

35
zej.



Universidad Nacional Autónoma
de México.

FACULTAD DE INGENIERIA

**"CAMINO PARRAL-CHIHUAHUA"
(VIA CORTA)**

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 :
SERGIO CONTRERAS AGUILAR

México, D. F.

1988



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

I N D I C E

| | (Pag.) |
|--|--------|
| I.- ANTECEDENTES | |
| Introducción | 1 |
| Antecedentes | 4 |
| Justificación socio-económica | 8 |
| Selección de Ruta | 15 |
| II.- ANTEPROYECTO | |
| Anteproyecto | 29 |
| Localización del camino | 31 |
| Trezo del eje preliminar | 32 |
| Nivelación y Levantamiento Topográfico | 34 |
| III.-PROYECTO DEFINITIVO | |
| Proyecto definitivo | 37 |
| IV.- MOVIMIENTO DE TIERRAS | |
| Movimiento de tierras | 64 |
| Calculo de cantidades de obra | 83 |
| Frócedimientos de cpnstrucción | 87 |
| V.- DRENAJE | |
| Drenaje | 89 |
| VI.- CONTROL DE CALIDAD | |
| Control de calidad | 98 |
| VII.-CONCLUSIONES | |
| Conclusiones | 113 |

I N T R O D U C C I O N .

Actualmente existe en México una política de desarrollo sustentada en varios factores tales como la estabilidad monetaria que se está logrando en los últimos tiempos, la reforma fiscal, la reforma administrativa, la estimación periódica de los posibles recursos de inversión y la necesidad de crear empleos para medio millón de mexicanos cada año; esta política - permite la formulación de planes sectoriales, de los que se derivan coordinados para todo el Gobierno Federal.

Al señalar los objetivos y los medios necesarios para alcanzarlos se han tenido las posibilidades y restricciones en materia de recurso. Nos es razonable suponer una disposición libre en fondo para su encauzamiento a un sector, y por lo mismo, se ha considerado que el crecimiento del 6% anual en la economía, implica un ritmo superior, en cierto grado, al que se ha venido desarrollando en las inversiones en vías terrestres.

Los principales lineamientos de la política general - en materia de carreteras, que se toman en cuenta para la formulación de proposiciones, pueden resumirse en los siguientes puntos:

- 1.- Conservar en buen estado la red existente, para asegurar - un servicio eficaz.
- 2.- Terminar el ritmo adecuado las obras iniciadas, buscando - la oportuna obtención de los beneficios previstos.
- 3.- Construir nuevas carreteras que sirvan a núcleos de población actualmente incomunicados y propicien la incorporación de zonas capaces de aumentar la producción.

4.- Construir obras que mejoren el sistema carretero en zonas ya comunicadas, cuando la demanda así lo requiera, tal es el caso de ampliaciones, acortamientos y autopistas.

Con relación a las proposiciones de nuevas obras que se incluyan en un plan, se hace necesario analizar los enlaces carreteros necesarios para desarrollar las actividades generadas entre los diversos centros de concentración en el país, con objeto de determinar cuales resultan más deseables, desde los puntos de vista político, social y administrativo, por una parte, y económico por la otra, para su posterior evaluación.

En cuanto al aspecto económico, el análisis del funcionamiento de una red se lleva a cabo mediante la determinación de los enlaces carreteros necesarios entre los polos de concentración de la producción y los centros consumidores, según las siguientes actividades:

- a).- Agrícolas.
- b).- Ganaderas y/o Pesqueras.
- c).- Industriales.
- d).- Comerciales, Educativas y Turísticas.

El primer paso consiste en fijar los polos de concentración de los diferentes productos seleccionados en los estudios sobre el uso actual y potencial del suelo en el territorio nacional, con base en la información obtenida de publicaciones estadísticas que en México provienen de las Secretarías de Industria y Comercio, Recursos Hidráulicos y Agricultura y Ganadería, la cual representase en cartas geográficas.

Con referencia a las inversiones en carreteras, los efectos son diferentes según el medio económico en que se apli-

cun, ya que se tienen zonas en donde inician su incorporación al mercado y zonas con cierto grado de desarrollo, por lo cual se tienen las siguientes categorías:

Carreteras de penetración económica, esta categoría se basa en la productividad de la inversión que se calcula a partir de la producción que sería agregada a la economía nacional, mediante la construcción de un camino.

Carreteras en zonas en pleno desarrollo, donde ya existen vías necesarias para prestar el servicio de transporte, pero se desea sustituirlas o mejorarlas, donde su principal fin es la disminución en los costos de transporte.

Carreteras de Función Social, que son aquellas en donde se tiene una fuerte concentración de población, ya que la zona afectada es de escaso potencial económico.

En resumen podemos decir que el objetivo principal de la construcción del Camine: Chihuahua-Hidalgo del Parral Vía -- corta, sería el de comunicar una amplia zona agrícola y ganadera, aunado el beneficio social para las comunidades ya existentes y el abatimiento en los costos de transporte entre estas poblaciones.

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

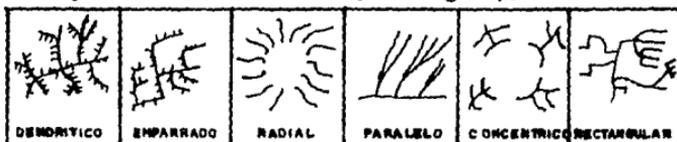
- a).- Datos generales del Camino: Parral Chihuahua vía corta.
Situación Geográfica.- El camino se encuentra localizado en la parte central del Estado de Chihuahua, pasando del meridiano $106^{\circ} 23'$ al meridiano $105^{\circ} 25'$ y entre los paralelos $28^{\circ} 20'$ y $26^{\circ} 55'$. Este camino comunicará la Ciudad de Parral con la Ciudad de Chihuahua, por medio de un eje N - S que sería la continuación del eje central - Chihuahua-Cd. Juárez, los Municipios directamente beneficiados son:

El municipio de Satevó, Valle de Zaragoza y Parral.

Clima y Vegetación.- El clima es poco variable, la temperatura media anual es de 17° C., la temperatura máxima es de 37° C., la temperatura media mínima es de -11° C., la precipitación pluvial media es de 350 mm. a 400 mm., correspondiendo el régimen de lluvias al verano y siendo de 50 a 60 el número de días con lluvia, las heladas se presentan en los meses de Octubre a Abril, por su grado de humedad corresponde a semiseco, por su oscilación térmica que varía entre 7° y 14° C, se considera un clima extremo en general.

La vegetación en la zona de estudio del camino, es raquílica y se compone principalmente de diferentes variedades de tipo arborecente que localmente se conoce como chaparral solamente en las tierras irrigables principalmente cercanas a los ríos, así como en áreas aisladas en donde la perforación de pozos a descubierto aguas subterráneas, se cultivan variedad de productos, siendo los principales Maíz, Frijol, Trigo y Cebada.

Hidrografía.- Los escurrimientos de la zona pertenecen a la vertiente del golfo y se manifiestan como ríos de extenso curso y poco volúmen, debido a la poca precipitación y al grado de permeabilidad del suelo, las corrientes principales transportan agua la mayor parte del año en los corrientes secundarias solo hay agua en época de lluvias, todas estas corrientes son tributarias del río Conchos, que a su vez se une al río Bravo, que sirve de límite internacional. Entre los principales afluentes se encuentran el río Santa Isabel, con una dirección - - NW-SE, el Río Satevó con una dirección NW - SE, y el río San Pedro sensiblemente S-N., todas estas corrientes se encuentran en un estado de madurezincipiente, por lo que es común la presencia de meandros en su recorrido, el tipo de drenaje que predomina es paralelo en las partes elevadas y en ocasiones radial (ver fig. A).



Apariencias Típicas de los Drenajes.

Fisiografía.- La zona en su mayor porcentaje corresponde a terreno plano y lomerío de poca pendiente, el porcentaje del camino según el tipo de terreno es el siguiente:

| | |
|----------------|-----|
| Lomerío suave | 90% |
| Lomerío fuerte | 10% |
| Montañoso | 0% |

Composición del suelo.- En la zona de influencia del

camino se encontró la siguiente composición del suelo: El suelo está compuesto por conglomerado de cantos rodados aglutinados con limus, arcillas y carbonato de calcio.

Según su forma de aglutinamiento a lo largo del camino, este se divide como sigue:

| | |
|---------------------|-----|
| Arcilla y Limus | 30% |
| Carbonato de calcio | 20% |

Ganadería.- la más importante función de este camino puede considerarse como la encaminada a la exportación de ganado, considerando los límites topográficos, este camino sirve a un área de influencia de aproximadamente 850,000 Has., y se tiene un coeficiente de agostadero de 15 Has/U.A., la zona puede sostenerse aproximadamente 50,000 cabezas de ganado, teniendo que exportar anualmente 20,000 cabezas, con el objeto de evitar el sobrepastoreo.

Agricultura.- En la zona de influencia del camino existen 44 comunidades agrícolas, las cuáles cultivan 24,400 -- Has., distribuidas de la siguiente forma:

| | |
|----------|-------------|
| Temporal | 21,810 Has. |
| Riego | 2,300 Has. |
| Humedad | 230 Has. |

Instalaciones Hidráulicas.- La única obra existente en la zona en estudio es la presa de la Boquilla, que se localiza en el Municipio de Valle de Zaragoza, en algunos poblados existen obras rudimentarias de riego o de abastecimiento de agua para ganado, no existen conocimientos técnicos ni tampoco

evidencias que aseguren la presencia de mantos acuíferos subterráneos capaces de asegurar la creación de obras de riego.

Comunicación.- El acceso existente a los poblados y a la zona de estudios y posteriormente de construcción, es el Camino: Chihuahua-Cd. Cuauhtémoc, a la altura del km. 36+209.50, este camino es tipo "A" el cuál será aprovechado en su totalidad para integrarlo a la nueva ruta, en el km. 36+209.50, entronca un camino de mano de obra el cual pasa por los principales municipios y es el principal acceso a la zona del nuevo camino. Ferrocarriles, tanto en Parral, como en el km. 36+209.50 del camino Chihuahua-Cd. Cuauhtémoc (ver plano # 1), existen estaciones de Ferrocarril, no existiendo ninguna en la parte intermedia. Por lo que se refiere a correos existen únicamente oficinas en las cabeceras municipales (Satevó y Valle de Zaragoza). En lo que respecta a telégrafos, ninguna de las comunidades cuenta con servicio de teléfono, no existiendo ninguna oficina de Teléfonos de México, y 9 comunidades aproximadamente cuentan con el servicio de energía eléctrica. Las restantes se tienen en estudio o bien ya están programadas para la instalación de la red.

Turismo.- Una vez cuantificado el potencial agrícola y ganadero del área de influencia, se puede pensar en que el turismo no representa un porcentaje comparable, sin embargo los atractivos turísticos de la región son bastante halagüeños ya que se tiene acceso a la presa de la Boquilla, en la cual se pueden practicar todos los deportes acuáticos como la natación, el esquí y la pesca, además, la belleza de las cañadas y los ríos existentes producen la sensación de descanso y bienestar, la belleza y el colorido de las poblaciones por las que atravie

sa el camino, sería otro factor determinante para darle el impulso turístico que la zona amerita.

Mercados.- Los principales mercados serían los mismos que actualmente existen, una vez construido el nuevo camino, con el ahorro por acortamiento en el transporte, los mercados actuales son: Chihuahua (proceso industrial del ganado), - México, D.F. y E.U.A. (consumo de los productos ganaderos y agrícolas).

Población.- De acuerdo el censo de población de 1970 y a las 44 comunidades visitadas se tiene una población total a beneficiar de 17,648 habitantes, que una tasa de incremento anual de 3.5% proyectamos para 1980 una población aproximadamente beneficiada de 25 mil habitantes.

La situación económica de los habitantes se puede -- considerar como crítica, ya que la misma falta de vías de comunicación y de almacenes para sus productos agrícolas no les permite explotar su tierra como es debido, el ingreso promedio mensual por familia oscila entre los \$2,000.00 y \$3,000.00, podemos observar el subdesarrollo existente en la zona del nuevo camino.

b).- **Justificación Socio-Económica.**

El área de influencia de este camino, como se dijo anteriormente es de 850,000 Has., los cuáles se pueden nivelar y poner en producción agrícola aproximadamente 100,000 Has., si actualmente existen 25,000 Has., en producción, tendremos un incremento de 75,000 Has.

Con adecuadas obras de bordeo y con un adecuado sistema de cultivo se pueden incrementar la calidad de los terrenos en una forma muy significativa.

Si para 25,000 Has., se producen 100 millones de pesos, por lo tanto se puede suponer que para 100,000 Has., se tenga una producción de 400 millones de pesos anuales.

Por lo que toca a la ganadería el 100% de su producción procede de los ejidos y ranchos particulares, razón por la cual no se cuantifica por predio y si tendremos un coeficiente de agostadero de 15 Has./U.A., la zona puede sostener aproximadamente 20,000 cabezas de ganado, teniendo que exportar anualmente 20,000 con el objeto de evitar el sobrepastoreo.

Los datos anteriores se pueden considerarse como buenos si tenemos que de 850,000 Has., se aprovechan 750,000 Has., para la producción ganadera, el índice de agostadero de 15 -- Has./U.A., se puede incrementar a 10 Has./U.A., con adecuadas obras y praderas artificiales, que incrementándolas con la producción forrajera tendremos un incremento de 25,000 cabezas.

Si para 50,000 cabezas se tienen ingresos por 30 millones de pesos, para 75,000 cabezas se tendrán 45 millones de pesos anuales.

Por lo que respecta a la producción agrícola, de las 24,400 Has., que se cultivan, el 50% de la producción es de frijol y el restante es de maíz, estos porcentajes varían de un año a otro en cada comunidad, pero en general el promedio total siempre tiende a ser el mismo, el rendimiento por hectárea es proporcional al tipo de cultivo que se aplique:

| | <u>Has.</u> | <u>Kg./Ha.</u> | <u>Tot. en Tons.</u> |
|------------------|-------------|----------------|----------------------|
| Maíz: Temporal | 10,910 | 800 | 8,728 |
| Riego | 1,150 | 1,500 | 1,725 |
| Humedad | 140 | 1,500 | 210 |
| | | Total: | 10,663 Tons. |
| Frijol: Temporal | 10,910 | 900 | 9,819 |
| Riego | 1,150 | 1,500 | 1,725 |
| Humedad | 140 | 1,500 | 210 |
| | | Total: | 11,754 Tons. |

El forraje producido por el maíz se cuantifica en 15500 - Kg/Ha., normalmente es para autoconsumo $15 \times 12,200 = 18,300$ Ton.

Importe de la producción anual en productos Agrícolas:

| | <u>Producción</u> | <u>Costo por Tons.</u> | <u>Tot. en millones</u> |
|----------|-------------------|------------------------|-------------------------|
| Maíz: | 10,663 | 2,000. | 21'326 |
| Frijol: | 11,754 | 5,000. | 58'770 |
| Forraje: | 18,300 | 500. | 9'150 |
| | | Total: | 89'246 |

En el presente estudio no se cuantifica la producción agrícola de ranchos y predios particulares, por carecer de datos necesarios.

Ahorro por acortamiento: El ahorro mínimo por concepto de acortamiento en cuanto a distancia entre Parral y Chihuahua se presenta como sigue:

(Del estudio de tránsito se obtuvo un T.P.D.A. de 975 vehículos).

| <u>Combustible:</u> <u>Tipo de vehículo.</u> | <u>Rendimiento Km/Lt.</u> | <u>Combustible</u> <u>Tipo</u> | <u>Costo/Lt.</u> | <u>CostoKm</u> |
|---|---------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------|
| Automóviles | 8 | Gasol. | \$ 2.80 | \$ 0.35 |
| Autobuses | 3 | Diesel | 0.83 | 0.28 |
| Camiones | 3 | Diesel | 0.83 | 0.28 |

| <u>Llantas:</u> <u>Tipo de Vehículo.</u> | <u>Duración de un juego.</u> | <u>Costo del juego.</u> | <u>Costo por Km.</u> |
|---|------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Automóviles | 60,000 Km. | \$ 6,295.00 | \$ 0.11 |

| <u>Llantas:</u> <u>Tipo de Vehículo</u> | <u>Duración de un juego.</u> | <u>Costo del juego.</u> | <u>Costo por Km.</u> |
|--|------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Autobuses | 35,000 Km. | \$ 27,118.00 | \$ 0.90 |
| Camiones | 35,000 Km. | 41,010.00 | 1.37 |

Ahorro en el viaje Parral-Chihuahua (83 Km.).

Importe del ahorro.

| <u>Tipo de Vehículo.</u> | <u>Combustible</u> | <u>LLantas</u> | <u>Total</u> | <u>Cantidad vehículos</u> | <u>Importe.</u> |
|--------------------------|--------------------|----------------|--------------|---------------------------|-----------------|
| Automóviles | \$ 0.35 | \$ 0.11 | \$0.46 | 653 | \$ 300.38 |
| Autobuses | 0.28 | 0.90 | 1.18 | 78 | 92.04 |
| Camiones | 0.28 | 1.37 | 1.65 | 244 | <u>402.60</u> |
| | | | | Total X Km. | \$ 795.02 |

En 83 Km. y 365 días se tiene un ahorro anual de: \$ 24'085,000.-

Ahorro anual por tiempo:

Diferencia de tiempo: 0 hrs. 56 min. = 0.93 hrs.

Automóviles: 653 X 0.93 X 365 X 3.5 X 6.00 = 4'654,877.8

Autobuses: 78 X 0.93 X 365 X 2.5 X 6.00 = 3'971,565.0

Camiones: 244 X 0.93 X 365 X 2.0 X 6.00 = 993,909.6

\$9'620,352.4

Quantificamos lo visto anteriormente se supone un ahorro anual de 33'705,000.00 aproximadamente, unicamente por concepto de - operación y transporte.

Importe de la Obra.- La obra tiene una longitud de -
- 217 km. aproximadamente, partiendo de la Cd. de Chihuahua has
ta la Cd. de Parral, su costo aproximado sería:

Puentes: 445.0 mt. a \$ 40,000/mt. = \$ 17'800,000

Lomerío suave: 195.0 km. a \$ 600,000/km. = \$ 117'000,000

Lomerío fuerte: 22.0 km. a \$ 900,000/km. = \$ 19'800,000

\$ 154'600,000

Haciendo un análisis general se puede resumir lo analizado de -
la siguiente forma:

| <u>Concepto.</u> | <u>Beneficio.</u> |
|------------------|-------------------|
| Ganadería | \$ 30'000/año |
| Agricultura | 89'246/año |
| Ahorro | 33'705/año |
| Población | 50'000/hab. |

Como puede verse la zona tiene una producción anual -
de: \$ 119'000,000 más 33'705,000 de ahorro, por lo tanto, si el
camino tiene un costo total aproximado de 154'600,000., se pue-
de pensar en que la producción y el ahorro de un año represen-
tan el costo del camino.

Si se toma el 10% de la producción más el 100% del a-
horro, se tiene un importe de \$ 45'605/año, lo cual nos indica
que estaría completamente pagada la obra en tan solo 3 años y -
medio. Ahora bien, si la obra se construye por cooperación tri-
partita, en donde la recaudación de impuestos se repartiría en-
tre el gobierno del Estado, el gobierno Federal y la población
beneficiada, de cualquier manera el resultado final será 100% -
benéfico.

Justificación Económica.

Según los datos antes expuestos se justifica plena-
mente la construcción de este camino, considerando que:

- I.- La carretera propuesta pasará a formar parte de la actual
ruta 45 (México-Cd. Juárez).

- II.- Se tienen construídos algunos puentes, los cuales serán puntos obligados por el trazo del nuevo camino, estos puentes son: El puente del Río San Pedro y el Puente del Río Conchos; los cuales serán totalmente aprovechados.
- III.- El acortamiento es de 83 km. aproximadamente.
- IV.- La ruta corta entre la Cd. de Parral y la Cd. de Chihuahua le representa un ahorro aproximado al usuario y por lo tanto al país de \$ 33'705,000.00 anuales, este ahorro no incluye el tránsito generado por las comunidades que el camino comunica, sino que unicamente el T.P.D.A. (- Tránsito Promedio Diario) existente entre Hidalgo del Parral y la Cd. de Chihuahua.

S E L E C C I O N D E R U T A

La selección de ruta es un proceso que involucra varias actividades, desde el acopio de datos, exámen y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestres necesarios para determinar a este nivel los costos y ventajas de las diferentes rutas para elegir la más conveniente. Esta es una de las fases más importantes en el estudio de una carretera

Con este fin es necesario realizar una serie de trabajos preliminares que básicamente comprenden el estudio comparativo de todas las rutas posibles y convenientes, para seleccionar en cada caso la que ofrezca las mayores ventajas económicas y sociales.

Se entiende por Ruta la franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cuál es factible hacer la localización de un camino. Mientras más detallados y precisos sean los estudios para determinar la ruta, el ancho de la franja será más reducido. Los puntos obligados son aquellos sitios por los que necesariamente deberá pasar el camino, por razones técnicas, económicas, sociales y políticas, tales como: poblaciones, sitios o áreas productivas, cauces de ríos y puertos orográficos.

En lo que se refiera al acopio de datos, la topografía, la geología, la hidrología, el drenaje y el uso de la tierra, tienen un efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera, conjuntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras.

El proyectista debe contar con cartas geográficas y -

geológicas, sobre las cuales ubicar esquemáticamente las diferentes rutas.

Para la selección de ruta de este nuevo camino se ubicó esquemáticamente las posibles rutas, en cartas geográficas proporcionadas por el Estado de Chihuahua, Chih., también se tomó como base para la selección de ruta, fotografías aéreas a escala 1:50,000.

R E C O N O C I M I E N T O S.

Una vez presentadas las posibles rutas en los planos geográficos, se inició propiamente al trabajo de campo con un doble reconocimiento, es decir, primero se hizo un reconocimiento aéreo, con el objeto de tener una visión más amplia de la zona, el segundo reconocimiento fué terrestre, con el objeto de reafirmar lo visto en el primer reconocimiento, y ver más en detalle el terreno natural.

Después de hechos estos reconocimientos se observó -- que la zona en estudio en su mayor porcentaje corresponde a terreno plano y lomerío de poca pendiente, en esta planicie se levantan lomas o sierritas (roca marina) paralelas alargadas, de NW-SE, sus alturas varían de 100 a 700 mts. sobre el nivel de la planicie, existen también algunos bajos y pequeñas mesas de construcción ígnea. No se observaron estructuras que puedan poner en peligro la estabilidad del camino; donde exista la necesidad de efectuar cortes no habrá ningún problema ya que no serán de mucha altura, además que se trata de una zona completamente asísmica.

El aspecto geológico de la zona, se manifiesta con a-

floramientos de roca ígnea (riolitas y basaltos) y roca sedimentarias (areniscas y lutitas).

Después de los reconocimientos las alternativas cambiaron de 2 a 4, siendo las 2 últimas una combinación de las 2 primeras.

La descripción de cada una de las alternativas, partiendo todas de un mismo origen (Chihuahua, Chih.) son como sigue:

- Alternativa (I).- Chihuahua-Palomas-Valle de Zaragoza/Parral.
- Alternativa (II).- Chihuahua-Paloma-Valerio-Sn. Felipe de Jesús-Parral.
- Alternativa (III).- Chihuahua-Palomas-Satevó-Valle de Zaragoza-Parral.
- Alternativa (IV).- Chihuahua-Paloma-Satevó-Valerio-San Felipe de Jesús-Parral.

Alternativa (I).

Esta partirá del origen del camino: Chihuahua-Cuahtémoc, utilizando este camino en una longitud de 37.0 kms., hasta rancho Palomas; este tramo se aprovechará 100% pues está construido con especificaciones para camino tipo "A".

En el km. 37+209.50 aproximadamente es necesario un entronque a desnivel, con objeto de evitar problemas de tránsito, ya que en esta zona se separa el nuevo proyecto del camino, de dicho entronque hasta el km. 56.0 el nuevo proyecto se aloja en terreno plano para de ahí descender y cruzar el río Sta. Isabel a unos 60.00 mts., aguas arriba del Vado actual para este cruce se re-

quiere un puente de 80.00 mts., aproximadamente a partir del cruce el proyecto se aloja en terreno de lomerío medio hasta el km. 70+000.00, pasa cerca de San Juan Bautista, aguas abajo por un paraje denominado la Boquilla, donde se estrecha el cauce del río Satevó, cruzándose en esta zona por ser la más adecuada, en las márgenes aflora la roca no presentando ningún problema para la cimentación, para este cruce se estima un puente de 50.00 -- mts. aproximadamente, se sigue en ruta directa a cruzar el río San Pedro, por el puente ya construido, el cuál se utiliza íntegramente. Se sigue también el puente construido sobre el río Conchos, pasando a 1.0 kms. aguas arriba de dicho poblado para de allí enfilear a Parral por una zona de lomerío medio suave -- hasta entroncar con la carretera Parral-Jiménez, en el entronque formado por dicha carretera y el libramiento de la Cd. de Parral, Chih., necesitándose un entronque a desnivel.

Considerando que es aprovechable el primer tramo de -- 37.0 kms., faltarían por construir 180.0 km., de camino más -- 375.00 ml. de puente sumando a las longitudes de los puentes -- Sta. Isabel y Satevó, varios puentes chicos.

Se anexa el antepresupuesto respectivo.

Alternativa (II).

Esta alternativa tiene un tramo común a la anterior -- de 110.0 kms. aproximadamente, hasta 2 kms. adelante del cruce con el arroyo Valerio, de este punto se espera a la derecha pasando por el poblado de Valerio y tomar rumbo a San Felipe de -- Jesús, localizado en la margen derecha del río Conchos, el cruce se localiza a 3.0 kms. aguas abajo de dicho poblado necesi-

tándose un puente de 100.00 mts. aproximadamente.

Después del cruce de proyecto sigue hacia Villa Escobedo, sobre la antigua ruta 45 hasta entroncar con la carretera Parral-Guadalupe y Calvo a 3.0 kms. aproximadamente, del entronque que forma el libramiento Poniente de la Cd. de Parral, con dicha carretera. En la carretera en proyecto y la de Parral-Guadalupe y Calvo se contruirá un entronque a desnivel, esta alternativa también tiene una longitud de 217.0 kms. de los cuales se aprovecharían 44.0 kms. faltando por construir 173.0 km. De los puentes construídos unicamente se aprovecharía el San Pedro, faltando por construir 410.00 mts., lineales de puentes. - No se presta servicio a la población de Valle de Zaragoza siendo esta la más importante de la zona.

El terreno puede considerar con las mismas características en las dos alternativas.

Alternativa (III).

Esta alternativa es común a la (I) en toda su longitud, - excepto el tramo comprendido del km. 67+000 al 93+000 (río San Pedro), que se desvía a la izquierda rumbo a Satev -- con objeto de prestar servicio directo a esta población. Con esta alternativa tendrá que cruzarse el Río Satev en una zona donde el cauce es divagante y consecuentemente - más ancho, necesitándose un puente mayor, que en el cruce de la alternativa (I), en 70.00 m., aproximadamente con lo que la longitud de puentes por construir se incrementa a - 445.00 mts. lineales.

Alternativa (IV).

Esta, no es más que una combinación de las tres anteriores, por lo que no la describimos en detalles.

Esta alternativa se forma de la siguiente manera:

| | |
|---------------------------|--------------------|
| De km: 0+000 a km. 67+000 | (Alternativa I). |
| De km:67+000 a km. 93+000 | (Alternativa III). |
| De km:93+000 a km.217+000 | (Alternativa II). |

El incremento de puentes es el mismo que para la Alternativa (III) necesitándose 500.00 mts. lineales de puentes por construir.

La longitud total de las alternativas III y IV es de 221.0 kms. aproximadamente.

Por lo que se observa de las alternativas anteriormente descritas, la mejor, en el aspecto económico y de construcción es la alternativa (I), como se puede observar en el antepresupuesto respectivo.

Para poder ver mejor los beneficios económicos que se tendrán con la construcción de la nueva carretera con respecto a la carretera anterior: Chihuahua-Jiménez-Parral, presentamos un estudio comparativo del ahorro por tracción en el camino actual y el nuevo proyecto.

Longitud del recorrido.

| | |
|-------------------|------------|
| Carretera actual: | 300.0 kms. |
|-------------------|------------|

Longitud del recorrido.

| | |
|-----------------------|------------|
| Carretera en proyecto | 217.0 kms. |
| Ahorro en longitud | 33.0 kms. |

Velocidad promedio.

| | |
|-----------------------|--------------|
| Carretera actual | 30.0 kms/hr. |
| Carretera en proyecto | 90.0 kms/hr. |

Tiempo de recorrido.

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Carretera actual | 3 hrs. 20 min. |
| Carretera en proyecto | <u>2 hrs. 24 min.</u> |
| Ahorro en tiempo | 0 hrs. 56 min. |

Como mencionamos anteriormente el tránsito considerado para el primer año de inversión es de 975 vehículos.

Composición del tránsito.

| | |
|---------|-----------------|
| A = 67% | 653 veh. |
| B = 8% | 78 veh. |
| C = 25% | <u>244 veh.</u> |
| TOTAL: | 975 veh. |

Ahorro por tracción.

Considerando que el usuario obtiene un ahorro por acortamiento del camino, siendo este variable, según el tipo de vehículo en tránsito, haremos un análisis para poder cuantificar los valores.

Análisis.

El análisis del ahorro de combustible, llantas y depreciación del vehículo se hará de la siguiente forma:

Combustible.

| Tipo del vehículo. | Rend. Km/lt. | Tipo de Combust. | Costo por litro. | Costo por km. |
|--------------------|--------------|------------------|------------------|---------------|
| A | 8 | Gasolina | \$ 2.80 | \$ 0.35 |
| B | 3 | Diesel | 0.83 | 0.28 |
| C | 3 | Diesel | 0.83 | 0.28 |

Llantas:

| Tipo de veh. | Duración Juego | Costo Juego | Costo por Km. |
|--------------|----------------|-------------|---------------|
| A | 60,000 kms. | \$ 6,295.00 | \$ 0.11 |
| B | 30,000 kms. | 27,118.00 | 0.90 |
| C | 30,000 kms. | 41,010.00 | 1.37 |

Depreciación del vehículo:

| | | |
|---|---|-------------|
| A | = | \$ 1.00/km. |
| B | = | 3.50/km. |
| C | = | 3.00/km. |

Ahorro por km. de recorrido:

| Vehículos | | Ahorro | Deprec. | Total | Total por | |
|-----------|------|--------|---------|-------|-----------|--------|
| Tipo | Núm. | Combs. | Llantas | (\$) | km. (\$) | |
| A | 653 | 0.35 | 0.11 | 1.00 | 1.46 | 953.38 |

| | | | | | | |
|-----------|-----|------|------|------|------|-----------------|
| B | 78 | 0.28 | 0.90 | 3.50 | 4.68 | 365.04 |
| C | 244 | 0.28 | 1.37 | 3.00 | 4.65 | <u>1,134.60</u> |
| S U M A : | | | | | \$ | 2,453.02 |

Total del viaje (diario):

\$ 2,453.02 X 83.0 kms. = \$ 203,600.66

Ahorro anual por tracción:

\$ 203,600.66 X 365 = \$ 74'314,240.90

Ahorro anual por tiempo:

Diferencia en tiempo = 0 hr. 56 min. = 0.93 hrs.

A.- 653 X 0.93 X 365 X 3.5 X 6.00 = \$ 4'654,877.80

B.- 78 X 0.93 X 365 X 25 X 6.00 = \$ 3'971,565.00

C.- 244 X 0.93 X 365 X 2 X 6.00 = 933,909.60

SUMA: \$ 9'620,352.40

Ahorro total anual por acortamiento:

Por tracción \$ 74'314,240.90

Por tiempo 9'620,352.40

SUMA TOTAL:..... \$ 83'934,593.30

Ahorro capitalizable:

A.C. = 83'934,593.30 = \$ 1 193'065,618.57

0.07

Visto lo anterior podemos concluir que se justifica -
plenamente la construcción de este nuevo proyecto.

Breve descripción del presupuesto de cada alternativa.
Antepresupuesto de la alternativa "I"

CARRETERA: PARRAL - CHIHUAHUA.
TRAMO: PARRAL - CHIHUAHUA.
SUB-TRAMO:
DE ESTACION: 37+000 A ESTACION 214+000
ORIGEN: CHIHUAHUA, GHUH.
CAMINO TIPO: "A"
ANCHO DE CORONA: 9.00 m.
LONGITUD: 217.0 km.

| C O N C E P T O | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO MILES DE \$ |
|--|--------|-----------|--------------------|----------------------|
| Miles de \$ | | | | |
| 1.- Derecho de Vía: | Ha. | 720 | 0.5 | 360.00 |
| 2.- Desmante: | Ha. | 360 | 0.58 | 208.80 |
| 3.- Afectaciones: | | | | |
| 4.- Terracerías: | | 4'500,000 | 0.035 | 157,500.00 |
| 5.- Drenaje: | Km. | 180.00 | 130.00 | 23,400.00 |
| 6.- Obras aux: | Km. | 180.00 | 100.00 | 18,000.00 |
| 7.- Puentes: | Ml. | 375.00 | 50.00 | 18,750.00 |
| 8.- Entronque a Nivel: | Km. | 1.0 | 2000.00 | 2,000.00 |
| 9.- Ent. a desnivel: | Km. | 1.0 | 5000.00 | 5,000.00 |
| 10.- Pavimento: | Km. | 180.00 | 650.00 | 117,000.00 |
| 11.- Señalamiento: | Km. | 180.00 | 25.00 | 4,500.00 |
| LA SUMA DE LOS CONCEPTOS ANTES MENCIONADOS ES: | | | \$ | 346,718.80 |
| IMPREVISTOS 20%..... | | | ∩ | 53,281.00 |
| T O T A L : | | | \$ | 400,000.00 |
| COSTO PROMEDIO POR KM : | | | \$ | 2,220.00 |

Antepresupuesto de la Alternativa "II"

CAMINO TIPO "A"

ANCHO DE CORONA 9.00 m.

