancho de 11.00m. cada uno ; estas calles laterales serán construidas con financiamiento de las fraccionadoras y las particulares, en la figura 4 se muestran las diferentes etapas de construcción .

Este proyecto se refiere exclusivamente a dichos ejes y en especial al izquierdo. Por lo general el terreno está constituido por una capa de tierra vegetal que varía de 0.15 a 0.45 m. a la cual subyacen estratos de arcilla expansivo de espesor considerable y lentes de material arenoso .

## PROCESO CONSTRUCTIVO

La capa subrasante cuenta con un espesor de 50 cm. compactada al 95% la cual se construirá con los materiales de los bancos que se indican en los anexos 2 y 3 debiendo cumplir con las especificaciones respectivas.

Cuando al eliminar el despalme se encuentre material rocoso como es el caso entre los Kms. 14 + 000 al 18 + 000, antes de construir la subrasante se integrará más capa de apoyo para esta última, con espesor de 20 cm. compactándola al 90% .



## Pavimento

Este pavimento que se apoya sobre la capa subrasante, estará integrado por una base hidráulica de 20 cm. de espesor, una carpeta de concreto asfáltico de 8 cm. de espesor y un riego de sello, como se muestra en la figura 5.

- I.- La base hidráulica .- se formará utilizando los materiales de los bancos para este efecto ( anexos 2 y 3 ) .

Esta capa se compactará al 100% de su peso volumétrico seco máximo, determinado en el laboratorio. A la base hidráulica compactada, superficialmente seca y barrida se le aplicará un riego de impregnación con producto asfáltico FM-1 que reúna los requisitos correspondientes y en proporción aproximada de 1.5 lt/m<sup>2</sup>.

- II.- Carpeta de concreto asfáltico.

Esta carpeta asfáltica se construirá por el sistema de mezcla en planta, en caliente, tendida con máquina terminadora, -- empleando material pétreo de los bancos y cemento asfáltico No. 6 en cantidad aproximada de 6.5% en peso que equivale a 100 kg/m<sup>3</sup>. de material pétreo suelto y seco; la mezcla se compactará al 95% como mínimo, del peso vo-

lumétrico máximo determinado por el método Marshall .

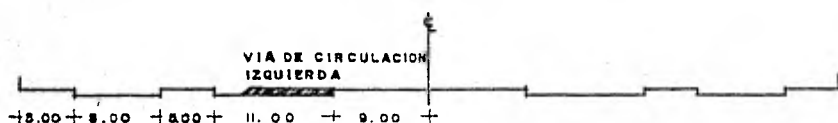
Previamente al tendido de la carpeta asfáltica, se dará un -- riego de liga con asfalto rebajado FR-3, dejando expuesto el tiempo necesario para favorecer la pérdida de los solventes .

### III.- Riego de sello .

Se empleará producto asfáltico , tipo FR-3 o emulsión asfálti-<sup>ca</sup> ca de rompimiento rápido a razón de 1.2 lt/m<sup>2</sup>. y material -- pétreo 3-E procedente de los bancos en proporción de 10 lt/m<sup>2</sup> en cantidades aproximadas en ambos casos .

ETAPAS DE CONSTRUCCION.

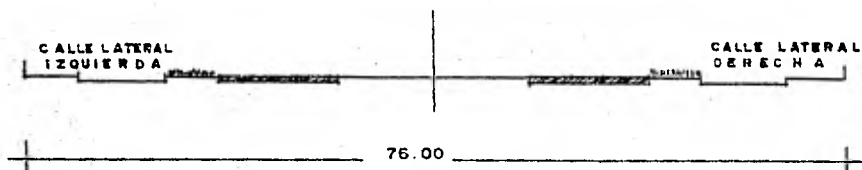
PRIMERA ETAPA.- Se deberá construir solamente la sección sur de la sección del proyecto para operación en dos sentidos ( dos carriles ) .



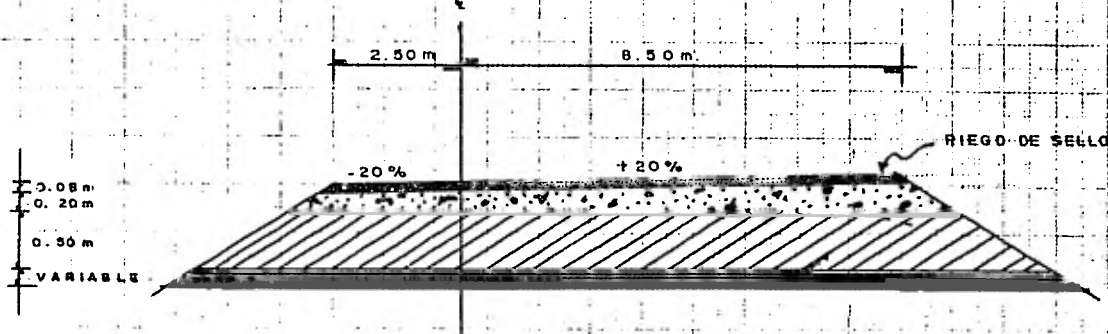
SEGUNDA ETAPA.- Se deberá construir la sección norte de la sección del proyecto para operación en un solo sentido de circulación ( dos carriles por cada sección ) .



TERCERA ETAPA.- Se ampliarán las secciones norte - sur con carpeta para dar capacidad a tres carriles de circulación por sección .



# SECCION ESTRUCTURAL TIPO



CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO COMPACTADA AL 95%



BASE HIDRAULICA COMPACTADA AL 100%



SUBRASANTE COMPACTADA AL 95%



TERRENO NATURAL O TERRAPLEN COMPACTADO AL 90%

LIBRAMIENTO NORTE DE LEON

FIGURA No. 5

## CALCULO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

A manera de ejemplo se presenta el cálculo de la curva horizontal cu yos datos son los siguientes:

$$\Delta = 26^\circ 22' \text{ Izq.}$$

$$G_c = 2^\circ 00'$$

$$PI = 11+818.90$$

Radio de la curva ( $R_c$ )

$$\text{De: } G_c = \frac{360^\circ}{2\pi R_c} \quad R_c = \frac{360^\circ \times 20}{2\pi G_c} = \frac{1\,145.92}{G_c}$$

$$R = \frac{1\,145.92}{2^\circ 00'} = 573.00 \text{ m.}$$

Sub tangente (ST)

$$ST = \tan \frac{\Delta}{2} \quad R = 573 \times \tan 13^\circ 11' = 134.22 \text{ m.}$$

Longitud de la curva (LC)

$$LC = \frac{20 \Delta}{G_c} = \frac{20 \times 26.37}{2} = 263.67 \text{ m.}$$

$$PC = PI - ST = 11 + 818.90 - 134.22 = 11 + 684.68$$

$$PT = PC + LC = 11 + 684.68 + 263.67 = 11 + 948.35$$

En la libreta de campo se anotan los datos para trazar la curva - de la manera siguiente :

Estación	P. V.	Deflexión			R. A. C.
		Datos Curva			
PC = 11+684.68	11+700.00	0°46'	PI = 11+818.90 R = 573.00 m. △ = 26°22' Der. ST = 134.22 m. Gc = 2° 00' Lc = 263.67 m.	S 57°32' W	
	720	1°46'			
	740	2°46'			
	760	3°46'			
	780	4°46'			
	800	5°46'			
	820	6°46'			
	840	7°46'			
	860	8°46'			
	880	9°46'			
	900	10°46'			
PT	920	11°46'		S 83°54' W	
	940	12°46'			
	11+948.35	13°11'			

Se fija primero el PI y se cadenea la ST=134.22 m. para fijar el PC . De aquí con el tránsito se fija el movimiento general y se dará la primera deflexión igual a 46', para obtener la primera estación 11+700.00

Esta deflexión se calcula :  $d = \frac{13°11'}{263.67} = 03'$

entonces  $15.32 \times 03' = 46'$

Con la primera deflexión de 46', se mide 15.32 m.; para la siguiente estación de la curva se mide 20 m. con su deflexión de 1°00' y así sucesivamente hasta la estación 11+940 .

Para calcular la deflexión necesaria para 8.35 m. se procede igual que al principio, para visar el PT.

$$8.35 \times 3 = 25'$$

Como comprobación se debe cumplir que : la última deflexión viendo el — PT será igual a la mitad del  $\Delta$  .

## CALCULO DE LA SOBREELEVACION , AMPLIACION Y LONGITUD DE TRANSICION PARA CURVAS HORIZONTALES

A manera de ejemplo se calcula la curva cuyo P.I. es 6 + 359.60 sus características son las siguientes :

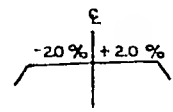
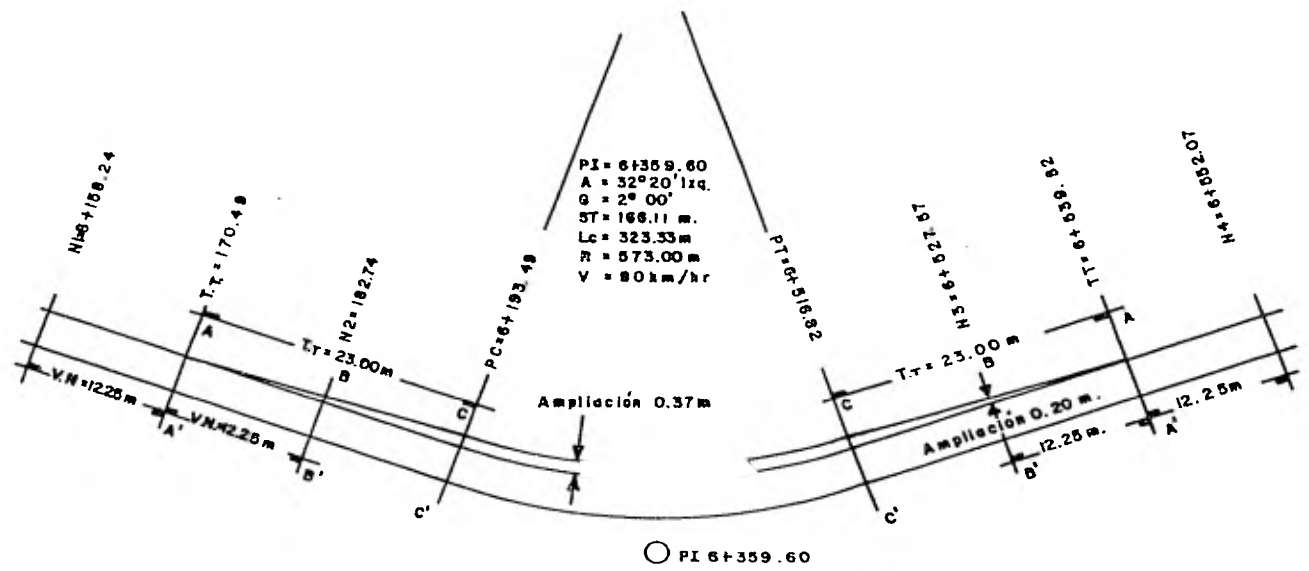
A = 32° 20' IZQUIERDA  
 G = 2° 00'  
 PST = 166.11 m.  
 LC = 323.33 m.  
 R = 573.00 m.  
 V = 80 Km/hr.

Una vez conocida la velocidad de proyecto que es de 80 Km/hr. y cuyo grado de curvatura es 2° 00' y con ayuda del anexo 4 se elabora la siguiente tabla :

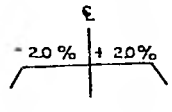
	Estación	S. E. %	AMPL.	T.T.	V.N.
NI	6 + 158.24	— 2.0 % + 2.0 %		12.25	
	160.00	— 2.0 % + 2.0 %		10.49	
T.T.	170.49	— 2.0 % + 2.0 %	0.00	0.00	
	180.00	— 2.0 % + 2.0 %	0.15	9.51	
N2	182.74	— 2.0 % + 2.0 %	0.20	12.25	
PC =	6 + 193.49	— 3.65% + 3.65%	0.37	23.00	12.25
-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----
PT =	6 + 516.82	— 3.65% + 3.65%	0.37	23.00	12.25
	520.00	— 3.1 % + 3.1 %	0.32	19.82	
N3	527.57	— 2.0 % + 2.0 %	0.20	12.25	
T.T.	540.00	— 2.0 % + 2.0 %		0.18	
N4	6 + 552.07	— 2.0 % + 2.0 %		12.25	

A continuación se presenta un croquis explicativo . Fig. 6

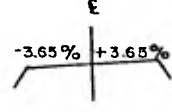




CORTE A-A'



CORTE B-B'

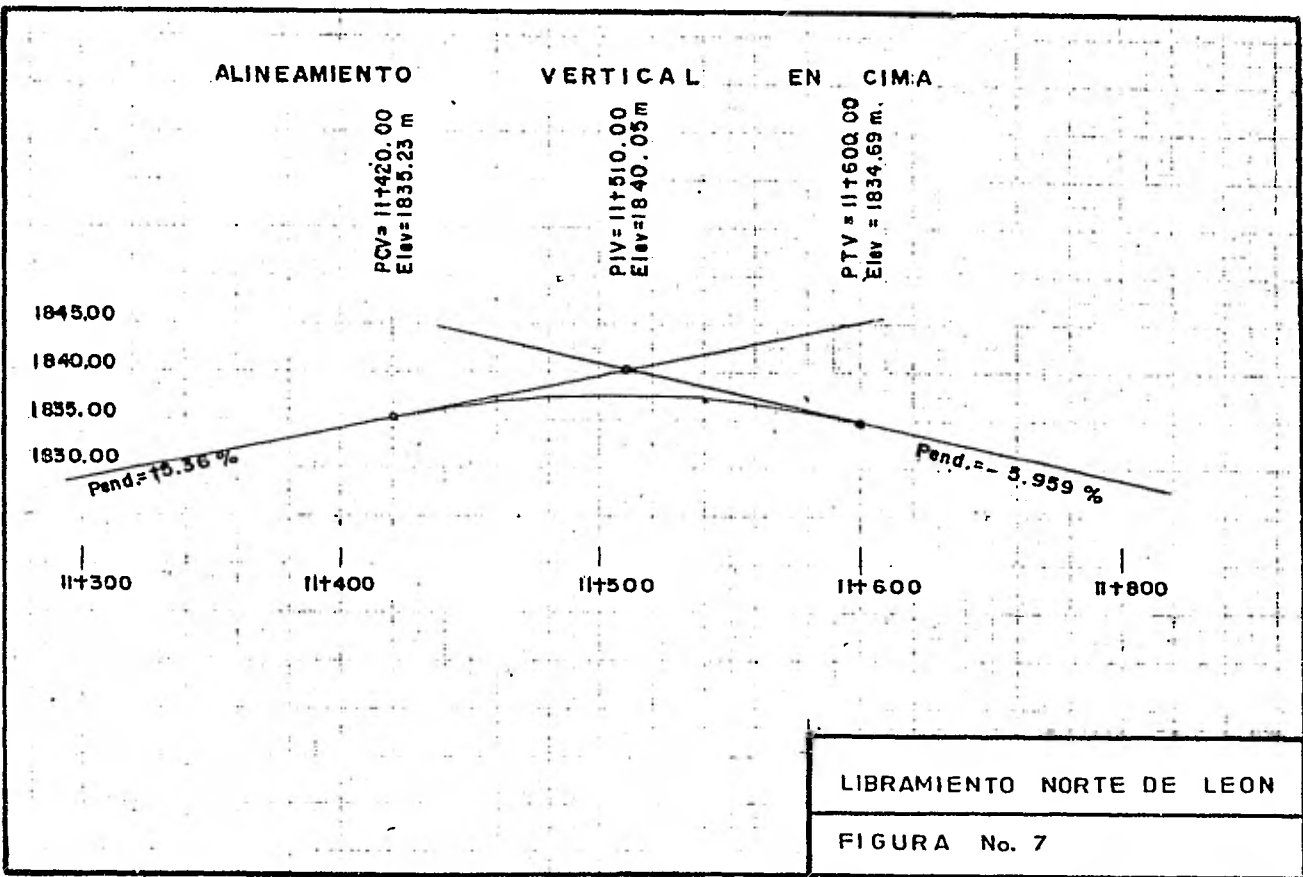


CORTE C-C'

LIBRAMIENTO NORTE DE LEON
SOBREELEVACION, AMPLIACION Y LONGITUD DE TRANSICION
FIGURA No. 6

CALCULO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL EN CIMA.