LONGITUD 217.00 km.

| C O N C E P T O | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO MILES DE \$ |
|--------------------|--------|----------|--------------------|----------------------|
| Miles de \$ | | | | |
| 1.- Derecho de Vía | Ha. | 688.0 | 0.5 | 344.00 |
| 2.- Desmante | Ha. | 350.0 | 0.58 | 203.00 |

| C O N C E P T O | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO MILES DE \$ |
|------------------------|--------|------------|--------------------|----------------------|
| 3.- Afectaciones | | | | 500.00 |
| 4.- Terracerías | M3 | 4'498,000. | 0.035 | 157,430.00 |
| 5.- Drenaje | Km. | 173.00 | 130.00 | 22,490.00 |
| 6.- Obras auxiliares | Km. | 180.00 | 100.00 | 18,000.00 |
| 7.- Puentes | Ml. | 430.00 | 50.00 | 21,500.00 |
| 8.- Entronques a nivel | Km. | 0.50 | 2,000.00 | 1,000.00 |
| 9.- Ent. a Desnivel | Km. | 1.00 | 5,000.00 | 5,000.00 |
| 10.- Pavimento | Km. | 176.00 | 650.00 | 114,400.00 |
| 11.- Señalamiento | Km. | 180.00 | 25.00 | 4,500.00 |
| S U M A : | | | | \$ 345,367.00 |
| IMPREVISTOS: | | | | 69,833.00 |
| T O T A L : | | | | 415,200.00 |
| COSTO PROMEDIO POR KM. | | | | 2,400.00 |

Antepresupuesto de la Alternativa "III".

CAMINO: TIPO "A"
 ANCHO DE CORONA: 9.00 m.
 LONGITUD: 221.00 kms.

| C O N C E P T O | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO MILES DE \$ |
|----------------------|----------------|-----------|--------------------|----------------------|
| 1.- Derecho de vía | Ha. | 736 | 0.5 | 368.00 |
| 2.- Desmote | Ha. | 376 | 0.58 | 218.00 |
| 3.- Terracerías | M ³ | 4'600,000 | 0.035 | 161,000.00 |
| 4.- Drenaje | Km. | 184 | 130.00 | 23,920.00 |
| 5.- Obras auxiliares | Km. | 184 | 100.00 | 18,400.00 |
| 6.- Puentes | Ml. | 445 | 50.00 | 22,250.00 |

| C O N C E P T O | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO MILES DE \$ |
|------------------------------|--------|----------|--------------------|----------------------|
| 7.- Entronque a Nivel | Km. | 1 | 2,000.00 | 2,000.00 |
| 8.- Entron. a Desnivel | Km. | 1 | 5,000.00 | 5,000.00 |
| 9.- Pavimento | Km. | 184 | 650.00 | 119,600.00 |
| 10.- Señalamiento | Km. | 184 | 25.00 | 4,600.00 |
| SUMA: | | | | \$ 357,356.00 |
| IMPREVISTOS: 20% | | | | 70,628.00 |
| T O T A L: | | | | 427,984.00 |
| COSTO PROMEDIO POR KM: | | | | 2,326.00 |

Antepresupuesto de la Alternativa "IV"

| | |
|------------------|-------------------|
| CAMINO: | <u>TIPO "A"</u> |
| ANCHO DE CORONA: | <u>9.00 m.</u> |
| LONGITUD: | <u>221.0 Kms.</u> |

| C O N C E P T O | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO MILES DE \$ |
|------------------------|----------------|-----------|--------------------|----------------------|
| 1.- Derecho de Vía | Ha. | 708 | 0.5 | 354.00 |
| 2.- Desmonte | Ha. | 350 | 0.58 | 203.0 |
| 3.- Terracerías | M ³ | 4*602,000 | 0.035 | 161,070.00 |
| 4.- Drenaje | Km. | 177 | 130.00 | 23,010.00 |
| 5.- Obras auxiliares | Km. | 177 | 100.00 | 17,700.00 |
| 6.- Puentes | Ml. | 500 | 50.00 | 25,000.00 |
| 7.- Entronques a nivel | Km. | 1 | 2,000.00 | 2,000.00 |
| 8.- Entron. a desnivel | Km. | 1 | 5,000.00 | 5,000.00 |
| 9.- Pavimento | Km. | 180 | 650.00 | 117,000.00 |
| 10.- Señalamiento | Km. | 180 | 25.00 | 4,500.00 |

| | |
|----------------------------|--------------|
| SUMA: | 3 354,367.00 |
| IMPREVISTOS 20.0% | 71,087.00 |
| T O T A L: | 426,924.00 |
| COSTO PROMEDIO POR KM..... | 2,412.00 |

Según los antepresupuestos, es notorio que la Alternativa más económica en la Alternativa "I" pero por razones políticas, esta alternativa se tuvo que modificar en la parte del cruce del río Satevó que es la parte más indicada, tanto por ser -- más económico el puente como por ser más seguro, moviendo el proyecto más al "W" es decir más a la izquierda rumbo al poblado de Satevó, con el objeto de prestar el servicio más directo a esta población. En la zona donde cruza el río Satevó que es aguas abajo del cruce escogido inicialmente, el cauce es divagante y -- consecuentemente más ancho por lo que aumenta la longitud de -- puentes por construir y consecuentemente el costo total de la obra.

ANTEPROYECTO.

El anteproyecto es el resultado del conjunto de estudios y levantamientos topográficos que se llevan a cabo con base en los datos previos, para situar en planos obtenidos de esos levantamientos, el eje que seguirá el nuevo camino.

El anteproyecto requiere una evaluación razonablemente exacta de la geometría de cada una de las posibilidades sin hacer falta una exactitud minuciosa, ya que serán inútiles cuantos cálculos se hagan para todas las líneas posibles, excepto para aquella que se juegue posteriormente la mejor.

Ingeniería de Tránsito.

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

Tomando en consideración los datos viales obtenidos -- por la comisión de Ingeniería de Tránsito, correspondiente a la carretera 45, en el tramo Parral-Jiménez-Chihuahua, con respecto al tránsito promedio diario anual (T.P.D.A.), se observó que el máximo volumen es de 9750 vehículos y el mínimo de 1950, suponiendo que una vez construido el nuevo camino desvíe el 50% del T.P.D.A., mínimo que correspondería a 975 vehículos, el volumen de tránsito en un futuro no muy lejano se verá incrementado notablemente al terminarse la red de carreteras de la sierra Tarahumara, con lo cual de no estar construido este camino, la carretera 45 se vería sobresaturada.

Una vez construido el camino nuevo Parral-Chihuahua, -- habrá mayor volúmen de tránsito al que se ha estimado, ya que el camino tendría que soportar el normal entre Parral y Chihuahua, más el inducido por las poblaciones dentro del área de influencia.

Para obtener los volúmenes de tránsito de las carreteras actuales que influyen directamente a nuestro camino estudio, se utilizaron como fuentes de información los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones.

Tipo de Camino.

Una vez estudiados y analizados los resultados de la - Ingeniería de Tránsito y tomando en cuenta otros factores como - el estudio socio-económico, la configuración topográfica del terreno y el uso de la tierra, se propuso y se aprobó que el nuevo camino Parral-Chihuahua, fuera Tipo "A" (Ver tabla "A").

La selección del tipo de camino, las intersecciones - los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volúmen de tránsito que circula y/o circulará en un intervalo de -- tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Para la selección de la velocidad de proyecto, se tomó en cuenta la configuración del terreno, el tipo de camino y el - volúmen de tránsito.

TABLA "A"

CAMINO TIPO "A"

| Características Geométricas. | Unidad | Lomerío Sua. Tipo | Lomerío Fuer. de | Monta. terreno | Esocar pado |
|------------------------------|--------|-------------------|------------------|----------------|-------------|
| Vol. de Proyecto | K/H. | 110-90 | 80 | 80 | 50 |
| Ancho de corona | m | 9.00 | 9.00 | 8.50 | 8.00 |
| Ancho de calzada | m | 7.30-6.70 | 6.70-6.10 | 6.10 | 6.10 |
| Grado máximo de Curv. | o | 3°00' | 5°30' | 12°00' | 18°00' |
| Radio mín. de Curv. | m | 381.97 | 208.35 | 95.49 | 63.66 |
| Pendiente gobernadora | % | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.5 |
| Pendiente máxima | % | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 |
| Sobre-elevación máx. | % | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.012.0 |
| Bombeo | % | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |

Localización, trazo, nivel y levantamiento topográfico de la línea preliminar.

Una vez teniendo la ruta aprobada, se procede a marcar la línea de la ruta aprobada en: Cartas Geográficas, o en fotografías aéreas o bien en plantas de restitución fotogramétrica - si existe estudio fotogramétrico de la zona.

El estudio del camino Parral-Chihuahua, se hizo con -- una combinación del método tradicional y el método fotogramétrico, solo al inicio del estudio de este camino se hizo por el método tradicional y la ruta se marcó en cartas geográficas esc: - 1:50,000.

La localización del camino se inició en el Km. 36+209.

50 del camino Chihuahua-Cd. Cuauhtémoc, los primeros 17.5 km. de estudio la localización fué fácil ya que se trataba de terreno plano y el eje del trazo se alojó cercano y a veces por el centro de un camino de mano de obra existente, la localización del km. 17.5 al km. 58+500.00 aproximadamente, se hizo con la ayuda de fotografías aéreas esc: 1:25,000, un esteroscopio, un clisímetro, una brújula y un aneroides, (ver figura X), el esteroscopio le sirve al localizador para darse cuenta por donde pasa la línea marcada en las fotografías y alojarla en el terreno, este instrumento sirve para ver en tercera dimensión las fotografías aéreas, el clisímetro le sirve al Ingeniero Localizador para ir chequeando que línea localizada vaya dando pendiente especificada, el clisímetro sirve para medir la pendiente de un camino, un canal, etc., la brújula sirve para saber el rumbo magnético de la línea y de algunos ríos que ayudan a complementar la localización, el aneroides sirve para saber la altura de puertos orográficos, fondos de cañadas y escurrideros, esta localización se va marcando con varas, con montones de piedras o tajos en los árboles hechos con machete, esto con el objeto de que el Ingeniero trazador vaya siguiendo con un trazo preliminar estas marcas. La localización del camino, a partir del km. 58+500 aprox., hasta llegar a la Cd. de Parral se hizo por medio de plantas de restitución fotogramétrica, apoyando esta localización en puntos de control terrestre que son mojoneras que están en las partes altas de los cerros, formando triángulos a todo lo largo de la ruta, estas mojoneras están marcadas en la planta de restitución para su mejor localización en el terreno.

Trazo preliminar.

El trazo preliminar, es el levantamiento de una poligono

nal abierta, hecha con tránsito y cinta de acero de 20 mts., el trazo preliminar va siguiendo los puntos marcados por el Inge-
niero localizador, no es necesario seguir estrictamente los pun-
tos marcados por el localizador del terreno, pero tampoco debe-
rá alejarse el trazo mucho de estos puntos.

El trazo preliminar es la base del estudio del camino, en el cuál se pone todo el cuidado para evitar cualquier posible error y que este repercuta en los estudios que se derivan de este trazo.

El trazo preliminar en el camino Parral-Chihuahua, se inició en el km. 36+209.50 del camino Chihuahua-Cd. Cuauhtémoc, siendo el origen del estudio 0+000.00. El trazo preliminar y el trazo definitivo se estaca c/20 mts. y al pie de cada estaca se clava en el terreno un trompo de madera, cada estaca lleva pintado con color rojo el cadenamiento que corresponde a cada estación de 20 mts.

El control angular de esta poligonal se lleva a cabo mediante orientaciones astronómicas, haciéndose estas cada 2 ó 3 kms., para saber si el rumbo de nuestro trazo es el correcto. El control del cadenamiento solo dependerá del cuidado y honestidad del cadenero y del contracadenero, los datos obtenidos en el campo, con P.S.T., P.I., y R.M.O., se recopilan en una libreta de tránsito, y estos a su vez vacían en una hoja de coordenadas para calcular las coordenadas de los puntos (P.S.T., P.I.) y hacer la planta de trabajo correspondiente de la línea preliminar. Al inicio del estudio del camino Parral-Chihuahua vía corta en el km. 0+000.00 se hizo una orientación astronómica para saber el R.A.C. y calcular con este rumbo las coordenadas.

Nomenclatura:

- P.S.T. = Punto sobre tangente
P.I. = Punto de intersección de dos tangentes
R.M.C. = Rumbo magnético observado
R.A.C. = Rumbo astronómico calculada

Nivel preliminar.

Se hará la nivelación del perfil del terreno estableciendo bancos a cada 500 mts., y checándolos por cualquier método. Estos bancos irán colocados cerca del eje del trazo y puestos en lugares fijos como raíces de árboles, rocas fijas, etc., los bancos van pintados con pintura roja y llevarán al número que le corresponde al banco de nivel, la nivelación promedio aproximada al milímetro. La nivelación se referirá al nivel del mar. Se nivelarán los trompos cada 20 mts., y los detalles que se encuentren sobre el eje, los cruces con bordos, caminos, --- ríos, arroyos, vías de ferrocarril, en los ríos se tomarán niveles del fondo, de la superficie libre del agua, del n.a.m.s. y del terreno natural.

En el gabinete se dibujará el perfil en papel milimétrico a escalas horizontal 1:2000 y vertical 1:100 registrando bancos de nivel y demás detalles.

Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico se hace apoyado en el eje del trazo preliminar y con las cotas de cada estación de 20 mts., a este levantamiento se le denomina de cota redonda y se hace de la siguiente manera:

Con la elevación (cota) de cada estación de 20 mts.,

se procede a levantar una normal con respecto al eje del trazo, esta normal se levanta con cinta de género de 20 mts., mediante un triángulo rectángulo y utilizando el teorema de Pitágoras, $h^2 = a^2 + b^2$: $h = \sqrt{b^2}$ por ejemplo:

Se utilizan 3 varas o balisas, una de ellas se coloca en el trompo de la estación en la que se va a levantar la sección topográfica, otra va en dirección del eje del trazo, esta normal se levanta con cinta de género de 20 mts., y la otra vara va en dirección de la normal, la cinta va colocada como sigue: se agarra la cinta en 0 mts., y 12 mts. juntando estas puntas y colocándolas en la vara que está en el trompo, en la vara que va en dirección de la normal se agarra la cinta en 3 mts., y en la vara que va en dirección del eje del trazo la cinta estará en 9 mts., el topógrafo alineará la vara que va en dirección del eje del trazo desde la vara que está en el trompo y como consecuencia quedará alineada la vara de la normal, ejemplo:

Una vez levantada la normal se abre brecha en ambos lados de la estación a una distancia de 100 mts., aprox. de cada lado, el levantamiento topográfico como es de cota redonda se hace subiendo o bajando 2 mts., de desnivel del terreno por ejemplo:

Si la cota (elevación) de una estación es 1491.45 se levanta la normal en la estación y con un nivel de mano y un estadal, si el terreno sube al lado derecho se completará la cota 1492.00 es decir se subirán 0.55 mts., en el terreno y a partir de esta cota se buscarán las siguientes de 2 en 2 mts. es decir se buscará una cota 1494.00 si el terreno sigue subiendo o se buscará la cota 1490.00 si el terreno baja para el lado izquier

do se hará la misma operación si el registro que se lleva en la libreta es de la siguiente forma:

| IZQ. | | | | DER. | | | | |
|----------------|--------------|--------------|-----------|----------------|--------------|----------------|-----------|-----------|
| <u>1500.00</u> | <u>98.00</u> | <u>96.00</u> | (114+820) | <u>94.00</u> | <u>92.00</u> | <u>1490.00</u> | | |
| 18.50 | 9.50 | 4.50m. | 1495.40 | 6.00m | 15.00 | 23.50m | | |
| <u>1502</u> | <u>500</u> | <u>498</u> | <u>96</u> | <u>114+800</u> | <u>92</u> | <u>90</u> | <u>88</u> | <u>86</u> |
| 36.80 | 25.20 | 21.00 | 2.40 | 1493.28 | 10.40 | 17.60 | 25.40 | 32.00m. |

Una vez teniendo ya levantada la topografía del terreno es una faja de 100 mts. aprox. a cada lado del eje de trazo preliminar, se dibuja en la planta de trabajo previamente elaborada con las coordenadas del trazo preliminar, esta topografía se dibujará a una esc: 1:2000 uniendo los puntos de igual cota (curvas de nivel) que es la configuración de dicha topografía.

PROYECTO DEFINITIVO.

El Proyecto definitivo se divide en cuatro partes que son:

- 1.- Proyecto del eje definitivo.
- 2.- Trazo del eje definitivo.
- 3.- Nivelación del eje definitivo.
- 4.- Secciones del eje definitivo.

Proyecto del eje definitivo:

El proyecto del eje definitivo se basa en la topografía levantada sobre el trazo preliminar, de acuerdo con las especificaciones del tipo de camino, que en nuestro caso es tipo - en el proyecto se debe cuidar que el eje quede dentro de las especificaciones como son el grado máximo de curva, la pen máxima principalmente.

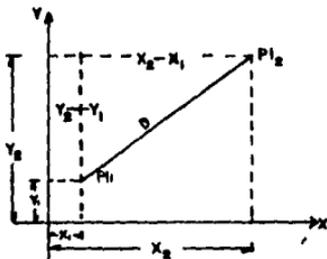
Un buen proyecto dependerá principalmente de los conocimientos, la experiencia, el cuidado y la inteligencia del proyectista.

Trazo del eje definitivo:

Una vez proyectado el eje definitivo se procede a trazarlo en el campo, la forma de trazo y la obtención de datos depende de la manera de trabajar de cada ingeniero trazador, pero a fin de cuentas el resultado deberá ser el mismo una manera de sacar datos para trazar el eje definitivo es el siguiente:

De la planta topográfica del trazo preliminar que se dibujó con las coordenadas del mismo, se obtienen coordenadas --

gráficas del eje proyectado en esta planta, este será el trazo definitivo, los puntos en donde se obtendrán estas coordenadas gráficas, deberán ser de preferencia en los P.I.s del eje proyectado o bien en los puntos de cruce (si es que existen) del eje de proyecto con el eje preliminar, por ejemplo:



Teniendo las coordenadas del P11 y del P12, se anotan los valores de cada uno en una hoja de cálculo de coordenadas - de trazo definitivo (ver forma 30A), siendo las coordenadas del P11 (X_1 y Y_1) del P12 (X_2 y Y_2), la diferencia de $X_2 - X_1$ se anota en la columna de proyecciones, en Este (+) ó en Oeste (-) según resulte el signo de la suma algebraica, se hace lo mismo con las coordenadas en Y, estas se anotan en Sur (-) ó Norte (+) según el signo de la suma algebraica de $Y_2 - Y_1$, con estos valores se establece la relación de la tangente de la cual obtenemos el rumbo de esa línea, por ejemplo:

$$\text{Tangente del Rumbo} = \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} = \frac{X}{Y}$$

Con el cociente de esta relación se busca en los valores de funciones naturales el arco que corresponda a la tangente obteniendo un valor en grados y minutos, que de acuerdo con el signo de las proyecciones en X y en Y nos dará el rumbo y su va-

lor en grados y minutos, para conocer la distancia de esta tangente, se obtienen las funciones del rumbo, siendo la función seno para el "E" y el "N" y la función coseno para las proyecciones N y S, se divide el valor mayor de cualquiera de las proyecciones y el resultado será la distancia real de dicha tangente, otra forma de obtener la distancia de la tangente, es la siguiente:

$$\text{Sen } A = \frac{X}{D} \text{ de donde } D = \frac{X}{\text{Sen } A}$$

$$\text{Cos } A = \frac{Y}{D} \text{ de donde } D = \frac{Y}{\text{Cos } A} \text{ siendo } A \text{ el rumbo de la tangente,}$$

$$\text{ó también } D = (X^2 + Y^2)^{1/2}$$

Después de haber obtenido el rumbo de varias tangentes del proyecto definitivo, se resta el rumbo de la tangente de adelante a el rumbo de la tangente de atrás para conocer el ángulo que se deberá medir y continuar con la tangente de adelante. Una vez obtenidos los rumbos, las distancias y los ángulos entre las tangentes del proyecto, se hace un chequeo de estos datos para evitar errores a la hora de trazar en el campo y por consiguiente pérdidas de tiempo y dinero.

En el trazo definitivo las tangentes están ligadas por curvas, ya sean curvas circulares, espirales u otras, en el estudio del camino Parral - Chihuahua vía corta, se trazaron curvas espirales en su generalidad, el grado de estas curvas lo define el proyectista pero diremos que más bien el grado de cualquier curva lo delimita la topografía del terreno y el tipo de camino que se está estudiando. A continuación presentamos una introducción a las curvas espirales.

Introducción de las curvas espirales para caminos.

Cuando se pasa de una tangente a una curva circular es sumamente conveniente que la disminución del radio de curvatura no sea brusco sino gradual. Esto se consigue adoptando una espiral.

Se puede definir la espiral como una curva cuyo radio disminuye al aumentar la longitud de la curva. Si se desea llegar a un radio de curvatura determinado R_c (por ejemplo, el radio de una curva cualquiera) en una longitud de espiral, L_e , es válido para cualquier punto de la espiral la ecuación siguiente, en la que R es el radio en un punto cualquiera de la espiral situado a la distancia L del comienzo de la espiral.

$$R L = R_c L_e \dots\dots(1) \qquad G = \frac{20}{R} \dots\dots(2)$$

Cálculo de deflexiones para una curva espiral.

Para el cálculo de las deflexiones de las espirales se utiliza en la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{3 \theta_e}{2 L_e}} \dots\dots (A)$$

Para el ejemplo siguiente la constante K será:

$$K = \frac{2^\circ 58' 40''}{(102.00)^2} = \frac{173.66'}{10404.00} = 0.01717224$$

La constante K multiplicada por cualquier cantidad nos dá el resultado en minutos. Para la curva circular la fórmula -

para calcular la primera deflexión y la última, es decir del Pc. a la primera estación cerrada y de la última estación cerrada -- Pt., la fórmula a usar será (1.5 Gc). (No. mts.) y para el cálculo de las deflexiones de las estaciones cerradas se hará de la siguiente manera 0.5Gc + def. anterior.

A continuación se da el ejemplo del cálculo de las deflexiones de una curva espiral.

Ejemplo: $TE=PI-t$, $EC=TE+L_e$, $CE=EC+L_e$, $CT=CE+L_e$

| | D. Acum. | D. Acum. ² | Def. de espiral |
|-------------------|-----------|---------------------------|---|
| TE 55+359.12..... | 0.00 | 0.00 | 0°00' |
| 360 | 0.88 | 0.77 | 0°00' |
| 380 | 20.88 | 435.97 | 0°07' = 435.97) |
| | | | (k) = 7' |
| 400 | 40.88 | 1671.17 | 0°29' |
| 420 | 60.88 | 3706.37 | 1°04' |
| 440 | 80.88 | 6541.57 | 1°52' |
| 460 | 100.88 | 10176.77 | 2°55' |
| EC 55+461.12..... | 102.00=Le | 10404.00=Le ² | 2°58'40" = $\frac{1}{3} \theta_{ek}$ |
| EC 55+461.12..... | 0°00' | | $\frac{1}{3}$ |
| 480 | 1°39' | | |
| 500 | 3°24' | PI= 55+603.07 | |
| 520 | 5°09' | AT= 60956.124 | k= 50.96m |
| 540 | 6°54' | Ac= 42953' | p= 1.32m |
| 560 | 8°39' | Gc= 3030' | Gc= 805' |
| 580 | 10°24' | Tc= 243.95m | Xc= 101.75m |
| 600 | 12°09' | Lc= 245.52m | Yc= 5.29m |
| 620 | 13°54' | Rc= 327.41m | Le= 102.90m |
| 640 | 15°39' | V = 100 m/h | |
| 660 | 17°24' | Rc= 1143.22 = 327.61 | $t_{ek} = (p+Gc) \tan \frac{\theta}{2}$ |
| 680 | 19°09' | | |
| 700 | 20°54' | | |
| CE 55+706.64..... | 21°29' | Gc=At-2B | Lc= 20 $\frac{Gc}{Gc}$ |
| CE 55+706.64..... | 0.00 | 0.00 | 0°00' |
| 720 | 8.64 | 74.65 | 0°01' |
| 740 | 28.64 | 820.25 | 0°14' |
| 760 | 48.64 | 2365.85 | 0°41' |
| 780 | 68.64 | 4711.45 | 1°21' |
| 800 | 88.64 | 7857.05 | 2°15' |
| ET 55+808.64..... | 102.00=Le | 10404.00= Le ² | 2°58'40" = 1/3 θ_e |

En el presente ejemplo se incluye también el cálculo de las deflexiones de la curva circular así como las de las espirales de transición. El cálculo de los elementos de la curva anterior se hizo de la manera en que se calculan en la zona de trabajo.

El eje del trazo definitivo, debe tener un control exacto del lugar por donde pasa en el campo, ya que tiene que coincidir con el proyecto, para saber que el trazo definitivo se aloja correctamente en el campo, se hacen cierres de la poligonal del trazo definitivo con la poligonal del trazo preliminar, estas se les denomina "ligas" de trazos, estas se hacen además para saber si existen algún error de cadenamiento ó del astronómico calculado, al encontrar un error de cadenamiento, se procede a buscarlo en el campo, volviendo a cadenar con todo cuidado ambos trazos, tanto preliminar como definitivo hasta encontrar el error en alguno de los dos trazos, una vez encontrado este se corrige haciendo una igualdad de cadenamiento en el trazo en el que se haya encontrado el error, corrigiendo a su vez el cálculo de las coordenadas, sean las de la línea preliminar ó las de la línea definitiva, si el error se encuentra en el trazo definitivo, se hará la igualdad de cadenamiento solamente que este se encuentre muy avanzado, si no se encuentra el trazo muy avanzado se correrá el error desde el punto a donde se encontró este hasta donde se hizo, es por eso que estas ligas ó chequeos se tienen que efectuar diariamente al finalizar la jornada de trabajo en el campo, de esa manera se dará cuenta el Ing. trazador oportunamente de algún error que pueda existir y corregirlo inmediatamente, para no entorpecer el trabajo del Ing. Nivelador ni de los seccionadores. Si el error está en el R.A.C. de la línea definitiva, efectúa una lectura de todos los ángulos para saber --

cual es el mal leído, el error en el R.A.C. al efectuar la liga del trazo definitivo con el trazo preliminar (cierre de poligonales) solamente puede existir en el trazo definitivo ya que el trazo preliminar se controló previamente con "Orientaciones Solares".

Para saber el rumbo astronómico de cualquier línea recta, se efectúa una "Orientación Solar" al iniciar el trazo de esta en el campo, una manera de hacer esta "Orientación Solar" es la siguiente:

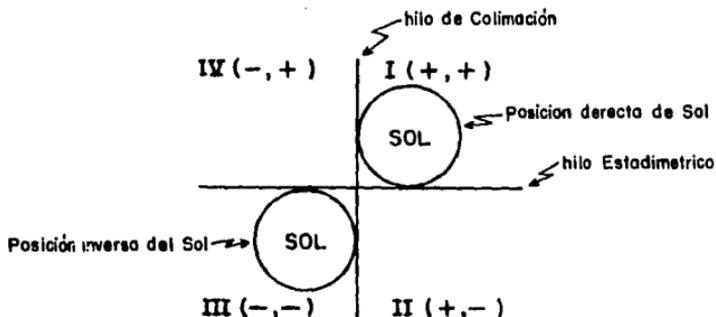
Se centra el tránsito en un punto fijo de la tangente (P.S.T., PC., PT., P.I. etc.) en donde se desea hacer la orientación, se hace coincidir el vernier y el limbo en $0^{\circ}00'$, se visa al punto de atrás ó de adelante según convenga, una vez visado - dicho punto se gira el aparato en dirección del "sol", mediante una pantalla en el ocular del tránsito (negativo de una fotografía) se observa el sol directamente y se coloca en uno de los -- cuadrantes formados por el hilo de colimación y el hilo estadimétrico, esa posición del sol en uno de los cuadrantes será la posición directa del sol, la posición inversa del sol sería exactamente en el cuadrante contrario; por ejemplo:

Si numeramos los cuadrantes de la siguiente manera que darían:

Cuadrante I = (+,+) , II = (+,-), III = (-,-), IV = (-,+).

Si la primera posición del sol la observamos en el cuadrante I, entonces la posición será directa, ahora bien, la posición inversa será la que observamos en el cuadrante III, las dos observaciones directa e inversa formarán una serie, la segunda - serie, se observará en los cuadrantes II y IV, en el estudio de

caminos se hace la observación de cuatro series, en las observaciones el "sol" tiene que hacer tangencia con el hilo de colimación y el hilo estadimétrico, como se observa en la siguiente figura:



La lectura de los ángulos en el tránsito se hacen en: A-directo, B-inverso y V (círculo vertical), en la observación directa, en la observación inversa el tránsito se gira $180^{\circ} 00'$ dando una vuelta de campana al lente del aparato para volver a observar el "sol", haciendo nuevamente la lectura de los ángulos una manera de checar que los ángulos A y B de una observación es tén bien leídos será que la suma de ambos ángulos debe dar - - - $180^{\circ} 00'$, la forma de anotación al hacer la orientación solar es la siguiente: En una hoja se anota la hora, círculo horizontal (A,B) y V (círculo vertical), uno de los cadeneros anotará las lecturas de los ángulos y la hora, otro estará pendiente de la hora en que haga tangencia con los cuadrantes el "sol", y el Ing les dirá cuando hacer estas anotaciones y el valor de estas, y el tiempo será anotado con hr, min., y seg., cada serie nos dará el valor del rumbo astronómico, si las cuatro series observadas nos dan el mismo valor del rumbo, ese será el rumbo astronómico



ORIENTACION SOLAR

| OBRA VIAL Camino Parral - Chihuahua | | | | | TRAMO Satevó - Valle de Zaragoza | | | | | ORIGEN DEL CADENAMIENTO Chihuahua, Chih. | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-----------|-------------------|--------------------|--|--|---|--------------------------|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | SUBTRAMO Satevó - Valle de Zaragoza | | | | | LOCALIDAD DE LAS OBSERVACIONES Satevó Chih. | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | CALCULO | | | | | | | | | |
| SERIE | INSTRUMENTO | CONDICION | TIEMPO DEL CENTRO | CIRCULO HORIZONTAL | | CIRCULO VERTICAL | | DEBARRILLO DE LA FORMULA | | | | | | | | | | | |
| 1 | DIRECCION | Sena | 0 00 100 00 | A | B | Hora de centro del sol por el meridiano del día de observación $(1) 12^h - 05^m - 06.00 = 12^h - 05^m - 06.00$ Dato obtenido del Anuario del año de observación. Promedio para el centro de la observación $(2) 8^h - 18^m - 30.50 = 8^h - 18^m - 30.50$ Horarios promedio de las series | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | INTERVALO | $(3) -3 - 46 - 37.54 = -3 - 39 - 58.04$ $(3) = (1) - (2)$ El signo (-) en la observación es en la mañana | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | INTERVALO (HORAS Y FRACCION DECIMAL) $(4) = 3.77795 = 3.66612$ $(4) = (\text{min} 60 / \text{seg}) / 3600$, en la mañana | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | VARIACION HORARIA $(5) = 58.65 = 58.65$ $(5) = \text{Data obtenida del Anuario}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | CORRECCION POR INTERVALO $(6) = 3 - 41.50 = 35.02$ $(6) = (4) \times (5)$ resultado en segundos | | | | | | | | | | | | | | |
| PROMEDIOS | 8 30 93 | | 23 03 | | 80 31 | | $(7) = 2^d - 49' - 55.70 = 2^d - 49' - 55.70$ (7) Dato obtenido del anuario $(8) 2 - 46 - 14.12 = 2 - 46 - 20.66$ $(8) = (6) + (7)$ suma algebraica ALTURA APARENTE OBSERVADA $(9) 30 - 31 - 30.00 = 32 - 19 - 00.00$ Dato del circulo vertical tot. en la observación. DISTANCIA ZENITAL APARENTE $(10) 55 - 26 - 30.00 = 57 - 41 - 00.00$ $(10) = (9) - (8)$ CORRECCION POR REFRACCION $(11) 40 - 1 - 38.00 = 0$ Dato obt. del anuario Depend. de (10) DISTANCIA ZENITAL (Z) $(12) 58 - 30 - 08 = 57 - 42 - 32$ $(12) = (11) + (10)$ Tablas de Redcom LATITUD (P) $(13) 15 - 27 - 38 = 15 - 27 - 38$ Varía según el lugar de la observación $(14) 72 - 11 - 32 = 70 - 23 - 45$ $(14) = (12) + (13) - (8)$ suma algebraica $(15) 77 - 44 - 00 = 75 - 55 - 31$ $(15) = (12) + (13) + (d)$ suma algebraica $(16) 33 - 52 - 00 = 37 - 57 - 45$ $(16) = (14) / Z$ $(17) 36 - 05 - 45 = 35 - 11 - 55$ $(17) = (16) / Z$ | | | | | | | | | | | | |
| 2 | DIRECCION | Sena | 0 00 270 00 | A | B | LOGARITMO COSENO A $(18) 9.891421$ (18) se obt. del libro liffax en f. log LOGARITMO SENOS B $(19) 9.770221$ (19) funciones log. de (17) del liffax COLOGARITMO COSENO B $(20) 0.016006$ (20) funciones log. a 10 se resta el resul. COLOGARITMO SENOS Z $(21) 0.064670$ " " " " " " LOGARITMO SENOS 1/2 A $(22) 19.742317$ $(22) = (18) - (19) + (20) + (21)$ LOGARITMO SENOS 1/2 A $(23) 5.071154$ $(23) = (22) / 2$ $(24) 40 - 01 - 00 = 40 - 13 - 00$ En el libro liffax en los... de... AZIMUT DEL SOL - A $(25) 24 - 06 - 30 = 24 - 06 - 30$ $(25) = (24) \times 2$ ANGULO SOL - SERIAL $(26) 193 - 03 - 27 = 52 - 27 - 00$ Promedio del circulo horizontal en la observ. RUMBO ASTRONÓMICO CALCULADO $(27) 5 - 9 - 05 = 5 - 9 - 05$ $(27) = (25) - (26) - 180^{\circ} 00'$ RUMBO ASTRONÓMICO ACEPTADO $(28) 5 - 9 - 05 = 5 - 9 - 05$ $(28) / (26)$ se suman si el sol se encuentra a la der. y se restan si se encuentra a la izq. de la línea orientada. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | INTERVALO | $(29) 21 - 42 - 51 = 21 - 42 - 51$ $(29) = (28) - (27)$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(30) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(31) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(32) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | DIRECCION | Sena | 180 00 0 00 | A | B | LOGARITMO COSENO A $(33) 9.891421$ (33) se obt. del libro liffax en f. log LOGARITMO SENOS B $(34) 9.770221$ (34) funciones log. de (33) del liffax COLOGARITMO COSENO B $(35) 0.016006$ (35) funciones log. a 10 se resta el resul. COLOGARITMO SENOS Z $(36) 0.064670$ " " " " " " LOGARITMO SENOS 1/2 A $(37) 19.742317$ $(37) = (33) - (34) + (35) + (36)$ LOGARITMO SENOS 1/2 A $(38) 5.071154$ $(38) = (37) / 2$ $(39) 40 - 01 - 00 = 40 - 13 - 00$ En el libro liffax en los... de... AZIMUT DEL SOL - A $(40) 24 - 06 - 30 = 24 - 06 - 30$ $(40) = (39) \times 2$ ANGULO SOL - SERIAL $(41) 193 - 03 - 27 = 52 - 27 - 00$ Promedio del circulo horizontal en la observ. RUMBO ASTRONÓMICO CALCULADO $(42) 5 - 9 - 05 = 5 - 9 - 05$ $(42) = (40) - (41) - 180^{\circ} 00'$ RUMBO ASTRONÓMICO ACEPTADO $(43) 5 - 9 - 05 = 5 - 9 - 05$ $(43) / (41)$ se suman si el sol se encuentra a la der. y se restan si se encuentra a la izq. de la línea orientada. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | INTERVALO | $(44) 21 - 42 - 51 = 21 - 42 - 51$ $(44) = (43) - (42)$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(45) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(46) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(47) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | DIRECCION | Sena | 270 00 90 00 | A | B | LOGARITMO COSENO A $(48) 9.891421$ (48) se obt. del libro liffax en f. log LOGARITMO SENOS B $(49) 9.770221$ (49) funciones log. de (47) del liffax COLOGARITMO COSENO B $(50) 0.016006$ (50) funciones log. a 10 se resta el resul. COLOGARITMO SENOS Z $(51) 0.064670$ " " " " " " LOGARITMO SENOS 1/2 A $(52) 19.742317$ $(52) = (48) - (49) + (50) + (51)$ LOGARITMO SENOS 1/2 A $(53) 5.071154$ $(53) = (52) / 2$ $(54) 40 - 01 - 00 = 40 - 13 - 00$ En el libro liffax en los... de... AZIMUT DEL SOL - A $(55) 24 - 06 - 30 = 24 - 06 - 30$ $(55) = (54) \times 2$ ANGULO SOL - SERIAL $(56) 193 - 03 - 27 = 52 - 27 - 00$ Promedio del circulo horizontal en la observ. RUMBO ASTRONÓMICO CALCULADO $(57) 5 - 9 - 05 = 5 - 9 - 05$ $(57) = (55) - (56) - 180^{\circ} 00'$ RUMBO ASTRONÓMICO ACEPTADO $(58) 5 - 9 - 05 = 5 - 9 - 05$ $(58) / (56)$ se suman si el sol se encuentra a la der. y se restan si se encuentra a la izq. de la línea orientada. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | INTERVALO | $(59) 21 - 42 - 51 = 21 - 42 - 51$ $(59) = (58) - (57)$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(60) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(61) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | PROMEDIOS $(62) 29 - 42 - 51 = 29 - 42 - 51$ | | | | | | | | | | | | | | |

LINEA ORIENTADA: ESTACION 65+340.00

RUMBO MAGNETICO S 29 30' W

COORDENADAS GEOGRAFICAS DEL ORIGEN DEL TRAMO: LATITUD: LONGITUD:

DECLINACION 9° 00'

FORMULA EMPLEADA

$$\text{Seno } 1/2 A = \sqrt{\frac{\text{Seno } 1/2 (Z + \theta - \delta) \text{ Coseno } 1/2 (Z + \theta + \delta)}{\text{Coseno } \theta \text{ Seno } Z}}$$

CALCULO: J. Sergio Contreras A. REVISO: Ing. G. Argueta Albarran.

FECHA 10 - Dic. - 1978 FECHA 10 - Dic. - 1978.

CENTRO DE TRABAJO Brigada de Localización

OBSERV: J. Sergio Contreras A.

TRANSITO Huffel & Esser

FECHA 8 - Dic. - 1978

FORMA 11-01-0118

aceptado, si llegaran a diferir el rumbo sería el promedio de las cuatro series, la diferencia entre si no debe ser mayor a $2'$, si es mayor se tendrá que repetir la orientación solar, se recomienda que entre serie y serie se deje un intervalo de un mi nuto, para que el resultado de las series sea más uniforme.

Para calcular una orientación solar es necesario tener a la mano un anuario del año en que se hace la orientación y el libro lifax, en la anotación de la orientación solar se debe tener cuidado de anotar el día y el mes en que se hace, así como verificar la hora correcta del reloj con el cual se va a tomar el tiempo y anotar el rumbo magnético.

Nivelación Definitiva.

Una vez trazada la línea definitiva y comprobado que está bien alojada en el terreno mediante las ligas respectivas (el trazo definitivo va estacado cada 20 mts., y pintado el cade namiento con pintura azul) se procede a nivelarla, la escuela -- del procedimiento, el personal y el equipo es igual al que se utiliza en la nivelación de la línea preliminar, se parte del B. N. (banco de nivel) más cercano al punto de inicio de la línea definitiva, se nivela sobre el eje todas las estaciones de 20 me tros, P.S.T., P.C., P.T., T.E., E.C., C.E., y E.T., además de todos los puntos donde el terreno presente cambios bruscos de pendiente, se establecen nuevos bancos de nivel a cada 500 mts., pintados con pintura azul, se checan con los bancos de preliminar, to dos los bancos de nivel deberán quedar del derecho de vía, debidamente referenciados y en puntos fijos (raíces de árboles, rocas, etc.).

El criterio que se sigue es el mismo, aún cuando su aplicación es diferente, la nivelación preliminar sirve de apoyo a el levantamiento topográfico, en cambio la nivelación definitiva

va sirve para el estudio del proyecto de la sub-rasante previo dibujo del perfil respectivo.

El perfil se hace ó se dibuja en papel milimétrico, -- uno en sucio para proyectar las posibles subrasantes y otro en limpio en papel milimétrico albanens, ambos a una escala horizontal de 1:2000 y vertical 1:200, ambos se dibujan con los datos obtenidos en el campo.

El objeto de que las escalas sean diferentes es para percibir con más claridad el contorno, usualmente la relación es de 1:10.

En el dibujo del perfil definitivo en limpio, también irá la subrasante definitiva, todos los B. de N. referenciados, obras de drenaje en los puntos donde existan así como del tipo de obra que se construirá, además en la parte baja del papel se dibuja un cuadro de valores con los siguientes conceptos en forma de tirilla y de abajo hacia arriba:

(ver plano x).

- 1.- Elevaciones del terreno.
- 2.- Elevaciones de la subrasante.
- 3.- Espesores subdividido en 2 hileras; corte y terraplen.
- 4.- Volúmenes subdividido en 2 hileras; corte y terraplen.
- 5.- Ordenada de la curva masa.

En este mismo perfil se dibuja la gráfica de la curva masa así como los volúmenes geométricos de los movimientos de tierra, esta serie de datos se recopilan en tramos de 5 km. cada uno.

Secciones de Construcción.

Con el objeto de proyectar la línea subrasante, así co

mo para elaborar el estudio de curva masa es necesario levantar secciones transversales sobre el eje definitivo a cada 20 mts. y en los puntos donde cambia de pendiente el terreno, para este levantamiento se necesita el siguiente personal.

Un seccionador.

Un cadenero.

Un estadalero.

Dos ó tres peones según la vegetación del lugar.

El equipo que se utiliza es el mismo que para el levantamiento topográfico, es decir; una libreta de secciones para el registro de las mismas, un nivel de mano, un estadal de 4 mts. - y una cinta de género de 20 mts.

Las secciones de construcción son líneas transversales al eje del trazo definitivo, consistentes en dar desniveles del terreno, es decir;

En las secciones de construcción se da una elevación - de 0.00 a el punto donde se vaya a levantar la sección, si el terreno baja a la izquierda del eje del trazo, se irá anotando en la libreta el desnivel y la distancia, para la distancia el origen será el eje del trazo, los desniveles del terreno serán acumulados y se tomarán en todos los cambios de pendientes del terreno, si el terreno baja el signo de los desniveles será negativo (-), pero si el terreno sube el signo de los desniveles será positivo (+), entre más largas sean las secciones mayores datos aportará para el proyecto de la subrasante.

La anotación de estas secciones es la siguiente:

| | IZQ. | | | | | DER. | |
|--|----------------------|----------------------|-------------------|-------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| | $\frac{20.00}{4.20}$ | $\frac{19.00}{4.00}$ | $\frac{5.0}{2.0}$ | $(119+100)$ | $\frac{7.0}{1.0}$ | $\frac{13.5}{+0.5}$ | $\frac{20.00}{-4.0}$ |

$$+ \frac{20.0}{3.00} \text{ m (119+120)} \quad - \frac{20.00\text{m}}{4.00\text{m}}$$

$$+ \frac{20.00}{1.80} \text{ m (119+140)} \quad - \frac{20.00\text{m}}{2.20}$$

$$+ \frac{20.00}{2.00} \text{ m (119+160)} \quad - \frac{20.00\text{m}}{3.50}$$

$$\frac{20.00}{0.00} \quad \frac{14.30}{+0.30} \quad \frac{7.00}{0.00} \text{ m (119+180)} \quad - \frac{5.40}{0.30} \text{ m} \quad - \frac{20.00}{1.0}$$

Los datos anteriores son pasados en limpio en unas hojas de registro de secciones, así como en hojas de codificación de secciones transversales.

Estas secciones son dibujadas por el curvamasero en papel milimétrico, a una escala de 1:100 tanto horizontal como vertical, entintándolas con tinta negra y anotandoles el cadenamiento correspondiente.

Posteriormente el curvamasero proyectará sobre estas secciones el cuerpo del camino a contruir, de estas se sacan las áreas de corte y de terraplen.

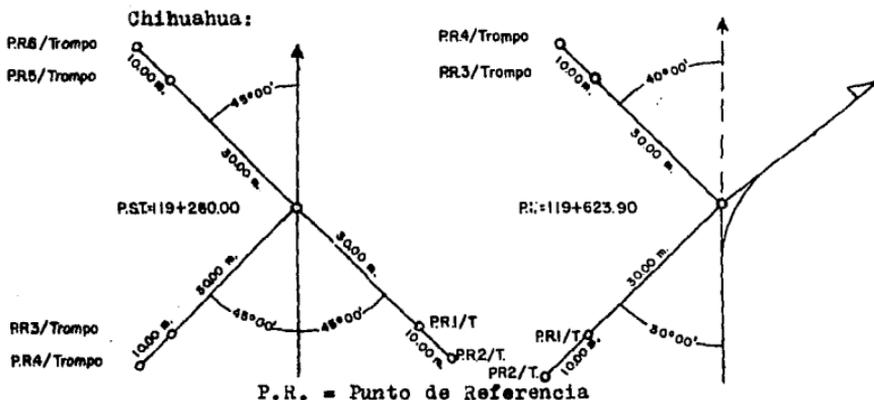
Referencias y Mojoneras.

Para la fácil y mejor localización del trazo del eje del nuevo camino, es necesario referenciarlo en puntos fijos así como mojonar todos los puntos fijos del trazo (P.S.T., T.E., E.U., C.E., E.T., P.I., ect.) la distancia máxima entre referencia y referencia, deberá de ser de 300.00 mts.

Es recomendable poner los puntos de las referencias en lugares fijos y visibles para su fácil localización, porque cuando la construcción del camino se inicia, el despalme de los tractores arrancará todos los trompos del eje, siendo las referen-

cias las únicas señales permanentes que no arrancan los tractores porque se establecen fuera del alcance de las máquinas, es decir las ramas de la referencia tienen que quedar fuera del derecho de vía.

Ejem. de referencias en el estudio del camino Parral-



La forma de trazar una referencia es la siguiente: Se centra el tránsito en un punto fijo del trazo (P.S.T., P.I., etc.) se hace coincidir el vernier y el limbo en $0^{\circ}00'$, se visa hacia adelante ó hacia atrás se gira el tránsito a la derecha ó a la izquierda hasta encontrar un punto fijo (árbol, poste, roca, - - etc.) si lo hay, sino existe ningún punto fijo, los puntos de la referencia se pondrán en trompos clavados en el terreno, la numeración de los puntos de referencia se harán en el sentido de las manecillas del reloj, es decir; a el primer punto se le llamará P.R. 1, al segundo P.R. 2, y así sucesivamente, todos los puntos de referencia deberán llevar tachuela, tres ramas por lo menos, las distancias de cada rama son parciales y el ángulo de abertura de la rama con respecto a el eje oscilará en el intervalo de

30°00' y 60°00', siendo la abertura óptima la de 45°00'.

Mojoneras

Como dijimos anteriormente las mojoneras se hacen en todos los puntos fijos del eje del trazo definitivo, se reemplaza el trompo y la tachuela por un cilindro de concreto y un clavo ahogado en el concreto en el lugar de la tachuela, unicamente quedando de fuera la punta del clavo, para hacer una mojonera se centra el tránsito en el punto donde se encuentra la tachuela -- del trompo, una vez centrado el tránsito, se escarva alrededor -- del trompo a una profundidad de 20 a 30 cm, según la dureza del terreno, se saca el trompo y se vacia el cemento haciendo una mezcla con grava del lugar, se sumerge un clavo de 2 1/2" en el concreto quedando de fuera la punta del clavo y colocandolo hasta que coincida con la punta de la plomada con la cual está centrado el tránsito.

Tanto las mojoneras como las referencias son de gran utilidad para la localización del eje del trazo, ya que el estudio de un camino puede quedar en proyecto durante varios años, y la única manera de localizarle es encontrando dichas referencias ó mojoneras.

ELEMENTOS DE LA CURVA ESPIRAL

- B_e.- Angulo total de la curva espiral (cicloide)
- A_c.- Angulo central de la curva circular.
- R_c.- Radio de la curva circular
- t_a.- Distancia del PI al TE o ET. (subtangente).
- X_c, Y_c.- Coordenadas del EC y CE, respectivamente.
- E_c.- Distancia externa al punto medio de la curva circular.
- C₁.- Cuerda larga.
- T_l.- Tangente larga; distancia del TE o ET al PA.
- T_c.- Tangente corta; distancia del PA al EC o CE.
- PA.- Punto auxiliar para trazar el EC o CE.
- PC.- Principio de la curva circular.
- PT.- Principio de la tangente.. En curvas circulares.
- L_c.- Longitud de curva
- L_e.- Longitud de la curva espiral.
- G_s.- Grado de curvatura.

forma de trazar una curva espiral.

Para trazar una curva espiral se procede de la siguiente forma:

Primeramente se procede a fijar todos los puntos que sirven de apoyo para trazar la curva, estos puntos son: T.E., P.A., E.C., C.E., P.A., E.T. y P.I.

Para fijar el T.E., se coloca el tránsito en el P.I., en un P.S.T., ó en un P.S.ST. (punto sobre tangente), si el tránsito se coloca en el P.I., y no existe ningún obstáculo para visar hacia atrás a la distancia que necesitamos, en este caso la distancia de la subtsngente (T_e), medimos esta distancia del P.I. hacia atrás para el ejemplo anterior sería $T_e = 243.95m$, una vez medida dicha distancia queda fijo el punto del T.E. que es el inicio de la curva, en este punto se pone un trompo con tachuela, también se fija el punto A (P.A.) midiendo del T.E. hacia adelante una distancia igual a la tangente larga (T.L.), este punto -- nos sirve para fijar a su vez el punto del E.C. de la siguiente manera; centrado el tránsito en el P.A. se visa con el vernier -- en $0^{\circ}00'$ a el P.I., se gira el aparato con el movimiento particular a la izq. ó a la der. según para a donde sea la curva, dando el valor de el ángulo del θ_e y se mide la distancia de la tangente corta (T.C.) poniendo al final de esta distancia un trompo -- con tachuela y queda fijo el E.C., para fijar el punto C.E. se hace exactamente lo mismo pero en la subtangente de adelante. -- Para fijar el E.T., centrado el tránsito en el P.I., se visa a cualquier punto de atrás con el vernier en $0^{\circ}00'$, se da una vuelta de campana a el lente se gira con el movimiento particular midiendo el ángulo total de la curva y procediendo a fijar el punto E.T. con trompo y tachuela midiendo la distancia de la subtangente de adelante fijamos también el otro punto A (P.A.) ahora -

midiendo la tangente larga (T.L.) del E.T.

Una vez fijos todos los puntos de apoyo se procede a trazar la curva, centramos el tránsito en el T.E., visamos al - P.I. con el vernier en $0^{\circ}00'$, con el movimiento particular giramos el tránsito hacia donde sea la curva (Izq. ó Der.) dando la deflexión de nuestra primera cerrada, clavando un trompo en la misma, y así sucesivamente con las demás cerradas hasta llegar al E.C., checando en ángulo y distancia, terminando de trazar la primera espiral, el tránsito se cambia de lugar, centrándolo ahora en el E.C., una vez centrado el tránsito en el E.C., se visa al punto A estando el vernier en $0^{\circ}00'$, se da vuelta de campana al lente y se dan las deflexiones correspondientes a la curva - circular, que para la curva anteriormente calculada la primera - deflexión que diéramos $1^{\circ}39'$ para la estación 55+480 y así sucesivamente hasta llegar al C.E. a donde se checa también en ángulo y distancia, siendo el ángulo del C.E. la mitad del \triangle c. Para trazar la espiral de salida el aparato se centra en el E.T. se visa a el P.I. en $0^{\circ}00'$ y se dan las deflexiones igual que en la espiral de entrada.

Como puede observar, sabiendo trazar una curva espiral se sabrá trazar una curva circular, ya que la curva espiral contiene una curva circular; en donde el E.C. sería el P.C. y el C.E. sería el P.T. trazandose igualmente que en la espiral, es decir en la curva circular el tránsito se centra en el P.C., visando $0^{\circ}00'$ al P.I., girando el tránsito con el movimiento particular se dan las deflexiones para las cerradas correspondientes y checando en ángulo y distancia en el P.T., siendo el ángulo la mitad del \triangle . El P.C. y el P.T. se fijan midiendo el valor de la subtangente de la curva circular del P.I. hacia atrás si se -

fija el P.C. ó hacia adelante si se fija el P.T.

En el trazo definitivo se deben recopilar una serie de datos tales como: cadenamientos de los cruces del eje del trazo con caminos, ríos, líneas telefónicas, telegráficas y de energía eléctrica, sacando la altura a que pasan en el cruce de las mismas, en los caminos se anotará el origen y el destino de este, - en los ríos o arroyos se anotará en nombre que les dan en el lugar, también se registran los cadenamientos de los cruces del eje con cercas de alambre o de piedra y los nombres de los dueños de la faja de tierra afectada por la construcción del nuevo camino, delimitando la porción de terreno que corresponde a cada dueño.

De cada uno de los conceptos antes descritos se hacen registros en limpio de todos los datos recopilados en el campo, cada concepto tiene una forma diferente para su registro, así habrá registros de trazo definitivo, registros de nivel definitivo, registros de secciones transversales y registro de coordenadas - para el dibujo de la línea en limpio, el registro de las referencias se hace en las mismas formas que las del trazo definitivo, a continuación se muestran las hojas donde se llevan a cabo el - registro del trazo, del nivel, de las secciones y de las coordenadas.

Al pasar en limpio los datos obtenidos del campo, se - deben checar cuidadosamente para no mandar un dato equivocado y por consiguiente falso, lo más importante son los datos de las - coordenadas ya que con estas se dibuja una planta en limpio que va a servir de guía al Ing. constructor, en el cálculo de estas coordenadas se checan los nombres de las curvas, subtangentes, - tangentes libres, ángulos, rumbos astronómicos calculados, senos y cosenos de los rumbos así como las proyecciones y por último -

se checan las coordenadas de cada punto (P.J.T., T.E., P.I., E. T., etc.), a continuación se presenta una hoja de cálculo de las coordenadas del camino Parral-Chihuahua vía corta.

En los registros de trazo se reviza que vayan todos -- los datos de curva, tangentes libres, rumbos tanto magnético como astronómico, así como la tenencia de la tierra por donde atraviesa el eje del trazo es decir el nombre de los dueños de la -- tierra afectada por la construcción con sus respectivos límites, por último se checará que vayan registradas todas las mojoneras que se hicieron. En los registros de nivel se checan todas las elevaciones de todos los puntos que se nivelaron así como las elevaciones y referencias de los bancos.

Con los datos de los registros antes mencionados se di buja la planta del tramo y el perfil del terreno de ese tramo, - todos los datos consignados en los registros de trazo y de nivel serán dibujados ó escritos en la planta en limpio y en el perfil en limpio respectivamente, las secciones transversales se checan como si se hicieran otra vez. En las referencias se checa que - vayan los nombres de los puntos a donde se hizo la referencia, a sí como que vayan ángulos, distancias y sobre lo que están cada uno de los puntos de referencia.

Curvas verticales.

En el cálculo de las curvas verticales se establecen varias condiciones que son las siguientes:

1.- Para que dos pendientes puedan ser enlazadas por - curvas verticales es necesario que su diferencia algebraica sea mayor de 0.5%.

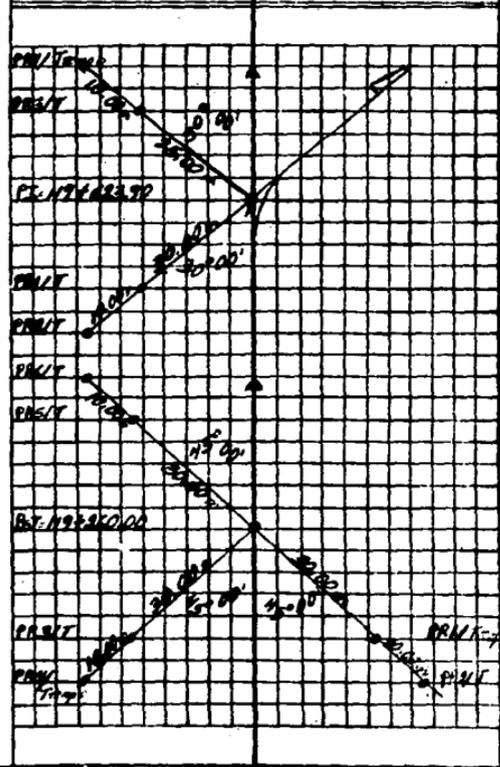
2.- La longitud de las curvas verticales para autopistas y caminos de primer orden se obtienen de gráficas, las cuales se elaboraron en función de la pendiente de las tangentes y

TRAZO DEFINITIVO

| ESTACION | ALTIMETRIA | OTRO DE DATOS | OTROS SIGNIFICADOS | OTROS DATOS DEL CASO |
|-----------|------------|--|--------------------|----------------------|
| 500 | | | | |
| 480 | | | | |
| 460 | | | | |
| 440 | | | | |
| 420 | | | | |
| 400 | | | | |
| 380 | | | | |
| 360 | | | | |
| 340 | | Tang. 652.70 - $S 36^{\circ} 00' E$ 518.36 E | | |
| 320 | | | | |
| 300 | | | | |
| 280 | | | | |
| 191+60.00 | Pst | | | |
| 260 | | | | |
| 240 | | | | |
| 220 | | | | |
| 19+80 | | | | |

CASQUETA: Patrol - Chubasco
 TIRADA: Chubasco - Villa Rica
 SUB-TRAZO: Lib. - Cd. Guadalupe
 DE MIL _____ A KM _____

TRAZO: Tpo. 5 Contorno A
 HORA _____
 FORMA _____
 TIEMPO _____





DEPENDENCIA

D. G. C. F.

REGISTRO DE SECCIONES

Hoja n. de

| | | | |
|-----------|---|--|----------------------------------|
| OBRA VIAL | <u>Camino Parrel - Chihuahua (via corta)</u> | | |
| TRAMO | <u>Chihuahua - Valle de Zaragoza</u> | | DE KM <u> </u> A KM <u> </u> |
| SUB-TRAMO | <u>Chihuahua - Satevo</u> | | |
| | ORIGEN <u>36+809.50 del camino Chih - Cd. Guadalupe</u> | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>1150 + 100 = 1250</p> | <p>(119+100)</p> <p>(119+100)</p> <p>(119+100)</p> <p>(119+100)</p> <p>(119+100)</p> <p>(119+100)</p> | <p>5.00 - 0.30 = 4.70</p> <p>5.00 - 0.50 = 4.50</p> <p>5.00 - 0.30 = 4.70</p> <p>5.00 - 0.30 = 4.70</p> <p>5.00 - 0.30 = 4.70</p> <p>5.00 - 0.30 = 4.70</p> | <p>1000 + 100 = 1100</p> |
|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---------|---------------------|--------|---------------------------|--------|------------|
| SECCION | <u>R. Morales R</u> | REVISO | <u>Log B. Guajardo V.</u> | APROBO | <u> </u> |
| FECHA | <u>Junio 179</u> | FECHA | <u>Junio 179</u> | FECHA | <u> </u> |



SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA

D. G. C. F.

REGISTRO DE NIVEL

Hoja No. 22 de 25

OBRA VIAL Camino Parcial - Chubasco (via recta)
 TRAMO Satevo - Valle de Zaragoza. DE km 118+720 A km 119+000
 SUB-TRAMO Satevo - Valle de Zaragoza. ORIGEN 36120558 del camino Chub.-Cd. Guadalupe.

| ESTACION | + | \bar{x} | - | LECTURA INTERMEDIA | ELEVACION | OBSERVACIONES |
|----------|-------|-----------|-------|--------------------|-----------|---------------|
| | | 1342.27 | | | | |
| 118+720 | | | | 1.93 | 40.34 | |
| 740 | | | | 1.60 | 40.67 | |
| 760 | | | | 1.95 | 40.32 | |
| 780 | | | | 2.78 | 39.49 | |
| 800 | | | | 3.58 | 38.69 | |
| | 0.012 | 1338.652 | 3.601 | | 1338.670 | |
| 818 | | | | 0.27 | 38.87 | |
| 822 | | | | 0.94 | 37.74 | |
| 827 | | | | 1.98 | 36.70 | |
| 830 | | | | 1.07 | 36.61 | |
| 854 | | | | 3.98 | 34.70 | |
| 860 | | | | 3.49 | 35.19 | |
| 867 | | | | 3.23 | 35.45 | |
| 880 | | | | 3.49 | 35.19 | |
| 877 | | | | 4.28 | 33.80 | |
| 900 | | | | 4.37 | 34.49 | |
| | 0.015 | 1334.73 | 3.961 | | 1334.715 | |
| 920 | | | | 0.90 | 33.83 | |
| 940 | | | | 1.97 | 32.79 | |
| 947 | | | | 3.53 | 31.20 | |
| 960 | | | | 2.11 | 32.62 | |
| 950 | | | | 5.25 | 29.25 | |
| 118+000 | | | | 1.78 | 1333.35 | |

R.N. 120-1
 S/G. En Tronco de "Ocojilla"
 a 2.150 m 120. de EST-119+000.00
 Elev. prom. = 1231.090 m

NIVEL G. Barquera G. REVISO Eng. R. Guajardo V. APROBO
 FECHA Mayo 1/79 FECHA Mayo 179 FECHA

de la velocidad de proyecto, esta longitud será mayor que la distancia mínima de frenado, siendo diferentes las gráficas para las curvas en cresta y en columpio.

Para utilizar las gráficas para calcular la longitud de las curvas, se entra a la gráfica con el valor de la diferencia algebraica de las pendientes y conociendo la velocidad de proyecto se obtiene la longitud de la curva en estaciones cerradas o en medias estaciones según convenga, es decir que es conveniente que los PIV (Puntos de Interacción Vertical), PCVs (Punto de comienzo de la curva vertical) y los PTVs (Principio de tangente vertical), tengan por cadenamiento números enteros y no fraccionarios, esto con el objeto de facilitar el cálculo de estas curvas verticales.

Las curvas verticales en caminos son de forma parabólica, tanto en columpio como en cresta y su cálculo se efectúa en base a la ecuación de la curva $Y = K X^2$ como se muestra a continuación:

La parábola que se aplica en el cálculo de curvas verticales, la afecta la ecuación $Y = K X^2$ en la cual el eje de las X es tangente a la parábola y el eje de las Y_v pasa por puntos de tangencia y es paralelo al eje de simetría.

Los elementos necesarios para el cálculo de una curva vertical son los siguientes:

Cadenamiento y elevación del P.I.V., (Punto de inflexión vertical).

P1 = Pendiente de entrada.

P2 = Pendiente de salida.

n = número de estaciones. V = Velocidad de proyecto.

Con los datos anteriores se calculan los demás elemen-

tos tales como:

P.C.V. = Principio de curva vertical.

P.T.V. = Principio de tangente vertical.

K. = Constante de corrección.

Ejemplo del cálculo de una curva vertical del tramo --
115+000-120+000 en el estudio del camino Parral-Chihuahua.

Datos:

P1 = - 1.813%

P.I.V. = 119+080.00

P2 = - 5.682%

Elev. del P.I.V. = 1332.24

V = 100 Km/hr.

Dif. de pendientes = $P2 - P1 = \frac{-5.682 - (-1.813)}{3.869\%} = -$

Con la diferencia de pendientes y la velocidad de proyecto entramos a la gráfica de curvas verticales en cresta, ya que la curva que estamos calculando es en cresta, así obtenemos que la longitud mínima de la curva es de 190 mts., es preferible darle un poco de margen a las curvas para que no vayan a quedar cortas, por lo tanto nosotros consideramos una longitud de 200 - mts., la subtangente de la curva vertical será de 100 mts., es decir la mitad de la longitud de la curva.

P.C.V. = P.I.V. - subtangente = 119+080.00 - 100.00 =
118+980.00.

P.T.V. = P.C.V. + long. de la curva vertical = 118+980
+ 200.00 = P.T.V. = 119+180.00

Con el P.C.V. y el P.T.V. cayeron en estaciones cerradas ya se conoce la elevación de cada uno de ellos porque se obtuvieron al calcular la subrasante.

Elevación del P.C.V. = 1334.05 ; Elev. P.T.V. = 1326.
56 m

Cálculo de la constante de corrección K.