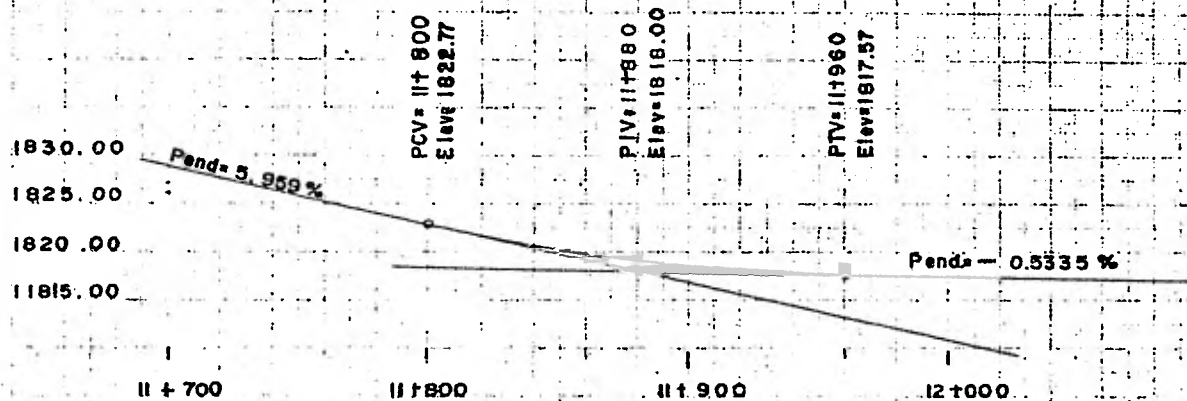
ESTACION	ELEV. TERRENO	TANG. VERTICAL		CURVA VERTICAL CORRECCION " C "	ELEV. SUB-RASANTE
		PENDIENTE	COTAS		
11+200	1822.64				
PC=11+203.19	22.61				
230	22.86				
240	23.51				
260	24.70				
280	26.37				1826.65
300	27.88				27.72
320	29.23				28.79
340	30.54				29.87
360	31.82				30.94
380	33.02				32.01
400	34.05				33.08
				C = 0.12576	34.15
11+420	1834.03	PCV	1835.23	0 - 0 - 0.00	1835.23
440	35.85		36.30	1 - 1 - 0.12	36.18
460	36.62		37.37	2 - 4 - 0.50	36.87
PT=11+478.19	36.98		38.34	2.9 - 8.41 - 1.06	37.28
480	37.16		38.44	3 - 9 - 1.13	37.31
500	37.45		39.51	4 - 16 - 2.01	37.50
11+510	37.43	PIV	1840.05	4.5 - 20.25 - 2.55	37.50
520	37.42		40.59	5 - 25 - 3.14	37.45
540	37.27		41.66	6 - 36 - 4.53	37.13
560	37.02		42.73	7 - 49 - 6.16	36.57
580	36.48		43.80	8 - 64 - 8.05	35.75
600	35.76		1844.87	9 - 81 - 10.18	34.69
620	34.78	PTV			33.49
640	34.02				32.30
660	32.83				31.11
680	31.33				29.92
PC=11+684.68	30.91				29.64
700	28.87				28.73
11+720	1825.58				1827.54



CALCULO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL EN COLUMPIO

ESTACION	ELEV. TERRENO	TANG. VERTICAL		CURVA VERTICAL CORRECCION " C "	ELEV. SUB-RASANTE
		PENDIENTE	COTAS		
11+720	1825.58	S = - 5.959 %		C = 0.067818	1827.54
740	23.04				26.34
760	21.48				25.15
780	19.96				23.96
11+800	1818.95				22.77
820	18.38	PCV	1822.77	0 - 0 - 0.00	22.77
840	18.25		21.58	1 - 1 - 0.07	21.65
860	18.15		20.38	2 - 4 - 0.27	20.65
11+880	17.90	PIV	19.19	3 - 9 - 0.61	19.80
900	17.78		1818.00	4 - 16 - 1.08	19.08
920	17.64		16.81	5 - 25 - 1.69	18.50
940	17.39		15.62	6 - 36 - 2.44	18.06
PT=11+948.35	17.42		14.43	7 - 49 - 3.32	17.75
11+960	17.39	PTV	13.93	7.4 - 54.76 - 3.71	17.64
980	17.25		1813.23	8 - 64 - 4.34	1817.57
12+000	1816.77				17.47
020	16.76				1817.36
040	16.57		S = 0.5335 %		C = 0.012225
060	16.46	17.15			
080	16.34	17.04			
100	16.27	16.93			
AT=12+118.65	1816.11				
AD=12+000.00	1816.11			1816.73	
12+020	1815.67	PCV	1816.62	0 - 0 - 0.00	1816.62
040	15.33		16.51	1 - 1 - 0.01	16.52
060	14.94		16.41	2 - 4 - 0.05	16.46
12+080	14.69	PIV	16.30	3 - 9 - 0.11	16.41
100	14.66		16.19	4 - 16 - 0.19	16.38
120	14.65		16.09	5 - 25 - 0.30	16.39
140	14.93	PTV	15.98	6 - 36 - 0.44	1816.42
160	15.26				16.46
180	15.43				16.50
12+200	1815.58	S = + 0.20 %			1816.54

ALINEAMIENTO VERTICAL EN COLUMPIO

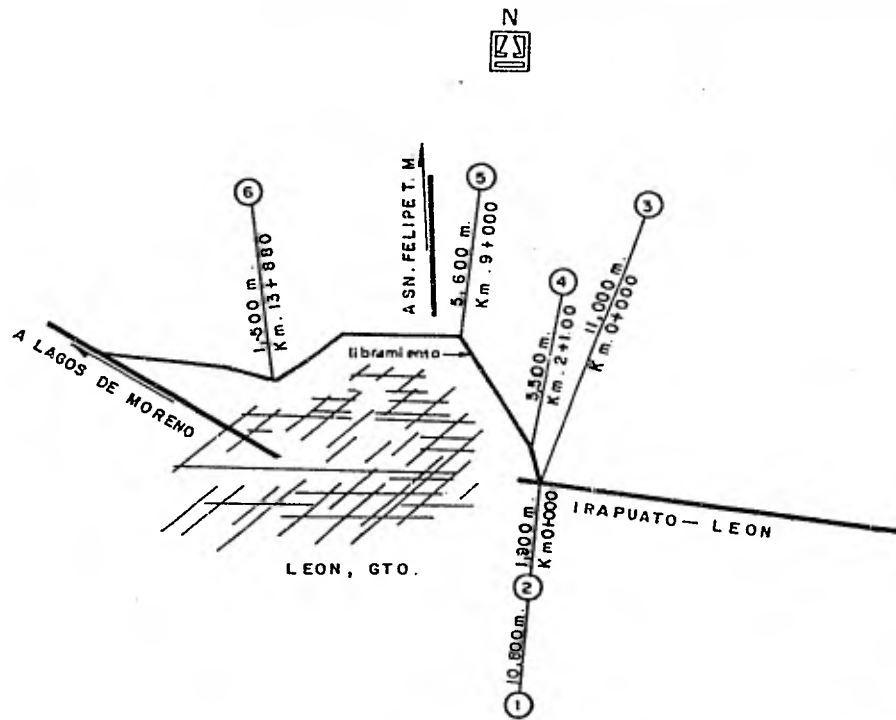


- 34 -

LIBRAMIENTO NORTE DE LEON

FIGURA No. 8

CROQUIS DE LOCALIZACION DE BANCOS DE MATERIALES PARA LA CAPA SUBRASANTE Y PAVIMENTACION DEL LIBRAMIENTO NORTE



- 1.- Sr. Durón
- 2.- Cerrito de Jerez
- 3.- La Loma
- 4.- Los Desmontes
- 5.- Ibarrilla
- 6.- El Palote

ANEXO No. 1

BANCOS DE MATERIALES PARA CAPA  
SUBRASANTE Y PAVIMENTO

BANCO	MATERIAL	UTILIZACION	TRATAMIENTO	MEZCLA PROBABLE PARA SU UTILIZACION
1.- " Sr. Duran " Km 0+000 desviación izquierda de 10,800 m. del Libramiento .	Conglomerado	Capa Subrasante	Disgregado	Unicamente Banco No. 1
		Base Hidráulica	Disgregado y eliminar - partículas mayores de - 1 1/2" (3.81 cm.) .	20 % Banco No. 1 80 % Banco No. 2
2.- " Cerrito de Jerez " Km 0+000 del - Libramiento, con desviación izquierda de 1,900 m. sobre camino de acceso a la estación televisora que - entranco en el Km 64+000 del Tramo Irapuato-León .	Basalto	Base Hidráulica	Trituración Total y cribado en malla de 1 1/2" ---- (3.81 cm.) .	30 % Banco No. 2 20 % Banco No. 1
		Carpeta Asfáltica	Trituración Total y cribado en malla 3/4 " (1.91 cm.)	Unicamente Banco No. 2
		Riego de Sello	Trituración Total y cribado para obtener material - Tipo 3E .	
		Agregado grueso para concreto hidráulico .	Trituración Total y cribada entre mallas de 1 1/2 " -- (3.81 m.) . y No. 4.	
3.- " La Loma " Km 0+000 con - desviación derecha de 11,000 m. - del Libramiento .	Arena de río	Agregado fino para - Concreto y mortero - hidráulico .	Cribado por mallas ---- No. 4 y No. 8.	Unicamente Banco No. 3

BANCO	MATERIAL	UTILIZACION	TRATAMIENTO	MEZCLA PROBABLE PARA SU UTILIZACION
4.- " Los Desmontes", Km 2+100 con - desviación derecha de 5,100 m. del Libramiento.	Arena Limosa	Cuerpo de Terraplen	Disgregado	Unicamente Banco No. 4
5.- " Ibarilla " Km. 9+000 desviación derecha de 5,600 m. del Libramien to.	Conglomerado	Cuerpo de Terraplen	Disgregado	Unicamente Banco No. 5
		Capa Subrasante	Disgregado y eliminar - partículas mayores de -- 3" ( 7.62 cm. ).	
6.- "El Palote" Km. 13+880 con - desviación derecha de 1,500 m. del Libramiento.	Arena arcillosa o Limosa .	Cuerpo de Terraplen	Disgregado	Unicamente Banco No. 6
<p>NOTAS :</p> <p>a) Los frentes de ataque de los bancos, son fijados por el personal de la unidad de Laboratorios.</p> <p>b) En el despaldo de los bancos se tiene especial cuidado con el fin de evitar contaminaciones con arcillas, eliminando en los casos necesarios, los finos plásticos y material alterado que pudiera resultar durante su explotación a fin de lograr materiales limpios y sanos .</p>				



ANEXO No.4

SOBREELEVACION, AMPLIACION Y LONGITUD DE  
TRANSICION PARA CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD 80 KM/H

GDO	S. E. %	AMP.	T.T.	RADIO	V. DE N.
0° 30'				2,291.83	
1° 00'	1.85		11.00	1,145.91	12.25
1° 30'	2.90		18.00	763.94	12.25
2° 00'	3.65	0.37	23.00	572.96	12.25
2° 30'	4.50	0.41	28.50	458.37	12.25
3° 00'	5.50	0.52	35.00	381.97	12.25
3° 30'	6.50	0.62	40.25	327.40	12.25
4° 00'	7.30	0.67	46.50	236.48	12.25
4° 30'	8.20	0.71	52.90	254.65	12.25
5° 00'	9.20	0.76	59.00	229.18	12.25
5° 30'	10.00	0.83	64.00	208.35	12.25

## Capítulo III

OBRAS DE  
DRENAJE

A través de su historia la Ciudad de León ha sufrido dos grandes inundaciones - en 1926 y 1976 - el primero con resultados catastróficos, ésto debido a que la Ciudad está asentada en un valle bastante plano rodeado hacia el norte y poniente por una cadena montañosa llamada Sierra de Comanja, la cual configura su cuenca de captación, de aquí nacen la mayor parte de sus arroyos los cuales se desarrollan en terrenos montañosos y abruptos uniéndose a diferentes escurrideros hasta desembocar en el valle .

Como primer paso para aliviar el problema, se construyeron pequeñas presas en las faldas de dicha cadena montañosa, como es el caso de las presas Ibarilla, Alfaro, Dolores, El Potrero, El Salto, Santa Ana y Echeveste .

Posteriormente se construyó la presa " El Palote " que es la más importante ya que su área de captación incluye a los arroyos "Rincón de los Caballos", " El Calvillo " y un ramal de " Los Castillos " .

Los principales arroyos con que cuenta la Ciudad son : El Hueso, Ojo de -- Agua de los Reyes, El Muerto, Los Castillos y Hacienda de Arriba, todos es tos desembocan en el Río de los Gómez, el cual tiene su origen en la cuenca de captación del poniente de la Ciudad, este río atraviesa la Ciudad -- captando aguas servidas y sigue su curso hacia el sur de la Ciudad hasta llegar a la presa Trinidad .

Para evitar en lo futuro las inundaciones la Secretaría de Agricultura y Re-

cursos Hidráulicos lleva a cabo todo un programa integral tendiente a minimizar el problema, estos trabajos a desarrollar comprenden : entre otros, -- construir un Dren y encausamiento del río "Meriches" - que es el mismo río de los Gómez en su inicio - Bordo y Ampliación del río de los Gómez, Alcantarillado y mejoramiento del arroyo "Los Castillos", canales interceptores y obras de protección .

Para resolver adecuadamente los problemas de los cruces con escurrideros o con arroyos naturales, se propone la construcción de las siguientes obras .

Km.	Arroyo	Tipo de Obra
2+122.43	Arroyo La Tinaja	Puente de 16.00 mts. de claro
2+185.00	Arroyo El Vergel	Puente de 6.00
3+583.00	Arroyo Aliviadero Alfaro	Puente de 8.00
3+840.00	Arroyo Alfaro	Puente de 16.00
5+605.00	Arroyo El Hueso	Losa de 6.00 m x 2.50 m.
6+657.37	Arroyo Ojo de Agua de Los Reyes .	Losa de 6.00 x 3.00
7+603.74	El Repartidor	Losa de 6.00 x 2.50
8+717.62	Alcantarilla de Losa	Losa de 5.00 x 2.50
9+098.54	Arroyo El Muerto	Puente 16.00 mts. de claro

10+261.50	Alcantarilla de Losa	Losa de 2.00 x 1.50
11+016.00	Arroyo Los Castillos	Puente 30.00 mts. de claro
12+115.00	Alcantarilla de Losa	Losa 3.00 x 1.50
12+933.00	Arroyo Hacienda de A.	Puente de 30.00 mts. de claro
16+275.00	Alcantarilla de Losa	2.00 x 1.50
16+598.00	Alcantarilla de Losa	3.00 x 2.50

## ESTUDIO TOPOHIDRAULICO REALIZADO SOBRE EL CRUCE DEL LIBRAMIENTO NORTE DE LEON CON EL ARROYO OJO DE -- AGUA DE LOS REYES .

El arroyo " OJO DE AGUA DE LOS REYES " se encuentra localizado a la altura del Km. 6 + 657.37 eje izquierdo .

### ANTECEDENTES

Este arroyo nace en las alturas del Cerro Prieto que forma parte de la Sierra Comanja que se encuentra al noreste de la Ciudad de León. Lo mismo que los demás arroyos que son cruzados por el libramiento las características de estos consisten en una cuenca de captación de fuertes pendientes y luego un cambio brusco al entrar a la planicie en donde está asentada la Ciudad .

El Arroyo " Ojo de Agua de los Reyes " al igual que el Arroyo " El Muerto " es interceptado por la obra de conducción del Canal de "Los Naranjos" el cual descarga en el Arroyo " Alfaro " . El Canal interceptor se encuentra localizado 400 ms. aproximadamente aguas arriba del cruce del Arroyo con el libramiento .

Los gastos aforados en el presente estudio se refieren a la cuenca de captación que comienza aguas abajo del Canal de Los Naranjos hacia la Ciudad de León .

Desde el canal de Los Naranjos hasta el cruce con el libramiento el terreno es sumamente plano y las pendientes de escurrimiento son muy bajas .

Aguas arriba del canal se encuentra construida una pequeña presa denominada "La Sartaneta" con el cual se establece un control de avenidas de las -- aguas broncas de este arroyo, tanto la presa "La Sartaneta" y especialmente el canal de Los Naranjos hace que el gasto que pasa a la altura del cruce -- con el libramiento sea bastante bajo no obstante que su cuenca de captación tiene una longitud hasta el Cerro Prieto de 11 Kms. aproximadamente -- en línea recta .

Es de suponerse que la mayor parte del gasto aforado tiene su origen en las -- avenidas de los arroyos Hondo y Saltillo que son afluentes del arroyo " Ojo-- de Agua de los Reyes" y se unen a este aproximadamente a 600 mts. aguas -- arriba del cruce .

## ESTUDIO TOPOGRAFICO

El estudio topográfico consiste en los siguientes planos :

- a) Planta detallada de los dos cruces ( Izq. y Der.)
- b) Planta de canalización del arroyo ( Fig. 11 )
- c) Perfil de construcción de los dos ejes
- d) Secciones transversales de construcción del libramiento del eje izquierdo . ( Fig. 11 ) .

## ESTUDIO HIDRAULICO

El estudio hidráulico se llevó a cabo en época de estiaje, por el método de sección y pendiente y los resultados que se obtuvieron tomando en cuenta -- la altura de las NAMES fué con el auxilio de la formula de Manning.

Se levantaron 3 secciones hidráulicas :

En el Cruce

Auxiliar No. 1 a 180.00 mts. aguas arriba del cruce

Auxiliar No. 2 a 100.00 mts. aguas abajo del cruce

Toda la información se generó refiriendose al eje derecho, y los gastos obtenidos son relativamente uniformes. Por lo cual se recomienda se proyecte el puente con los siguientes valores :

$$Q = 20.13 \text{ m}^3/\text{Seq.}$$

$$V_m = 2.01 \text{ m /Seq.}$$

$$S = 0.0095$$

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como el cruce de este arroyo no está bien definido en el cruce con el eje -- izquierdo del libramiento se optó por proponer una obra de canalización, esta constará con una plantilla cuyo ancho es de 5.00 mts. y un talud de 1.5:1 revestido con concreto hidráulico, como se muestra en la planta de canalización . ( Fig. 11 ) .



La cimentación de la sub-estructura será por superficie, el claro mínimo vertical recomendable no debe ser menor de 1.00 mts. para que permita pasar ramazón o cuerpos flotantes que pueda acarrear el escurrimiento .

A continuación se muestra el cálculo de la alcantarilla de losa propuesta para este arroyo .

## CALCULO DE LA ALCANTARILLA DE LOSA PARA EL ARROYO " OJO DE AGUA DE LOS REYES " .

Datos: 6.00 m. de claro por 3.00 m de altura

Estación 6 + 657.37

Pendiente de la obra 2.0 %

Pendiente del camino 0.00 % ( definida del perfil )

Esviaje  $8^{\circ} 15'$  izquierdo en tangente

Talud normal 1.5 : 1

Semicoronas  $\left\{ \begin{array}{l} Y_1 = 2.50 \text{ m.} \\ Y_2 = 8.50 \text{ m.} \end{array} \right.$

### I - SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA

Primeramente se define la tangente, coseno y seno del esviaje con -  
esto y con auxilio del croquis calculamos las distancias X y C.

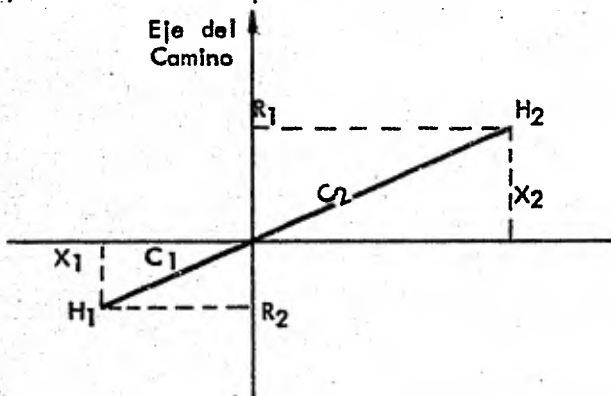


FIG. 9

$$X_1 = Y_1 \cdot \text{Tang. esviaje} = 2.50 \times 0.145 = 0.362 \text{ m.}$$

$$X_2 = Y_2 \cdot \text{Tang. esviaje} = 8.50 \times 0.145 = 1.232 \text{ m.}$$

$$C_1 = \frac{Y_1}{\text{Cos. esv.}} = \frac{2.5}{0.98965} = 2.526 \text{ m.}$$

$$C_2 = \frac{Y_2}{\text{Cos. esv.}} = \frac{8.5}{0.98965} = 8.588 \text{ m.}$$

Ahora las elevaciones R y H

$$R_1 = R \text{ cálculo } \pm X_1 \cdot P$$

$$R_2 = R \text{ cálculo } \pm X_2 \cdot P$$

Esto es, Rasante de cálculo, más menos la pendiente longitudinal -- del camino multiplicado por  $X_1$  ó  $X_2$ , según el lado de que se -- trate .

El signo del segundo término ( $X \cdot P$ ) depende del signo de P.

Así;  $R_1 = R_2 = R$  cálculo ya que:  $P = 0.00 \%$

$$R \text{ cálculo} = 1818.08 \text{ m.}$$

$$H_1 = R_1 \pm Y_1 w_1$$

$$H_2 = R_2 \pm Y_2 w_2$$

$H_1$  y  $H_2$  son las elevaciones del hombro, el signo de  $(Y \cdot w)$  varía según el signo de la sobre-elevación ( $w$ ).

$$H_1 = 1818.08 - 2.5 \times 0.2 = 1818.03 \text{ m.}$$

$$H_2 = 1818.08 + 8.5 \times 0.2 = 1818.25 \text{ m.}$$

El siguiente valor ( $\text{Cos. } e \pm k$ ) lo obtenemos de sumar o restar el valor de "k" al coseno del esviaje, "k" tendrá el mismo signo de la Pendiente del lado del esviaje. (Fig. 10).

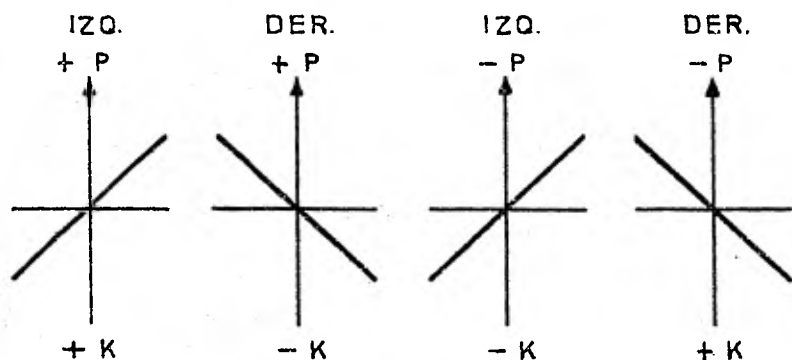


FIG. 10 SIGNO DE "K"

Como  $P = 0.00\%$   $\text{Cos. } e \pm k = 0.98965$  con este valor calculamos los taludes esviados, así:

$$T_1 = T_2 = \frac{T_n}{\text{Cos. } a \pm k} = \frac{1.5}{0.98965} = 1.516$$

Con esto solamente se ha calculado lo correspondiente a la terracería según el eje de la obra, ahora tenemos lo que propiamente se considera como:

## II LONGITUD DE OBRA

El objeto de este cálculo es conocer que largo tendrá la obra en el plano de los escurrideros, es decir, debajo de los terraplenes y entre la línea de los cerros en el sitio elegido .

Para este cálculo tomamos los siguientes datos que se fijan en el campo de acuerdo con las condiciones topohidráulicas del cruce o del escurridero por captar .

Pendiente de la plantilla del cauce	1.23 %
Elevación de la plantilla del cauce	1813.50 m.
Espesor de la superestructura	0.46 m.
Altura de la directriz	0.10 m.

$M = \text{diámetro del tubo más la directriz ( b )}$

$$M = \varnothing + b$$

En el caso de losas y bóvedas ; es igual altura del claro mas espesor de la superestructura mas la directriz ( b ) .

$$M = 3.00 + 0.46 + 0.10 = 3.56 \text{ m.}$$

$$Q = \text{ancho corona del cabezote} = 0.35 \text{ m.}$$

Este valor ( Q ) está dado por tablas : para tubos y losas o bóvedas .

Estos valores se encuentran en el Proyecto tipo de Puentes (Pag. L- 15) en " Guarniciones tipo para losas de concreto reforzado " .

$$Q' = Q / \cos. e = 0.35 / 0.989 = 0.353 \text{ m.}$$

$Q' \cdot S = 0.353 \times 0.0123 = 0.004$  Este valor se suma del lado de la entrada y se resta a la salida .

$$M_1 = M - Q' \cdot S = 3.56 - 0.004 = 3.556 \text{ m.}$$

$$M_2 = M + Q' \cdot S = 3.56 + 0.004 = 3.564 \text{ m.}$$

Luego tenemos  $F_1' = D + M_1$  y  $F_2'$  que es igual a la elevación -- del desplante más el valor  $M_1$  que ya se calculó .

$$F_1' = 1813.50 + 3.556 = 1817.056 \text{ m.}$$

$$F_2' = 1813.50 + 3.564 = 1817.064 \text{ m.}$$

Con esto calculamos

$$F_1 = F_1' - C_1 \cdot S; \quad F_2 = F_2' \pm C$$

$C \cdot S$  - se suman a la entrada de la obra y se restan a la salida .

$$F_1 = F_1' - C_1 \cdot S = 1817.056 - 2.526 (0.0123) = 1817.025 \text{ m.}$$

$$F_2 = F_2' - C_2 \cdot S = 1817.064 + 8.588 (0.0123) = 1817.169 \text{ m.}$$

$Y, h,$  es la elevación del hombro (H) menos el valor hallado de ---

$F_1$  y  $F_2$  .

$$h_1 = H_1 - F_1 = 1818.03 - 1817.025 = 1.005 \text{ m.}$$

$$h_2 = H_2 - F_2 = 1818.25 - 1817.169 = 1.081 \text{ m.}$$

$$d_1 = h_1 / \frac{1}{T_1} - S = 1.005 / 0.6474 = 1.552$$

$$d_2 = h_2 / \frac{1}{T_2} + S = 1.081 / 0.67206 = 1.608$$

$$L_1 = C_1 + d_1 + G = 2.526 + 1.552 + 0.35 = 4.428 \text{ m.}$$

$$L_2 = C_2 + d_2 + G = 8.588 + 1.608 + 0.35 = 10.546 \text{ m.}$$

$$L' = 14.974 \text{ m.}$$

Constantes A y B para corrección de la longitud .

$$A = \sqrt{1 + S^2} = \sqrt{1 + (0.0123)^2} = 1.00$$

$$B = S (\varnothing + \text{esp. } \varnothing) = 0.0123 (3.00 + 0.46) = 0.0425$$

$$L = L - A + B = 14.974 \times 1 + 0.0425 = 15.016 \text{ m.}$$

### III CALCULO DIMENSIONAL DE LOS ALEROS

Datos  $H_1 =$  Altura del recorte = 3.48 m.

$H_r =$  Altura del arranque = 0.00 m.

Para obtener(B + e) se procede como sigue :

$$\text{Cot } B = 1.73205 + 2 T g . e$$

$$\alpha = 1.73205 + 2 (0.14499) = 2.02203$$

$$\text{Cot de } 2.02203 = 26^\circ 21'$$

$$B + e = 26^\circ 21' + 30^\circ 00' = 56^\circ 21'$$

$$|\alpha - e| = 30^\circ 00' - 8^\circ 15' = 21^\circ 45'$$

$$l_1 = \frac{H_1}{\sqrt{T_1 - S}} = \frac{3.48}{0.6746} = 5.37 \text{ m.}$$

$$l_2 = \frac{H_2}{\sqrt{T_2 + S}} = \frac{3.48}{0.67206} = 5.178 \text{ m.}$$

$$n_1 = l_1 \cdot \cos \text{ esv.} = 5.37 \times 0.98965 = 5.31 \text{ m.}$$

$$n_2 = l_2 \cdot \cos \text{ esv.} = 5.178 \times 0.98965 = 5.12 \text{ m.}$$

$$J_1 = \frac{h_1}{\cos(B+\theta)} = \frac{5.31}{0.5545} = 9.57 \text{ m.}$$

$$J_2 = \frac{h_2}{\cos(B+\theta)} = \frac{5.12}{0.5545} = 9.21 \text{ m.}$$

$$J_1' = J_1 \times \cos B = 9.57 \times 0.8961 = 8.57 \text{ m.}$$

$$J_2' = J_2 \times \cos B = 9.21 \times 0.8961 = 8.25 \text{ m.}$$

$$J_1'' = J_1 \times \sin B = 9.57 \times 0.4439 = 4.24 \text{ m.}$$

$$J_2'' = J_2 \times \sin B = 9.21 \times 0.4439 = 4.08 \text{ m.}$$

$$g_1 = \frac{n_1}{\cos - e} = \frac{5.31}{0.9288} = 5.72 \text{ m.}$$

$$g_2 = \frac{n_2}{\cos - e} = \frac{5.12}{0.9288} = 5.51 \text{ m.}$$



$$g_1' = g_1 \times \text{Cos} = 5.72 \times 0.86603 = 4.94 \text{ m.}$$

$$g_2' = g_2 \times \text{Cos} = 5.51 \times 0.86603 = 4.76 \text{ m.}$$

$$g_1'' = g_1 \times \text{Sen} = 5.72 \times 0.50000 = 2.85 \text{ m.}$$

$$g_2'' = g_2 \times \text{Sen} = 5.51 \times 0.50000 = 2.75 \text{ m.}$$

#### IV DIMENSIONES GEOMETRICAS DE LOS ESTRIBOS

Estas dimensiones se obtienen de los proyectos tipo de puentes en --

"Estribos de mampostería para losa de concreto reforzado" Pag. E-24

Estas dimensiones están en función de la altura, el claro y el colchón .

#### V ARMADO DE LOSA

En función de  $f'c = 200 \text{ kg./cm}^2$  y la luz de la obra = 6.00m, se encuentran todas las características de cantidad, diámetro, longitud y espaciamiento de las varillas, A, B, C, D y E en el Manual de Obras de Drenaje para carreteras ( SAHOP ) Pag. L-14 .

#### VI CANTIDADES DE OBRA ( CUBICACION )

##### A.- MAMPOSTERIA

Estribos

$$30.00 \left[ (0.50+1.60)2.20+(1.60+2.25)0.80+2.25 \right] = 298.5 \text{ m}^3$$

$$10.55 \left[ \begin{array}{c} \text{Aleros} \\ (0.35+1.60) \frac{3.48}{2} + (1.60+2.25) \frac{0.80}{2} + (2.25+0.35) 0.50 \end{array} \right] = 65.73 \text{m}^3$$

Dentellones

$$0.15 \left[ 2(2.85+2.75+6.32) - 0.29 \right] = 3.54 \text{m}^3$$

Vol. Total : 367.77m<sup>3</sup>

B.- CONCRETO

Losa =  $0.46 \times 6.32 \times 15.00 = 43.61 \text{ m}^3$ .