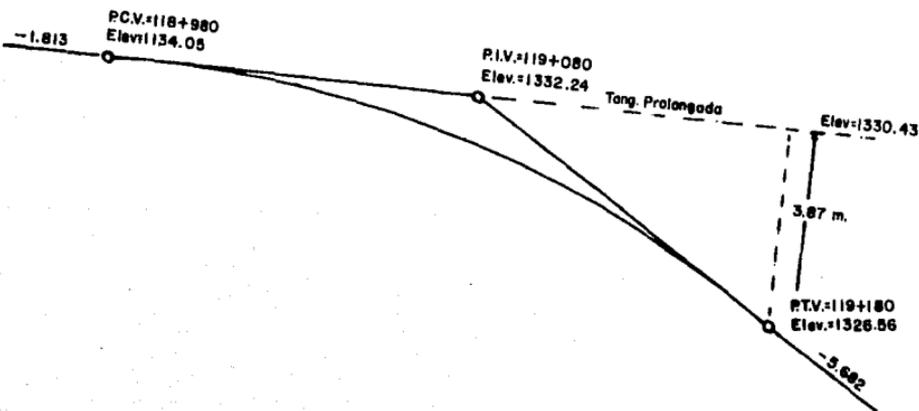
Como la longitud de la curva es de 200 mts. $n = 10$

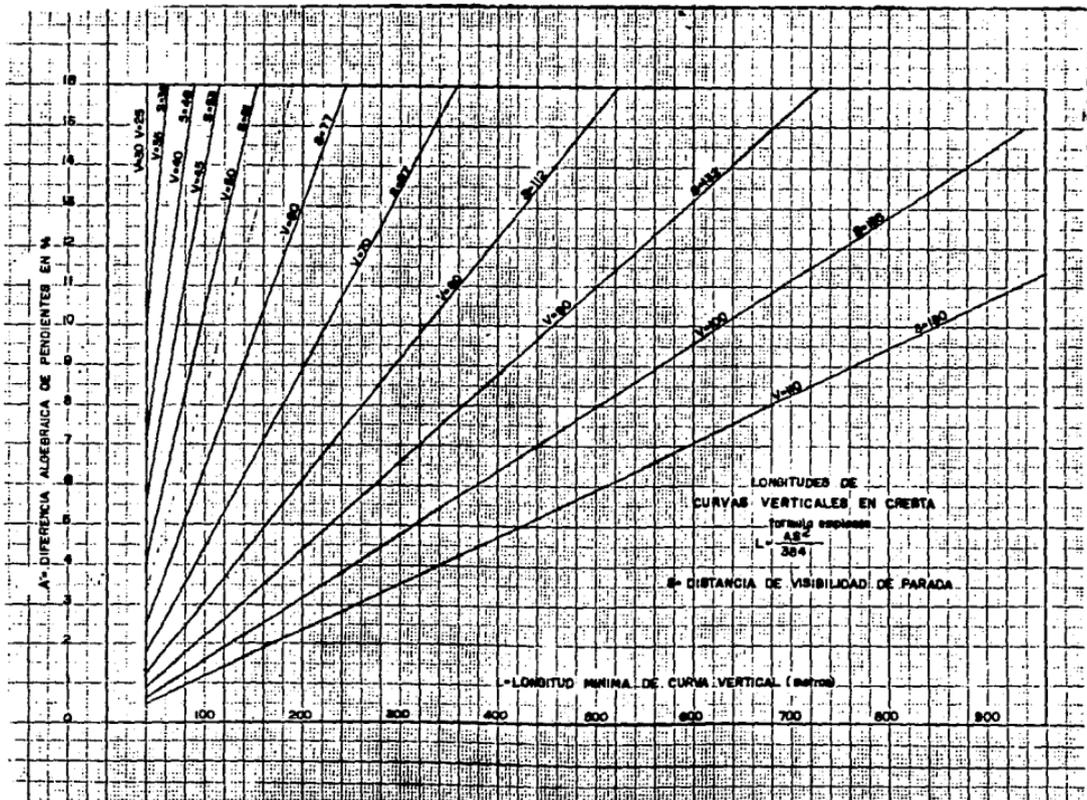
$n =$ número de estaciones de 20 mts. c/u.

$$K = \frac{P_2 - P_1}{10 n} = \frac{-5.682 - (-1.813)}{10 (10)} = \frac{-3.869}{100} = -0.03869$$

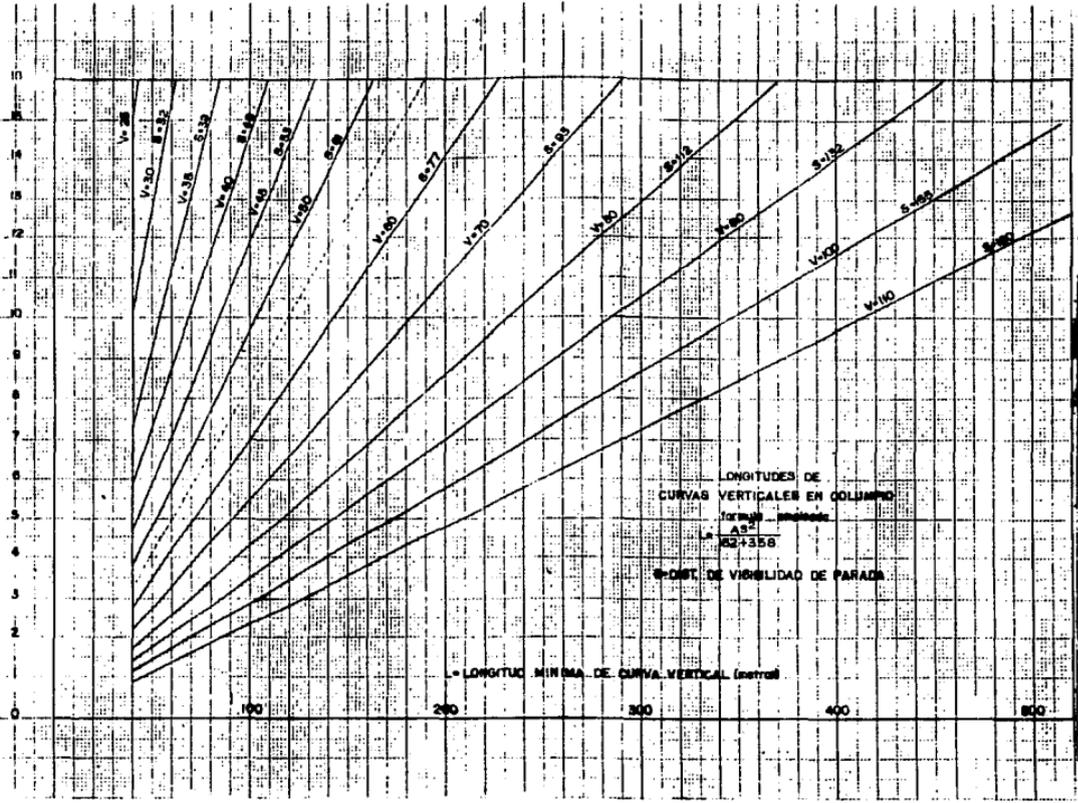
$P_2 =$ Pendiente de entrada ; $P_1 =$ pendiente de salida.

| Estación | X | X ² | Cotas de la tan. prolongada | K | Correg. C=K x ² | Cotas de la curva |
|----------------|----|----------------|--------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------|
| 118+980 P.C.V. | 0 | 0 | 1334.05 | -0.03869 | 0 | 1334.05 |
| 119+000 | 1 | 1 | 33.69 | " | - 0.03 | 33.66 |
| 020 | 2 | 4 | 33.33 | " | - 0.15 | 33.18 |
| 040 | 3 | 9 | 32.97 | " | - 0.35 | 32.62 |
| 060 | 4 | 16 | 32.61 | " | - 0.62 | 31.99 |
| 080 | 5 | 25 | 32.25 | " | - 0.97 | 31.28 |
| 100 | 6 | 36 | 31.88 | " | - 1.39 | 30.49 |
| 120 | 7 | 49 | 31.52 | " | - 1.90 | 29.62 |
| 140 | 8 | 64 | 31.16 | " | - 2.48 | 28.68 |
| 160 | 9 | 81 | 30.79 | " | - 3.13 | 27.66 |
| 119+180 P.T.V. | 10 | 100 | 30.43 | " | - 3.87 | 1326.56 |





Δ - DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES EN %





SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS

DEPENDENCIA

D. G. C. F.

CALCULO DE COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO

Hoja N° 1 de 2

OBRA VIAL Camino Parra - Chihuahua (vía corta)

DE km _____ A km _____

TRAMO Sateva' - Valle de ZaragozaORIGEN 56+809.50 D. Camino Cdb. - Cl. Cucl. TenorSUBTRAMO Sateva' - Valle de Zaragoza

| ESTACION | PUNTO OBSERVADO | SUB-TANGENTE ATRAS | TANGENTE | SUB-TANGENTE ADELANTE | DISTANCIA | DEFLEXIONES | | NUMERO ASTRONOMICAMENTE CALCULADO | PROYECCIONES | | | | | COORDENADAS | | | | | | | |
|---------------|-----------------|--------------------|----------|-----------------------|-----------|-------------|------|-----------------------------------|--------------|----|---------|---------|---------|-------------|---------|-----|-----|----|-----|-----|----|
| | | | | | | IZQ. | DER. | | SENQ | +E | -W | COSENO | +N | -S | X | Y | | | | | |
| | ET 1147740.00 | | | | | | | 5 21' 46" E | 0.37137 | | | 0.92849 | | | 139 | 488 | 00 | 3 | 077 | 72 | |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 220.00 | | 220.00 | | | | | | 81.70 | | | | 204.27 | 139 | 567 | 70 | 2 | 893 | 50 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 200.00 | | 200.00 | | | | | | 71.27 | | | | 185.70 | 139 | 643 | 97 | 2 | 707 | 80 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 200.00 | | 200.00 | | | | | | 77.27 | | | | 185.70 | 139 | 718 | 24 | 2 | 532 | 10 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 240.00 | | 240.00 | | | | | | 89.13 | | | | 222.84 | 139 | 807 | 37 | 2 | 299 | 26 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 127.32 | | 127.32 | | | | | | 47.28 | | | | 118.22 | 139 | 852 | 65 | 2 | 181 | 04 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | 198.05 | | | 198.05 | | | | | | 73.55 | | | | 183.87 | 139 | 928 | 20 | 1 | 977 | 15 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | 198.05 | 987.32 | | 1185.37 | | | 5 21' 46" E | | | 440.21 | | | | 1100.60 | 139 | 928 | 21 | 1 | 977 | 17 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | | 198.05 | 198.05 | 39° 30' | | 5 61' 08" E | 0.87575 | | 173.44 | | 0.48277 | | 95.61 | 140 | 101 | 65 | 1 | 901 | 56 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 248.46 | | 248.46 | | | | | | 217.57 | | | | 119.95 | 140 | 319 | 24 | 1 | 781 | 61 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 160.00 | | 160.00 | | | | | | 190.12 | | | | 77.27 | 140 | 459 | 36 | 1 | 704 | 37 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 240.00 | | 240.00 | | | | | | 210.18 | | | | 115.86 | 140 | 669 | 54 | 1 | 585 | 51 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 240.00 | | 240.00 | | | | | | 210.18 | | | | 115.86 | 140 | 879 | 72 | 1 | 472 | 65 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 140.00 | | 140.00 | | | | | | 122.61 | | | | 67.59 | 141 | 002 | 33 | 1 | 425 | 06 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 220.00 | | 220.00 | | | | | | 182.67 | | | | 106.91 | 141 | 182 | 00 | 1 | 298 | 85 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 72.62 | | 72.62 | | | | | | 81.11 | | | | 44.71 | 141 | 276 | 11 | 1 | 254 | 14 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | 131.24 | | | 131.24 | | | | | | 114.93 | | | | 63.36 | 141 | 391 | 04 | 1 | 190 | 72 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | 131.24 | 1341.08 | 198.05 | 1670.37 | | | 5 61' 08" E | | | 1462.83 | | | | 806.70 | 141 | 391 | 04 | 1 | 190 | 77 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | | 131.24 | 131.24 | 13° 04' | | 5 74' 12" E | 0.96222 | | 122.25 | | 0.27228 | | 35.73 | 141 | 517 | 32 | 1 | 155 | 04 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 66.05 | | 66.05 | | | | | | 63.55 | | | | 17.78 | 141 | 580 | 87 | 1 | 137 | 06 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 220.00 | | 220.00 | | | | | | 211.69 | | | | 59.90 | 141 | 722 | 56 | 1 | 077 | 16 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 240.00 | | 240.00 | | | | | | 230.93 | | | | 65.35 | 142 | 023 | 79 | 1 | 011 | 21 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 218.24 | | 218.24 | | | | | | 207.94 | | | | 59.42 | 142 | 333 | 28 | 0 | 952 | 39 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | 220.89 | | | 220.89 | | | | | | 212.54 | | | | 60.14 | 142 | 446 | 02 | 0 | 892 | 25 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | 220.89 | 744.29 | 131.24 | 1086.42 | | | 5 74' 12" E | | | 1058.00 | | | | 298.53 | 142 | 446 | 04 | 0 | 892 | 24 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | | 220.89 | 220.89 | | | 25° 16' 52" E | 0.48379 | | 106.86 | | 0.87518 | | 193.32 | 142 | 552 | 90 | 0 | 698 | 92 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 237.98 | | 237.98 | | | | | | 115.13 | | | | 208.28 | 142 | 668 | 02 | 0 | 490 | 64 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 140.00 | | 140.00 | | | | | | 67.73 | | | | 122.53 | 142 | 735 | 76 | 0 | 368 | 11 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | | 274.72 | | 274.72 | | | | | | 132.91 | | | | 240.43 | 142 | 868 | 67 | 0 | 127 | 68 |
| PT 1147740.00 | PT 1147740.00 | 89.18 | | | 89.18 | | | | | | 43.14 | | | | 78.05 | 142 | 911 | 81 | 0 | 049 | 63 |

CALCULO J. Sergio Gutiérrez Aguilar
FECHA Mayo 1979REVISO José R. Guajardo V.
FECHA Mayo 1979APROBO
FECHA

Proyecto de Secciones.

La sección transversal de un camino debe fijarse de acuerdo con el tipo de tránsito, intensidad del mismo y la velocidad de proyecto.

En nuestro país por ejemplo, para carreteras de primer orden tipo "A" se ha adoptado una sección tipo, de 9.00 mts. distribuidos de la siguiente forma: 7.50 mts., de ancho de calzada, 1.50 mts. de acotamientos, llevando en los extremos sus cunetas respectivas cuando sean necesarias.

Existen en el proyecto de las secciones del camino tres tipos que son: En balcón, en cajón y en terraplen.

Sea cual fuere el tipo de la sección, los perfiles transversales de los mismos están constituidos por dos rectas cuya inclinación es de 2%, esta pendiente satisface las exigencias aún para caminos que tengan 3 ó 4 vías de circulación en tangente. En las curvas se presentan dos fenómenos, los cuales obligan a alargar las secciones del camino, en el primer caso se observa que debido a la velocidad se produce una fuerza centrífuga que tiende a sacar a los vehículos hacia la parte exterior de la curva provocando en caso extremo la volcadura, esto se compensa sobrelevando la parte exterior de la curva, la sobreelevación de una curva está en función del grado de curvatura, la velocidad de proyecto (en general se tratará de conseguir que sea la más alta posible) y el ancho de carpeta.

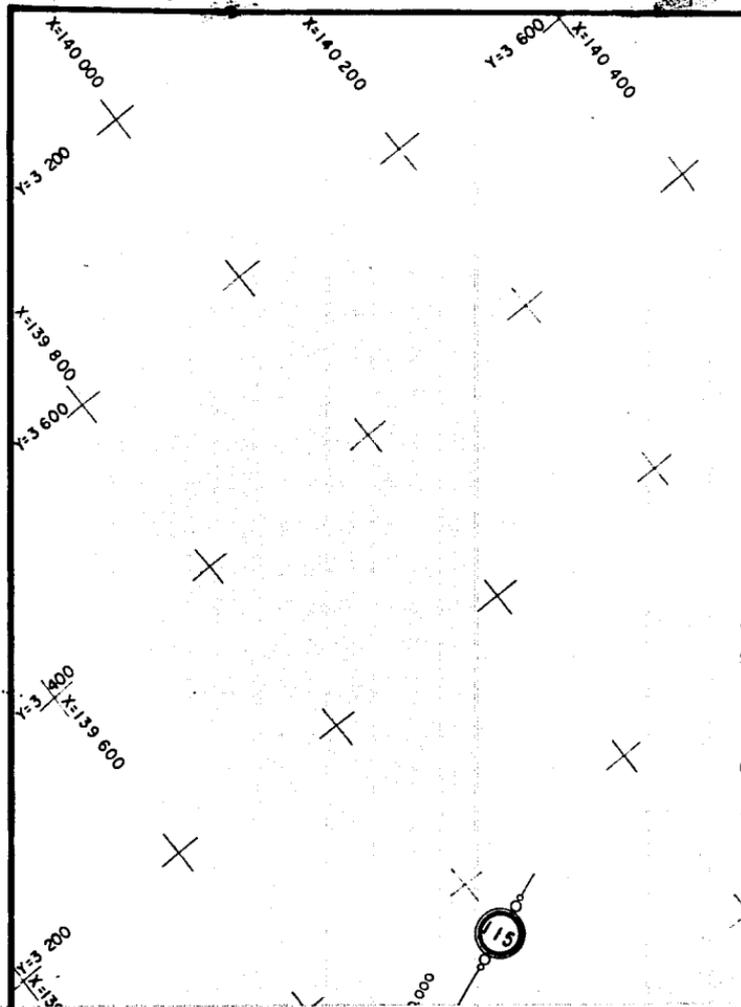
El segundo fenómeno tiene como razón la siguiente: En las curvas por ley natural las ruedas del eje delantero del carro forman un ángulo con respecto a su bastidor, esto quiere decir que forzosamente ocupa el vehículo una zona más ancha, por -

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL

-->
Continua 1

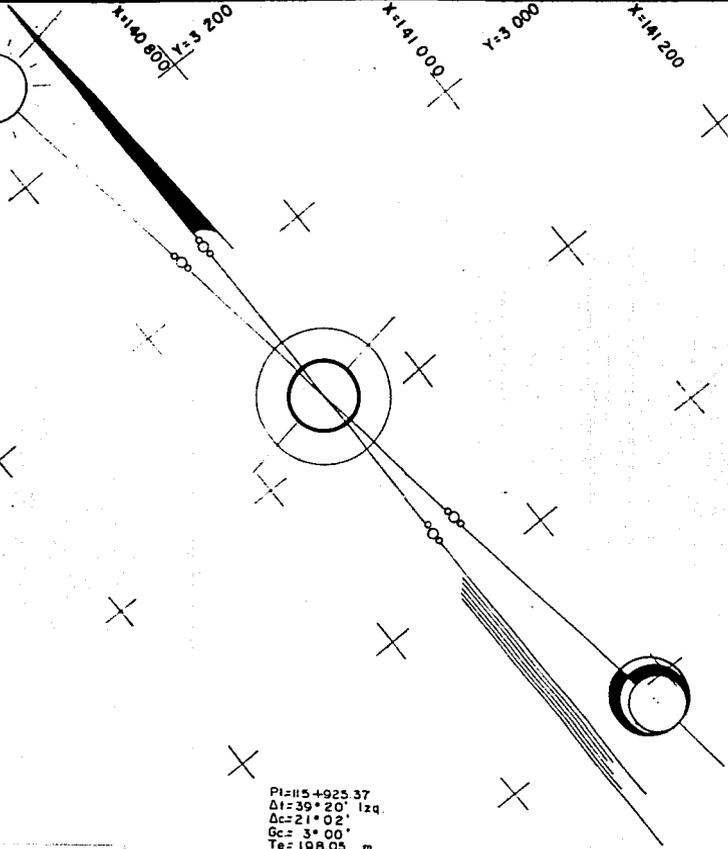
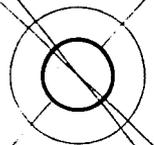
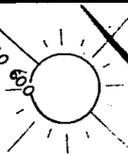


-->
Continua 2

PI=115+925.37
 $\Delta I=39^{\circ}20'$ l.zq.
 $\Delta c=21^{\circ}02'$
Gc= $3^{\circ}00'$
Te= 198.05 m
Lc= 140.22 m
Rc= 381.97 m
Vel=110 Kph

$\theta_e=9^{\circ}09'$
Xc= 12169 m

X:140 400 Y:3 400
X:140 600 Y:3 200
X:141 000 Y:3 000
X:141 200 Y:2 800
X:141 400 Y:2 600
X:141 600 Y:2 400



Y=3 600 X=140 400

Y=2 600 X=141 600

Y=2 400 X=141 800

X=142 000

Y=2 200

X=142 200

Y=2 000

X=142 400

Y=1 800 X=142 600



-->
Continua 3

Ejido "Valle de Zaragoza"

PS-118-3500

PS-118-3500



X=142 400 Y=1 600 X=142 600 Y=1 600 X=143 000 Y=1 400 X=143 200 Y=1 200 X=143 400 Y=1 200 X=143 600 Y=1 000 X=143 800 Y=1 000

PI=118+679 13
 Δ =45° 16' Der
 Δ c=26° 38'
 Gc=3° 00'
 Tc=220.80 m
 Lc=179.78 m
 Rc=381.97 m
 Vel=110 Kph.

Qc=9° 09'
 Xc=121.69 m
 Yc=6.48 m
 Lc=122.00 m

Continua 4

Ejido "Valle de Zorogozo"

118

119



PI=119+623.90
 Δ =8° 54' Der.
 Gc=1° 00'
 St=89.18 m
 Lc=178.00 m
 Rc=1145.92 m
 Vel=110 Kph.

X=143 400
Y=0 200

X=143 600
Y=1000

X=143 800
Y=0 800

X=144 000
Y=0 600

X=144 200
Y=0 400

X=144 400
Y=0 200

X=144 600
Y=0 000

RELACION DE MOJONERAS

PST=114+960.000
 PST=115+440.000
 PI= 115+925.370
 PST=116+320.000
 PST=117+000.000
 PI= 117+583.860
 PST=118+000.000
 PI =118+679.130
 PI =119+623.900
 PST=119+796.000

X=144 800
Y=0 000/A.T
Y=10 000/A.T

X=144 200
Y=9 800

X=144 400
Y=9 600

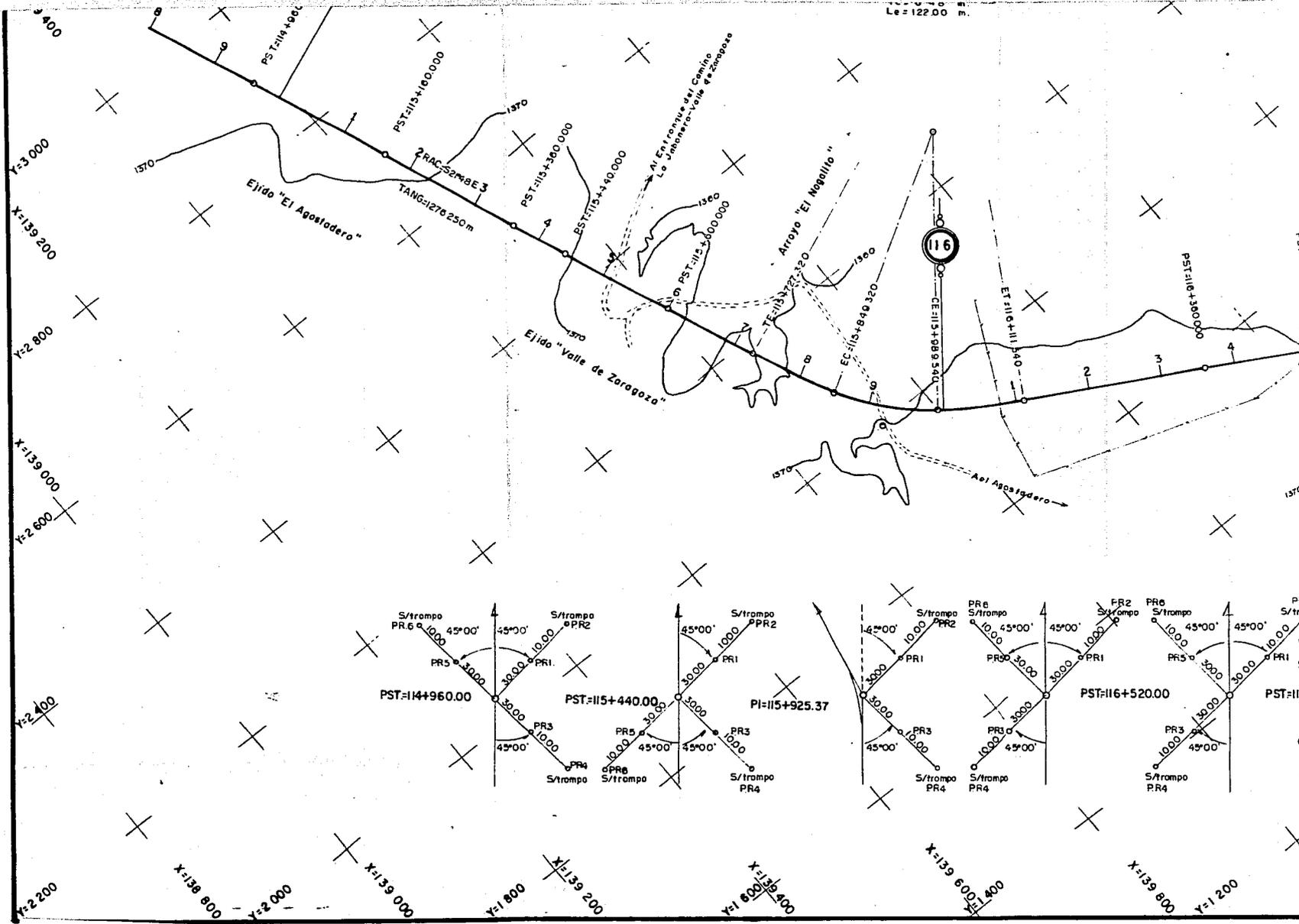
X=144 600
Y=9 400

PI=119+623.90
 $\Delta = 8^{\circ} 54'$ Der.
 Gc=1^{\circ} 00'
 St=89.18 m.
 Lc=178.00 m.
 Rc=1145.92 m.
 Vel.=110 Kph.

-->
Continua 5

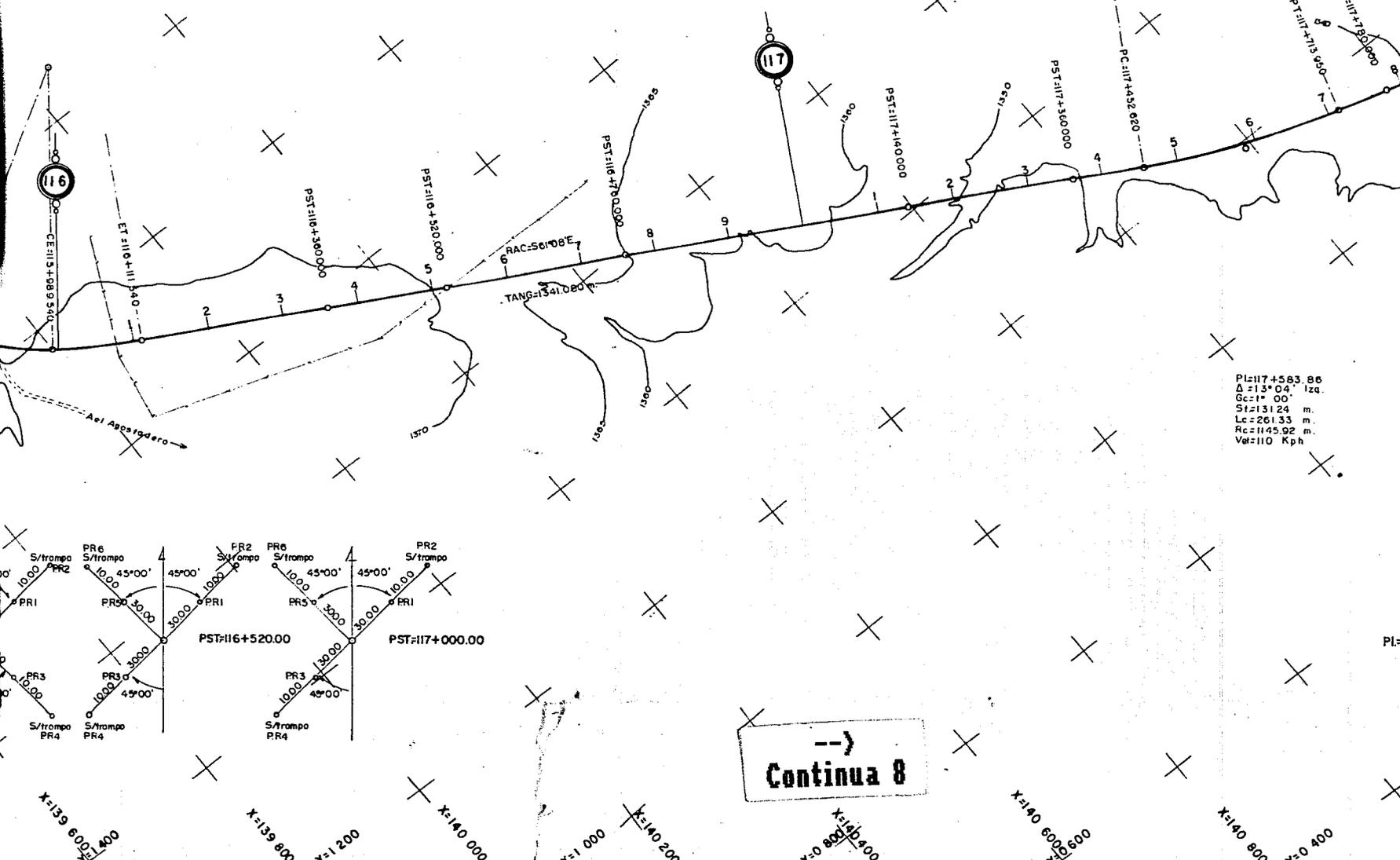
1350

1000
1320



-->
Continua 7

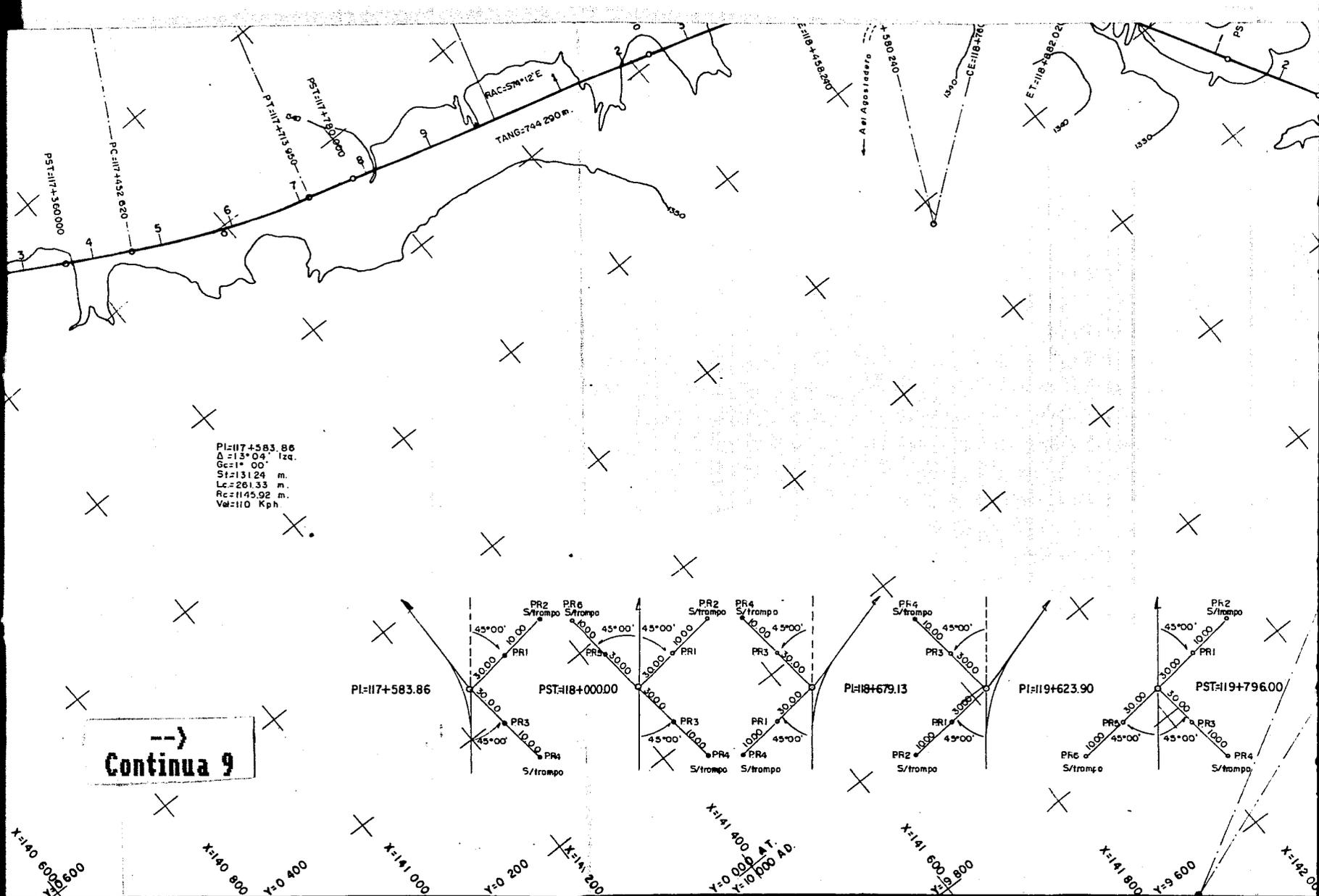
E. 122.00



PI=117+583.86
 $\Delta = 13^{\circ}04'12''$
 Gc=1' 00"
 St=131.24 m
 Lc=261.35 m
 Rc=1145.92 m
 Vel=110 Kph

-->
Continua 8

X=139 600 000 Y=1 400
 X=139 800 Y=1 200
 X=140 000 Y=1 000
 X=140 200 Y=0 800
 X=140 400 Y=0 600
 X=140 600 Y=0 400
 X=140 800 Y=0 200
 X=141 000 Y=0 000



PI=117+583.86
 $\Delta = 13^{\circ}04'$ Iza.
 Gca=1° 00'
 St=131.24 m.
 Lc=261.33 m.
 Rc=1145.92 m.
 Vel=110 Kph.

-->
Continua 9

PI=117+583.86

PST=118+000.00

PI=118+679.13

PI=119+623.90

PST=119+796.00

X=140 600
Y=0 200

X=141 000
Y=0 400

X=141 400
Y=0 600

X=141 800
Y=0 800

X=141 400
Y=0 000
Y=10 000 Ad.