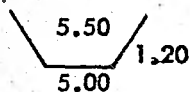
Dentellones =  $0.20 \times 6.80 = 1.36 \text{ m}^3$ .

Vol. Total : 44.97m<sup>3</sup>

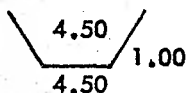
C.- ZAMPEADO

$$0.30 \left[ \frac{(2.85+2.75+6.32)+4.26-0.35}{2} \right] \left( \frac{5.37+5.18-0.30}{2} \right) + 40.00 \times 4.26 = 62.67 \text{m}^3$$

D.- EXCAVACION



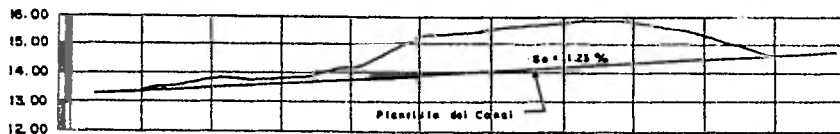
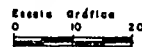
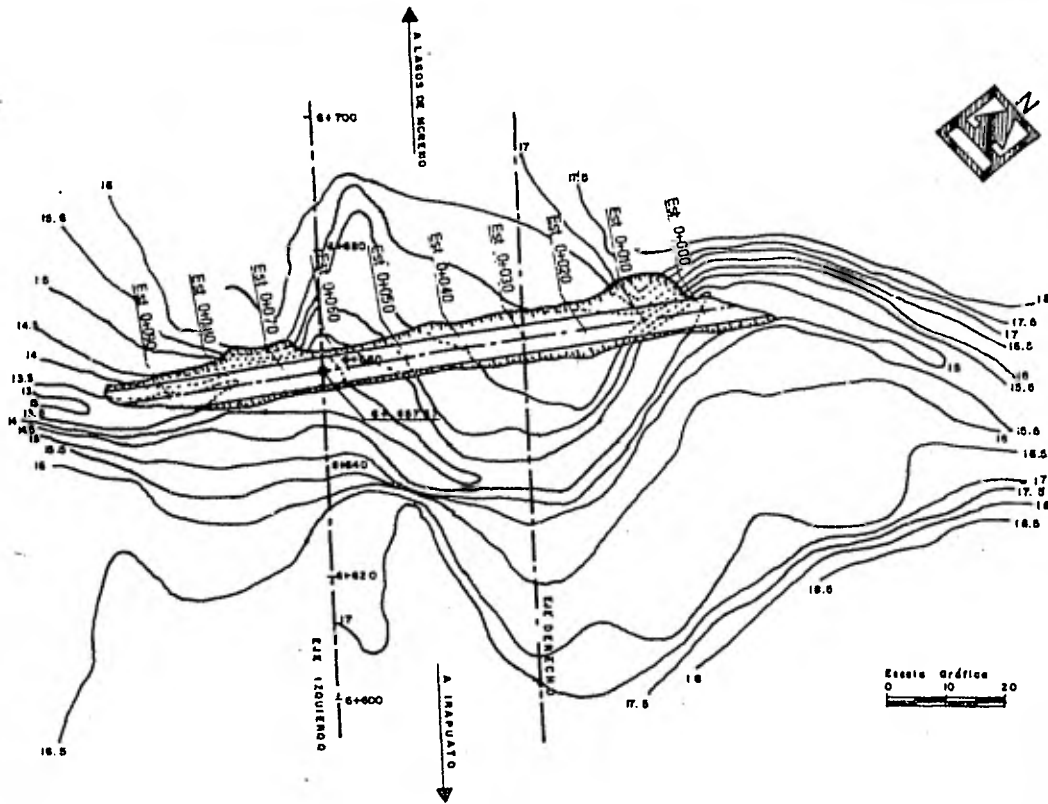
$$41.64 \left[ \frac{(5.50+5.00) \times 1.20}{2} \right] = 262.33 \text{m}^3$$



$$41.64 \left[ (4.50 \times 1.00) \right] = 187.38 \text{m}^3$$

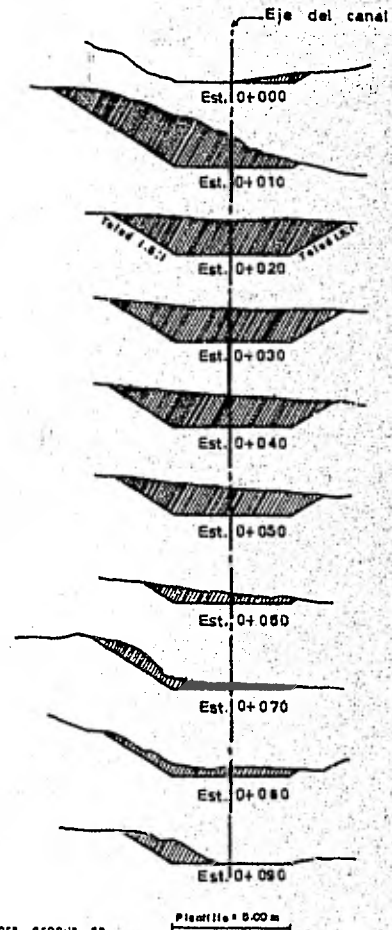
Vol. Total : 449.71m<sup>3</sup>

Por último , todos los valores calculados se vacían en los formatos --  
especialmente elaborados para este efecto y que se muestran en --  
paginas 58 , 59 y 60 .



Elevaciones Canal	13.38	13.52	13.64	13.76	13.88	14.01	14.13	14.25	14.38	14.50
Elevaciones Terrazo	13.51	13.63	13.75	13.87	13.99	14.11	14.23	14.35	14.47	14.59
Elevaciones Estacas	13.00	13.10	13.20	13.30	13.40	13.50	13.60	13.70	13.80	13.90

PERFIL DE CANALIZACION



**ELEVACIONES**

Referidos al BN 7.2 sobre grupo en tronco de mezquite a 67.20 m derecho de estacion 6+609.00

**MATERIALES**

Excavaciones aproximadas 683.00 m<sup>3</sup>

LIBRAMIENTO NORTE DE LEON

CANALIZACION DEL ARROYO  
"OJO DE AGUA DE LOS REYES"

FIGURA No. II

CAMINO : LIBRAMIENTO NORTE DE LEON, GTO.  
 ARROYO: OJO DE AGUA DE LOS REYES  
 ALCANTARILLA DE LOSA DE 6.00 x 3.00 m  
 ESTACION: 6 + 657.37

CALCULO DE LONGITUD DE OBRA

LOCALIZACION

Cruce: ESV. 8° 15' IZQ. EN TANG. Sentido del Escurrimiento:

DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE

SECCION NORMAL

Sub-Rasante Elev.: 1817.80 m Esp. del Revest.: 0.20 m. Esp. Carp.: 0.08 m  
 Rasante de Calo.: 1818.00 m. Rasante del Cam.: 1818.08 m. Pend. Long. Cam.: 0.000%  
 SEMI-CORONAS { Y<sub>1</sub> (Isq.): 2.50 m SOBRES ELEVACIONES { W<sub>1</sub> (Isq.): - 2.0 %  
 { Y<sub>2</sub> (Der.): 8.50 m { W<sub>2</sub> (Der.): + 2.0 %

SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA

X <sub>1</sub> = 0.362475	Tang. e = 0.14499	X <sub>2</sub> = 1.232415
C <sub>1</sub> = 2.5261456	Cos. e = - 0.98965	C <sub>2</sub> = 8.5888951
R <sub>1</sub> = 1818.08	Sen. e = 0.14349	R <sub>2</sub> = 1818.08
H <sub>1</sub> = 1818.03	To = - 0 -	H <sub>2</sub> = 1818.25
Cos. e-k = 0.98965	Tn = 1.5 x 1	Cos. e-k = 0.98965
T <sub>1</sub> = 1.51568	K = 0	T <sub>2</sub> = 1.51568

LONGITUD DE OBRA

PLANTILLA DEL CAUCE { Pendiente S: = 1.23 % Esp. de Super Estruct.: 0.46 m  
 { Elev. C<sub>L</sub> D = 1813.50m Alt. de la Directriz, b = 0.10 m

$\frac{1}{T_1} = 0.65976$		$\frac{1}{T_2} = 0.65976$
$\frac{1}{T_1} \pm S = 0.64746$	M = 3.56	$\frac{1}{T_2} \pm S = 0.67206$
F <sub>1</sub> = 1817.087	Q = 3.50	F <sub>2</sub> = 1817.169
h <sub>1</sub> = 0.943	M <sub>1</sub> = 3.556	M <sub>2</sub> = 3.564
d <sub>1</sub> = 1.456	F <sub>1</sub> = 1817.056	F <sub>2</sub> = 1817.064
L <sub>1</sub> = 4.332	Q <sub>1</sub> = 0.953	Q <sub>2</sub> = 0.004
Alfa = 1.0	L = 14.878	L <sub>2</sub> = 10.544
	L' = 14.920	Beta = 0.425
Tramos de 1.35 m.	L <sub>T</sub> = m	Dif. = m Correo.:

AJUSTE A No. CERRADO DE TRAMOS DE TUBO

h <sub>1</sub> =	R =	h <sub>2</sub> =
d <sub>1</sub> =	T <sub>1</sub> + T <sub>2</sub> =	d <sub>2</sub> =
L <sub>1</sub> =	L' =	L <sub>2</sub> =
L <sub>T</sub> =	L <sub>T</sub> =	L <sub>T</sub> =
T <sub>1</sub> IZQ. Elev. = 1813.41 m	Centro Elev. = 1813.50 m	DER. Elev. = 1813.71 m

DATOS COMPLEMENTARIOS

Colchón en el C<sub>L</sub> 1.04 m Clasifio. Terreno ( ) Alt. Prom. m

Notas:

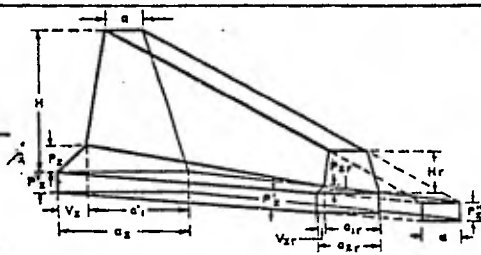
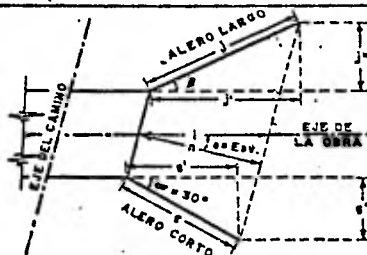
CAMINO : LIBRAMIENTO NORTE DE LEON, GTO.

ARROYO : OJO DE AGUA DE LOS REYES

ALCANTARILLA DE LOSA DE 6.00 x 3.00 m

ESTACION : 6 + 657.37

CALCULO DIMENSIONAL DE LOS ALEROS



PLANTA

ELEVACION

CONDICION :  $J'' = a''$

Cbl.  $\beta = 1.73205 + 2 \text{ tg. } \alpha$

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

H1 = 3.48

Hr1 = 0

H2 = 3.48

Hr2 = 0

H1 - Hr1 =	3.48
$\frac{1}{2} - S =$	0.64746
J1 =	5.374
a1 =	5.31
J1' =	9.58
J1'' =	8.58
J1''' =	4.25
v1 =	5.72
v1' =	4.60
v1'' =	2.66

LONGITUDES Y PROYECCIONES

ANGULOS	FUNCIONES
$\alpha = 8^\circ 15'$	Tong. = 0.14499
	Cos. = 0.98965
$\beta + \alpha = 56^\circ 21'$	Cos. = 0.5542
$\beta = 26^\circ 21'$	Cos. = 0.8961
	Sen. = 0.4439
$\alpha - \beta = 21^\circ 45'$	Cos. = 0.9288
	Cos. = 0.86603
$\alpha = 30^\circ 00'$	Sen. = 0.50000

H2 - Hr2 =	3.48
$\frac{1}{2} - S =$	0.67206
J2 =	5.178
a2 =	5.12
J2' =	9.24
J2'' =	8.28
J2''' =	4.10
v2 =	5.51
v2' =	4.43
v2'' =	2.56

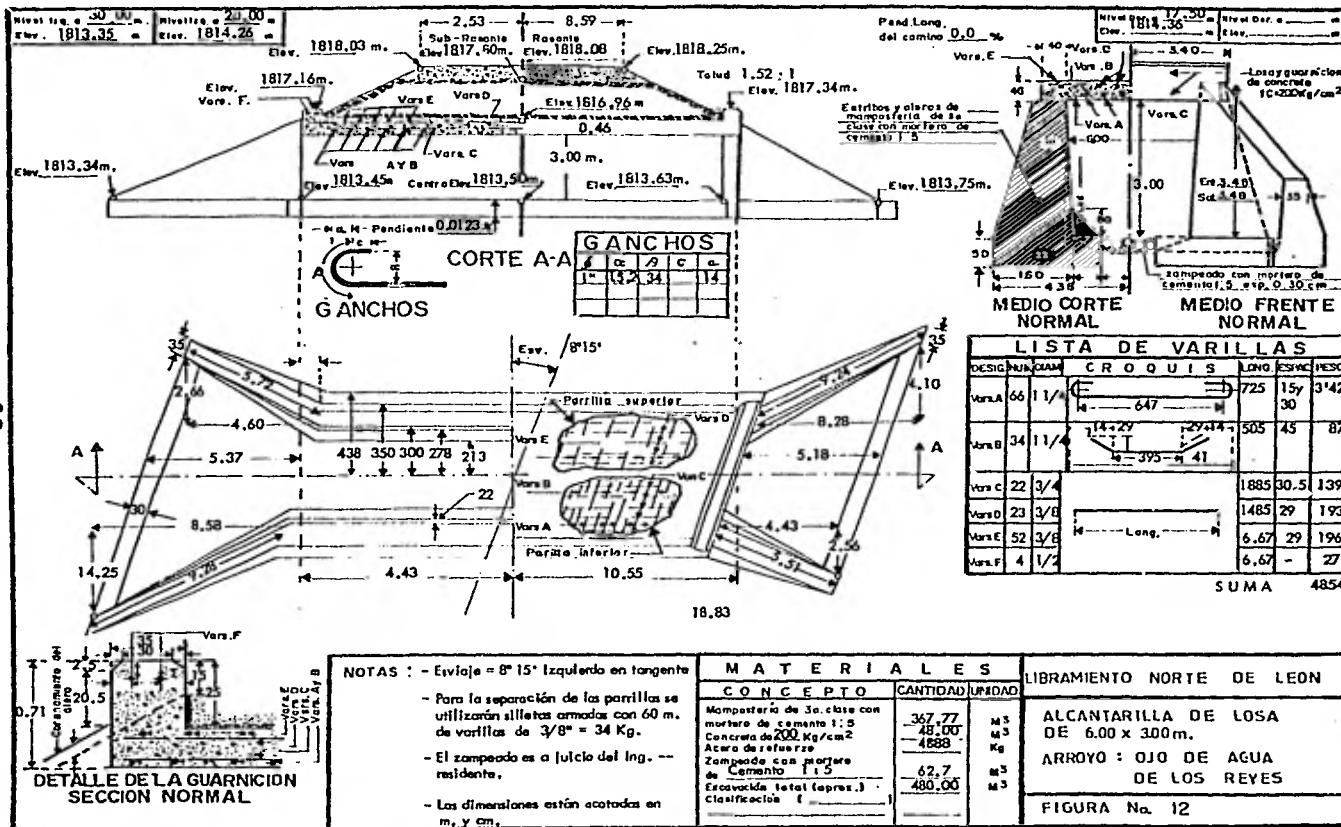
DIMENSIONES

EN EL ARRANQUE		EN EL RECORTE		AUXILIARES
NORMALES	NORMALES	ESVIAJADAS		
a = 0.35	a =	a' =	Hp = 3.46	
a2 = 2.25	a2r =		Luz = 1.50	
a1 = 1.60	a1r =		Y = 0.00	
v2 = 0.65	v2r =		h = 3.00	
P2 = 0.80	P2r =		o2 = 0.50	
P2' = 0.50	P2'r =		K =	
P2'' = 0.00	P2''r =		o1r =	

DATOS DEL TERRENO

PROFUNDIDAD DEL CIMIENTO \_\_\_\_\_ m. FATIGA \_\_\_\_\_ Kg/cm<sup>2</sup> CLASIFICACION ( \_\_\_\_\_ )

NOTAS.



## Capítulo IV

# MOVIMIENTO DE TIERRAS



Los movimientos de terracerías en un camino, es el concepto en que se debe de poner mayor énfasis tratando de lograr una aproximación aceptable en el cálculo de los volúmenes de tierra por mover, ya que esta parte es la que -- con mayor fuerza incide en los costos de construcción .

### SUBRASANTE

Haciendo todas las consideraciones inherentes para la definición de una -- subrasante "óptima", como son ; el perfil longitudinal, datos relativos a la calidad de los materiales, secciones transversales del terreno y elevaciones mínimas para salvar las obras de drenaje, se procede a dibujarla sobre el -- perfil longitudinal previamente establecido .

Una vez definida la subrasante, se obtiene la elevación para cada una de -- las estaciones a cada 20.00 metros, en los puntos donde cambia la inclinación del terreno, cruce con arroyos o escurrideros y otros puntos de importancia, a continuación se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia de elevaciones entre esta y el terreno natural .

### SECCIONES TRANSVERSALES

Una sección transversal es un perfil que se levanta en ángulo recto a la -- línea del camino (subrasante). Debiendo tener una longitud suficiente -- para que incluya toda la faja que va a excavar o terraplenarse .

Este perfil transversal se dibuja también en papel milimétrico, de preferencia utilizando la misma escala tanto vertical como horizontal . Considerando el espesor anteriormente definido, se representa la sección que contiene previamente todos los datos del diseño geométrico como son :

Ancho de Corona

Ancho de Calzada

Ancho de Acotamiento

Pendientes

Amplitud en curvas

Longitud de transición

Espesores de las diferentes capas

Talud

Dimensiones de las cunetas

Y en segundo lugar datos impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías, una sección típica se muestra en la fig. 13 .

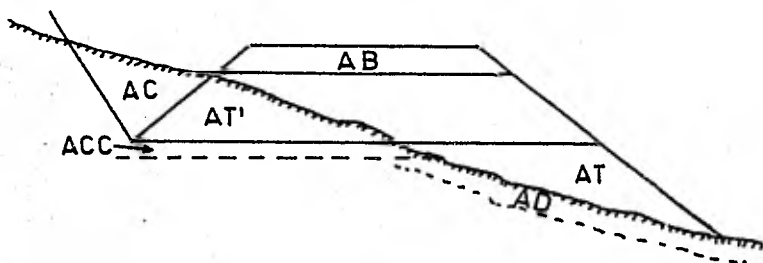
Con esto, se calcula directamente de la figura las diferentes áreas que son :

AC            Area de corte

ACC          Area de compactación del terreno natural

AD            Area de despalme en terraplén del terreno natural

AT	Area de cuerpo de terraplén
AT'	Area de capa subrasante
AB	Area de base



SECCION TRANSVERSAL

FIG. 13

## VOLUMENES

Con las áreas anteriormente calculadas se vacían en el registro de cálculo de subrasante y curva masa, que contiene, a manera de ejemplo el tramo — del Km. 16 + 100 al Km. 17 + 420 ; páginas 70 y 71 .

En este registro, para el cálculo de los volúmenes se utilizó la fórmula de las áreas medias, esto es,  $A_1 + A_2$  multiplicado por la semidistancia ,

considerando el mayor número de secciones posibles .

### COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA

Es la relación existente entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo material tiene al formar parte del terraplén .

En el tramo en estudio se definió el Coeficiente de Variación Volumétrica - ( CVV ), igual a 1.30 este valor , mayor que la unidad, implica, que un metro cúbico de terraplén puede construirse, con un volúmen menor de material, obtenido en el corte o en el préstamo .

### ORDENADAS DE LA CURVA MASA

Para poder definir estos puntos se establece una base recta cualquiera de origen — 100,000 por ejemplo — y a partir de esta base se comienza a acumular los volúmenes de corte, afectados por el coeficiente de variación volumétrica y que se consideran positivos y los volúmenes de terraplén negativos .

Hecho esto, estamos en posibilidades de construir la curva masa que corresponde al tramo estudiado y que se muestra en la fig. 14 .

Este diagrama de masas se va conformando con la unión de todos los puntos - dados por las ordenadas de curva masa , con una escala apropiada para poder apreciar todas las alternativas de acarreos .

El diagrama de masas es un método muy flexible y útil para estudiar, la ---  
distribución de los volúmenes, determinar los movimientos de terracerías y -  
obtener su costo mínimo.

## DETERMINACION DE LOS ACARREOS

Sobre la curva masa dibujada del tramo en estudio, se define la compensadora más económica que es la línea que cruza el mayor número de veces la curva. El volumen de corte y de terraplén entre los puntos que cruza la curva, se equilibran .

Los centros de masa de un corte o terraplén pueden encontrarse trazando una línea vertical del punto más alejado de la curva a la compensadora. Se traza una línea horizontal por el punto central de esta vertical. Sus puntos de intersección con los lados de la curva quedan, aproximadamente en el centro de gravedad del corte y del terraplén que cubre esa compensadora .

El tramo de curva que queda arriba de la compensadora indica un movimiento a la derecha del diagrama, y si queda abajo a la izquierda .

La distancia vertical entre dos compensadoras representa préstamo o desperdicio en la parte de la curva que las une .

Los acarreos se definen en :

**Acarreo Libre.** Es el que se efectúa dentro de una distancia de 20 metros .

**Sobrecarreo.** Dado en m<sup>3</sup>-estación, y es el que se efectúa entre 20 y - 120 m.

**Acarreo Corto.** Se cubica en m<sup>3</sup>-Hm y es el que se efectúa entre 120 y -- 520 m.

Acarreo Largo. Se cubica en m<sup>3</sup>-Km y es el que se efectúa en distancias --  
mayores de 520 m.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores y refiriendonos a la ----  
fig. 14 tenemos la siguiente tabla de acarreoos que se muestra en las pagi---  
nas 72 y 73 .









TIPO DE ACARREO	EXTRACCION		T I R O		DISTANCIA	VOLUMEN ( M <sup>3</sup> )
	DE KM	A KM	DE KM	A KM		
SOBRECARRERO ADELANTE	16 + 150 CG = 16 + 168	16 + 210	16 + 210 CG = 16 + 262	16 + 278	3.70 Est.	1,355
SOBRECARRERO ATRAS	16 + 340 CG = 16 + 390	16 + 412	16 + 278 CG = 16 + 303	16 + 340	3.35 Est.	1,431
SOBRECARRERO ADELANTE	16 + 412 CG = 16 + 452	16 + 520	16 + 520 CG = 16 + 573	16 + 593	5.05 Est.	3,244
ACARREO CORTO ADELANTE	16 + 108 CG = 16 + 128	16 + 150	16 + 593 CG = 16 + 601	16 + 615	4.53 Hm.	2,105
ACARREO LARGO ATRAS	17 + 342 CG = 17 + 357	17 + 390	16 + 615 CG = 16 + 618	16 + 623	0.72 Km.	556

TABLA DE ACARREOS

TIPO DE ACARREO	EXTRACCION		T I R O		DISTANCIA	VOLUMEN ( M <sup>3</sup> )
	DE KM	A KM	DE KM	A KM		
ACARREO CORTO ATRAS	16 + 760 CG = 16 + 898	17 + 106	16 + 623 CG = 16 + 674	16 + 760	2.04 Hm.	4,977
SOBREACARREO ADELANTE	17 + 106 CG = 17 + 126	17 + 160	17 + 160 CG = 17 + 189	17 + 204	2.15 Est.	556
SOBREACARREO ATRAS	17 + 260 CG = 17 + 308	17 + 342	17 + 204 CG = 17 + 223	17 + 260	3.25 Est.	667

TABLA DE ACARREOS

## ANALISIS DE COSTOS

Se presenta a continuación el análisis de costos para los conceptos de : ---  
excavación en prestamos de banco, acarreos para terracerías y acarreos para  
obras de drenaje, estructuras y trabajos diversos .

Para la valuación de estos conceptos de obra se aplicaron los precios unita-  
rios del tabulador S A H O P .

Se procedió a calcular el costo horario maquina en base a costos reales de  
insumos .

Además, los rendimientos anotados son los reales obtenidos durante la eje-  
cución de la obra .

## COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA	CAMION DE VOLTEO		FECHA	1980	
MARCA	FORD	MODELO	F-600	CAPACIDAD	6 M <sup>3</sup>
MOTOR MARCA	FORD	MODELO		POTENCIA	160 HP

COSTO DE ADQUISICION	\$ 377,042.92	VE : VIDA ECONOMICA	6,000	HORAS	
VL: VALOR LLANTAS	\$ 24,453.52	HA : HORAS PDR AÑO	1,500	HORAS	
VA: VALOR ADQUISICION	\$ 352,596.40	FACTOR DE OPERACION	.94	%	
VR: VALOR RESCATE	10	% VA POTENCIA DE OPERACION	150	HP O P	

I: TASA DE INTERES	18	%	CAPACIDAD LUBRICANTES	
S: PRIMA DE SEGUROS	3	%	MOTOR	8 LTS
K: ALMACENAJE	2	%	TRANSMISION	14 LTS
Q: MANTENIMIENTO	90	%	HIDRAULICO	10 LTS

CARGOS FIJOS						
DEPRECIACION	D	VA - VR	VE	=	352,596.40 - 35,259.64 6,000	\$ 52.89/HR
INVERSION	I	VA+VR	2HA	x	352,596.40 + 35,259.64 2 x 1,500	x 0.18 = \$ 23.27/HR
SEGUROS	S	VA+VR	2HA	x	352,596.40 + 35,259.65 2 x 1,500	x 0.03 = \$ 3.88/HR
ALMACENAJE	A	K D		x	0.02	x \$ 52.89 /HR = \$ 1.06/HR
MANTENIMIENTO	T	Q D		x	0.90	x \$ 52.89 /HR = \$ 47.60/HR
<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>						<b>\$ 128.70/HR</b>

CONSUMOS							
COMBUSTIBLES	:	DIESEL	HPROPX	LT/HROP.HR	x	\$ /LT = \$ /HR	
LUBRICANTE :		GASOLINA	150	HROPX	0.14	LT/HROP.HR x \$ 2.85 /LT = \$ 59.85/HR	
MOTOR	[	8	LT	+	(0.003 x 150	HROP.P) x	\$ 14.50 /LT = \$ 7.69/HR
TRANSMISION	=	14	LTS	x	\$ 12.41	/LT = \$ 0.35/HR	
HIDRAULICO	=	10	LTS	x	\$ 8.31	/LT = \$ 0.17/HR	
FILTROS	PZA/HR	500	x	\$	/PZA	= \$ /HR	
GRASA	0.01	KG / HR	x	\$ 16.90	/KG	= \$ 0.17/HR	
ESTOPA	0.005	KG / HR	x	\$ 14.60	/KG	= \$ 0.07/HR	
LLANTAS	VL	\$ 24,453.52	HV	2,000	HRS	= \$ 12.23/HR	
<b>SUMA CONSUMOS</b>						<b>\$ 80.53/HR</b>	

OPERACION						
OPERADOR	1	x	\$ 230.95	=	\$ 230.95	
AYUDANTE		x	\$	=	\$	
		x	\$	=	\$	
<b>SUMA OPERACION</b>						<b>\$ 28.87/HR</b>

COSTO HORARIO: MAQUINA INACTIVA	\$ 157.57	/HR	MAQUINA ACTIVA	\$ 238.10	/HR
---------------------------------	-----------	-----	----------------	-----------	-----

## COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA TRACTOR ( BULLDOZER ) FECHA 1980  
 MARCA CATERPILLAR MODELO D-8 CAPACIDAD \_\_\_\_\_  
 MOTOR MARCA CAT. MODELO \_\_\_\_\_ POTENCIA 300 HP

COSTO DE ADQUISICION \$ 4'415,653.77 VE : VIDA ECONOMICA 10,000 HORAS  
 VL : VALOR LLANTAS \$ \_\_\_\_\_ HA : HORAS POR AÑO 2,000 HORAS  
 VA: VALOR ADQUISICION \$ 4'415,653.77 FACTOR DE OPERACION 86 %  
 VR: VALOR RESCATE 10 % VA POTENCIA DE OPERACION 258 HP O P

I: TASA DE INTERES 18 % CAPACIDAD LUBRICANTES \_\_\_\_\_  
 S: PRIMA DE SEGUROS 3 % MOTOR 33 LTS  
 K: ALMACENAJE 2 % TRANSMISION 189 LTS  
 Q: MANTENIMIENTO 90 % HIDRAULICO 70 LTS

### CARGOS FIJOS

DEPRECIACION  $D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{4'415,653.77 - 441,565.38}{10,000} = \$ 397.41/HR$   
 INVERSION  $I = \frac{VA + VR}{2HA} \times I = \frac{4'415,653.77 + 441,565.38}{2 \times 2,000} \times 0.18 = \$ 218.57/HR$   
 SEGUROS  $S = \frac{VA + VR}{2HA} \times S = \frac{4'415,653.77 + 441,565.38}{2 \times 2,000} \times 0.02 = \$ 36.43/HR$   
 ALMACENAJE  $A = K D = 0.02 \times \$ 397.41 /HR = \$ 7.94/HR$   
 MANTENIMIENTO  $M = Q D = 0.90 \times \$ 397.41 /HR = \$ 357.67/HR$   
 SUMA CARGOS FIJOS **\$ 1,018.02/HR**

### CONSUMOS

COMBUSTIBLES : DIESEL 258 HROPX 0.20LT/HROP.HR X \$ 1.00 /LT = \$ 51.60/HR  
 LUBRICANTE : GASOLINA \_\_\_\_\_ HROPX \_\_\_\_\_ LT/HROP.HR X \$ \_\_\_\_\_ /LT = \$ \_\_\_\_\_ /HR  
 MOTOR  $\left[ \frac{33}{100} \text{ LT HRS} + (0.003 \times 258 \text{ H.P.O.P.}) \right] \times \$ 14.50 /LT = \$ 16.00/HR$   
 TRANSMISION =  $\frac{189}{500} \frac{LTS}{HRS} \times \$ 12.41 /LT = \$ 4.69/HR$   
 HIDRAULICO =  $\frac{79}{500} \frac{LTS}{HRS} \times \$ 8.31 /LT = \$ 1.16/HR$   
 FILTROS \_\_\_\_\_ PZA/HR X \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_ /PZA = \$ \_\_\_\_\_ /HR  
 GRASA 0.01 KG / HR X \_\_\_\_\_ \$ 16.90 /KG = \$ 0.17 /HR  
 ESTOPA 0.005 KG / HR X \_\_\_\_\_ \$ 14.60 /KG = \$ 0.07 /HR  
 LLANTAS  $\frac{VL}{HV} = \frac{\$}{HRS} = \$ \text{ /HR}$   
 SUMA CONSUMOS **\$ 73.69/HR**

### OPERACION

OPERADOR 1 X \$ 328.22 = \$ 328.22  
 AYUDANTE 1 X \$ 206.74 = \$ 206.74 \$ 534.96 /JOR = \$ 66.87/HR  
 \_\_\_\_\_ X \$ \_\_\_\_\_ = \$ \_\_\_\_\_  
 SUMA OPERACION **\$ 66.87/HR**

COSTO HORARIO : MAQUINA INACTIVA \$ \_\_\_\_\_ /HR MAQUINA ACTIVA \$ 1,158.58/HR

## COSTO HORA MAQUINA

MAQUINA	CARGADOR FRONTAL SOBRE ORUGAS	FECHA	1980
MARCA	CATERPILLAR	MODELO	955-L
MOTOR MARCA	CAT-3304	POTENCIA	130 HP
		CAPACIDAD	2 yd <sup>3</sup> .