X=141 600
Y=2 800

X=141 800
Y=9 600

X=142 000

TANG=744 290 R.

PS:117+360.000

PC:117+432.620

PST:117+360.000

PT:117+113.980

RAC=57°12' E

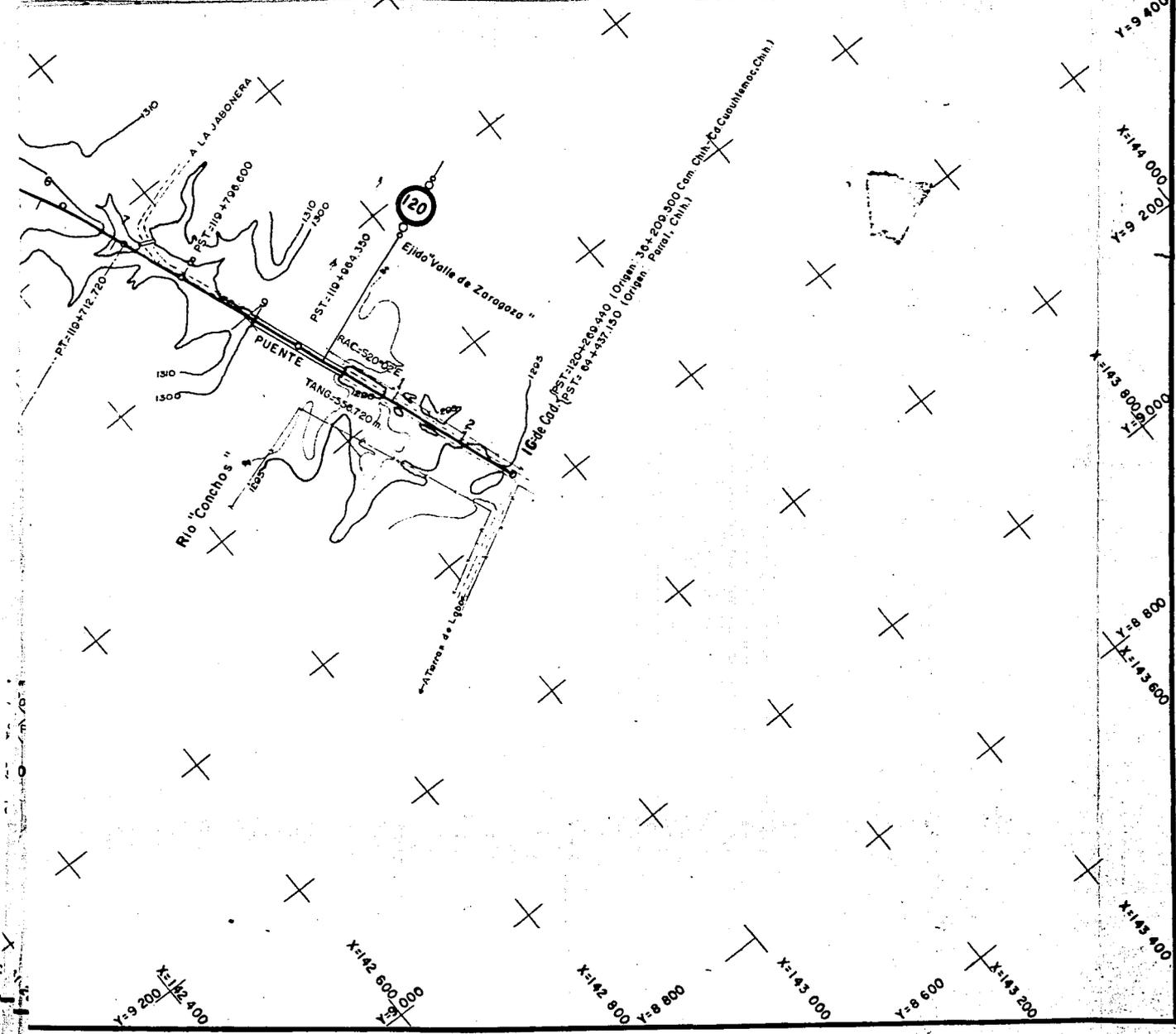
E:118+338.200
A w/ Agosadero

X=150 000

CE:118+76

ET:118+882.02

PS



625

lo que se soluciona el problema empleando el ancho de calzada en su parte interna en razón directa al aumento del grado de la curva.

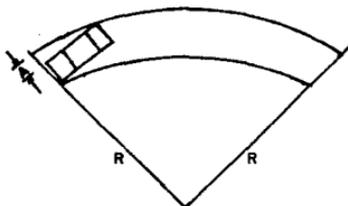
Cálculo de sobreelevaciones y ampliaciones.

Para tener una idea más precisa de las semicoronas que se tendrán a lo largo del tramo, empezamos a calcular, con las tablas apropiadas al caso (lo que normalmente deberá ser motivo de consulta) los valores de sobreelevaciones y ampliaciones para curvas.

El procedimiento es bastante conocido y se pueden tomar en cuenta las siguientes fórmulas:

Ampliación.

Hay que tomar en cuenta la ampliación de la curva, ya que como se dijo el vehículo ocupa en curva un ancho mayor que en tangente.



De la figura deducimos el valor de la ampliación A que es la ampliación para un carril de circulación, el valor A será:

$$A = R - \sqrt{R^2 - l^2}$$
 para una circulación de doble vía bastará con multiplicar por 2 este valor, por ejemplo:

$$A = 2 \left(R - \sqrt{R^2 - l^2} \right)$$
 teniendo que:

A = ampliación de la curva.

R = radio de la curva.

l = longitud del vehículo.

Sobreelevación.

La sobreelevación es la pendiente que se dá a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal, para alcanzar esta sobreelevación hay que hacerlo gradualmente en la transición de entrada de tal manera que al entrar en curva haya una sobreelevación constante, empezando a disminuir gradualmente al terminar la curva en la transición de salida.

La sobreelevación se calcula en función del radio de la curva y de la velocidad del vehículo mediante la fórmula:

$$S = \frac{l}{127.14} \frac{V^2}{R} - f \text{ en el cual:}$$

S = Sobreelevación en valor absoluto.

V = Velocidad del vehículo, en km/hr.

R = Radio de la curva en mts.

f = fuerza centrífuga $f = \frac{V^2}{R}$

Sin embargo algunos problemas relacionados con la construcción, operación y conservación de la carretera, han mostrado la necesidad de fijar una sobreelevación máxima, admitiéndose cuatro valores, se usa una sobreelevación máxima de 12% en aquellos lugares en donde no existen heladas ni nevadas y el porcentaje de vehículos pesados en la corriente de tránsito es mínimo, se usa 10% en los lugares en donde sin haber nieve o hielo se tiene un gran porcentaje de vehículos pesados; se usa 8% en zonas en donde las heladas o nevadas son frecuentes y finalmente

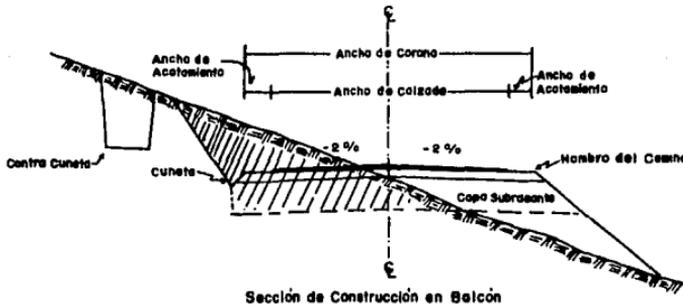
se usa 6% en zonas urbanas.

A continuación se presentan las secciones típicas en una tan. del alineamiento horizontal, y unas tablas tubuladas y nomogramas para el proyecto de secciones.

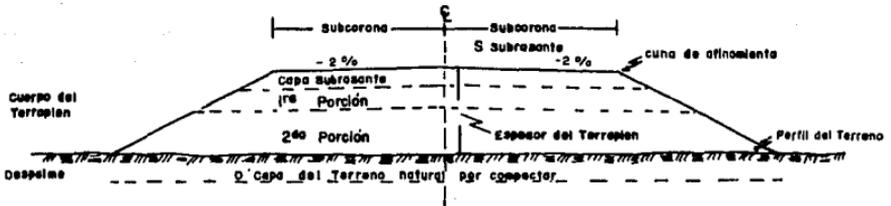
Análisis de secciones críticas.

En el estudio del camino Parral-Chihuahua existieron algunas secciones críticas, en los terrenos con fuerte pendiente transversal es donde se aprecia en todo su valor, la importancia de este estudio, ya que nos permite determinar las limitaciones en altura, de la subrasante por causas tales como invasión de cauces con las terracerías, alejamiento innecesario y poco constructivo de los cerros del terraplén, que produce cuñas, que nos obligan a considerar el anclaje de las terracerías (por tal motivo, y en términos generales, se fija como una especificación flexible, la distancia de 35 m. como máximo para los cerros del terraplén); cuando la pendiente transversal impide la estabilidad de los rellenos, será necesario ver la posibilidad de emplear muros de contención, que por economía y por facilidad de construcción, conviene limitar en altura y longitud a máximos de $h = 6.00$ m. y $l = 20$ m. Estos valores no deben tomarse como norma rígida y en cada caso debe hacerse un estudio económico entre el costo de la excavación adicional que habría que ejecutar y el costo del muro que nos permite esa disminución de volumen, tratando siempre de evitar el uso frecuente de ese tipo de estructuras.

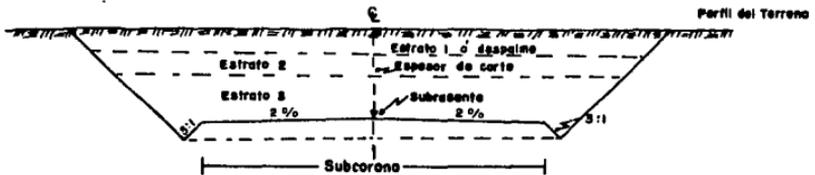
Como resultado del análisis, que es la determinación de la altura máxima de subrasante tolerable de acuerdo con el ancho de corona, sobre elevaciones, ampliaciones, se obtienen una serie de puntos que se marcan en el perfil y que posteriormente



Sección de Construcción en Balcón



Sección de Construcción en Terrapién



Sección de Construcción en Cajón



S.E. 4431NA = 10.0 D/3
 BUNDO EN TANG. = 2.0/C
 L.T.T. = 8V3

CARPETA VRL = 80 KPH
 = 7.30

| G.C. | S.F. O/C | AMPLIACION | T.F. | N. | CONST. S.E. | CONST. DE AMPLIACION | AMPLIACION N |
|------|----------|------------|--------|-------|-------------|----------------------|--------------|
| 0.5 | 2.00 | 0.0 | 1.1.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.0 | 0.0 |
| 1.0 | 2.50 | 0.0 | 1.2.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.0 | 0.0 |
| 1.5 | 3.00 | 0.10 | 1.3.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.00625 | 0.09 |
| 2.0 | 3.50 | 0.10 | 1.4.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.01250 | 0.08 |
| 2.5 | 4.00 | 0.20 | 1.5.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.01875 | 0.10 |
| 3.0 | 4.50 | 0.30 | 1.6.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.02500 | 0.12 |
| 3.5 | 5.00 | 0.40 | 1.7.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.03125 | 0.10 |
| 4.0 | 5.50 | 0.50 | 1.8.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.03750 | 0.12 |
| 4.5 | 6.00 | 0.60 | 1.9.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.04375 | 0.11 |
| 5.0 | 6.50 | 0.70 | 2.0.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.05000 | 0.12 |
| 5.5 | 7.00 | 0.80 | 2.1.00 | 12.80 | 0.15625 | 0.05625 | 0.10 |

4A

ESTACION DE PROGRAMACION Y EXTRACCION S.E.T.



S.E. 4431NA = 10.0 D/3
 BUNDO EN TANG. = 2.0/C
 L.T.T. = 8V3

CARPETA VRL = 90 KPH
 = 7.30

| G.C. | S.F. O/C | AMPLIACION | T.F. | N. | CONST. S.E. | CONST. DE AMPLIACION | AMPLIACION N |
|------|----------|------------|--------|-------|-------------|----------------------|--------------|
| 0.5 | 2.00 | 0.0 | 1.1.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.0 | 0.0 |
| 1.0 | 2.50 | 0.0 | 1.2.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.0 | 0.0 |
| 1.5 | 3.00 | 0.10 | 1.3.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.00408 | 0.08 |
| 2.0 | 3.50 | 0.20 | 1.4.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.00817 | 0.09 |
| 2.5 | 4.00 | 0.30 | 1.5.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.01226 | 0.07 |
| 3.0 | 4.50 | 0.40 | 1.6.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.01635 | 0.09 |
| 3.5 | 5.00 | 0.50 | 1.7.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.02044 | 0.10 |
| 4.0 | 5.50 | 0.60 | 1.8.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.02453 | 0.09 |
| 4.5 | 6.00 | 0.70 | 1.9.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.02862 | 0.10 |
| 5.0 | 6.50 | 0.80 | 2.0.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.03271 | 0.09 |
| 5.5 | 7.00 | 0.90 | 2.1.00 | 14.40 | 0.13889 | 0.03680 | 0.10 |

5A

ESTACION DE PROGRAMACION Y EXTRACCION S.E.T.



S.E. 4431NA = 10.0 D/3
 BUNDO EN TANG. = 2.0/C
 L.T.T. = 8V3

CARPETA VRL = 100 KPH
 = 7.30

| G.C. | S.F. O/C | AMPLIACION | T.F. | N. | CONST. S.E. | CONST. DE AMPLIACION | AMPLIACION N |
|------|----------|------------|--------|-------|-------------|----------------------|--------------|
| 0.5 | 2.00 | 0.0 | 1.1.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.0 | 0.0 |
| 1.0 | 2.50 | 0.10 | 1.2.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.00431 | 0.07 |
| 1.5 | 3.00 | 0.20 | 1.3.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.00861 | 0.09 |
| 2.0 | 3.50 | 0.30 | 1.4.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.01291 | 0.07 |
| 2.5 | 4.00 | 0.40 | 1.5.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.01721 | 0.09 |
| 3.0 | 4.50 | 0.50 | 1.6.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.02151 | 0.08 |
| 3.5 | 5.00 | 0.60 | 1.7.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.02581 | 0.09 |
| 4.0 | 5.50 | 0.70 | 1.8.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.03011 | 0.08 |
| 4.5 | 6.00 | 0.80 | 1.9.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.03441 | 0.09 |
| 5.0 | 6.50 | 0.90 | 2.0.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.03871 | 0.08 |
| 5.5 | 7.00 | 1.00 | 2.1.00 | 16.00 | 0.12500 | 0.04301 | 0.09 |

6A

ESTACION DE PROGRAMACION Y EXTRACCION S.E.T.



S. 2. 4x4IMA = 10.0 3/0
 3. 4. 3. 3 EA TANC. = 2.0/C
 C. 1. 1. = SVS

VCL = 110 KPH
 CARPETA = 7.30

| G.C. | S.E. 2/0 | AMPLIACION | T.T. | N. | CONST. S.F. | CONST. DE AMPLIACION | AMPLIACION N |
|------|----------|------------|-------|-------|-------------|----------------------|--------------|
| C. 5 | 2.00 | U. 0 | 17.40 | 17.00 | C=11204 | 0.0 | C=C |
| 1.0 | 3.40 | O. 10 | 29.92 | 17.00 | U=11304 | 0.00284 | 0.06 |
| 1.5 | 3.00 | O. 20 | 44.00 | 17.10 | U=11304 | 0.00455 | 0.08 |
| 2.0 | 4.10 | O. 30 | 58.96 | 17.00 | O=11304 | 0.00599 | 0.09 |
| 2.5 | 8.4C | D. 30 | 73.92 | 17.00 | D=11304 | 0.00406 | 0.07 |
| 3.0 | 10.00 | C. 40 | 88.00 | 17.00 | D=11304 | 0.00453 | 0.09 |

TA1

nos servirán de guía para proyectar la subrasante.

Una vez proyectadas las secciones transversales del nuevo camino conforme a lo antes expuesto, se procede a determinar en ellas, las áreas de corte o terraplén, como antes se mencionó, se utiliza el planímetro que dá valores bastante aceptables, la única forma de checar es repitiendo el proceso, se acostumbra hacerlo dos ó tres veces promediando los valores obtenidos.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se dá el nombre de movimiento de tierras al trabajo que es necesario ejecutar para tener una superficie de rodamiento que permita rapidez en el tránsito de vehículos, este trabajo requiere previamente un estudio de gabinete que facilite los elementos necesarios para construir un camino con todos los adelantos de ingeniería.

En la actualidad el estudio de este movimiento de tierras se hace mediante procedimiento electrónico la mayor parte de los tramos, en el estudio del camino Parral-Chihuahua el análisis del movimiento de tierras fué combinado, es decir algunos tramos se analizaron por computación (proceso electrónico) y otros con el método tradicional.

Para poder empezar el análisis del movimiento de tierras es necesario contar con una serie de datos que nos permita tener un conocimiento general de la zona. Esta serie de datos son los siguientes:

- 1.- Datos generales del proyecto.

- 2.- Datos de suelo (estudio geotécnico)
- 3.- Datos de alineamiento vertical
- 4.- Datos para proyecto de terraplenes y cortes.
- 5.- Datos de alineamiento horizontal (ampliaciones y sobreelevaciones).
- 6.- Datos del perfil longitudinal y secciones transversales.

Estudio Geotécnico.

La ejecución del estudio geotécnico en el camino Parral-Chihuahua, se ejecutó en dos etapas: La primera comprendió el reconocimiento, la exploración, el levantamiento de datos y las pruebas de laboratorio; la segunda etapa en la que se recopiló la información disponible, se analiza, se producen recomendaciones y se redacta el informe correspondiente.

Para facilitar y ordenar los trabajos de campo es necesario dividir el camino en estudio en zonas de características similares, lo que se hace en base a la fisiografía. Los aspectos litológicos y de suelos permiten hacer una subdivisión en subzonas.

La descripción de cada subzona deberá hacerse verticalmente, clasificando cada una de las capas ó estratos que la compongan, para lo cual, es necesario efectuar sondeos, tomar muestras, efectuar pruebas manuales de campo y pruebas de laboratorio en el caso de suelos. Para el estudio de rocas, será necesario efectuar un análisis detallado de los afloramientos, determinando la clasificación y estructura de las rocas.

Una vez establecida la zonificación se clasifican cada

COEFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRICA.

| TIPO DE MATERIAL | Cnc | | | Cn2 | |
|---|------------|------|------|----------|--------|
| | COMPACTADO | | | BANDEADO | SUELTO |
| | 90% | 95% | 100% | | |
| ARENA.- COMPACIDAD | | | | | |
| SUELTA | 0.87 | 0.82 | 0.78 | | 1.00 |
| MEDIANAMENTE COMPACTA | 0.96 | 0.91 | 0.86 | | 1.10 |
| COMPACTA | 1.03 | 0.98 | 0.93 | | 1.20 |
| MUY COMPACTA | 1.11 | 1.05 | 1.00 | | 1.28 |
| LIMO.- COMPACIDAD | | | | | |
| MUY SUELTO | 0.82 | 0.78 | 0.74 | | 1.06 |
| SUELTO | 0.91 | 0.86 | 0.82 | | 1.17 |
| MEDIANAMENTE COMPACTO | 0.99 | 0.94 | 0.89 | | 1.27 |
| COMPACTO | 1.06 | 1.00 | 0.95 | | 1.36 |
| MUY COMPACTO | 1.11 | 1.05 | 1.00 | | 1.43 |
| ARCILLA.- CONSISTENCIA | | | | | |
| MUY BLANDA | 0.78 | 0.74 | 0.70 | | 1.08 |
| BLANDA | 0.87 | 0.82 | 0.78 | | 1.20 |
| MEDIA | 0.95 | 0.90 | 0.85 | | 1.30 |
| FIERME | 1.01 | 0.96 | 0.91 | | 1.40 |
| MUY FIERME | 1.08 | 1.02 | 0.97 | | 1.49 |
| DURA | 1.14 | 1.08 | 1.02 | | 1.57 |
| ROCAS | | | | | |
| MUY INTEMPERIZADAS.- Rocas con alteración física y química muy avanzadas, poco cementadas con grietas apreciables, rellenas de suelo; se desmenuzan fácilmente, podrán atacarse con tractor y se obtendrán fragmentos chicos, gravas, arenas y arcillas. | | | | 1.00 | 1.10 |
| MEDIANAMENTE INTEMPERIZADAS.- Rocas con alteración física y química medianamente avanzadas, medianamente cementadas, fracturadas; para atacarlas se requerirá el empleo de arado y de explosivos de bajo poder; se obtendrán fragmentos chicos y medianos, gravas y arcillas. | | | | 1.07 | 1.25 |
| POCO INTEMPERIZADAS.- Rocas con poca alteración física o química, bien cementadas, poco fracturadas. Para atacarlas se requerirá el empleo de explosivos de alto poder y se obtendrán fragmentos chicos, medianos y grandes, gravas. | | | | 1.15 | 1.50 |
| GRANAS.- Rocas sin alteración física o química, poco o nada fisuradas, bien cementadas, densas, para atacarlas se requerirá el empleo de explosivos de alto poder y se obtendrán fragmentos grandes y medianos. | | | | 1.25 | 1.75 |

Cnc.- Coeficiente de variación volumetrica de Edo. natural a Edo. compactado

uno de los materiales que forman el perfil de suelos, proporcionando los datos necesarios para el cálculo de curva masa e incluyendo los tratamientos y procedimientos recomendables en cada caso. Dicha información se recopila en formas similares a las de el trazo definitivo, pero con diferentes enunciados. La clasificación se hace de la siguiente manera:

1.- Para el camino Parral-Chihuahua la clasificación del suelo varía a lo largo de la línea en estudio, esta clasificación en el tramo 115+000 a 120+000 es la siguiente:

Para el primer estrato (indefinido) se encontraron: -- Fragmentos chicos sueltos (Fom.) También se encontraron: Gravas arcillosas medianamente cementadas, poco húmedas (G_g).

El coeficiente de variación volumétrica (c.v.v.) en la compactación es la siguiente: 1.00 para el 90%, 0.95 para el 95% y 0.90 para el 100%, esto indica que para un grado de compactación del 90% el m^3 de ese material extraído no sufrirá ningún -- cambio en su volumen si se compacta al 90%, por lo tanto si la compactación de ese m^3 se incrementa el volumen de ese material se reducirá y así sucesivamente de acuerdo con esto entre mayor sea la compactación el coeficiente de variación volumétrica será menor y esta a su vez está sujeto al tipo de material de que se trate. (ver tabla siguiente).

2.- Tratamiento Probable.- Se refiere al tratamiento mecánico que se recomienda dar a cada uno de los tipos de material encontrados, cuando se coloquen formando un terraplén. Para nuestro camino en estudio en el primer estrato se recomienda despalme y/o escarificación y en el segundo estrato se recomienda compactarlo.

3.- Coeficientes de Variación Volumétrica.

Estos coeficientes se refieren a la relación que existe entre el peso volumétrico seco del material en su estado natural y el peso volumétrico seco del material colocado en el terraplén. Dichos coeficientes varían de acuerdo al grado de compactación, que para el tramo 115+000 al 120+000 del camino Parral-Chihuahua son:

- 1.00 para el 90% de compactación.
- 0.95 para el 95% de compactación.
- 0.90 para el 100% de compactación.

4.- Clasificación para Presupuesto.

Esta clasificación se hace en base a lo establecido en las Especificaciones Generales de Construcción de la S.A.H.O.P. clasificándolos en tres tipos: Tipo A (fácilmente escavable con pico y pala), Tipo B (no se requiere el uso de explosivos), y Tipo C (roca, requiere el uso de explosivos). Para nuestro tramo la clasificación es la siguiente:

30-70-00. Tipo A 30%, Tipo B 70% y Tipo C 00%.

5.- Taludes recomendables.

En este estudio de suelos se indican los taludes estables tanto para cortes como para terraplenes, expresándolos con el desplazamiento horizontal por una altura unitaria. Por tanto los taludes recomendables para nuestro tramo son:

Terraplén

De 0.60 m. a 2.00 m. 2 X 1

De 2.00 m. en adelante 1.5 X 1

Corte.

Despalme 1.0 X 1

Corte 3/4 X 1

6.- Observaciones

Las observaciones que se tienen que tomar en cuenta para el cálculo de curva masa de nuestro tramo son:

a).- El material es adecuado para la construcción del cuerpo del terraplén, capa de transición y capa subrasante.

b).- En cortes el material excavado se debe proyectar para capa subrasante de 0.30 m. de espesor, debiéndose abrir una caja de 0.30 m. compactar la superficie descubierta a 95% en los 0.20 m. superficiales y con el material de banco construir la capa subrasante al 100% de compactación.

c).- En terraplenes formados por el producto de la exca vacación de cortes o préstamos hay que proyectar una capa de - transición, entre el cuerpo del terraplén y la capa subrasante - de 0.50 m. de espesor compactada al 95%. La capa subrasante se formará con material de características adecuadas, proveniente - del préstamo más cercano, compactado al 100%.

d).- Para poder utilizar este material en la construcción de la capa subrasante deberán eliminarse todos los fragmentos de roca mayores de 725 cm.

e).- Para las zonas de corte se podrán ubicar préstamos abatiendo taludes o abriendo banquetas.

Subrasante.

El estudio de la rasante se ejecuta directamente sobre el perfil del trazo definitivo y tiene como fin proyectar el movimiento de tierras más conveniente, este alineamiento al igual - que el alineamiento horizontal se caracteriza por tener tangentes

y curvas; en el alineamiento vertical las tangentes son líneas - con pendientes positivas o negativas según la posición de la tangente, si la tangente asciende la pendiente será (+) y si la tangente desciende la pendiente será (-), estas tangentes están comprendidas entre curvas parabólicas verticales, las que debido a la topografía del terreno no pueden tener una pendiente constante en el desarrollo de un camino y por lo mismo no es posible tener una sola tangente vertical, ahora bien teniendo que cambiar pendientes por la topografía del terreno y por el costo del camino es necesario pasar gradualmente de una pendiente a otra, esto se logra mediante curvas parabólicas verticales, las cuales eliminan los cambios bruscos de pendiente.

Las pendientes se estudian de tal manera que sin excederse del máximo permisible (pendiente gobernadora) sea posible la compensación de las terracerías.

Es indispensable al proyectar la rasante tomar en consideración las elevaciones de los puntos de pasos obligados como son cruces con vías de ferrocarril, caminos, oleoductos, ríos, -- puentes construídos, secciones críticas, etc., en el caso del camino Parral-Chihuahua la subrasante en una parte del tramo 115+000 - 120+000 estuvo definida por la rasante del puente del río - Conchos que es un paso obligado para el nuevo camino.

El valor de cada pendiente es equivalente a la función trigonométrica de la tangente por ejemplo:

$$\text{Tan. A} = \frac{V}{H} = \text{pendiente}$$

Estas pendientes las puede manejar el curvamacero a - criterio dentro de ciertos límites y restricciones, una vez pro-

yectada la subrasante se procede a dar valores numéricos, partiendo de una elevación origen al proyectar la primera tangente de la lineamiento vertical.

Tomando como ejemplo la pendiente de la tangente del - tramo 114+800 - 115+370 que es +0.577%, de acuerdo con el razonamiento anterior, en 100 m. de longitud se deben ascender 0.577 - mts., ahora bien, como es necesario conocer las elevaciones para cada estación (de 20 mts.) podemos decir que el desnivel por estación es $0.577/5 = 0.1154 = 0.12$.

Si la cota (elevación) de partida del PIV. 14+810 es - 1367.82 bastará ir sumando la constante 0.1154 a este valor las elevaciones de proyecto correspondiente a toda la tangente.

La pendiente de dicha tangente se obtuvo de la diferencia de elevaciones de los P.I.Vs. dividida entre la distancia que hay entre ellos, es decir:

P.I.V. = 14+810.00 Elevación = 1,367.82 mts.

P.I.V. = 15+370.00 Elevación = 1,371.05 mts.

Distancia= 560.00 mts. Dif. = 3.23 mts.

∴ Pendiente de la tangente = $\frac{3.23}{560.00} = 0.0057679 = 0.577\%$

Los P.I.s por comodidad para el cálculo de las curvas - verticales se proyectan de tal manera que queden en estaciones ce rradas o en media estación.

El registro de los datos de la subrasante se hace en ho jas especiales para el cálculo de la curva masa, en la cual se an ota en la primera columna el cadenamiento del tramo empezando de arriba hacia abajo, en la segunda columna se anotan las elevaciodel terreno correspondientes a cada uno de los puntos nivelados, -

la 3ra. columna se subdivide en dos columnas, una llevará la anotación de la pendiente de cada tangente e irán apuntados los P.C.V.s, P.I.Vs., y P.T.Vs., en la otra se anotan las elevaciones de la subrasante sin haber calculado las curvas verticales, en la 4ta. columna se anotan las correcciones de elevación por el cálculo de las curvas verticales, en la 5ta. columna se anotan las elevaciones de la subrasante ya corregidas, la 6ta. columna se subdivide también en dos columnas en la 1ra. se anotan los espesores de corte y en la 2a. los espesores de terraplén según el caso, hasta esta columna los datos se obtienen del perfil del trazo definitivo y de la subrasante proyectada.

Los espesores se obtienen de restar algebraicamente — las elevaciones del terreno natural del tramo y las elevaciones de la subrasante proyectada, si el resultado es positivo el espesor será de corte, y si el resultado de la suma algebraica es negativa el espesor será de terraplén, por ejemplo:

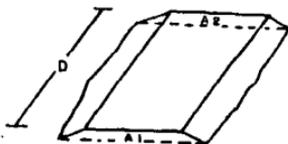
| Estación | Elevación del terreno | Elevación subrasante | Espesores corte | terraplén |
|----------|-----------------------|----------------------|-----------------|-----------|
| 115+240 | 70.09 | 70.30 | | - 0.21 |
| 115+260 | 70.86 | 70.40 | + 0.46 | |

Así sucesivamente se determinan todos los espesores, — los cuales nos van a servir para dibujar la sección del camino — nuevo sobre la sección del terreno natural y así poner a la altura correcta el C.L. (centro línea) de la sección de proyecto del nuevo camino sobre la sección del terreno natural y así poder sacar o calcular las áreas que se van a cortar ó a rellenar como — anteriormente se vió.

Cálculo de volúmenes.

Una vez que se han determinado las áreas de las secciones

nes de construcción, se procede al cálculo de volúmenes de tierra que consiste en sumar las áreas de dos secciones contiguas y el resultado de la suma de estas secciones se tiene que multiplicar por la semidistancia que las separa por ejemplo:



Volúmen del prisma.

$$V = (A1 + A2) \frac{D}{2}$$

$$\frac{D}{2} = \text{semidistancia entre secciones}$$

En la hoja de cálculo de la curva masa en la columna -- 7ma. se anotan los valores de las áreas calculadas ya sea de corte ó terraplén, en la columna 8va. que también está subdividida - en dos columnas una de corte y otra de terraplén, en las cuales - se anotan las sumas de las áreas ya sea de corte ó de terraplén, en la 9na. columna se anotan las semidistancias que existen entre secciones, es decir que si el cadenamiento de una estación es - - 119+020 y el cadenamiento de la estación siguiente es 119+028, la semidistancia entre estas dos estaciones será:

$$\frac{D}{2} = \frac{119+028 - 119+020}{2} = \frac{8}{2} = 4$$

En la 10a. columna se anotan los valores de los volúmenes ya sean de corte ó terraplén, estos se calculan multiplicando la suma de las áreas (corte ó terraplén) por la semidistancia de la estación correspondiente. La 11a. columna se refiere al coeficiente de variabilidad volumétrica, que debido a un fenómeno físico cuando se excava el material extraído aumenta el volúmen, este abundamiento es variable de acuerdo a la clasificación del suelo, también se observa que el material suelto cuando se somete a presión (compactación) reduce su volúmen, es decir se compacta.

El departamento de proyectos y laboratorios de la S.A.H

O.P. determina los coeficientes de abundamiento y reducción para que se aplique en forma correcta en el camino que se pretende -- construir.

Generalmente el material para formar los terraplenes - se acarrea de bancos, debe tomarse en cuenta el abundamiento de este material para evitar cometer errores al calcular la curva - masa. No es posible aplicar simultaneamente ambos tipos de corrección, es decir abundar los cortes ó compactar los terraplenes siendo lo más usual el de abundar los cortes por lo cómodo que - resulta para los cálculos. Estos valores de abundamiento se registran en la columna 11 que también tienen dos subdivisiones. - La 12va. columna se refiere a los volúmenes incrementados ó reducidos, es decir es la multiplicación de los coeficientes de abundamiento por los volúmenes de corte ó terraplén, estos valores se anotan en cualquiera de las dos subdivisiones de esta columna.

La 13va. columna se refiere a la suma algebraica de volúmenes abundados, es decir se suma algebraicamente los cortes - más los terraplenes, teniendo signo (+) los cortes y signo (-) - los terraplenes.

Por último en la 14va. columna se anotan los valores - de la ordenada de la curva masa, al iniciar el estudio de la curva masa se escoje un valor arbitrario de la ordenada y a partir de este valor se obtienen los demás valores de la ordenada, sumando el valor de los cortes o restando el valor de los terraplenes. El valor origen arbitrario de la ordenada deberá ser lo suficientemente grande de tal manera que no se lleguen a tener cantidades negativas en la ordenada de la curva masa.