COSTO DE ADQUISICION	\$ 2'171,936.00	VE : VIDA ECONOMICA	10,000	HORAS
VL : VALOR LLANTAS	\$	HA : HORAS POR AÑO	2,000	HORAS
VA : VALOR ADQUISICION	\$ 2'171,936.00	FACTOR DE OPERACION	94	%
VR : VALOR RESCATE	20	% VA	POTENCIA DE OPERACION	122 HP O P

I : TASA DE INTERES	18	%	CAPACIDAD	LUBRICANTES
S : PRIMA DE SEGUROS	3	%	MOTOR	19 LTS
K : ALMACENAJE	2	%	TRANSMISION	117 LTS
Q : MANTENIMIENTO	90	%	HIDRAULICO	148 LTS

<b>CARGOS FIJOS</b>				
DEPRECIACION	D =	VA - VR	VE	\$ 173.75 / HR
		2'171,936.00 - 434,387.20	10,000	
INVERSION	I	VA + VR	x i	\$ 117.28 / HR
		2'171,936.00 + 434,387.20	x 0.18	
SEGUROS	S	VA + VR	x s	\$ 19.54 / HR
		2'171,936.00 + 434,387.20	x 0.03	
ALMACENAJE	A =	K D		\$ 3.48 / HR
		0.02	x \$ 173.75 / HR	
MANTENIMIENTO	T =	Q D		\$ 156.38 / HR
		0.90	x \$ 173.75 / HR	
<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>				<b>\$ 470.43 / HR</b>

<b>CONSUMOS</b>				
COMBUSTIBLES	:	DIESEL	122	HR O P X 0.20 LT / HR O P HR X \$ 100 / LT = \$ 24.40 / HR
LUBRICANTE :		GASOLINA		HR O P X _____ LT / HR O P HR X \$ _____ / LT = \$ _____ / HR
MOTOR	[	19	LT	+ (0.003 x 122 HR O P) x \$ 14.50 / LT = \$ 8.06 / HR
		100	HR S	
TRANSMISION	=	117	LTS	x \$ 12.41 / LT = \$ 2.90 / HR
		500	HR S	
HIDRAULICO	=	148	LTS	x \$ 8.31 / LT = \$ 2.46 / HR
		500	HR S	
FILTROS		PZ A / HR	x	\$ _____ / PZA = \$ _____ / HR
GRASA		0.01	KG / HR	x \$ 16.90 / KG = \$ 0.17 / HR
ESTOPA		0.005	KG / HR	x \$ 14.60 / KG = \$ 0.07 / HR
LLANTAS		VL	\$	HR S = \$ _____ / HR
		HV		
<b>SUMA CONSUMOS</b>				<b>\$ 38.60 / HR</b>

<b>OPERACION</b>				
OPERADOR	x	\$ 328.22	\$ 328.22	\$ _____ / HR
AYUDANTE	x	\$ 206.74	\$ 206.74	\$ 534.96 / JOR = \$ 66.87 / HR
	x			8 HRS EFECT / JOR
<b>SUMA OPERACION</b>				<b>\$ 66.87 / HR</b>

COSTO HORARIO: MAQUINA INACTIVA	\$ _____ / HR	MAQUINA ACTIVA	\$ 575.36 / HR
---------------------------------	---------------	----------------	----------------



## EXCAVACION EN PRETAMOS DE BANCO

### EN MATERIAL " B "

1.- Extracción y apile en banco con acarreo libre de 20 M.

Análisis del ciclo usando un tractor D-8

Tiempo fijo	0.10 Min.
Adelante en 1 <sup>a</sup>	0.58 Min.
Retroceso en 3 <sup>a</sup>	0.32 Min.
	<u>1.00 Min.</u>

Rendimiento :

$$\frac{4.0 \text{ M/Min} \times 60 \text{ Min/Hr.} \times 0.70 \text{ efic.}}{1.3 \text{ abund.} \times 1 \text{ Min.}} = 129 \text{ M}^3/\text{Hr.}$$

Costo Horario : \$ 1,158.58/Hr.

$$\text{Costo} = \frac{\$ 1,158.58/\text{Hr.}}{129 \text{ M}^3/\text{Hr.}} = \$ 8.98/\text{M}^3$$

2.- Carga usando un Traxcavo CAT.955-L

Ciclo optimo manual Caterpillar :

Carga :	0.05 Min.
Maniobra :	0.22 Min.
Descarga :	0.05 Min.
	<u>0.35 Min.</u>

Corrección por operador 0,75

Factor de carga 0.70

$$\text{ciclo Real} = \frac{0.35 \text{ Min.}}{0.75 \times 0.70} = 0.61 \text{ Min.}$$

Rendimiento :

$$\frac{2 \text{ Yd}^3 \times 0.765 \text{ Yd}^3/\text{M}^3 \times 60 \text{ Min/Hr.} \times 0.70 \text{ efic.}}{1.3 \text{ abund.} \times 0.61 \text{ Min.}} = 81.0 \text{ M}^3/\text{Hr.}$$

Costo Horario : \$ 575.36 / Hr.

$$\text{Costo} = \frac{\$ 575,36 / \text{Hr.}}{81 \text{ M}^3 / \text{Hr.}} = \$ 7.10/\text{M}^3$$

3.- Tiempo de Camión en carga y descarga .

$$\text{Carga} = \frac{6 \text{ M}^3 \times 60 \text{ Min.} / \text{Hr.}}{81 \text{ M}^3 \times 1.3 \text{ abund.}} = 3.42 \text{ Min.}$$

$$\text{Espera, acomodo y descarga} = \frac{1.5 \text{ Min.}}{4.92 \text{ Min.}}$$

Costo Horario : \$ 238.10 / Hr.

$$\text{Costo} = \frac{\$ 238,10/\text{Hr.} \times 4.92 \text{ Min.} \times 1.3 \text{ abund.}}{60 \text{ Min.} / \text{Hr.} \times 6 \text{ M}^3} = \$ 4.23/\text{M}^3$$

COSTO \$ 20.31/M<sup>3</sup>

## ANALISIS DE COSTO PARA LOS ACARREOS DE TERRACERIAS

Costo Horario del Equipo Utilizado :

Camión de Volteo de 6 M<sup>3</sup> de capacidad

Activo : \$ 238.10/ Hr.

DATOS GENERALES :

Coefficiente de abundamiento 1.40

Vel. Camión cargado 25 Km/Hr.

Vel. Camión descargado 40 Km/Hr.

Eficiencia : 80%

ANALISIS DEL PRECIO UNITARIO :

Tiempo empleado en el 1er. Km.

$$\text{Cargado} = \frac{1 \text{ Km.}}{25 \text{ Km/Hr.}} = 0.04 \text{ Hrs.}$$

$$\text{Costo} = 0.04 \text{ Hrs.} \times \$238.10/\text{Hr.} = \$ 9.52$$

$$\text{Descargado} = \frac{1 \text{ Km.}}{40 \text{ Km/Hr.}} = 0.025 \text{ Hrs.}$$

$$\text{Costo} = 0.25 \text{ Hrs.} \times \$ 238.10/\text{Hr.} = \underline{\$ 5.95}$$

\$15.47/viaje.

$$\text{Costo} = \frac{\$ 15.47/\text{viaje} \times 1.4 \text{ Abund.}}{6 \text{ M}^3/\text{viaje} \times 0.80 \text{ Efic.}} = \quad \$ \quad 4.51/\text{M}^3 - \text{Km}$$

C O S T O

---

$$\$ \quad 4.51/\text{M}^3 - \text{Km}$$

ACARREOS PARA OBRAS DE DRENAJE, ESTRUCTURAS  
Y TRABAJOS DIVERSOS .

SOBRE ACARREO DE PIEDRA Y ARENA .

a).- SOBRE BRECHA HASTA 10 KMS.

1.- Equipo

Utilizando un Camión de volteo de 6 M<sup>3</sup> de capacidad

Costo Horario : \$ 238.10 / Hr.

Coef. de abundamiento : 1.25

$$\text{Costo} = \frac{\$ 238.10/\text{Hr.} \times 1 \text{ Km.} \times 2 \times 1.25}{20 \text{ Km./Hr.} \times 6 \text{ M}^3 \times 1 \text{ Km.}} = \$ 4.96/\text{M}^3\text{-Km.}$$

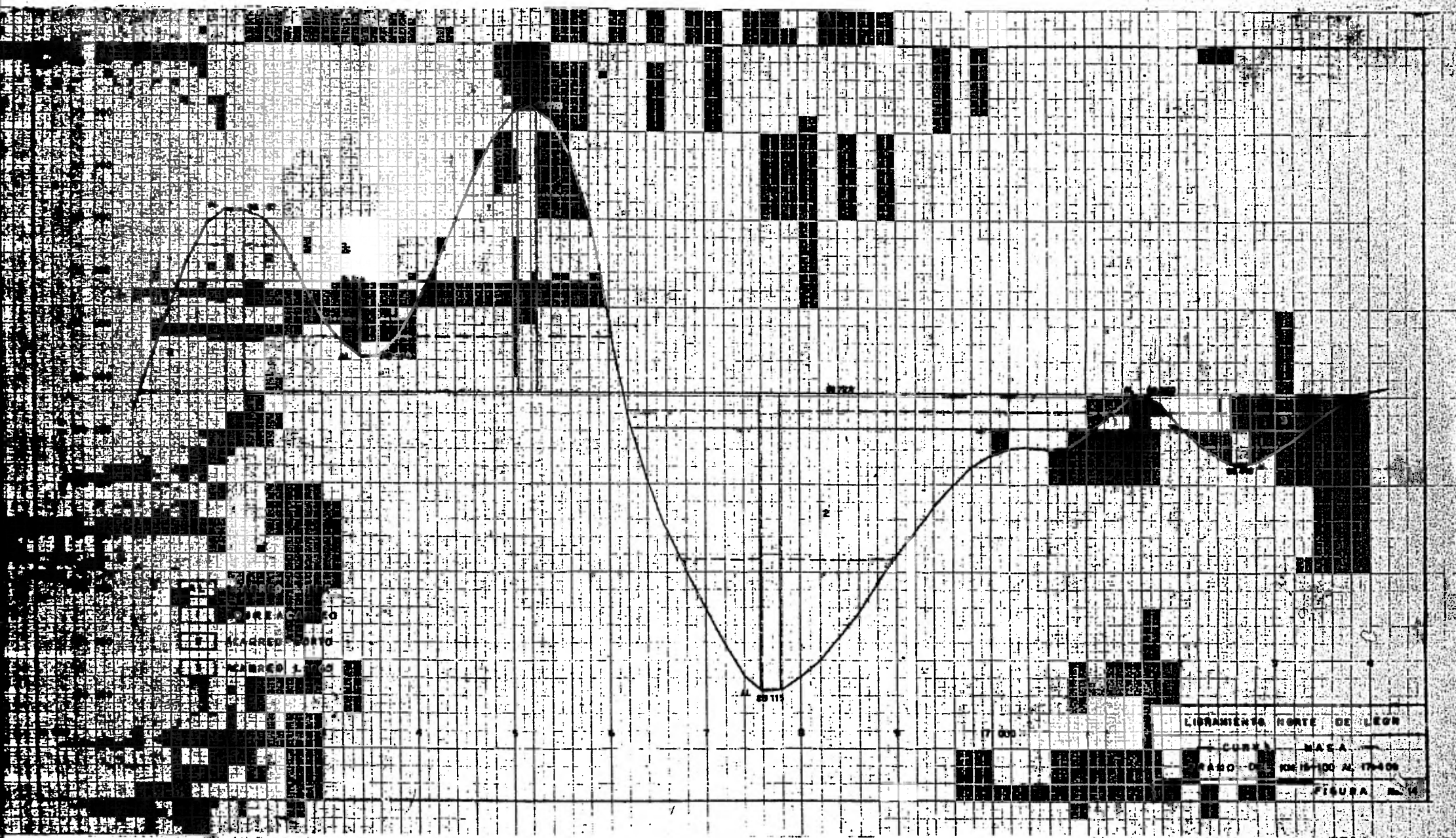
C O S T O

---

4.96/M<sup>3</sup>-Km.

## Capítulo V

# CONTROL DE CALIDAD



Se denomina CONTROL DE CALIDAD al conjunto de estudios de las propiedades de los materiales que van a formar parte de la estructura de una carretera .

En este control de calidad, figuran pruebas de laboratorio que determinan -- las características de comportamiento del suelo para definir si es apto o no -- para ocupar un lugar en dicha estructura ya sea en terraplenes o pavimento .

Las diversas pruebas de laboratorio en esencia son las mismas para cualquier proyecto pero cada proyecto tiene problemas y soluciones diferentes ya sea -- en el proceso constructivo, en la localización de bancos, etc.

Las pruebas para determinar la calidad de los materiales para la construcción de la estructura de un camino son muy variables y cada prueba tiene su proceso y ejecución pero en este estudio nos limitaremos a enunciar únicamente sus resultados .

Los procesos de construcción de una carretera dependerán principalmente del tipo de camino que se trate, la región donde esté localizada, así como el -- clima y diferentes tipos de materiales existentes en la zona por lo tanto sería muy extenso tratar de describir los diferentes procedimientos .

Tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, es condición primor-- dial que las muestras del material por estudiar sean verdaderamente represen\_\_



tativas, con objeto de que los resultados que arroje el ensaye sean dignos de crédito. Durante el proyecto se ven las posibilidades y se define el uso de los materiales disponibles ; durante la ejecución de la obra se asegura la buena calidad del material que está siendo empleado y se ordenan las correcciones o sustitución del material oportunamente .

Para estas obras de terracerías y pavimento, las propiedades físicas de los suelos, tales como peso unitario, permeabilidad, resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad e interacción con el agua son de primordial importancia.

Para conocer las propiedades físicas de los suelos se dispone de un método -- standard de identificación y clasificación de los mismos y que es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos ( SUCS ) originado en 1952, este Sistema toma en consideración las propiedades de los suelos relacionados con la ingeniería y está basado en el tamaño de las partículas, sus cantidades y variedad de tamaños, así como en las características de los granos finos .

#### HUMEDAD Y LIMITES DE CONSISTENCIA DE LOS SUELOS .

En los estudios de materiales para la construcción del terraplén los límites -- de consistencia son de gran ayuda para clasificar la fracción fina de un suelo ; así como en el manejo de la explotación de préstamos, cuando éstos están formados por materiales esencialmente arcillosos o limosos .

Las propiedades de un suelo formado por partículas finamente divididas, co-

mo una arcilla no estructurada, dependen en gran parte de la humedad .

El agua forma una película alrededor de los granos y su espesor puede ser -- determinante de comportamientos diferentes del material . Cuando el contenido de agua es muy elevado, en realidad se tiene una suspensión muy concentrada, sin resistencia estática al esfuerzo cortante ; al perder agua, va aumentando esa resistencia hasta alcanzar un estado plástico en que el material es fácilmente moldeable ; y si el secado continúa , el suelo llega a adquirir las características de un sólido, pudiendo resistir esfuerzos de compresión y tensión considerables .

Arbitrariamente, A. Atterberg marcó la frontera de los cuatro estados en que pueden presentarse los materiales granulares muy finos, fijando los límites siguientes : líquido , plástico y de contracción . El primero es la frontera entre el estado líquido y el plástico ; el segundo entre el estado plástico y el semisólido ; y el tercero separa el estado semisólido del sólido .

El límite líquido (LI) lo fija el contenido de agua, que debe tener un suelo remoldeado para que una muestra del mismo, en que se haya practicado una ranura de dimensiones standard, al someterla al impacto de 25 golpes bien -- definidos, se cierra sin resbalar en su apoyo .

El límite plástico (Lp) lo fija el contenido de agua con el que comienza a agrietarse un rollo formado con el suelo, de aproximadamente 3.2mm. de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa, no absorbente que puede ser una placa de vidrio .

El límite de Contracción (Lc) es el contenido de agua que saturaría a un suelo contraído por secamiento de evaporación .

La diferencia entre el límite líquido y el límite plástico se llama índice de plasticidad y es una medida de la plasticidad del suelo .

Se define el índice de contracción por la diferencia entre los límites plástico y de contracción .

Contracción lineal de un suelo, a partir de un contenido de humedad dado , es la disminución de una de sus dimensiones expresada como porcentaje de la dimensión original .

## TERRACERÍAS .-

Materiales de terracerías.- son los materiales extraídos de la corteza terrestre, ya sea que provengan de cortes o de préstamos con lo que son construidos los terraplanes hasta el nivel de la subrasante .

En las paginas 92 y 93 se muestra el informe de terracerías proporcionado por el personal de laboratorio en donde se indican las características del material empleado en dicha terracería .

De acuerdo a las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, los materiales se clasifican como del grupo IIIa. ya que : Son suelos con fragmentos hasta de un 20% - retenido en la malla de 75 mm. pudiendo ser boleó, fragmento de piedra o terrones .

Los suelos gruesos y medios con finos se clasifican también siguiendo las especificaciones como del grupo IIIb. porque :

Más del 50% pasa por la malla No. 4 (4.75 mm)

Entre el 10% y 30% del material pasa por la malla No. 200 (0.75 mm).

La contracción lineal esta entre 3 y 10 .

### Requisitos de Uso .

Para los dos grupos anteriores IIIa y IIIb se recomienda compactarlos al 90 %

mínimo. Pueden utilizarse tendiendolos en capas de espesores mínimos según el tamaño de los fragmentos mayores como se muestra en el informe de terracerías en las páginas 92 y 93 . Para el mejor acomodo del material debe bandearse cada capa o pasarle un rodillo liso pesado jalado con tractor.

Además no debe usarse materiales con valor relativo de soporte menor de 5%.

### C O M P A C T A C I O N

El objeto de esta prueba es determinar el grado de compactación alcanzando en el terraplén con el equipo y los procedimientos dados. Con este fin se obtiene el peso seco del terraplén y se compara con el peso seco del mismo material ensayado en el laboratorio por el procedimiento Proctor. La relación de los dos pesos secos se expresa como porcentaje de compactación que, en ningún caso, debe ser menor de 95% .

Se llama peso seco al peso de las partículas sólidas y secas contenidas en la unidad de volumen. El peso seco óptimo de un material, para un procedimiento de compactación dado, es el mayor peso obtenible de partículas sólidas y secas, por unidad de volumen , compactadas con un determinado contenido de agua .

La prueba consiste en excavar un pozo en el terraplén y obtener el peso de los sólidos secos contenidos en ella, determinandose al mismo tiempo la humedad de material. El peso volumétrico seco se calcula dividiendo el pe

so de los sólidos secos contenidos en el pozo entre el volumen de la misma .

## S U B R A S A N T E

Son los materiales que no requieren ningún tratamiento de trituración o cribado, tales como conglomerados, tepetates, gravas y arenas de río, areniscas, rocas alteradas, etc., ó también los materiales naturales o escorias de fundición que requieren un tratamiento previo de cribado o trituración .

### Condiciones de uso .

- a.- Estos materiales deben ser de características mas uniformes y de mejor calidad que los materiales de terracería .
- b.- Tener el acuífamiento, la cementación y el porcentaje de vacíos, adecuados, una vez compactados, para evitar desplazamientos de la terracería por efectos del tránsito e impedir el paso del agua a la terracería .
- c.- Tener capacidad de carga y resistir los agentes atmosféricos .

En las paginas 94 y 95 se muestra el reporte proporcionado por personal de laboratorio de las muestras realizado en el banco "Ibarrilla" de los materiales empleados en la capa subrasante y que en general cumplen con los requisitos que exigen las Especificaciones en el inciso 91-4.2 de la parte octava .

Estos requisitos son :

a).- De granulometría

El material deberá quedar comprendido entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 3 .

La curva granulométrica deberá afectar una forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente y la relación del porcentaje en peso pasa la malla No. — 200 al que pasa la malla No. 40, no deberá ser mayor de sesenta y cinco centésimos (0.65) .

b).- De contracción lineal, valor cementante y valor relativo de soporte, los indicados en el siguiente cuadro :

Zona en que se clasifica el material de acuerdo a su Granulometría .	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Contracción lineal	6.0 máx.	4.5 máx.	3.0 máx.
Valor cementante Kg/cm <sup>2</sup> . para materiales angulosos	3.5 mín.	3.0 mín.	2.5 mín .
Valor cementante Kg/cm <sup>2</sup> . para materiales redondeados y lisos .	5.5 mín.	4.5 mín.	3.5 mín .
Valor relativo de soporte %	30 mín.		

c).- Además, debe tener un Límite Líquido menor de 50 .

## INFORME DE TERRACERIAS

OBRA: <u>LIBRAMIENTO NORTE DE LEON</u>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION: <u>Material acamellonado en km. 11+200 a 11+300</u> <u>procedente del banco "Ibarrilla" .</u>	

IDENTIFI- CACION	No. DE ENSAYE	9959	9960	
	ESTACION	11 + 200	11 + 200	
	CAPA	Quinta y Sexta de cuerpo de Terraplén.		

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMARO MAXIMO	1"	1 1/2"	
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 $\mu$ m	43	37	
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	57	63	
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	32	56	
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	15	23	
	EQUIVALENTE DE ARENA	18.2	9.1	
	LIMITE LIQUIDO %	44	45	
	INDICE PLASTICO %	18	21	
	CONTRACCION LINEAL %	6.8	8.0	
	P.V.S. SUELTO kg/m <sup>3</sup>	1360	1380	
	P.V.S. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>	1859	1816	
	NUMEDAD OPTIMA %	12.9	14.7	
	V.R.S. ESTANDAR %	30.1	5.4	
	EXPANSION %	1.0	8.6	
CLASIFICACION (SIMBOLO DE GRUPO)	GC	SC		

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

El material analizado presenta características aceptables para su empleo en cuerpo de Terraplén .



## INFORME DE COMPACTACION

OBRA: <u>LIBRAMIENTO NORTE DE LEON</u>	
REPORTE DE CAMPO	COMPACTACION
GRADO DE COMPACTACION MINIMO ESPECIFICADO PARA LA CAPA ENSAYADA: <u>90 %</u>	

CAPA	ENSAYE	ESTACION	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA	HUMEDAD %		PESO ESPECIFICO SECO kg/m <sup>3</sup>		% DE COMPACTACION
	No				DEL LUGAR OPTIMA		DEL LUGAR MAXIMO		
1a.	3535	16 + 540	I	22	10.3	12.9	1916	1960	97.7
	3536	16 + 560	C	31	8.4	12.9	1903	1960	97.0
	3537	16 + 640	C	26	9.0	12.9	1876	1960	95.7
	3538	16 + 700	I	24	8.4	12.9	1909	1960	97.3
	3539	16 + 720	C	29	10.3	12.9	1918	1960	97.8
3a.	3562	17 + 940	D	26	10.4	11.2	1811	1992	90.9
1a.	3540	17 + 940	D	30	10.8	12.8	1807	2020	89.4
	3541	18 + 000	I	26	9.7	12.8	1837	2020	90.9
	3542	18 + 000	C	33	9.1	12.8	1921	2020	95.0
	3543	18 + 000	D	30	9.8	12.8	1892	2020	93.6

NOTA :  
 DE LOS PORCIENTOS DE COMPACTACION OBTENIDOS EN LOS  
 TRAMOS ESTUDIADOS SE RECOMIENDA COMPACTAR LAS ESTACIONES  
 INFERIORES AL 90 % DE PROYECTO .

MUESTRAS DE MATERIAL PARA CUERPO DE TERRAPLEN O SUB-RASANTE TOMADAS DE LOS CANALES 1, 2 Y 3 DEL BANCO " IBARRILLA " EN EL KM. 9 + 000 DESVIACION DERECHA DE 5,600 MTS. PARA EL CAMINO-LIBRAMIENTO NORTE DE LEON .

Tamaño máximo	2"	2"	2"
% que pasa malla No. 4	40	59	44
% que pasa malla No. 40	9	18	12
% que pasa malla No. 200	5	6	4
Límite Líquido	41	37	35
Índice Plástico	15	12	—
Contracción Lineal	4.2	3.5	1.7
P V S Suelto Kg/m <sup>3</sup>	1230	1365	1330
P V S máximo	1990	2000	2055
Humedad Optima %	9.7	12.1	9.6
% Expansión	0.1	0.8	0.1
Clasificación	SW-SM	SW-SM	SW-SM

## ESTUDIO DE ESPESORES

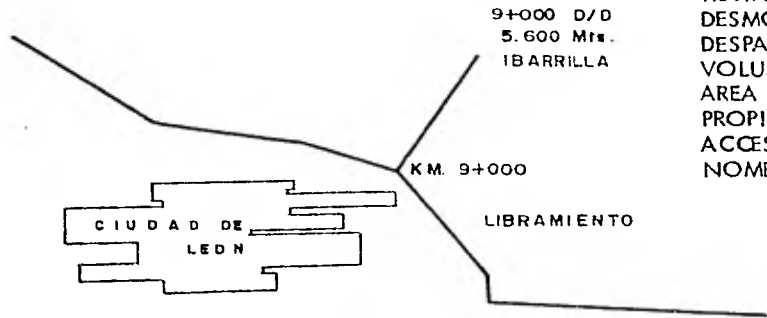
Tipo de Prueba	PORTER	MODIFICADA	VARIANTE II
% de Compactación	90	90	90
Humedad de Prueba, %	12.7	13.6	13.6
Valor Relativo de Soporte	32	26	36

Tipo de Prueba	PORTER	MODIFICADA	VARIANTE II
% de Compactación	95	95	95
Humedad de Prueba, %	11.2	13.6	13.6
Valor Relativo de Soporte	61	66	66

Tipo de Prueba	PORTER	STANDARD	
% de Compactación	100	100	100
Humedad de Prueba, %	9.7	12.1	9.6
Valor Relativo de Soporte	103	70	98

Observaciones : El material es aceptable para emplearse como cuerpo de terraplén o Sub-rasante.

### LOCALIZACION



### DATOS GENERALES

UBICACION	:	9 + 000
DESVIACION	:	DERECHA 5,600 MTS.
USO	:	CEMENTANTE / SUB-RASANTE
CLASIF. PETROG.	:	CONGLOMERADO
CLASIF. EXT.	:	0 - 80 - 20
TRATAMIENTO	:	DISGREGADO PARCIAL
DESMONTE	:	0,0 %
DESPALME	:	0,0 %
VOLUMEN	:	SUFICIENTE
AREA	:	SUFICIENTE
PROPIEDAD	:	EJIDAL
ACCESO	:	ABIERTO
NOMBRE	:	BANCO " IBARRILLA "

## P A V I M E N T O

Sobre la capa subrasante terminada, se construirá el pavimento que estará -- integrado por una base estabilizada con cemento hidráulico, una carpeta -- de concreto asfáltico y un riego de sello .

### BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO HIDRAULICO

Es la mezcla de un suelo o una roca alterada, triturada o cribada con cemento hidráulico, para producir un material cuyas características le permiten -- trabajar satisfactoriamente como base de pavimento .

La base estabilizada se elaborará incorporando un 3% de cemento hidráulico, respecto al peso del material pétreo .

Esta base estabilizada se clasifica como del tipo flexible porque las mezclas se van a estabilizar con una cantidad mínima de cemento hidráulico, cuyo -- objeto es contrarrestar la acción de la arcilla y obtener características iguas a las de los materiales empleados en bases o sub-bases de pavimento .

En las estabilizaciones de tipo flexible, los materiales ya estabilizados con cemento deberán satisfacer las mismas condiciones de uso que la capa anterior y además ; tener afinidad con el asfalto de riego de impregnación así -- como el agua y cemento que se utilice deberá satisfacer los requisitos que -- para este efecto se fijan en el capítulo C de las especificaciones .

La incorporación y mezclado del cemento se llevará a cabo preferentemente con una máquina " Pulvimixer " u otro tipo de planta viajera, teniéndose -- cuidado de que durante este proceso el material pétreo se encuentre debidamente disgregado, homogenizado y practicamente seco, a fin de asegurar -- la incorporación uniforme del cemento .

A continuación se adicionará en pasos sucesivos del mismo equipo de mezclado, la cantidad de agua requerida para alcanzar la humedad óptima y obtener una revoltura homogenea, después de la cual se tenderá y compactará -- al 95% del peso volumétrico seco máximo obtenido en el laboratorio .

Desde que se inicie la incorporación del agua hasta el momento de tenderse e iniciarse la compactación, no transcurrida un lapso mayor de dos horas; -- asimismo , no se interrumpirá el proceso de compactación hasta lograr el -- 95% .

La base estabilizada deberá cumplir con una resistencia a la compresión simple a los 7 días de 30 Kg/cm 2. como mínimo, determinada en el laboratorio por medio de especimenes Porter .

Terminada la compactación de la base estabilizada inmediatamente se le -- aplicará un riego de impregnación con asfalto FM-1 a razón de 1.5 lt/m2.- aproximadamente, esta impregnación cumplirá la función de membrana de -- curado .

## MATERIALES PETREOS

A continuación se muestra el estudio de mezclas efectuado en el laboratorio con los materiales pétreos de los bancos " El Palote " y " La Loma " ubicados en los Kms. 13 + 880 desviación derecha 1,500 mts. y 0 + 000 desviación — 11,000 mts. del Libramiento Norte respectivamente .

El material pétreo correspondiente al banco " El Palote " requiere para ser — empleado en la elaboración de base hidráulica, de una trituración total a — tamaño máximo de 1 1/2" , asimismo y con objeto de mejorar sus caracterís- ticas, se procedió a mezclarlo en el laboratorio con el material del banco — " La Loma " considerandose que la mezcla en volumen más adecuada es la — de 80-20 respectivamente, la cual queda sujeta a correcciones de campo .

Las conclusiones de esta prueba se anotan en la hoja de observaciones gene- rales . Pag. 103.