Dibujo de la ordenada de la curva masa.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS DE VIAS TERRESTRES
DEPARTAMENTO DE VIAS TERRESTRES

FORMA 11-04-01-C05

CAMINO Chihuahua a Mts. de la Cruz
TRAMO Chihuahua a Mts. de la Cruz
SUBTRAMO Chihuahua a Mts. de la Cruz
KM. 118.700 A KM. 119.000
ORIGEN Chihuahua HACIA San Juan

SECCION DE _____
BRIGADA DE ESTUDIOS NUM. _____
HOJA NUM. 1

CALCULO DE RASANTE Y CURVA MASA

| ESTACION | ELEVACION TERRENO | TANGENTE VERTICAL PEN DIENTE | CURVA VERTICAL CORRECCION | ELEVACION RASANTE | ESPEORES | | A R E A S | | A ₁ + A ₂ | | SEMI-DISTAN- CIA | VOLUMEN | | CENTE TERRA- PLEN | | VOLUMENES TERRA- PLEN | | SUMA ALGEBRAICA VOLUMENES | | ORDENADAS CURVA MASA |
|-----------|-------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|----------|----------------|-----------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------|---------|----------------|-------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|--------|-------------------------|
| | | | | | CORTE | TERRA- PLEN | CORTE | TERRA- PLEN | CORTE | TERRA- PLEN | | CORTE | TERRA- PLEN | CORTE | TERRA- PLEN | CORTE | TERRA- PLEN | (+) | (-) | |
| 118 + 720 | 340.24 | -0.50 | | 35.11 | 2.23 | 44.29 | | | | | 5.0 | 326.75 | 0.90 | | 294.00 | | 294.00 | | 10.379 | |
| 118 + 730 | 340.50 | | P.C.V. | 35.06 | 2.44 | 26.52 | | | | 65.31 | 5.0 | 318.50 | 0.90 | | 197.00 | | 197.00 | | 10.673 | |
| 118 + 740 | 340.57 | | | 35.01 | 2.66 | 13.25 | | | | 43.70 | 5.0 | 310.50 | 0.90 | | 102.00 | | 102.00 | | 11.070 | |
| 118 + 750 | 340.27 | | | 34.84 | 2.49 | 12.47 | | | | 35.59 | 10.0 | 280.00 | 0.90 | | 252.00 | | 252.00 | | 11.442 | |
| | | | | 34.68 | | 15.60 | | | | 20.01 | 10.0 | 280.00 | 0.90 | | 252.00 | | 252.00 | | 11.442 | |
| 118 + 770 | 339.69 | | | 34.31 | 1.35 | 17.05 | | | | 32.44 | 10.0 | 334.50 | 0.90 | | 302.00 | | 302.00 | | 11.744 | |
| 118 + 810 | 35.39 | -0.50 | P.t.v. | 34.13 | 1.23 | 13.25 | | | | 33.10 | 5.0 | 155.50 | 0.90 | | 140.00 | | 140.00 | | 11.924 | |
| 118 + 820 | 34.74 | -0.10 | | 34.96 | 0.78 | 9.80 | | | | 23.05 | 5.0 | 115.25 | 0.90 | | 104.00 | | 104.00 | | 12.066 | |
| 118 + 827 | 36.70 | | | 35.83 | | 0.13 | 5.20 | | | 15.00 | 3.5 | 52.50 | 0.90 | | 47.00 | | 47.00 | | 12.155 | |
| 118 + 840 | 36.61 | | | 35.60 | 0.07 | 5.20 | | | | 5.20 | 6.5 | 33.00 | 0.90 | | 30.00 | | 30.00 | | 12.155 | |
| 118 + 854 | 36.73 | | | 35.35 | | 1.05 | 5.20 | | | 5.20 | 7.0 | 35.00 | 0.90 | | 30.00 | | 30.00 | | 11.812 | |
| 118 + 860 | 35.15 | | | 35.23 | | 1.04 | 36.25 | | | 86.55 | 3.0 | 258.50 | 0.90 | | 234.00 | | 234.00 | | 11.576 | |
| 118 + 868 | 35.45 | | | 35.07 | 0.62 | 18.15 | | | | 48.40 | 4.5 | 212.80 | 0.90 | | 186.00 | | 186.00 | | 11.300 | |
| 118 + 880 | 35.19 | | | 35.07 | 0.68 | 10.50 | | | | 36.65 | 5.5 | 221.65 | 0.90 | | 181.00 | | 181.00 | | 11.199 | |
| 118 + 887 | 35.00 | | | 35.06 | 1.76 | 07.25 | | | | 78.85 | 8.5 | 670.20 | 0.90 | | 603.00 | | 603.00 | | 10.586 | |
| 118 + 890 | 34.29 | | | 35.51 | 1.22 | 42.40 | | | | 102.75 | 1.5 | 154.10 | 0.90 | | 139.00 | | 139.00 | | 10.457 | |
| 118 + 900 | 33.83 | | | 35.15 | 1.32 | 48.50 | | | | 90.50 | 10.0 | 909.00 | 0.90 | | 816.00 | | 816.00 | | 5.639 | |
| 118 + 940 | 32.79 | | | 34.75 | 1.59 | 53.42 | | | | 101.90 | 10.0 | 1019.20 | 0.90 | | 917.00 | | 917.00 | | 6.722 | |
| 118 + 947 | 31.63 | | | 34.55 | 3.15 | 72.45 | | | | 125.07 | 3.5 | 440.60 | 0.90 | | 397.00 | | 397.00 | | 6.325 | |
| 118 + 960 | 32.62 | | | 34.42 | 1.50 | 60.45 | | | | 132.90 | 6.5 | 383.00 | 0.90 | | 378.00 | | 378.00 | | 7.547 | |
| 118 + 980 | 29.40 | | Fcy. | 34.00 | 4.50 | 75.10 | | | | 138.55 | 10.0 | 385.50 | 0.90 | | 324.00 | | 324.00 | | 6.300 | |
| 118 + 000 | 1,333.25 | | | 33.66 | 0.41 | 9.40 | | | | 27.00 | 10.0 | 672.00 | 0.90 | | 591.00 | | 591.00 | | 5.509 | |
| 118 + 020 | 33.01 | | | 33.38 | 0.73 | 15.5 | | | | 15.50 | 10.0 | 152.00 | 0.90 | | 139.00 | | 139.00 | | 5.648 | |

Nota: Los valores de las áreas fueron supuestos, así como los coeficientes de abundancia. Esto debe ser para efecto del ejemplo.

TERRACERIAS
FORMA No. 1

Chihuahua D.F.
C. DE OCT. DE 1964

CALCULO: Sergio Antonio Aguilar
FECHA: 30 DE Oct DE 1964

REVISO: Ina Reinalda Guajardo V.
FECHA: 30 DE Oct DE 1964

PASA A LA HOJA NUM.

Para dibujar la ordenada sobre un sistema de ejes se hace uso de un artificio en el cual el eje de las abscisas (x) - representa unidades lineales y el eje de las ordenadas (Y) representa unidades cúbicas, el dibujo se hace abajo y/o arriba - del perfil del terreno del tramo. (Ver plano).

Como el estudio que se hace sobre este diagrama es esencialmente gráfico, ya que permite determinar volúmenes y distancias de acarreo, es conveniente que al dibujar la ordenada - en el plano en el que aparece el perfil se use el mismo origen de cadenamiento sobre el eje de las X empleando la misma escala horizontal. Para la escala vertical se toma la relación especial en la cual un centímetro representa: 200 m^3 , 500 m^3 , 1000 m^3 , según convenga.

La fijación de los puntos de la ordenada de la curva-masa se hace en la forma conocida tanto para las estaciones cerradas como para las intermedias, ligando a continuación todos los puntos por medio de una línea continua que se entinta de color sepia.

Propiedades del Diagrama de Masas.

a).- La curva es ascendente cuando predominan los -- cortes y descendente en caso contrario.

b).- Cuando en una rama ascendente, se llega a un -- punto en que empiezan a dominar los volúmenes de relleno, tenemos un máximo; si por el contrario en una rama descendente, llegamos a un punto en que empiezan a dominar los cortes, tendremos un mínimo.

c).- La diferencia entre las ordenadas de dos puntos

cualesquiera de la curva de masas, es un volúmen, que representa la suma algebraica de los volúmenes de corte (tomados como positivos) con los volúmenes de relleno (tomados como negativos).

d).- Si trazamos una línea horizontal que corte a la curva de masas en dos puntos consecutivos, estos tendrán naturalmente la misma ordenada por lo que los volúmenes de corte y terraplén entre ellos, serán iguales. La línea horizontal la denominamos compensadora por esa razón.

La distancia que hay entre los dos puntos de la curva, cortada por la compensadora, es la abertura del diagrama y representa la máxima distancia de acarreo de excavación a relleno. -- Sin embargo, para fines de pago, esta no es la distancia que se toma, sino una denominada "distancia media de acarreo" que se determina así; empezamos por limitar el acarreo libre (en nuestro medio el acarreo libre, cuyo precio está incluido dentro del precio de excavación, es de 20 m. ó una estación) que no se tomará en cuenta para pago de movimientos (Ver fig. W). Dividiendo el área comprendida entre los puntos 1, 2 y 3 por la diferencia de ordenadas h , nos da una distancia a ; si hacemos lo mismo con el área comprendida entre los puntos 4, 5 y 6 obtendremos la distancia b ; la suma de ambas, será la distancia media de acarreo - que emplearemos para el cálculo del movimiento. Este se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Sobrecarreo} = \frac{b}{\text{Coef.}} m^3 \times (a + b).$$

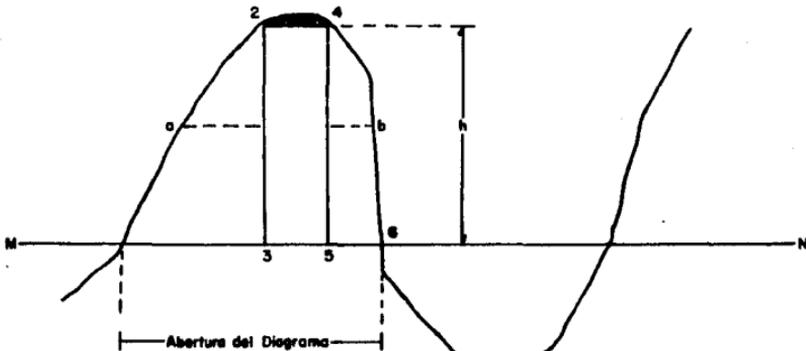


fig. W

e).- Cuando en un tramo compensado, la figura del diagrama queda por encima de la compensadora, el acarreo del material será hacia adelante mientras que cuando la figura queda abajo de la compensadora, el acarreo será hacia atrás.

La compensadora económica se determina en función de los precios unitarios vigentes para acarreos y para excavaciones en préstamos, de las aberturas del diagrama medidas sobre la compensadora en estudio, de los coeficientes de variabilidad volumétrica de los materiales, tanto en lecho como en los préstamos y del precio de compactación.

Anteriormente la base de pago para acarreos era el m^3 /Est., el m^3 /Hm., y el m^3 /Km. dependiendo de la distancia; sin embargo se observaron anomalías en ese sistema, por carecer de continuidad la escala de precios. En el nuevo catálogo, se eliminó este problema, cambiando consecuentemente los conceptos que intervienen en la determinación matemática de las fórmulas que nos proporcionan la posición de la compensadora económica. No obstante, el espíritu en cuanto a economía, es el mismo ya que lo que se pretende es obtener una compensadora que nos permita lle-

var a cabo los movimientos de tierra a un costo mínimo, haciendo intervenir las condiciones especiales que se presentan en los ex tremos de la compensadora como préstamos y desperdicios.

Los casos más comunes y sencillos son: Entre dos préstamos, entre préstamo y desperdicio, entre desperdicio y préstamo y entre dos desperdicios.

Para ilustrar un poco el punto relativo a la determinación de la compensadora económica, solo presentaremos el primer caso, pero esto nos puede servir como pauta a la aplicación para cualquier otro, ya que el mecanismo es semejante.

La diferencia entre los precios de los préstamos deberá ser igual a la diferencia entre el costo de atrás y el costo de los movimientos hacia adelante, observando que préstamo es el más caro. Desde luego si el más caro es el de adelante, nosotros deberemos tomar más material del préstamo más barato (el de a trás), lo que nos indica que los movimientos hacia adelante, deberán ser los más largos (más caros) en la misma proporción que el préstamo de adelante es más caro que el de atrás.

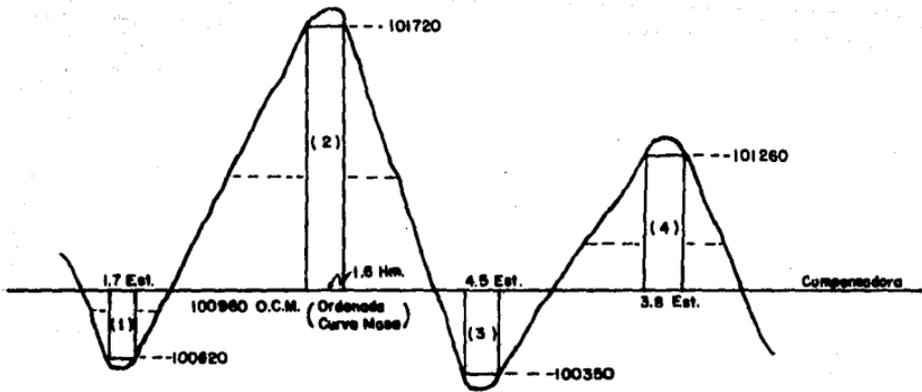
Todo lo que se diga, es con respecto a 1 m^3 y a las aberturas del diagrama sobre la compensadora.

Lo anterior se puede expresar mediante la ecuación:

$$\frac{P \text{ pat.}}{Cp. \text{ at.}} - \frac{P \text{ pad.}}{Cp. \text{ Ad.}} = \frac{Mov. \text{ at.}}{C. \text{ at.}} - \frac{Mov. \text{ ad.}}{C. \text{ ad.}}$$

La aplicación de ella es sencilla:

Calculamos el precio de excavación en préstamo (de acuerdo con su clasificación) y lo dividimos por el coeficiente-



de abundamiento que para ese material tengamos conforme a el -- grado de compactación a que se va a someter; vamos a suponer -- que en ambos casos es compactable: Al realizar esta operación para los dos préstamos, tendremos resuelta la primera parte de la ecuación. No olvidemos agregar a estos precios, los correspondientes al costo de acarreo, del lugar de excavación al extremo de la compensadora al que se vaya a llevar, restando el a carree libre.

Para el cálculo del segundo miembro de la ecuación, - procedemos a medir las aberturas del diagrama para cada movimiento, restándoles a cada una de ellas el acarreo libre de 20 m.;- cuantificamos cada movimiento empleando la abertura menos el acarreo libre, dividiendo esto, por el coeficiente de abundamiento o reducción correspondiente al material que forma el corte -- que se va acarrear (puede ser una combinación de materiales con distinto coeficiente, en cuyo caso se determinará un coeficiente proporcional a los volúmenes que intervienen, de ambos materiales); el resultado se verá afectado por el precio unitario correspondiente a la distancia a la cual se acarreará.

Por lo dicho anteriormente acerca de los nuevos precios unitarios de acarreo, ya no habrá los de m^3 -Est., m^3 Hm., y m^3 -Km., sino que en cada caso la abertura nos indicará el precio a aplicar.

Ejemplo del tramo 115+000- 120+000 (ver plano del perfil).

D A T O S

$$m^3 / \text{Estación} = \$1.18$$

$$m^3 / \text{1er. Hm.} = \$5.90$$

$$\text{Incremento por Km.} = \$2.45$$

$$m^3 \text{ a } 0.5 \text{ Km.} = \$15.70$$

$$\text{Incremento por Hm.} = \$1.71$$

Coefficiente de variabilidad volumétrica = 1.00

S/A = sobre acarreo.

D E S A R R O L L O

$$1.- S/At. = \frac{340}{1.00} \times 1.7 \text{ Est.} = 578 \text{ m}^3 \text{ est.} \times 1.18 = \$ 682.04$$

$$2.- S/Ad. = \frac{760}{1.00} \times 1.0 \text{ Hm.} = 760 \text{ m}^3 \text{ Hm.} \times 5.90 = \$ 4,484.00$$

$$3.- S./Ac. = \frac{760}{1.00} \times 0.6 \text{ Hm.} = 456 \text{ m}^3 \text{ Hm.} \times 2.45 = \$ 1,117.20$$

$$4.- S/At. = \frac{610}{1.00} \times 4.5 \text{ m}^3 \text{ est.} = 2745 \text{ m}^3 \text{ est.} \times 1.18 = \$3,239.10$$

$$5.- S/Ad. = \frac{300}{1.00} \times 3.8 \text{ Est.} = 1140 \text{ m}^3 \text{ est.} \times 1.18 = \$1,345.20$$

$$S/At. = 682.04 + 3239.10 = \$ 3,921.14$$

$$S/Ad. = 4484.00 + 1117.20 + 1345.20 = \$ 6,946.40$$

$$\text{Diferencia} = - 3,025.26$$

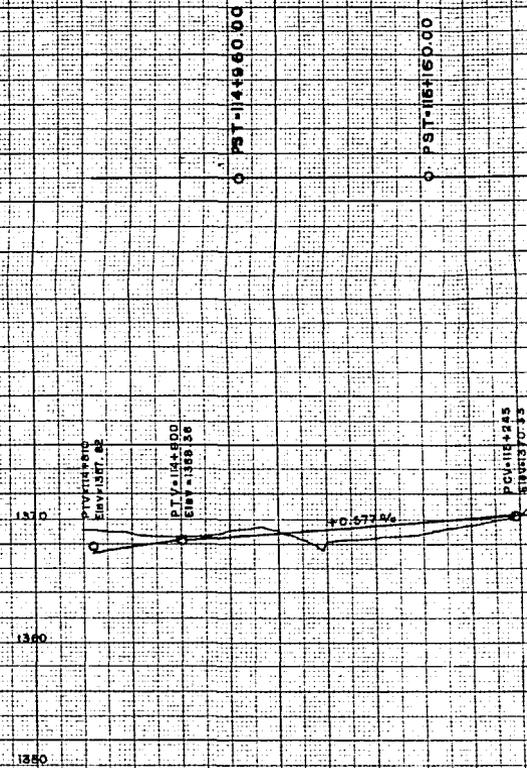
Con el objeto de no alargar demasiado la exposición, se supusieron valores mediante los cuales obtendremos la igualdad buscada; sin embargo en un trabajo común como el realizado en el camino Parral-Chihuahua vía corta, se procede por tanteos, subiendo o bajando la compensadora general hasta encontrar la compensadora más cercana a la igualdad, (tolerancia de unos centavos).

-->
 Continua 1

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA
 DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL

PERFIL Y PROCEDIMIENTO
 DE CONSTRUCCION

CARRETERA: PARRAL — CHIHUAHUA
 TRAMO: CHIHUAHUA — VALLE DE ZARAGOZA
 SUB-TRAMO: SATEVO — VALLE DE ZARAGOZA
 DE ESTACION: I15+000 A I6+640
 Origen: Km. 36+209.50 del Camino Chihuahua — Cd. Cuauhtemoc



ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

CONCEPTOS

CARACTERISTICAS DEL TRAMO EN ESTE PLANO UNIDAD

CARRETERA TIPO

"A"

"A"

CANTIDADES DE OBRA

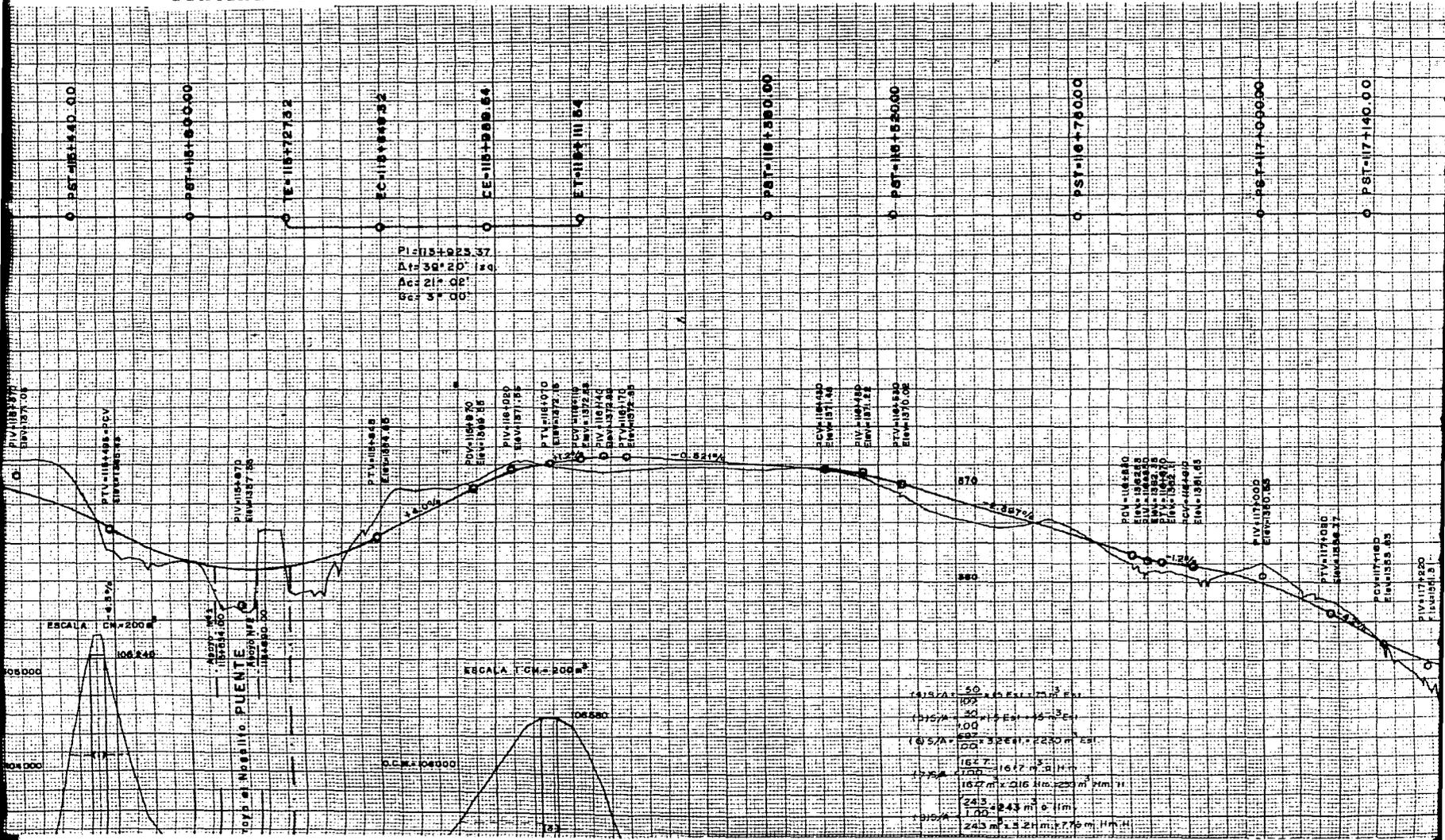
OBRAS DE ARTE

MATERIAL "A" 443.00 m³

ESCALAS CONVERTIDAS

1:400 Vertical
 1:5000 Horizontal

Continua 2



PST=17+50.00

PC=17+452.02

PT=17+713.95

PST=17+780.00

PST=18+000.00

PST=18+240.00

PST=18+380.00

TE=18+456.24

EC=18+525.24

CE=18+760.02

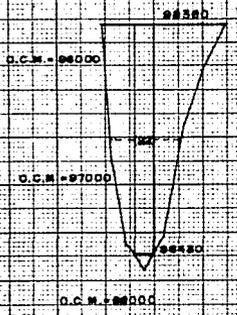
ET=18+642.02

PST=18+100.00

PI=17+583.86
Δ = 13° 04' 12"
Gr = 14.00'

PI=18+670.13
Δ = 45° 16' Der.
ΔC = 26° 58'
Gr = 31.00'

Sección transversal ubicada a 100m
Impedente de E=18+780.00
E=11.10m, con aristas desfilanadas
condición (C) Cota 90% / 100 95%
0.55 100 % 0.60 C=17+50+70+00



| | | | | |
|---------|------|-------|----------|----------------------------|
| 1200/A | 1930 | 1205m | 5827.2E1 | |
| 100 | | | | |
| 12315/A | 280 | 1200m | 0.11m | |
| 100 | | | | |
| 10475/A | 220 | 1200m | 0.24m | 105.4m ³ /Hm.H |
| 100 | | | | |
| 12175/A | 220 | 1200m | 2.20m | 262m ³ /Hm.H |
| 100 | | | | |
| 12015/A | 560 | 1560m | 0.11m | |
| 100 | | | | |
| 12775/A | 100 | 360m | 1.82m | 1019.4m ³ /Hm.H |
| 100 | | | | |
| 12775/A | 1200 | 500m | 3.00m | |
| 100 | | | | |



PI=17+570
E=11.10m
E=11.10m
E=11.10m
E=11.10m

PI=18+650
E=11.10m
E=11.10m

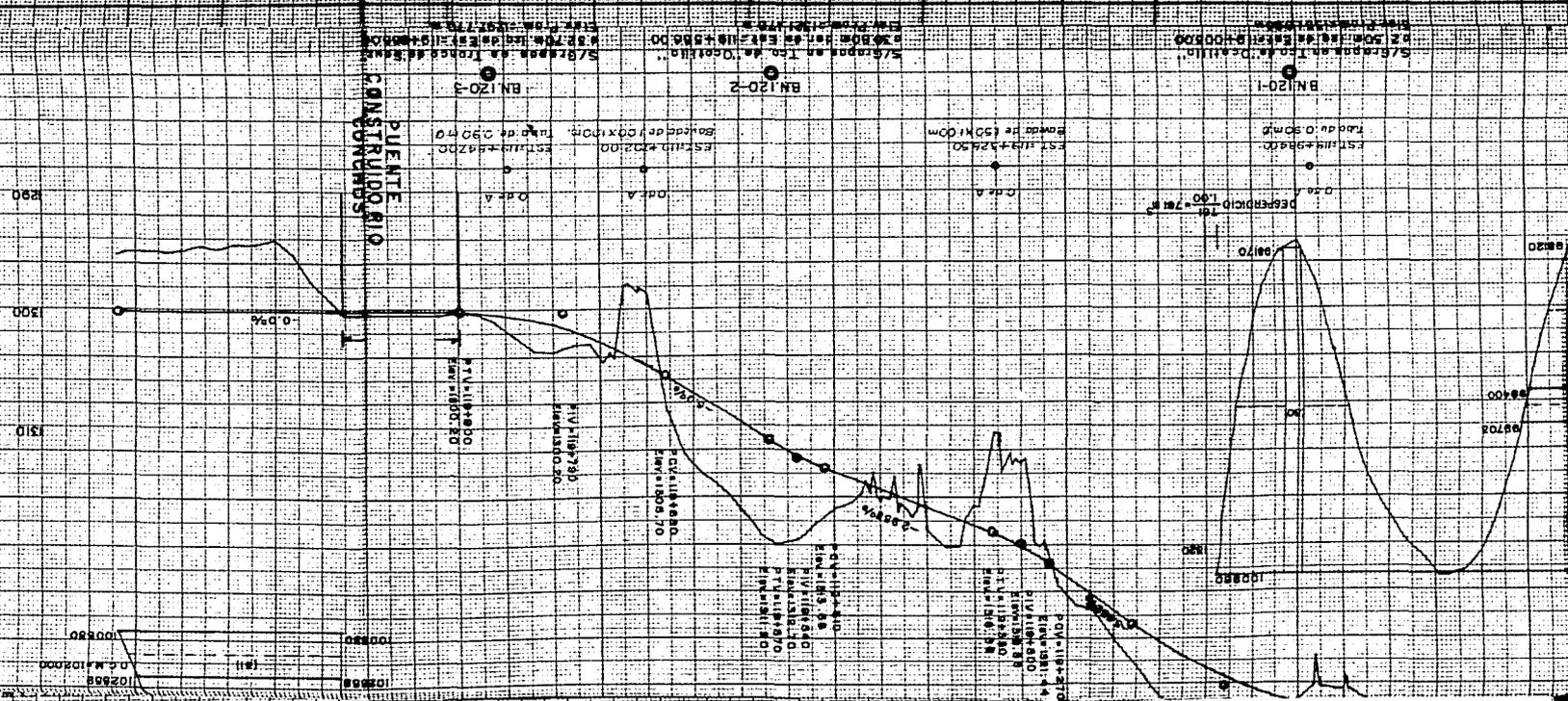
PI=18+770
E=11.10m
E=11.10m
E=11.10m

PI=18+880
E=11.10m
E=11.10m

PI=18+900
E=11.10m
E=11.10m

7
8
9
1
2
3
4
5
6
7
8
9
120+000
1
2

| | | | | |
|---------|---------|------|-------|-------|
| 40.54 | 58.11 | 2.23 | 3.73 | 5.6 |
| 40.67 | 58.01 | 2.66 | 6.02 | 5.6 |
| 40.29 | 57.84 | 2.43 | 5.33 | 5.6 |
| 39.49 | 57.61 | 1.36 | 5.26 | 5.6 |
| 38.69 | 57.31 | 1.38 | 3.87 | 5.6 |
| 37.74 | 56.95 | 0.78 | 2.50 | 5.6 |
| 36.61 | 56.60 | 0.01 | 5.6 | 5.8 |
| 35.19 | 56.23 | 1.04 | 3 | 2.05 |
| 35.19 | 56.87 | 0.66 | 2.23 | 2.23 |
| 34.29 | 55.51 | 1.22 | 2.95 | 2.95 |
| 33.83 | 55.15 | 1.32 | 3.67 | 3.67 |
| 32.79 | 54.78 | 1.99 | 5.09 | 5.09 |
| 32.62 | 54.42 | 1.80 | 7.24 | 7.24 |
| 29.48 | 54.06 | 4.58 | 6.69 | 6.69 |
| 29.32 | 53.86 | 0.41 | 2 | 4.08 |
| 29.32 | 53.18 | 0.75 | 1.04 | 8.0 |
| 29.47 | 52.70 | 2.06 | 3.52 | 5.4 |
| 25.63 | 52.62 | 5.64 | 6.88 | 5.4 |
| 24.70 | 51.68 | 4.42 | 10.98 | 5.4 |
| 23.58 | 50.43 | 5.10 | 12.74 | 5.4 |
| 23.95 | 49.62 | 5.33 | 13.78 | 5.4 |
| 23.97 | 48.66 | 5.29 | 14.53 | 5.4 |
| 23.83 | 47.66 | 4.83 | 15.15 | 5.4 |
| 29.98 | 46.65 | 3.42 | 10.95 | 5.4 |
| 27.99 | 45.45 | 2.88 | 7.11 | 5.4 |
| 25.91 | 44.29 | 1.62 | 4.75 | 5.4 |
| 25.24 | 43.15 | 2.13 | 3.67 | 5.3 |
| 23.54 | 42.02 | 1.57 | 4.21 | 5.4 |
| 20.62 | 40.99 | 0.88 | 1.59 | 6.0 |
| 2.87 | 41.85 | 6.88 | 14 | 7.85 |
| 1.391 | 41.18 | 5.27 | 16.94 | 22.90 |
| 5.09 | 40.57 | 3.48 | 22.90 | |
| 17.87 | 40.17 | 0.01 | 8.7 | 81.4 |
| 20.03 | 40.40 | 2.68 | 9.03 | 1.25 |
| 18.65 | 40.21 | 1.84 | 4.96 | 5.6 |
| 18.04 | 40.22 | 0.64 | 1.98 | 6.90 |
| 18.09 | 40.56 | 0.43 | 1.86 | 8.83 |
| 18.76 | 40.70 | 0.71 | 1.83 | 2.90 |
| 16.59 | 40.46 | 2.13 | 2.94 | 1.72 |
| 13.6.92 | 40.88 | 5.04 | 6.43 | 5.4 |
| 11.817 | 41.27 | 4.90 | 10.37 | 5.4 |
| 9.521 | 41.55 | 6.97 | 17.38 | 5.4 |
| 7.9.91 | 41.59 | 8.12 | 23.23 | 5.4 |
| 19.24 | 41.70 | 8.54 | 25.95 | 5.4 |
| 17.04 | 41.70 | 7.34 | 23.04 | 5.4 |
| 5.132 | 41.70 | 6.68 | 19.27 | 5.4 |
| 4.1.11 | 41.70 | 6.47 | 17.66 | 5.4 |
| 2.24 | 41.70 | 6.59 | 15.98 | 5.4 |
| 0.8.41 | 41.70 | 2.71 | 11.04 | 5.5 |
| 2.98.62 | 41.75 | 6.13 | 11.80 | 9.98 |
| 8.791 | 41.88 | 5.86 | 19.94 | |
| 3.03.93 | 42.11 | 0.82 | 1.86 | 8.20 |
| 0.2.85 | 42.73 | 0.82 | 4.23 | 8.9 |
| 0.3.04 | 41.94 | 1.22 | 4.23 | 5.4 |
| 0.3.64 | 41.34 | 2.30 | 10.07 | 5.4 |
| 0.3.83 | 40.83 | 2.68 | 12.00 | 5.4 |
| 0.2.19 | 40.61 | 1.56 | 7.82 | 5.4 |
| 0.1.07 | 40.39 | 0.88 | 3.04 | 5.6 |
| 0.0.46 | 40.25 | 0.23 | 1.66 | 6.6 |
| 0.0.33 | 40.12 | 0.14 | 7.6 | 1.51 |
| 0.0.30 | | | | |
| 0.0.50 | | | | |
| 0.0.53 | | | | |
| 0.0.51 | | | | |
| 0.0.63 | | | | |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 3.0 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 2.11 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 1.79 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 1.38 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 2.034 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 2.156 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 20.00 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 19.58 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 20.26 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 20.07 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 18.18 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 18.43 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 18.17 |
| 1.0.50 | 5.06.54 | 0.47 | 0.70 | 8.43 |



Existen casos en que las condiciones especiales del tramo en estudio, impiden llevar a cabo el análisis de compensación como se indicó (por ejemplo puentes, material inadecuado para formar un terraplén bajo, zonas montañosas en las que no se pueden hacer acarreos largos por la dificultad de acceso, y en que por esas razones, estamos obligados a una compensadora diferente a la obtenida con el cálculo).