## REPORTE DE ENSAYE DE MATERIAL DE BASE Y SUB-BASE

MATERIAL <u>Para base hidráulica</u>		
ENSAYE N° <u>2448</u>		MUESTRA N° <u>1</u>
PROCEDENCIA <u>Banco " El Palote " Km. 13 + 880 desviación derecha</u> <u>1,500 m. del Libramiento .</u>		
P.V. SUELTO. Kg/m <sup>3</sup> <u>1496</u> P.V. MAX. Kg/m <sup>3</sup> <u>14.1</u> HUMEDAD OPTIMA _____ QUE PASA MALLA % 2" _____ 1 1/2" <u>100</u> 1" <u>94</u> 3/4" <u>85</u> 3/8" <u>63</u> N° 4 <u>35</u> 10 <u>24</u> 20 <u>15</u> 40 <u>10</u> 60 <u>8</u> 100 <u>7</u> 200 <u>6</u> RETENIDO EN MALLA _____ % VR(ESTANDAR) % <u>110.29</u> EXPANSION % <u>0.08</u> VALOR CEMENTANTE Kg/m <sup>3</sup> _____	GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA 	
PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR 3/8" PRUEBAS SOBRE MATERIAL CRIBADO POR MALLA N° 40		
ABSORCION % <u>11.6</u> DENSIDAD <u>1.90</u>	LIMITE LIQUIDO <u>28</u> LIMITE PLASTICO _____ INDICE PLASTICO _____	EQUIV. ARENA _____ CONTRACCION LINEAL <u>0.0</u>
CLASIF. PETROGRAFICA _____ TRAT. RECOMENDADO _____		



## REPORTE DE ENSAYE DE MATERIAL DE BASE Y SUB-BASE

MATERIAL <u>De mejoramiento de base hidráulica</u>	
ENSAYE N° <u>1681</u>	MUESTRA N° <u>Representativa</u>
PROCEDENCIA <u>Material tomado del frente de ataque del banco " La Loma " del Km. 0 + 000 desviación derecha 11,000 m. del Libramiento .</u>	
P.V. SUELTO Kg/m <sup>3</sup> <u>1440</u> P.V. MAX. Kg/m <sup>3</sup> <u>1685</u> HUMEDAD OPTIMA <u>13.5</u> QUE PASA MALLA % 2" _____ 1 1/2" <u>100</u> 1" <u>99</u> 3/4" <u>97</u> 5/8" <u>88</u> 3/4" <u>76</u> 10" <u>64</u> 20" <u>52</u> 40" <u>40</u> 60" <u>30</u> 100" <u>20</u> 200" <u>11</u> RETENIDO EN MALLA _____ % VRS (ESTANDAR) % <u>69.9</u> EXPANSION % <u>0.51</u> VALOR CEMENTANTE Kg/m <sup>3</sup> <u>6.1</u>	GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA 
PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR 3/8" PRUEBAS SOBRE MATERIAL CRIBADO POR MALLA N° 40	
ABSORCION % _____ DENSIDAD _____ CLASIF. PETROGRAFICA _____ TRAT. RECOMENDADO _____	LIMITE LIQUIDO <u>46</u> LIMITE PLASTICO <u>33</u> INDICE PLASTICO <u>7</u> EQUIV. ARENA <u>58.4</u> CONTRACCION LINEAL <u>2.9</u>

## REPORTE DE ENSAYE DE MATERIAL DE BASE Y SUB-BASE

MATERIAL <u>Para base hidráulica</u>		
ENSAYE N° <u>8374/8376</u>	MUESTRA N° <u>1-2-3</u>	
PROCEDENCIA <u>Mezclas en vol. hechas en el laboratorio en proporción 85-15, 80-20 y 75-25 en los bancos " EL Palote " y " La Lama " .</u>		
P.V. SUELTO, Kg/m³ <u>1210-1210-1250</u>	<p style="text-align: center;">GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA</p> <p style="text-align: right;">PROPORCION: 85-15 ———— 80-20 ..... 75-25 - - - -</p>	
P.V. MAX. Kg/m³ <u>1625-1765-1765</u>		
HUMEDAD OPTIMA <u>13.9-14.9-15.6</u>		
QUE PASA MALLA %		
2" _____		
1 1/2" <u>100 100 100</u>		
1" <u>95 91 93</u>		
3/4" <u>82 84 84</u>		
5/8" <u>67 56 56</u>		
NA 4 <u>50 38 40</u>		
10 <u>35 26 29</u>		
20 <u>25 19 22</u>		
40 <u>17 14 17</u>		
60 <u>14 12 14</u>		
100 <u>11 11 11</u>		
200 <u>8 6 8</u>		
RETENIDO EN MALLA _____ %		
VR (ESTANDAR) % <u>108.8 102.9 102.2</u>		
EXPANSION % <u>0.09 0.19 0.19</u>		
VALOR CEMENTANTE Kg/m³ <u>1.9 4.7 4.7</u>		
PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR 3/8"	PRUEBAS SOBRE MATERIAL CRIBADO POR MALLA N° 40	
ABSORCION, % <u>8.49 9.3 8.0</u>	LIMITE LIQUIDO <u>32 39 40</u>	EQUIV. ARENA <u>57.0 47.2 42.6</u>
DENSIDAD <u>2.02 2.3 2.11</u>	LIMITE PLASTICO <u>36 32</u>	CONTRACCION LINEAL <u>1.3</u>
	INDICE PLASTICO <u>6 8</u>	<u>2.4 3.3</u>
CLASIF. PETROGRAFICA <u>(RIOLITA)</u>		
TRAT. RECOMENDADO <u>TRITURACION PARCIAL</u>		

## OBSERVACIONES GENERALES

Los ensayos que se reportan corresponden al banco " El Palote " localizado en el Km. 13 + 860 desviación derecha, 1,500 mts. Libramiento Norte .

El estudio se realizó con fragmentos chicos de roca sana tomadas del frente del banco, los cuales hubo necesidad de retriturarlos en el laboratorio varias veces hasta alojar su granulometría dentro de la zona especificada para base hidráulica, así como realizar mezclas tentativas con el material del banco " La Loma " ubicado en el Km. 0 + 000 desviación derecha 11,000 mts. del mencionado Libramiento con el objeto de mejorar sus características .

Los resultados obtenidos para la mezcla en volumen 80-20 (Bco. "El Palote y Bco. " La Loma", respectivamente) en general se consideran aceptables para base hidráulica .

No se recomienda su empleo para construcción de carpeta asfáltica debido a que el material en la prueba Marshall acusó requerir contenidos altos de cemento asfáltico .

## CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

Es la capa de espesor determinado, construída sobre la base, con materiales pétreos de tamaños especificados y un producto asfáltico .

Las carpetas asfálticas deberán llenar las siguientes condiciones de uso :

- a) No deberán desplazarse por la acción del tránsito .
- b) No deberán desintegrarse por la acción del tránsito .
- c) Ser prácticamente impermeables .
- d) Resistir sin agrietarse las deformaciones normales de la base de pavimentación .
- e) Presentar una superficie uniforme y de textura ligeramente áspera para hacerlas antiderropantes .
- f) Tener una superficie que estando seca refleje los rayos luminosos .

### Características de uso .-

El concreto asfáltico para la carpeta deberá tener las características que a continuación se mencionan determinado por medio de la prueba Marshall, — elaborando especímenes compactados con 75 golpes por cara :

Estabilidad mínima	700 Kg.
Flujo	2 a 4 mm.
Por ciento de vacíos en la mezcla asfáltica	3 a 5

Por ciento de vacíos en el  
agregado mineral compactado

14

Esta carpeta asfáltica se construirá por el sistema de mezcla en planta, en caliente, tendida con máquina terminadora empleando material pétreo de los bancos y cemento asfáltico No. 6 en cantidad aproximada de 6.5% en peso que equivale a 100 kg/m<sup>3</sup>. de material pétreo suelto y seco ; la mezcla se compactará al 95% como mínimo, del peso volumétrico determinado por el método Marshall .

Previamente al tendido de la carpeta asfáltica, se dará un riego de liga con asfalto rebajado FR-3 dejando expuesto el tiempo necesario para favorecer la pérdida de los solventes .

#### RIEGO DE SELLO

Se empleará producto asfáltico, tipo FR-3 o emulsión asfáltica de rompimiento rápido a razón de 1.2 lt/m<sup>2</sup>. y material pétrico 3-E procedente de los bancos en proporción de 10 lt/m<sup>2</sup>. en cantidades aproximadas en ambos casos .

Por otro lado referente a los trabajos de mampostería en la obra del Puente - Alfaro la piedra que se utilice para la construcción de esta debe cumplir -- con las siguientes especificaciones :

- 1.- Pesar 30 kg. mínimo a excepción de las que se utilicen para acuar .
- 2.- Desechase las piedras redondeadas y la de cantos rodados sin fragmentar .
- 3.- Deberán estar limpias y exentas de costras .
- 4.- Antes de asentar una piedra, esta debe humedecerse bien, así como los desplantes, plantillas y las piedras sobre las que se coloque el mortero .

Por último se presentan dos informes de los ensayos de probetas de concreto hidráulico sometidas a la compresión simple a la edad de 7 y 28 días respectivamente, los cuales corresponden a muestras representativas del concreto en las obras en los Kms. 3 + 583 , 3 + 840 y 9 + 098 del Libramiento .

Las observaciones y recomendaciones se muestran en el mismo Informe .

## INFORME DE ENSAYES DE CONCRETO HIDRAULICO

ENSAYE No.		3698	
K.M.		5 + 098	
MUESTRA No.		157	
TOMADA EN	Coronos en estribos Nos. 1 y 2		

		$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	250
		REV. PROYECTO. cm.	10
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO	MARCA Y TIPO	Concretos del Bojio, S. A.
		CONSUMO	" "
	ADICIONANTE MARCA Y TIPO	CANTIDAD USADA	
		FINALIDAD	
	EQUIPO DE MEZCLADO Y SU CAP.		Com. Rev. Cap. 6 m <sup>3</sup> .
	TIPO DE VIBRADOR UTILIZADO		Inmersión
	AGUA, CONSUMO POR SACO		
	REVENIMIENTO, cm		13.0
DATOS DEL ESPECIMEN	DIAMETRO, cm		15.1
	SECCION, cm <sup>2</sup>		179
	FECHA DE COLADO		29- May - 80
	FECHA DE RUPTURA		05- Jun - 80
	EDAD, DIAS		7
DATOS DEL ENSAYE	TIPO DE PRUEBA		Compresión Simple
	PROCEDIMIENTO DE CURADO		Cuarto Humedo
	CARGA DE RUPTURA Kg.		25,400
	RESISTENCIA Kg /cm <sup>2</sup>		141.8
	% DE LA RESIST. DE PROYECTO		56.7

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Lo probeta de concreto hidráulico sometida a lo -- compresión simple o la edad de 7 días acusó una resistencia de 141.8 kgs./cm<sup>2</sup>. equivalente a un 56.7% de la resistencia de proyecto (250 kgs./cm<sup>2</sup>).

NOTA: De acuerdo a la resistencia obtenida, se considera que el concreto no evolucionado normalmente, se esperarán resultados finales.

## INFORME DE ENSAYES DE CONCRETO HIDRAULICO

ENSAYE No.	2858	2859	
KM.	3 + 583	3 + 583	
MUESTRA No.	134	135	
TOMADA EN	Ampliación de losa Punte " Alforo "		

DATOS DE LA OBRA		f'c ( Kg/cm <sup>2</sup> )	200	200		
		REV. PROYECTO. cm.	10	10		
	CEMENTO	MARCA Y TIPO	Concretos del Bajío, S.A.			
		CONSUMO	" "			
	ADICIONANTE MARCAY TIPO	CANTIDAD USADA	3 kgs. / M <sup>3</sup> .			
		FINALIDAD	Acelerante y Fluidizante			
DATOS DEL ESPECIMEN	EQUIPO DE MEZCLADO Y SU CAP.		Cam. Rev. Cap. 6 m <sup>3</sup> .			
	TIPO DE VIBRADOR UTILIZADO		Inmersión			
	AGUA, CONSUMO POR SACO					
	REVENIMIENTO, cm		9.0	9.0		
	DIAMETRO, cm		15.1	15.1		
	SECCION, cm <sup>2</sup>		179	179		
DATOS DEL ENSAYE	FECHA DE COLADO		7 - May - 80			
	FECHA DE RUPTURA		4 - Jun - 80			
	EDAD, DIAS		28	28		
	TIPO DE PRUEBA		Compresión Simple			
	PROCEDIMIENTO DE CURADO		Cuarto Humedo			
	CARGA DE RUPTURA Kg.		25,400	26,200		
RESISTENCIA Kg /cm <sup>2</sup>		141.8	146.3			
% DE LA RESIST. DE PROYECTO		70.9	73.1			

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES Las probetas de concreto hidráulico sometidas a la compresión simple a la edad de 28 días acusaron una resistencia promedio de 144 kgs./cm<sup>2</sup>. equivalente a un 72.02 % de la resistencia de proyecto ( 200 kgs./cm<sup>2</sup>).

NOTA : De acuerdo a la resistencia obtenida en las probetas ensayadas a la edad final, - se considero que no cumple con la de proyecto .



## Capítulo VI

CONCLUSIONES

La zona del Bajío, cuya principal ciudad es León, es una de las diez zonas prioritarias en el país establecida por el Plan Nacional de Desarrollo Urbano mencionado en el primer capítulo de este trabajo .

Para León se marcó la política de control de su crecimiento y consolidación de sus actividades, asignándole una función de ciudad de servicios a nivel regional. Las acciones e inversiones en León deben ayudar a fortalecer esta función apoyando el Plan Nacional .

Como fenómeno característico de las principales ciudades del país. León — ha tenido un acelerado crecimiento tanto en superficie como en habitantes .

El 50% de la población está relacionada con la actividad de curtiduría y fabricación de calzado. Esta dependencia marcada en una sola actividad (llamado monoindustria) puede ser negativa ya que si disminuyen las ventas o exportaciones, peligran los trabajos e ingresos de muchas familias, y la economía de la ciudad en general .

Las principales ESTRATEGIAS que se han marcado para combatir estos problemas son :

- A.- Diversificar la industria, creando más actividades diferentes a la curtiduría y calzado .
- B.- Estimular inversiones y mejorar oportunidades en el medio rural para reducir las migraciones de la población de los pueblos hacia León .

C.- Planear el Crecimiento de la ciudad, marcando los usos y destinos permitidos en las nuevas áreas a abrir al desarrollo .

USO HABITACIONAL.- Principalmente hacia el norte, sobre la carretera a Sn Felipe ; al nor-poniente hacia el Cerro Gordo, y al sur-poniente sobre la carretera a Sn Francisco del Rincón .

USO INDUSTRIAL.- Al sur y sur-oriente la industria contaminante, permitiéndose industria casera dentro de las áreas de vivienda .

Para normar los criterios de expansión se muestra a continuación la secuencia más conveniente .

Las superficies que ofrecen mayores ventajas para un desarrollo inmediato son aquellas que, estando actualmente circundadas por áreas con urbanización, no han sido alcanzadas por lo misma, generalmente a causa de la especulación que con sus valores se realiza. Tales "lunares" ocupan, en conjunto una superficie de 493.76 Hectareas que bajo las condiciones expuestas podrían ser densificadas hacia 1985 .

En segunda instancia, sería conveniente urbanizar las áreas localizadas entre la actual mancha urbana y los asentamientos aledaños a ella, a fin de procurar la incorporación de estos o las superficies consolidadas, a través de la expansión de las redes de infraestructura. Ello permitirá disponer de

604.8 Has. más, suficientes para albergar el incremento de población que se registrará entre 1985 y 1987 .

La siguiente fase deberá integrar al desarrollo las reservas territoriales comprendidas por el LIBRAMIENTO CARRETERO NORTE y uno sur a futuro a -- fin de permitir que estos conserven su función como vías desconcentradoras -- de tránsito, de paso, al mayor plazo posible . Las 2550.56 Has. que conforman las áreas descritas, podrían ser saturadas hasta 1994 .

Las múltiples ventajas que, en cuanto al aprovechamiento de la infraestructura y factibilidad de comunicación representaría la expansión a lo largo, -- de las vías de enlace con las poblaciones vecinas, ha determinado su selección en segundo término. Ello se verificaría entre los años 1994 y 1998, -- considerando que tales áreas abarcan una superficie equivalente a ----- 2,003.9 Has.

El crecimiento en sentido paralelo al LIBRAMIENTO CARRETERO NORTE, -- previsto dentro de la quinta fase, apartaría ventajas similares a la anterior, manteniendo las 1,125.94 Has. a urbanizar en este caso, una vigencia -- que llegaría al año 2,000 .

La prioridad asignada dentro de las reservas restantes a las 1958 Has. correspondientes a la pequeña propiedad, ha obedecido al propósito de preservar -- el mayor tiempo posible las 1,033.41 Has. ejidales dentro del tal régimen ,

dada además su elevada productividad agrícola .

La densificación de las primeras se registraría entre los años 2,000 y 2,003 ,  
mientras que las segundas serían capaces de albergar a la población a incrementar  
entre este último año y el 2,004 .

## bibliografía

- PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE LEON.- SAHOP- Versión 1980
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE -- CARRETERAS.- SAHOP
- TOPOGRAFIA.- Ing. Miguel Montes de Oca
- MANUAL DE OBRAS DE DRENAJE PARA ----- CARRETERAS.- SAHOP
- MECANICA DE SUELOS, INSTRUCTIVO PARA ENSAYE DE SUELOS .- SARH
- EMULSIONES ASFALTICAS.- Ing. Gustavo Rivera E.