Cálculo de Movimientos de tierra.

Después de fijar la ó las compensadoras a lo largo del tramo que se está trabajando y de ligar con la curva de masas de los tramos adyacentes (asunto de gran importancia), procedemos a determinar las distancias medias de acarreo de todos y cada uno de los movimientos de tierra resultantes, así como a asignarles un número ó una letra, para identificación.

Finalmente, nos quedará cuantificar los sobrecarreos según las unidades que les corresponden (m^3 est., m^3 a ler. Hm., - Hm. Hm., m^3 a 0.5 km., m^3 Hm. Km. y m^3 Km). Esta labor se facilita con el uso de formas hechas exclusivamente para la recopilación de estos datos.

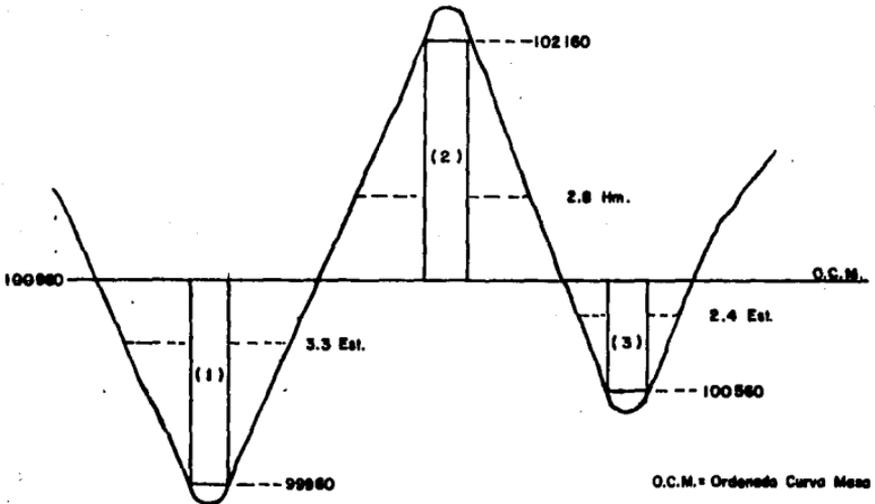
Conviene recordar que cuando en una excavación se tienen varios estratos de materiales de diferente coeficiente de variabilidad volumétrica, es necesario determinar (conociendo los límites de los movimientos) el coeficiente promedio a usar en cada movimiento, pues de lo contrario estaremos cometiendo el error de considerar un solo tipo de material, alterando el valor del volúmen real que se va a mover y por consiguiente, el costo del sobrecarreo.

Normalmente, los movimientos de tierra a calcular, corresponden al material producto de las excavaciones que se llevan a cabo en el lecho del camino, así como de los materiales que se

requiere obtener de bancos de préstamo ó de préstamos laterales. Casi nunca se calculan movimientos de tierra de materiales desperdiciados ya que se desconocen una serie de factores que pueden hacer cambiar totalmente la ubicación de las zonas más adecuadas para el depósito de estos materiales; por esta razón, se deja a juicio del Ing. residente la solución de este problema.

El ejemplo que se presenta a continuación es similar al hecho anteriormente, se dan valores ficticios para facilitar el ejemplo, pero estos valores son semejantes a los que se obtuvieron en el tramo 115+000-120+000 del camino Farral-Chihuahua vía corta.

Ejemplo Numérico:



De acuerdo a lo dicho anteriormente relativo a la compensadora económica tenemos:

Mov. No. 1.- S/A de $\frac{1000}{1.10} m^3 \times 3.3 \text{ estaciones} = 3000 m^3 / \text{Est.}$

Mov. No. 2.- S/A de $\frac{1200}{1.10} m^3 = 1091 m^3$ acarreo a 1er. Hm.

$\frac{1200}{1.10} m^3 \times 1.8 \text{ Hm} = 1964 m^3 \text{ Hm. Hm.}$

Mov. No. 3.- S/A de $\frac{400}{1.05} m^3 \times 2.4 \text{ Estaciones} = 914 m^3 / \text{Est.}$

(Los coeficientes de variabilidad volumétrica, son también supuestos).

En el sobrecarreo número 2, el cálculo se divide en dos partes; una, mediante la cual se paga el traslado del material al 1er. Hm. (que es un pago) y otra, con la que se completa el pago de la distancia media total (1.0 Hm.) a un precio determinado por Hm. adicional hasta llegar a 5 Hm. Este precio para 5 Hm. es igual al precio para 0.5 Km. y los hectómetros adicionales hasta llegar a 3 Km., se pagan a otro precio por lo que en distancias medias mayores de 0.5 Km., también se divide en dos partes el cálculo. Por último, en distancias de más de 3 -- Km., el sobre acarreo se calcula con toda la distancia media obtenida y las unidades son m^3/Km . El cálculo de sobrecarros de material de banco para formar la capa subrasante, siempre se medirá en m^3/Km . independientemente de la distancia media de sobrecarreo.

Cálculo de Cantidades de Obra.

En general, esta cuantificación no ofrece mayores problemas, pero si es indispensable tener una visión correcta de lo que se está haciendo, por lo que vale la pena dedicarle un poco de atención a fin de obtener resultados apegados al resto del -

proyecto y bien basados, el cálculo de las cantidades de obra -- sirven para darnos cuenta del volúmen del material en la formación de las terracerías. Los conceptos son los siguientes:

Despalmes.-- Los listados de la curva masa, nos proporcionan el resultado de esta cubicación en forma separada para cortes (desperdicio) y terraplenes (despalme) netre estaciones consideradas en el proceso, así como la suma de las hojas al final de cada tramo procesado, esto lo proporciona la computadora.

Excavación en Lecho.-- De acuerdo con los coeficientes de variabilidad volumétrica, así como con la clasificación para presupuestos asigandos a cada tipo de material, habrá que separar volúmenes geométricos de corte, para obtener totales de excavación de materiales A, B y C.

Escarificación.-- Que también se denomina en los cuadros de las cantidades de obra como, "compactación de la cama de los cortes", este concepto se obtiene con la información de geotecnia, relativa a los materiales en que debe escarificarse, se -- inspeccionan esos lugares y mediante deducción sencilla calculamos el volúmen faltante de capa subrasante en las zonas de corte ó balcón, que corresponden a la escarificación buscada.

Bandeado y Compactación.-- Es el tratamiento a que se someterá el material destinado a formar el cuerpo del terraplén, por lo que la suma de volúmenes de bandeados y compactación al 90% deberá ser igual al total de cuerpo de terraplén que nos den las hojas del cálculo de curva masa para el tramo en estudio. Por otra parte, la compensación se hace con el material producto de excavaciones en lecho ó préstamos, abundados ó reducidos, para tener la transformación a material de relleno.

Así las cosas, el cálculo se reduce a una serie de sumas y restas, en las que intervienen los siguientes conceptos:

| | |
|--|----------------------|
| Excavación total..... | (1) |
| Terraplén..... | (2) |
| Excavación en material bandeable..... | (3) |
| Excavación en material compactable.... | (4) |
| En material bandeable... | (5) |
| Desperdicios | |
| En material compactable. | (6) |
| Bandeable..... | (7) |
| Material pro cedente de - otros tramos | Compactable.....(8) |
| Materiales - que se lleva rá a otros - tramos | Bandeable.....(9) |
| | Compactable.....(10) |

El bandeado en nuestro tramo será $b = 3+7 - (5+9)$ y el compactado a 90% $C = 4+8 - (6+10)$ siempre y cuando se haya usado parte del material compactable para compensar finos, en cuyo caso será necesario cuantificar ese volumen para descontarlo. - La suma $b+C$ deberá ser igual a 2.

El cálculo de estas cantidades no admite aproximaciones ni tolerancias y todo debe ajustarse perfectamente, puesto -- que tenemos los datos necesarios para ello.

Compactación al 95%. Estas cantidades se estiman con ayuda del perfil con la curva masa dibujada para conocer el límite de movimientos.

Los cuadros de cantidades de obra del perfil, están e laborados de acuerdo con los conceptos que aparecen en el catá-

logo de precios unitarios. De aquí que es importante hacer la debida separación de cantidades puesto que para trabajos aparentemente similares, es diferente el precio si se trata de camino nuevo ó de ampliación.

Los conceptos anteriormente descritos se calculan para cada tramo de 5 kms., obteniendo cantidades parciales del camino en estudio como en el caso que estamos tratando del camino Parral-Chihuahua vía corta el total de cantidades de obra es la suma de todos los tramos que consta el camino en estudio, en el estudio del camino Parral-Chihuahua las cantidades de obra se estimaron en:

| | |
|---|-----------------|
| Despalmes..... | 511,400.96 M3 |
| Desmontes..... | 645.22 Ha. |
| Excavaciones en material tipo "A"..... | 145,852.20 M3 |
| Excavaciones en material tipo "B"..... | 1'461,424.53 M3 |
| Excavaciones en material tipo "C"..... | 464,954.80 M3 |
| Acarreo de material para subrasante..... | 2'428,926.83 M3 |
| Acarreo de material para terracerías..... | 3'570,925.73 M3 |
| Acarreo de material para rellenc..... | 47,771.13 M3 |
| Acarreo de material de préstamos..... | 1'656,071.78 M3 |
| Total de acarreos..... | 7'703,695.47 M3 |

Los costos de la obra hasta el momento actual son - los siguientes:

| Concepto | Costo de la Obra en 1978 | Costo de la Obra en 1982 |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Terracerías..... | \$ 90'909,951.05... | \$ 119'667,090.00 |
| Obras de Arte.... | \$ 18'482,461.41... | \$ 30'713,188.03 |
| Pavimentación.... | \$ 87'579,398.01... | \$ 104'579,789.91 |
| O. Complementarias | \$ 11'856,341.60... | \$ 22'118,547.51 |
| | \$ <u>207'928,152.07...</u> | \$ <u>277'078,615.45</u> |

Como se puede observar el costo actual de la obra difiere aproximadamente 70'000,000.00 de la cantidad estimada antes de ejecutar la obra en 1978. El costo total actual de la obra es de 477'078,615.45 ya que al costo de los conceptos anteriores que es de 277'078,615.45 se le suman \$200'000,000.00 que es el costo actual de los puentes lo que nos da el costo total (1982) antes mencionado.

Procedimientos de Construcción.

Los procedimientos de construcción se estudian también por tramos de 5 km. y están sujetos básicamente al tipo de material de la zona, a la distancia de los bancos de material, a la sección de construcción del tramo que puede ser variable, a la humedad que tenga el material que se va a remover ó a cortar, - etc.

En el tramo 115+000 - 120+000 el 50% del tramo tiene una sección en terraplén y el otro 50% será de corte, por lo que el tramo está en una parte compensado y en algunos terraplenes se tomarán préstamos laterales. El procedimiento de construcción en los terraplenes de este tramo es el siguiente. Se construirá por capas del menor espesor posible que permitan los tamaños max. del material rocoso, para acomodar sus fragmentos -- bandeándolos con tractor D-8 ó similar, dándole tres pasadas -- por cada punto de su superficie con un rodillo de rejillas de 6 Tons.

También deberá efectuarse el desmonte, desenraice y --
limpieza general, tanto en la superficie de los cortes, como en
el área de desplante de los terraplenes, antes de iniciar la --
construcción de las terracerías.

Se despalmarán 0.10 m en todo el tramo. Aquellos te-
rraplenes desplantados sobre laderas con pendiente igual ó ma- -
yor al 25% deberán anclarse . . .diante escalones de liga. A conti-
nuación se anexa un croquis general sobre la situación de movi-
mientos de tierra del nuevo camino.

D R E N A J E

Una vía de comunicación no solo exige una adecuada --pluneación económica, una selección más conveniente de la ruta y materiales de construcción a emplear, sino también el diseño racional de las estructuras de drenaje que sean capaces de desalojar, en todo momento y en forma eficiente los volúmenes de escurrimiento aportados por las lluvias en cualquier tramo de la carretera en proyecto.

El Drenaje en general se toma en cuenta desde los primeros reconocimientos de las rutas en selección, siendo uno de los principales factores que deciden entre escoger una determinada ruta u otra, se debe procurar evitar en lo posible un drenaje artificial que en la mayoría de los casos siempre es costoso en su solución de construcción y de conservación.

La corona de un camino con bombeo ó pendiente transversal que permita el drenaje lateral hacia ambos lados del centro del camino cuando está en tangente y para un solo lado en el caso de las curvas, debido a la sobreelevación de las mismas. Este flujo es captado mediante cunetas colocadas a ambos lados del camino, cuando la sección es en cajón, en una sección en balcón la cuneta irá en el lado del corte y del lado del terraplen el agua se desalojará por medio de lavaderos lo mismo que en la sección de terraplén.

Cuando el camino tiene muchos cortes, la eliminación de los escurrimientos puede exigir el empleo de drenes en zanja, de tubo ranurado, que permitan desaguar las infiltraciones producidas desde los taludes.

El drenaje en un camino puede ser de 2 tipos:

I.- Superficial.

II.- Subterráneo.

I.- El drenaje superficial, consiste en desalojar el agua que cae por precipitación, que corre por ríos y arroyos, así como la que llega por inundación. Este drenaje puede ser -- transversal y/o longitudinal.

a).- El drenaje superficial transversal, comprende -- las alcantarillas (tubos, losas, bóvedas), puentes, sifones, vados, etc....

La práctica comunmente aceptada por S.A.H.O.P. considera como alcantarillas aquellos conductos que se encuentran debajo del camino, de cualquier forma y tamaño con claros menores de 6 metros, con un claro suficiente para permitir el paso del agua en forma tal que, el tránsito en un camino pueda ser permanente en todo tiempo, bajo condiciones normales ó anormales previstas. Las estructuras con un claro mayor de 6 mts., son tratados como puentes.

El trabajo que realiza la brigada de localización en -- el estudio de un camino con relación al drenaje es el de la localización de la obra, el trazo de la misma y su nivelación, en -- las obras mayores (puentes) unicamente se reporta el N.A.M.E. -- del río ó arroyo en donde se localiza dicha obra.

La localización de una obra de drenaje se hace de acuerdo al criterio y a la experiencia del Ing. Drenajista, pero por lo regular estas obras se trazan siguiendo el curso del escurridor ó del arroyo. Al ángulo del curso de una corriente -- con respecto a la normal del trazo definitivo se le llama ángulo de esviaje y este ángulo no debe ser mayor a 45° ya que se alar-

ga más la obra y por lo tanto resulta más costosa, así mismo -- cuando el ángulo sea menor a 5° la obra se trazará normal a la línea del trazo, la nivelación que se hace es a lo largo del eje de la obra trazada.

Las obras de alivio (alcantarillas de alivio) tienen por objeto de saguar el agua que llevan las cunetas, cuando estas son muy largas generalmente se fijan estas obras de alivio a cada 300 mts.; En la localización de las obras de drenaje lo que más se debe cuidar es la entrada del agua a la obra, no se debe escatimar el dinero por ahorro en este tipo de estructuras ya que más vale que sobren alcantarillas y no que vaya a faltar alguna y ponga en peligro la estabilidad del nuevo camino.

Las alcantarillas se pueden proyectar hidráulicamente por medio de varios procedimientos y que son: por comparación, por procedimiento de sección y pendiente, por procedimiento racional mediante la precipitación pluvial y por procedimiento empírico, siendo este último el que mejores resultados proporciona empleándose la fórmula de Talbot, que nos dice:

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

- a.- Área hidráulica de la alcantarilla, en (m^2).
- A.- Superficie por drenar, en (Ha.).
- c.- Coeficiente que depende de la clase de terreno, -- que varía de 1.00 para terreno escarpado hasta -- 0.20 para terreno plano.

La aplicación de esta fórmula no es aconsejable para superficies mayores de 20,000 Ha.

Por lo que respecta a los puentes, se hacen estudios por métodos indirectos (Sección y Pendiente) para conocer el per

fil del fondo posición de las secciones hidráulicas auxiliares, pendiente geométrica, pendiente hidráulica etc., N.A.M.E., N.A.M.O. Y N.A.Mín., también es necesario conocer las propiedades índice y mecánicas del subsuelo por medio de sondeos a la profundidad necesaria. Dada la diversidad de los materiales que constituyen los cauces de los ríos, en ocasiones es necesario emplear varios métodos para el diseño de cimentación. Debido a lo mismo las profundidades de desplante y las capacidades de carga son muy variables, aún para un mismo material, los estudios que se hacen en los puentes son estudios especiales por lo que estos estudio los hacen más detallados las brigadas tophidráulica y la de exploración que se encargan del estudio de Sección y Pendiente y del estudio de cimentación respectivamente.

Los vados son estructuras que constituyen a pelo de -- tierra para permitir el paso de los cauces del drenaje natural a través del camino, sin modificar prácticamente la forma de su escurrimiento, efectuándose esta sobre la superficie de rodamiento. Este tipo de estructuras es de construcción recomendable en caminos de baja inversión ó cuando se tiene un bajo volúmen de tránsito, cauces no bien definidos, frecuencia baja de escurrimiento ó corta duración de estos.

b).- El drenaje superficial longitudinal, comprende - las cunetas, contracunetas, canales, lavaderos, etc.

Las cunetas son zanjas de sección en "V", de un metro de ancho construídas en uno ó ambos lados del camino, destinadas a recoger y encauzar hacia afuera del corte el agua que escorre de la superficie de la corona debido al bombeo, así como la que escorre por los taludes de los cortes. Dicha sección en "V" ti

ne un talud de 3 X 1 del lado de la corona, y por el otro lado el que le corresponda al corte, procurando que la pendiente longitudinal en el fondo no sea muy fuerte para evitar que se erosionen.

La contracuneta es un canal de sección trapezoidal, que se construye en las laderas, del lado de aguas arriba de los cortes de un camino, debiendo colocarse más ó menos normales a la pendiente del terreno con el fin de evitar que llegue al camino el agua que corre por los taludes de los cortes.

Cuando el camino sigue la dirección de la pendiente del terreno, no son necesarias las contra-cunetas, porque el agua corre en la misma dirección del camino hacia los taludes y depresiones para escurrir hacia las alcantarillas.

El área hidráulica de las contra-cunetas se determina al igual que la de la cuneta en función del área por drenar y de la precipitación. Por ser obras que conducen mayor gasto que las cunetas, tienen mayor sección. En material muy compacto, usualmente la sección está formada por una base de 0.50 mts. de ancho con taludes de 1 X 1. Una contra-cuneta mal proyectada puede provocar deslizamientos, ya que puede ser el punto de partida de una superficie de falla, su impermeabilización sistemática es costosa, por lo que se recomienda que de no ser necesaria la contra-cuneta se evite.

II.- Drenaje Subterráneo.- Tiene por objeto eliminar el agua subterránea que pueda perjudicar a la obra del camino, ya que las resistencias de los suelos disminuyen por el exceso de humedad.

Por lo que respecta al estudio del drenaje en el nuevo camino Parral - Chihuahua después de los reconocimientos de campo, el estudio geotécnico de la zona y el estudio en gabinete sobre el funcionamiento del drenaje, se resolvió que solo habría necesidad de utilizar un drenaje superficial.

Los procedimientos para abatir las aguas subterráneas son:

Por zanjas abiertas, drenes ciegos y drenes de tubos.

La forma en que se hace el estudio de campo de una obra de drenaje es la siguiente:

Primeramente, con ayuda del perfil del terreno del eje del trazo y la planta topográfica del mismo, se localiza el lugar a donde va a estar alojada la obra, siendo un punto muy importante la localización de la entrada de la misma, una vez localizada esta, se procede a trazar el eje de la obra que puede ser normal al eje del trazo en tangente, esviada en tangente ó en curva y esviada ó radial en curva, después de haber trazado el eje de la obra, se nivela este para así determinar la sección de la misma, el eje de la obra deberá ser lo suficientemente largo para que abarque un poco más la longitud total de la obra, la longitud del eje de la obra se determina en base al tipo de camino, es decir la longitud de la semicorona más la altura del terraplén por el talud del mismo.

Después de haber efectuado los trabajos de campo, se efectúan los de gabinete para determinar el área por drenar, esta área se determina con ayuda de fotografías aéreas, estas fotografías pueden variar en sus escalas dependiendo del vuelo que se haya efectuado, es decir vuelo alto ó vuelo bajo, el vuelo que -

se efectuó para el estudio de nuestro nuevo camino Parral-Chihuahua vía corta, fué vuelo alto y por lo tanto la escala de las fotografías que se usaron para determinar las áreas por drenar fue con 1:25 000.

Con el área, el coeficiente de rugosidad del terreno y la fórmula de Talbot se determina el gasto y por consiguiente el área hidráulica por drenar, con estos datos se procede a definir el tipo de obra que se va a utilizar, pudiendo ser estas: Tubos, losas, bóvedas, etc.

El Ing. Drenajista es el encargado de hacer estos estudios en el campo y en el gabinete dibujar a escala 1:100 tanto vertical como horizontal el perfil longitudinal de la obra, dibujando la sección del camino en dicho perfil, además registros en limpio de la nivelación del eje de la obra y en su funcionamiento de drenaje reportará cadenamientos de los C. ls., coeficientes de rugosidad para cada tipo de terreno, áreas por drenar y propuestas de los tipos de obra que se deben utilizar así como la justificación de dichas obras.

A continuación se da el ejemplo de la forma de un funcionamiento de drenaje así como un listado del tipo de obras del tramo 115+000 al 120+000 del camino Parral-Chihuahua vía corta.

El funcionamiento de drenaje es elaborado por el Ing. - Drenajista en el cual se indica el tipo de obra, dimensiones de la misma, área por drenar, coeficiente de rugosidad del terreno, perfiles longitudinales del eje de las obras, además datos complementarios para el buen funcionamiento de dichas obras, proponiendo cunetas y/o contra-cunetas en las zonas a donde falta ó encausamiento de corrientes para alejarlas del nuevo camino y no

pongan en peligro la estabilidad del mismo.

En la construcción de un nuevo camino no deberá escatimarse el dinero en obras de arte, puentes, cunetas, contracunetas ó en alguna obra complementaria que se necesite y así garantizar la funcionalidad del camino en todo el tiempo de su vida - útil y facilitar la conservación del mismo.

A continuación se da una relación de las obras de arte que se localizaron y se trazaron en el tramo 115+000 - 120+000.

| ESTACION | TIPO DE OBRA |
|-----------------|-------------------------------|
| 1.- 115+052.50 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 2.- 115+544.70 | Losa de 2.00 X 1.00 m. |
| 3.- 115+765.00 | Bóveda de 2.50 X 1.00 m. |
| 4.- 116+140.00 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 5.- 116+647.50 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 7.- 116+924.50 | Losa de 1.00 X 1.00 m. |
| 8.- 117+238.50 | Losa de 3.00 X 1.50 m. |
| 9.- 117+393.00 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 10.- 117+567.50 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 11.- 117+809.00 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 12.- 117+976.50 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 13.- 118+167.80 | Bóveda de 1.00 X 1.00 m. |
| 14.- 118+301.70 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 15.- 118+490.00 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 16.- 118+650.00 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 17.- 118+984.00 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |
| 18.- 119+328.50 | Bóveda de 1.50 X 1.00 m. |
| 19.- 119+702.00 | Bóveda de 1.00 X 1.00 m. |
| 20.- 119+847.00 | Tubo de 0.90 mts. \emptyset |

Los datos anteriores son anotados en el plano del perfil longitudinal, ya que estos datos son indispensables para el estudio de la curva masa.

C O N T R O L D E C A L I D A D

En este capítulo se trata lo referente al control de - calidad que es necesario efectuar a los materiales que se emplean en la construcción de las terracerías, sub-bases y bases de pavimento, para prever su probable comportamiento en la obra y controlar sus características durante la construcción, para la - realización de este control de calidad es necesario llevar a cabo un muestreo y pruebas de laboratorio a los materiales pétreos que se emplean en dicha construcción.

M U E S T R E O

Para llevar a cabo el muestreo se tomará en cuenta lo siguiente:

A) El muestreo consiste en la obtención de una ó varias porciones representativas del material pétreo, generalmente mediante sondeos y/o canales verticales, para efectuar las pruebas necesarias con el fin de juzgar su calidad, así también, incluye las operaciones complementarias de envase, identificación y transporte de las muestras. La obtención de las referidas - - muestras puede efectuarse en áreas de estudio de posibles bancos de material, en bancos ya localizados, en plantas de producción - ó de tratamiento, en almacenamientos, en el lugar de tiro, etc.

B) El número y tamaño de las muestras depende del volumen y homogeneidad del material por muestrear, así como del estudio que se requiera llevar a cabo. Cuando los materiales presentan poca variación en sus características, el No. de muestras será menor y el espaciamiento de los sondeos será mayor que en - los bancos de abastecimiento heterogéneas, y en los estudios preliminares el espaciamiento será mayor que en los estudios defini

tivos. Cuando se trate de bancos, las muestras deberán tomar se hasta una profundidad que corresponda al nivel más bajo probable de explotación o bien, podrá ser limitado por el nivel de aguas freáticas o por aquel, al cual sea necesario extender el estudio.

El muestreo se efectuará de la siguiente manera.

A) En el caso de zonas probables de explotación y de bancos, se tomará en cuenta lo siguiente:

1.-Tiene por objeto conocer la calidad y el volúmen del material que constituye cada banco y además otros aspectos de los mismos como son; La topografía, humedad, despalme, posible zona y forma de ataque, etc., para determinar si es conveniente la explotación de dicho material. Los bancos que comúnmente se muestrean son las formaciones de roca, fragmentos de roca y suelos, depósitos originados por acarreo, piedras de pepena y otros. Generalmente es necesario efectuar un muestreo preliminar y uno definitivo; el primero se efectúa con el objeto de conocer en forma rápida las características de las zonas probables de explotación y en caso de obtener resultados satisfactorios, se lleva a cabo el muestreo definitivo con el objeto de verificar en forma más completa, si el material cumple con los requisitos de calidad especificados y si es suficiente el volúmen probable de explotación.

2.-) Previamente a la obtención de las muestras deberá llevarse a cabo lo que a continuación se indica:

a) Se determina la posición de los lugares de muestreo de acuerdo con el tipo de estudio que se desee llevar a cabo, tratándose de muestras preliminares de suelos, se harán

dos (2) sondeos en la zona probable de explotación o bien cuando dicha zona presenta frentes abiertos, se harán dos canales: Tratándose de rocas se hará cuando menos un sondeo ya sea en zonas probables de explotación o de bancos. En el estudio definitivo se harán sondeos a cada (50) metros aproximadamente, los cuales se distribuirán en forma de cuadrícula, dependiendo de la homogeneidad del material por muestrear y en caso de que este sea heterogéneo, de acuerdo con su variabilidad se intercalaran sondeos adicionales.

b) Se elimina la capa vegetal o material superficial alterado y se excavan sondeos a cielo abierto, que tengan paredes sensiblemente verticales, con dimensiones mínimas convenientes para facilitar las maniobras y que ofrezcan seguridad durante las mismas, el tamaño de las muestras tanto en el estudio preliminar como en el definitivo, será como mínimo de (50) Kg. de material.

3.-) En el caso de plantas de tratamiento se tomará en cuenta lo siguiente.

1) Tiene como objetivos fundamentales conocer la calidad para orientar o encauzar la producción de los materiales pétreos, o bien obtener la información de las características de los materiales producidos durante un lapso determinado, para fines de proyecto y verificación. El criterio de muestreo se establecerá de acuerdo con el objetivo que se persigue en el estudio respectivo.

2) Para conocer en un momento dado la calidad del material que se está procesando, se tomará la muestra en la descarga de la banda transportadora o elevador de cangilones in -

terceptando toda la corriente del material a intervalos regulares. Estas fracciones de muestra de diez (10) kg. aproximadamente se tomarán cada 15 minutos.

3) Cuando el muestreo se haga en la descarga de la tolva, se tomará en el vehículo de transporte una muestra de 1 m^3 aproximadamente por cada 400 m^3 de material producido.

4.-) En el caso de almacenamientos.

a) Para el muestreo en almacenamientos se tendrán las precauciones debidas, ya que son materiales acomodados en forma que fácilmente se derrumban, lo que dificulta y hace precisa la obtención de las muestras; esta operación generalmente se realizará en los taludes y cuando se tengan superficies adecuadas se efectuarán sondeos, las zonas de muestreos se espaciarán diez metros aproximadamente, de acuerdo con el volumen y dimensiones del almacenamiento.

5.-) Para el muestreo en el lugar de tiro.

a) Se presentan dos casos: Cuando el material se encuentra formando montones o cuando está acamellonado.

En los dos casos se tomará una muestra por cada 500 m^3 la distancia a que deberá tomarse cada muestra no será mayor de 250 m.

Una vez que se tienen todos los datos de los estudios preliminares y contando además con la información necesaria respecto a las necesidades de materiales que impone la curva-masa se selecciona toda la información correspondiente a los materiales localizados sobre la línea y también la de los bancos que puedan tener aprovechamiento.

El estudio definitivo consistirá en realizar los 3 trabajos que a continuación se mencionan.

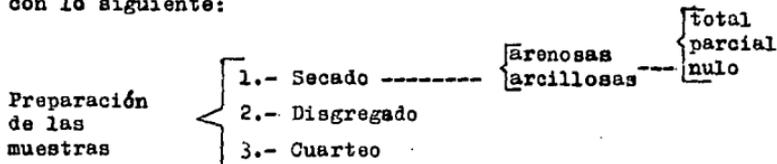
1.- Comprobar con ensayos de laboratorio, las características en que pueda haber alguna duda para el aprovechamiento seguro de los materiales incluidos en la selección.

2.- Completar con sondeos, muestreo y pruebas, los datos seleccionados.

3.- Localizar y estudiar los nuevos bancos que de acuerdo con toda la información, aún estén haciendo falta.

En el punto 1 es muy importante asegurarse que los materiales para capa sub-rasante tengan poco o nada de partículas retenidas en 3" y además, que su valor soporte sea de 5% o más y en expansión menor de 5%. En el punto 2 debe asegurarse, entre otros aspectos, que la información correspondiente a los bancos sea suficiente, debiéndose señalar inclusive los límites del banco y su volumen. Con el punto 3 prácticamente se está redondeando todo el estudio y la información correspondiente.

Para el estudio de los materiales para terracerías en el laboratorio, primero se preparan las muestras de material y luego se les efectúan los ensayos correspondientes, de acuerdo con lo siguiente:



| | | |
|---|---|---|
| Ensayes de Materiales p/terracerías | 1.- Granulometría | Tam. máx. Malla No. 3 Malla No. 4 Malla No. 40 Malla No. 200 |
| | 2.- Pesos específicos | Ym Sm Yd Sd Ys Ss |
| | 3.- Humedades | |
| | 4.- Límite de consistencia | Equivalente humedad de campo Contracción lineal.- Límites líquido, plástico y de contracción. Índices plástico, y de contracción. Equivalente de arena. |
| | 5.- Pruebas de compactación. | |
| | 6.- Valor relativo de soporte, estándar. | |
| | 7.- Valor relativo de soporte modificado. | |

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos practicados se determinan si el material es susceptible de emplearse en la construcción de la capa subrasante y del terraplén o unicamente en el cuerpo del terraplén ó no debe emplearse.

En el cuadro siguiente se indican las características que deben cumplir los materiales para terracerías.

Materiales para revestimientos, sub-bases y bases de pavimento.

Los materiales para revestimiento, sub-bases y bases de pavimento, se clasifican como sigue:

A) Materiales pétreos que no requerirán ningún tratamiento de desgragado, trituración cribado y/o lavado.

B) Materiales pétreos que para su utilización requieren un tratamiento de disgregado, cribado, trituración y/o lavado.

C) Mezcla de dos o más materiales del grupo A), del grupo B) ó de ambos.

D) Materiales de los grupos A), B), ó C), mezclados con un material asfáltico.

E) Materiales de los grupos A)B) ó C), mezclados con cementos Portland y puzolanas.

F) Materiales de los grupos A), B) ó C), mezclados con cal hidratada y puzolana o cal hidratada y cementos Portland.

Normas de calidad de los materiales.

Los materiales que se mencionan dependiendo para lo que se vayan a emplear y de la característica del material deberán llenar los requisitos siguientes:

A) De granulometría, de acuerdo a cualquier método de prueba conocido.

B) De contracción lineal, en por ciento, de valor cementante, en Kg/cm^2 , valor relativo de soporte en por ciento y equivalente de arena en por ciento.

C) De grado de compactación en la carretera. El material deberá compactarse a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto indique un grado diferente de compactación. El grado de compactación será determinado con relación a la prueba que indique el proyecto.

A continuación se hace la descripción de algunas pruebas que se efectúan en el control de calidad de los materiales durante la construcción:

Determinación del equivalente de arena.

Esta prueba tiene por objeto determinar las proporciones volumétricas relativas de las partículas gruesas de un suelo, con respecto a los finos plásticos que contiene, empleando un procedimiento que amplifica el volumen de los materiales finos plásticos en forma proporcional a sus efectos perjudiciales.

Para esta determinación se emplea la porción del suelo que pasa la malla Núm. 4, es decir, una mezcla de arena y finos; estos últimos pueden estar constituidos, a su vez, por partículas plásticas, perjudiciales y por no plásticas. El método -- que se describe cuantifica, bajo ciertas condiciones arbitrarias de la prueba, el volumen total de material inactivo en la muestra, incorporando los finos no plásticos a la fracción arenosa del suelo, de donde proviene su nombre de equivalente de arena.

La prueba de equivalente de arena se aplica tanto a materiales de capa subrasante como a los de sub-base, bases y agregados pétreos para mezclas asfálticas y concreto hidráulico permitiendo obtener rápidamente en el campo datos sobre la

calidad del material, desde el punto de vista de su contenido de finos plásticos.

Prueba de compactación de Proctor.

Esta prueba se realiza en los suelos que pasan la malla Núm. 4 y se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen, así como la resistencia a la penetración de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido, para distintos contenidos de humedad.

Los objetos de la prueba son los siguientes:

a) Determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzarse el material de que se trate, así como la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación.

b) Determinar el grado de compactación alcanzado por el material durante la construcción ó en los elementos ya construidos, relacionado el peso volumétrico obtenido en el lugar con el peso volumétrico máximo Proctor.

La prueba Proctor reproduce en el laboratorio una compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada como se obtiene en el trabajo para un equipo de compactación del tipo pata de cabra.

A la humedad con se alcanza el mayor peso volumétrico se le llama humedad Óptima. A esta humedad deberá procurarse siempre efectuar la compactación en la obra ya que facilita el acomodo de las partículas con el menor trabajo del equipo de compactación. Si se aumenta ó disminuye la humedad para llegar a obtener el mismo peso sería necesario aumentar el traba-

jo de las máquinas de compactación. Esta prueba está limitada a los suelos que pasen totalmente la malla Núm. 4 ó cuando más que tengan un retenido de 10% en esta malla pero que pasen totalmente por la malla de 3/8". No deben efectuarse además en las arenas de río, arenas de mina, arenas producto de una trituración, tezontles francamente arenosos y en general en todos aquellos materiales que carecen de cementación.

La prueba consiste en elaborar en el cilindro de proctor especímenes de suelo a diferentes humedades con incrementos del 2% en 3 capas compactándolas con el pisón metálico de 2.5 Kg. el que se deja caer desde una altura de 30 cm. 30 veces por capa. Los especímenes se hacen con el fin de determinar el peso volumétrico húme o y la humedad correspondiente. - La prueba se suspende cuando ha habido una disminución en el -- peso volumétrico húmedo de espécimen.

El peso volumétrico seco se calcula con la sig. fórmula:

$$PVS = \frac{PVH}{100 + W} \quad 100$$

En donde:

PVS = Peso volumétrico seco.

PVH = Peso volumétrico húmedo.

W = Humedad del espécimen compactado.

Con los pesos volumétricos secos obtenidos y las humedades correspondientes se traza la curva peso volumétrico seco humedad.

El punto superior de la curva resultante representa el peso volumétrico máximo para el material estudiado, bajo las -

condiciones de compactación indicadas en el procedimiento de prueba. La humedad correspondiente a este peso volumétrico representa el contenido óptimo con el cual se obtiene dicho peso volumétrico.

La curva de saturación teórica representa la humedad para cualquier peso volumétrico que sería necesaria para todos los vacíos que dejan entre sí todas las partículas sólidas estuvieran llenas de agua.

El peso volumétrico seco correspondiente a la curva de saturación teórica con una humedad dada, se calcula con la siguiente fórmula:

$$PVCS = \frac{1000 D}{100 + WD} \quad 100$$

En donde: PVCS = Peso volumétrico de la curva de saturación teórica.

D = Densidad relativa del material que pasa la malla -
No. 4

W = Humedad correspondiente a PVCS.

Para el cálculo de huecos llenos de aire en función de la curva de saturación teórica se emplea la sig. fórmula.

$$Va = \frac{1 - PVSC}{PVCS}$$

En donde. Va = Volúmen de los huecos llenos de aire, expresado en por ciento.

PVCS = Peso volumétrico seco del suelo compactado correspondiente a una humedad W.

La curva teórica de saturación tiene las siguientes aplicaciones principales.

a) Comprobar si la curva de proctor fué correctamente determinada. La curva teórica y de saturación no deben cortar se dado que es imposible en la práctica, llenar totalmente con agua los huecos que dejan las partículas del suelo compactado.

b) Determinar si un suelo, en el estado en que se encuentre es susceptible de adquirir humedad ó mayor peso volumétrico.

Prueba de compactación en suelos gruesos hasta de 2.54 cm.

Esta prueba tiene por objeto determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzar el material para un procedimiento definido de compactación, así como la humedad óptima a que deberá hacerse dicha compactación.

También para determinar el grado de compactación alcanzado por el material de que se trate, ya sea durante la construcción ó en las obras ya terminadas, relacionado con el peso volumétrico máximo obtenido con esta prueba, el peso volumétrico determinado en el lugar. El tipo de compactación de carga estática que se aplica en la presente prueba puede compararse en forma hasta cierto punto relativo con el tipo de compactación que se obtiene con rodillo liso ó neumático es decir como compactación que va de la superficie hacia abajo.

Prueba estándar de valor relativo de soporte.

Esta prueba se hace con el fin de conocer la calidad -

de los suelos en cuanto a valor de soporte se refiere midiendo la resistencia a la penetración del suelo compactado y sujeto a un determinado período de saturación.

La prueba consiste en medir la resistencia a la penetración de un espécimen compactado y con la humedad Porter después de haber sido saturado en agua hasta lograr su máxima expansión. La expansión es un dato importante por lo que se debe extremar su precaución para obtenerlo. El período de saturación varía por lo general entre 3 y 5 días. La expansión sufrida por el espécimen se relaciona con su altura y se expresa en por ciento.

Determinación de la resistencia a la penetración.

Al molde con el espécimen saturado se coloca en la prensa después de dejarlo escurrir por tres minutos y se colocan las placas de carga. El pistón para la prueba de penetración debe pasar a través de los orificios de las placas hasta la superficie de la muestra. Se aplica una carga inicial de 10 Kg. como máximo para empezar a medir las penetraciones y la carga necesaria para efectuarlas.

Se deben tomar las cargas que producen las siguientes deformaciones: 1.27, 2.54, 3.81, 5.08, 7.62, 10.16 y 12.70 mm.

La carga registrada para la penetración de 2.54 mm. se expresa como un porcentaje de la carga estándar de 1360 Kg. y si la prueba estuvo bien ejecutada el porcentaje así obtenido es el valor relativo de soporte. Los datos de la carga para la penetración dada sirven para trazar una curva penetración-carga y definir si la prueba estuvo bien ejecutada ó es necesario corregirla.

Esta prueba nos sirve para ver la calidad del material

Con el objeto de hacer la determinación del valor relativo de soporte de un suelo para calcular el espesor de pavimento se hacen pruebas de valor relativo de soporte que se llama modificadas porque tienen variación con respecto a la anterior que es la estándar.

Existen algunas pruebas de laboratorio más para conocer la calidad del material y el control del mismo antes y en la construcción de la vía terrestre pero como son muy extensas se describieron algunas de las más importantes y que se llevaron a cabo en la construcción del camino Parral-Chihuahua vía corta.

El control de calidad que se llevó a cabo en la construcción del camino Parral-Chihuahua vía corta fué con pruebas similares a las antes descritas y se lleva a cabo un resumen quincenal de ellas y se le denomina Resumen Quincenal de Control de Calidad.

Estas pruebas se hacen en las terracerías del cuerpo - del terraplén, en la capa Subrasante, etc. Las pruebas que se hicieron en este camino fueron de: Expansión, V.R.S. (Valor Relativo de Soporte) y de compactación.

El supervisor de la obra unicamente recibe los datos - del laboratorio clasificados de la siguiente manera:

En la compactación y Espesor de la capa Subrasante.

Grado de compactación mínimo especificado para la capa ensayada 100%.

| Ensaye | Est. Lado | Espesor de la ca pa ensa- yada. | Humedad % | | Peso esp. seco | | % de Compac tación | |
|--------|-----------|--|--------------|--------|--------------------------------------|--------|--------------------------|-----|
| | | | Del lugar | Optimo | en Kg/m ³ Del lugar | Optimo | | |
| 2304 | 116+324 | Izq. | 19 cm. | 7.4 | 11.0 | 2020 | 1960 | 98 |
| 2305 | 116+324 | Gen. | 44 " | 7.6 | 11.5 | 2040 | 1960 | 104 |
| 2306 | 116+324 | Der. | 21 " | 7.8 | 11.0 | 1950 | 1960 | 98 |

Observaciones:

Se recompactará y se aumentarán los espesores en los lados derecho e izquierdo de la estación ensayada.

De manera similar a la anterior se llevan a cabo los registros del control de calidad de los materiales en la construcción de un camino.

A manera de conclusión diremos que el control de calidad en la construcción de cualquier obra civil, depende fundamentalmente de la capacidad y la experiencia técnica del ingeniero - Jefe del laboratorio, así como la de sus colaboradoras y además - de la atención prestada por Ingeniero Supervisor de la Obra a los datos y recomendaciones aportadas por el Laboratorio así como de su dedicación, honestidad y Etica de ambos.

Por último para no extender demasiado la exposición, en este camino se utilizó asfalto FR-2, FR-3 y emulsión RR. El control de calidad de estos materiales fué realizado en la planta ag fálica encargada de la elaboración y tendido de estos materiales. A continuación se muestra un listado de productos asfálticos que se sugieren para emplearse en la pavimentación y conservación de los caminos.

PRODUCTOS ASFALTICOS QUE SE SUGIEREN PARA EMPLEARSE EN PAVIMENTACION DE CAMINOS.

| CONCEPTO | CONDICIONES CLIMATICAS EN EL LUGAR, DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | | | |
|---|---|--|--|--|---|---|
| | FRIO | | TEMPERADO | | CALIENTE | |
| | SECO | HUMEDO | SECO | HUMEDO | SECO | HUMEDO |
| TIPO DE IMPREGNACION.- * Bases de textura cerrada (Zona granulométrica 3) Bases de textura media (Zona granulométrica 2) Bases de textura abierta (Zona granulométrica 1) | FM-0 FM-0 ó FM-1 | FM-0 FM-1 | FM-0 ó FM-1 FM-1 | FM-0 ó FM-1 FM-1 | FM-1 ó FL-2 FM-1 ó FM-2 | FM-1 ó FL-2 FM-2 |
| CARPETAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS. Con materiales 0, 1, 2 y 3 | FR-2, FR-3, RR, RR-K | FR-3 ó RR-K | FR-3, RR, RR-K | FR-3 ó RR-K | FR-3, FR-4, RR-K ó RR | FR-3, FR-4, RR-K ó RR |
| RIEGOS DE LIGA.- * Sobre carpeta antigua o sobre base impregnada. | FR-1, FR-2, - FR-3, RR, RR-K | FR-2, FR-3, RR, RR-K | FR-2, FR-3, - RR, RR-K. | FR-2, FR-3 RR, RR-K | FR-2, FR-3, - FR-4, RR, RR-K | FR-2, FR-3, - FR-4, RR, RR-K. |
| CARPETAS DE MEZCLA ASFALTICA EN EL LUGAR En carpetas de textura cerrada (Zona granulométrica 3) En carpetas de textura media (Zona granulométrica 2) En carpetas de textura abierta (Zona granulométrica 1) | FR-1, FR-2, - FM-2 FR-2 ó FM-2 | FR-2 ó FM-2 | FR-2 ó FM-2 | FR-2 ó FM-2 FM-3 ó FR-3 | FR-3 ó FM-3 FM-3 ó FR-3 | FR-3 ó FM-3 FM-3 ó FR-3 |
| CARPETAS DE MEZCLA ASFALTICA HECHA EN PLANTA, EN FRIO. En carpetas de textura cerrada (Zona granulométrica 3) En carpetas de textura media (Zona granulométrica 2) En carpetas de textura abierta (Zona granulométrica 1) | RM, RL, RL-K RM, RL, RL-K RM, RL ó RM-K, RL-K | RM, RL-K. RM, RL-K. RM, RL, RL-K. RM-K. | RM, RL, RL-K. RM, RL, RL-K RM, RL ó RM-K. RL-K. | RM, RL-K RM, RL-K. RM, RL, RL-K ó RM-K. | RM, RL, RL-K RM, RL, RL-K. RM, RL ó RM-K RL-K. | RL-K. RM, RL-K. RM, RL-K. RM-K, RL-K, RL |
| CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO HECHO EN PLANTA, EN CALIENTE. | CA-3 ó CA-6 | CA-3 ó CA-6 | CA-3 ó CA-6 | CA-3 ó CA-6 | CA-3 ó CA-6 | CA-3 ó CA-6 |
| RIEGO DE SELLO.- Con materiales 3A, 3B ó 3-E. | FR-2, FR-3, RR, RR-K. | FR-3 ó RR-K | FR-3 ó RR-K. | FR-3 ó RR-K. | FR-3, FR-4, RR-K ó RR | FR-3, FR-4, RR-K, RR. |

NOTAS: Para la selección de este cuadro se debe considerar el problema de la adherencia entre el material asfáltico y el sublecho. Para la selección de este cuadro, para la selección de productos asfálticos específicos, deberá tomarse en cuenta este aspecto.

* La base de la carpeta será seca, en el momento de dar el riego, debe estar superficialmente seca.

RM Cuando se usen materiales de tipo 0, 1, 2 y 3 debe usarse emulsión asfáltica, en el momento de dar el riego, debe estar superficialmente seca.

CLAVE: FR.- Asfalto rebajado de fraguado rápido.
FM.- Asfalto rebajado de fraguado medio.
FL.- Asfalto rebajado de fraguado lento.
CA.- Cemento asfáltico.

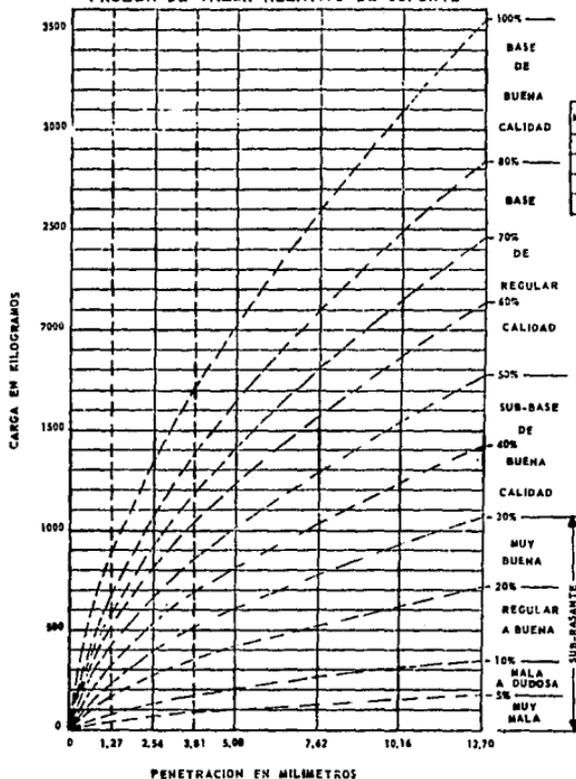
RR.- Emulsión aniónica de rompimiento rápido.
RM.- Emulsión aniónica de rompimiento medio.
RL.- Emulsión aniónica de rompimiento lento.
RR-K.- Emulsión catiónica de rompimiento rápido.
RM-K.- Emulsión catiónica de rompimiento medio.
RL-K.- Emulsión catiónica de rompimiento lento.

FORMULARIO N.º 10

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS Y LABORATORIOS
DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS
OFICINA DE LABORATORIOS DE CAMPO

MUESTRA N.º _____ OPERADOR _____ FECHA _____

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE



PRUEBA DE HINCHAMIENTO

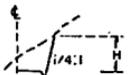
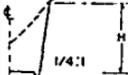
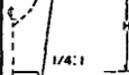
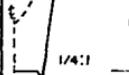
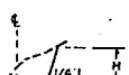
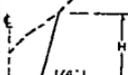
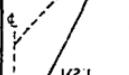
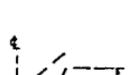
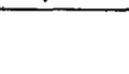
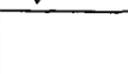
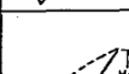
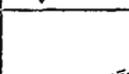
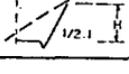
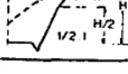
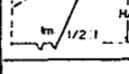
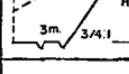
| MUESTRA N.º | ALTURA INICIAL | ALTURA FINAL | HINCHAMIENTO |
|-------------|----------------|--------------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

PRUEBA DE VALOR CEMENTANTE

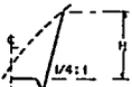
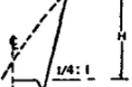
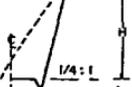
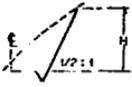
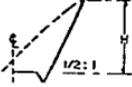
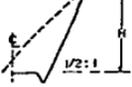
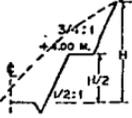
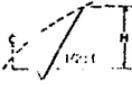
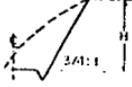
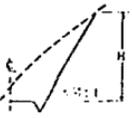
| | MUESTRA N.º | | |
|--------------------------------|-------------------|--|--|
| | CARGAS DE RUPTURA | | |
| SUMA | | | |
| PROMEDIO | | | |
| VALOR CEMENTANTE (Seg. 'm. 2') | | | |

OBSERVACIONES:

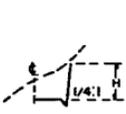
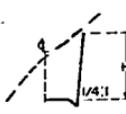
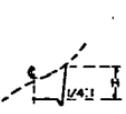
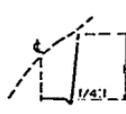
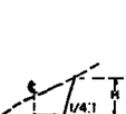
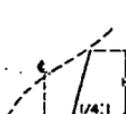
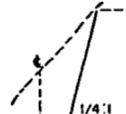
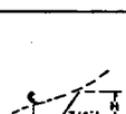
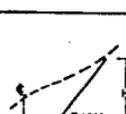
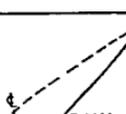
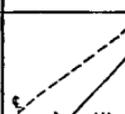
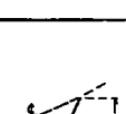
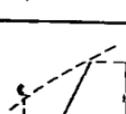
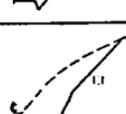
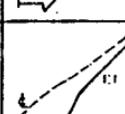
TALUDES RECOMENDABLES EN CORTES.

| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|--|---|---|---|--|---|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Granito sano y masivo. |  |  |  |  | Descopetar a 1/2:1 la parte interperizada - si la hay. |
| Granito sano fisurado en bloques. |  |  |  |  | Amacizar taludes según la disposición de los bloques. |
| Granito exfoliado, — grandes bloques empacados en arena. |  |  |  |  | No se considera recomendable la construcción de bermas en el cambio de talud. |
| Granito exfoliado, — grandes bloques empacados en arcilla arenosa. |  |  |  |  | Se recomienda construir banquetas con el objeto de recibir en ella los pequeños desprendimientos que normalmente se presentan. |
| Granito totalmente interperizada (tucury suzy). |  |  |  |  | Si el producto de la interperización del granito es arena fina, limosa o arcillosa, se recomienda proyectar banquetas de 1 m. para cortes hasta de 15 m. y de 3 m. para cortes mayores. |

TALUDES RECOMENDADOS EN CORTES

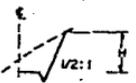
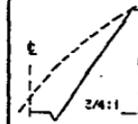
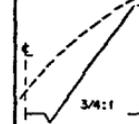
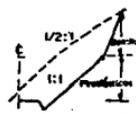
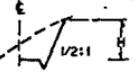
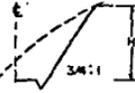
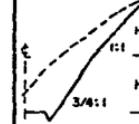
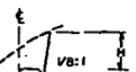
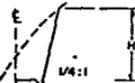
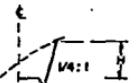
| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|--|---|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Dioritas. | <p>Se recomienda tomar en cuenta las mismas observaciones que se hacen para los granitos, dependiendo del grado de interperismo de la roca.</p> | | | | |
| Andesita fisurada, - sin alteración. |  |  |  |  | Se recomienda ensanchar siguiendo las pliegas de fisuramiento. |
| Andesita fracturada y poco alterada. |  |  |  |  | Se puede construir una balsa de 4 m al cambiar talud, si la parte inferior del corte no contiene arcilla y las fracturas y éstas están cerradas. |
| Andesita fracturada y alterada. |  |  |  |  | Se recomienda descompar con talud 1:1 la parte superficial más alterada. Si existen flujos de agua deberá proyectarse un sistema de drenaje adecuado. |

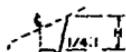
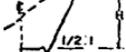
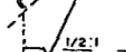
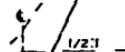
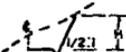
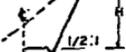
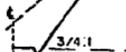
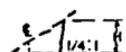
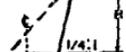
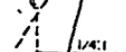
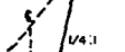
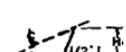
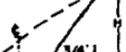
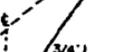
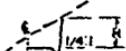
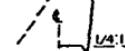
TALUDES RECOMENDADOS EN CORTES

| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|--|--|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Riolitas sanas o -- fracturadas en grandes bloques, con sistemas de fracturamiento a 90° horizontal y verticalmente. |  |  |  |  | Se recomienda estabilizar siguiendo los planos de fracturamiento, así como descopetar a 1:1 la parte intertemporal. |
| Diabasa sana poco fracturada. |  |  |  |  | Se recomienda estabilizar. |
| Basalto fracturado, sano. |  |  |  |  | Descopetar 1/2:1 la parte superior del corte si el fracturamiento es muy intenso. Si hay una capa intertemporal, descopetar 1:1. |
| Basalto fracturado en bloques de todos tamaños. |  |  |  |  | Si los fragmentos están sueltos y sin suelo, o separados en arcilla o limo suave con flujos de agua. |
| Basalto fracturado en bloques de todos tamaños. |  |  |  |  | Si los fragmentos están empacados en arcilla firme, sin que existan flujos de agua. |

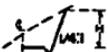
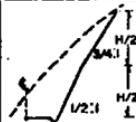
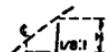
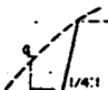
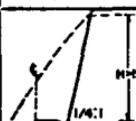
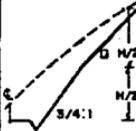
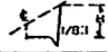
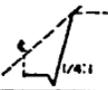
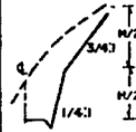
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TALUDES RECOMENDADOS EN CORTES

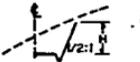
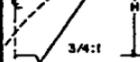
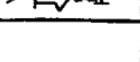
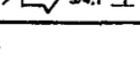
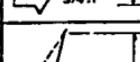
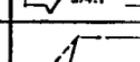
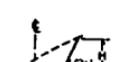
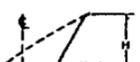
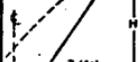
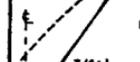
| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|--|---|---|--|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Basalto muy fracturado y en proceso muy avanzado de intemperización. |  |  |  |  | En zonas muy lluviosas se recomienda construir al pie del talud una banqueta de 1 m. para cortes hasta de 15 m. y de 3.0 m. para cortes mayores de 15 m. |
| Corrientes basálticas intercaladas con rocas piroclásticas y tezontles. |  | Se recomienda definir el contacto entre el basalto y las rocas piroclásticas para darle a cada uno su talud correspondiente. Las rocas piroclásticas requieren talud de 1:1 si se encuentran sueltas o de 3/4:1 si se encuentran compactas o son materiales muy gruesos. | | | |
| Tezontle masivo. |  |  |  |  | Si el tezontle es de grano fino y está suelto, se propone aplicar las mismas recomendaciones que para el resto de las piroclásticas. |
| Tobas, tobas brechoides, andesíticas, riolíticas o basálticas, sanas o ligeramente fisuradas. |  |  |  |  | Si están intemperizadas en la parte superior del corte, se recomienda descopetar el corte a 1/2:1 |
| Tobas, tobas brechoides, andesíticas, riolíticas o basálticas, sanas o ligeramente fisuradas. |  |  |  |  | Si existe un flujo de agua importante, se recomienda construir bermas de 4 m a la mitad de la altura impermeabilizando ésta. |

| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|--|---|---|---|---|---|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Tobas, tobas brachoides, riolíticas, andesíticas o basálticas poco intemperizadas. |  |  |  |  | Se recomienda descopetar a 3/4:1 la parte superior si el fracturamiento o intemperismo es intenso. |
| Tobas, tobas brachoides, riolíticas, basálticas o andesíticas muy intemperizadas. |  |  |  |  | Cambio de talud a la mitad de la altura - en cortes mayores de 15 m. |
| Lutita dura y resistente, con echado casi horizontal, poco fracturada. |  |  |  |  | No construir contracunetas si no son bien impermeables. - Descopetar a 3/4:1 la parte superior más intemperizada. |
| Lutita suave de resistencia media muy fracturada. |  |  |  |  | No construir contracunetas si no son bien impermeables. - Descopetar 1:1 la parte superficial más intemperizada. |
| Areniscas sanas fuertes cementadas, estratificación mal definida horizontal o a favor del corte. |  |  |  |  | Descopetar 3/4:1 la parte muy intemperizada. |

TALUDES RECOMENDADOS EN CORTES

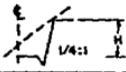
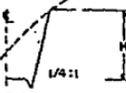
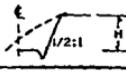
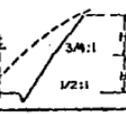
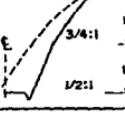
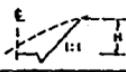
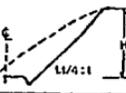
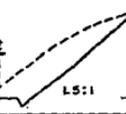
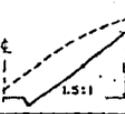
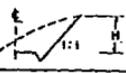
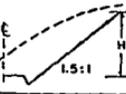
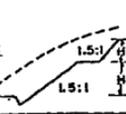
| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|--|---|---|---|--|--|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Arenisca poco cementada, muy alternada con flujos de agua. |  |  |  |  | Descopetar 1:1 la parte superficial muy intemperizada. |
| Conglomerado brechoso de bien cementado, con matriz silicosa o calcárea. |  |  |  |  | Se recomienda empujar eliminando todos los fragmentos sueltos. |
| Conglomerado pobremente cementado con matriz arcillosa. |  |  |  |  | Si la matriz arcillosa se encuentra saturada o sujeta a fuertes cambios de humedad se recomienda para cortes mayores de 10 m construir banquetas de 1 m y bermas de 4 m, a mitad de la altura. |
| Caliza fracturada - con echado casi a favor del corte con estratificación gruesa o mal definida. |  |  |  |  | Se recomienda descopetar 1:1 la parte superior alterada o muy fracturada. |
| Calizas sanas con estratificación fina horizontal o a favor del corte. |  |  |  |  | Descopetar 1:1 |

TALUDES RECOMENDADOS EN CORTES

| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|--|---|---|---|---|---|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Caliza intemperizada con flujo de agua. |  |  |  |  | Proyectar subdrenaje, contracunetas impermeabilizadas. |
| Caliza sana con echado contra el corte - entre 90° y 45°, con lubricante arcilloso entre estratos. | <p>Dar al talud correspondiente al echado. Si la roca está muy fracturada, proyectar bermas impermeabilizada de 4 m a la mitad de la altura. Contracunetas impermeables.</p> | | | | |
| Caliza muy fracturada e intemperizada. |  |  |  |  | Contracuneta impermeable. |
| Caliza sana poco fracturada con echado contra el corte entre 30° y 45° |  |  |  |  | Se pueda considerar como si el echado fuera horizontal. |
| Caliza muy poco intemperizada y fracturada con echado entre 45° y 30° contra el corte. |  |  |  |  | Descopetar la zona - más fracturada a 1:1 Contracuneta impermeabilizada. |

TALUDES RECOMENDADOS EN CORTES

| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|--|--|-------------|--------------|---------------|--|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Pizarras | Mismas recomendaciones que para calizas. | | | | |
| Aglomerado medianamente compacto con finos no plásticos. | | | | | Contracuneta impermeabilizada para cortes mayores de 10 m; construir banqueta de 1.0 m en el pie del talud. |
| Aglomerado medianamente compacto con finos plásticos. | | | | | Contracunetas impermeabilizadas. Para corte mayor de 15 m, proyectar banqueta de 4 m a la mitad de la altura. |
| Arenas limosas y limos compactos. | | | | | Descopetar 1:1 la parte inferior más interperizada si son materiales fácilmente erosionables deberá proyectarse talud de 1:1 y proteger con pasto. |
| Arenas limosas y limos poco compactos. | | | | | Contracuneta impermeabilizable. Descopetar a 1.5:1 a la parte más interperizada. Para cortes mayores de 15 m - proyectar banqueta de 3 m al pie del talud. |

| TIPO DE MATERIAL | TALUD RECOMENDABLE | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|--|--|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Mayor de 15 m | |
| Arenas limosas y limos muy compactos - (tepalcates). |  |  |  |  | Descopetar la parte superior suelta. |
| Arcillas poco arenosas firmes (homogéneas). |  |  |  |  | Descopetar 1:1 la parte intertemporada; si existe flujo de agua proyectar subdrenaje. |
| Arcillas muy suaves expansivas y comprensibles. |  |  |  |  | Para cortes mayores de 8 m proyectar bermas a la mitad de la altura bien nacida. * |
| Coolín producto de la intemperización de granitos o dioritas. |  |  |  | | Cubrir con pasto el talud para cortes mayores de 8 m proyectar bermas de 6 m bien drenadas (altura máxima 15 m). |
| Arenas limpias poco o nada compactas. | Su ángulo de fricción interna con banqueta de 1.00 m. en la base. | | | | Cubrir los taludes con pasto. |

- * La construcción de la bermas requerirá de una contrapendiente con objeto de drenar el agua por medio de cunetas que deberán ser impermeables, pues si no lo son se podría tener una filtración que pondría en peligro la parte inferior del corte, al establecerse una superficie de falla ocasionada por la disminución de la resistencia al esfuerzo cortante del material por efecto de la filtración.

C O N C L U S I O N E S

La construcción de un nuevo camino, la mayoría de las veces trae consigo beneficios a las poblaciones que les llega su influencia, por lo consiguiente el camino Parral-Chihuahua vía - corta los beneficios que aportará son los siguientes:

Beneficio social.

Como se puede observar en el estudio socio-económico - las poblaciones que se beneficiarán con el estudio y construcción de este camino son 44 comunidades agrícolas las cuales cultivan 24,400.00 has. aproximadamente, por lo que toca a la ganadería, la venta y el transporte del ganado será más fácil y más rápido, además el ahorro en horas-hombre será bastante considerable.

Beneficio por acortamiento.

Este es uno de los beneficios más directos y de mayor cuantía ya que este se deriva del ahorro por acortamiento que es de 83 Km. aproximadamente entre las dos poblaciones (Chihuahua e Hidalgo del Parral), que representa un ahorro de tiempo de aproximadamente una hora.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente podemos decir - en conclusión que la base para la construcción de un camino, es el buen estudio que se haga del mismo y por lo tanto tiene la -- misma ó más importancia que la construcción de este.

Todos los datos anteriormente mencionados son recopilados en dos planos:

Uno en el cual se reúnen los datos del eje longitudi-

nal del trazo, la topografía del terreno, la referenciación del trazo definitivo, datos de curvas, rumbos de las diversas tangentes, etc., este plano se denomina planta del eje definitivo del cual se anexa una copia del tramo 115+000-120+000.

El otro plano se refiere al perfil longitudinal del eje del camino, los datos recopilados en este plano son: Alturas de todas las estaciones y detalles sobre el eje definitivo, rasante y datos de curvas verticales del nuevo camino, estudio geotécnico del mismo, dibujo de la curva masa, ordenadas de la misma, dibujo de los prismoides referentes a los movimientos de tierras, relación de obras de arte y puentes ubicados en ese tramo así como los procedimientos de construcción ha conseguir en ese tramo.

En el otro plano se dibujan todas las secciones transversales al eje definitivo, en las cuales se proyectan los cuerpos del nuevo camino (en terraplén, en balcón y en cajón), así como las ampliaciones y sobreelevaciones del mismo. Estos datos sirven para el cálculo de la curva masa y de los movimientos de tierra.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS. (D.G.C.F.)

APUNTES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS DEL C. ING. JAIME MONTE-
LONGO SIERRA.

APUNTES DE ESTUDIO SOCIOECONOMICO DEL C. ING. CANDIDO - -
MONDRAGON

TABLAS PARA PROYECTO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL
DE CAMINOS.

APUNTES DE PRUEBAS DE LABORATORIO DE LA DIRECCION GENERAL
DE SERVICIOS TECNICOS, PARA CAMINOS.

APUNTES DE MECANICA DE SUELOS PARA CAMINOS, DE LA SECCION
DE GEOTECNIA DE LA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDES.

LIBRO DE TOPOGRAFIA DEL ING. CAÑON AMARO.