



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO <sup>4</sup>ej

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ARAGON"

" PROYECTO DE CONEXION DEL TRAMO  
FERROVIARIO TELOYUCAN JALTOCAN "

T E S I S

Que para obtener el Titulo de:

INGENIERO CIVIL

Presenta:

**SIMON CAMPOS MARTINEZ**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

México, D. F. 1991



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

PROYECTO DE CONEXION DEL TRAMO FERROVIARIO TEOLOHUACAN - XALTUCAN

INTRODUCCION

TEMA	PAGINA
CAPITULO 1	
ANTECEDENTES	1
CAPITULO 2	
ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	3
2.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	10
2.2. DIAGNOSTICO	13
CAPITULO 3	
ANALISIS DE LA SITUACION FUTURA	34
3.1. TRAFICO EN EL TRAMO	35
3.2. PROYECTICO	42
CAPITULO 4	
DETERMINACION DE METAS Y OBJETIVOS	48
CAPITULO 5	
DISEÑO DE LA CONEXION	49
5.1. SOLUCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE CONEXION	49
5.2. PROCESO PARA EL PROYECTO	50
5.3. TRAZO PRELIMINAR	61
5.3.1. TRAZO DIRECTO	62
5.4. NIVELACION DE LA PRELIMINAR	62
5.4.1. NIVELACION DIRECTA	67

TEMA	PAGINA
5.5. CONFIGURACION DEL TERRENO	64
5.6. PROYECTO DEL EJE DE LA VIA	64
5.6.1. RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO	65
5.6.1.1. TRAZO Y NIVELACION DE LA LINEA PROYECTADA	66
5.6.1.2. TRAZO	66
5.6.2. PROYECTO DE CURVAS	67
5.6.2.1. CURVAS SIMPLES	67
5.6.3. CURVAS COMPUESTAS	69
5.6.4. CALCULO DE LOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS DEL PROYECTO	73
5.6.5. REFERENCIAS DEL TRAZO	88
5.6.6. NIVELACION	88
5.7. SECCIONES DE CONSTRUCCION	88
5.8. PROYECTO DE LA PASANTE	89
5.8.1. DIBUJO DEL PERFIL DE LA LINEA DEFINITIVA	89
5.8.2. DIBUJO DE LAS SECCIONES DE CONSTRUCCION	89
5.8.3. PROYECTO DE LA PASANTE	89
5.8.4. CURVAS VERTICALES	90
5.8.4.1. CALCULO DE LAS CURVAS VERTICALES	92
5.9. SECCIONES DE LA VIA	101
5.10. VOLUMENES	101
5.10.1. VOLUMENES POR ESTACION	102
5.11. AJUSTES AL PROYECTO	104
5.11.1. AJUSTES	104

TEMA	PAGINA
5.11.2. ACARREOS	104
5.11.3. CALCULO DE VOLUMENES	105
5.12. RENTABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO	111
CAPITULO 6	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFIA	115

## INTRODUCCION.

Es un objetivo de la presente tesis es brindar al ingeniero civil así como al estudiante, la información, conocimiento y experiencias para el proyecto de tramos de conexión en ferrocarriles.

Inicialmente, se presenta la problemática del tráfico ferroviario convergiendo radialmente a la ciudad de México por ser el centro económico y político del país.

En el capítulo II, se analiza la situación actual, así como un diagnóstico del sistema ferroviario a nivel nacional; y a continuación se analizan las perspectivas del tráfico en el tramo y las condiciones de la terminal del valle de México dándose su pronóstico, que es mencionado en el capítulo III.

En el capítulo IV, se determina la solución de una terminal que alternativa a la ya saturada por el tráfico proponiendo puntos de conexión que no afecten obras de infraestructura existentes.

Más adelante en el capítulo siguiente se analizan las tres alternativas de solución al proyecto estudiando su diseño geográfico.

Describiendo las etapas en su elaboración, incluyendo cantidad y volúmenes de obra integrando los respectivos análisis de costos y precios unitarios de las actividades más representativas, se define a la alternativa tres como la más rentable.

Finalmente se consideran las conclusiones, que propiamente son las ventajas y desventajas del trabajo presentado.

Indiscutiblemente, el progreso de una nación se debe, en gran parte, al desarrollo de sus medios de transporte y en particular a la red ferroviaria, ya que todas las actividades industriales y agrícolas se ligan al intercambio de bienes y por ende a los transportes.

La red ferroviaria nacional tiene como característica principal su configuración radial. Sin embargo la geografía económica de nuestro país permite identificar zonas de grandes recursos, reales y potenciales, que requieren de una comunicación más directa entre sí, evitando recorridos que se adapten a los radios existentes.

Dicha comunicación se lograría por medio de la construcción, adaptación o mejoramiento de la infraestructura ferroviaria.

Como es: construcción de líneas transversales a las ya existentes; conexión entre líneas; liberamiento de las principales ciudades y acortamiento de las líneas actuales, mejoramiento de las condiciones geométricas de las vías existentes, por su menor capacidad de los obras de drenaje y desarrollo de velocidades bajas.

CAPITULO I.

ANTECEDENTES



## C A P I T U L O 1.

### 1.- ANTECEDENTES

El grave problema representado por el crecimiento incontrolado de la Ciudad de México ha requerido la atención del Gobierno Federal.

Este, a través del Plan Nacional de Desarrollo Urbano ha establecido entre sus políticas la de desalentar el crecimiento de la zona Metropolitana de la Ciudad de México y promover la desconcentración de la Industria, de los servicios públicos y de las diversas actividades a cargo del Sector privado, orientándolas a las zonas que declare prioritarias el plan.

Como un paso en la implantación de estas políticas, se ha elaborado el Plan de Desarrollo Urbano de la región Central de México, el Plan de ordenación de la Zona conurbada Centro y los Planes Estatales de las diversas entidades que integran la Región Central del País.

Sobre la base de los planes arriba mencionados, así como de las indicaciones de planificación general de los transportes; carretero, ferroviario, aéreo y marítimo que han emitido las Secretarías del Gobierno Mexicano, la definición de un plan de acción concreto para el Desarrollo de las conexiones ferroviarias de la Región Central asume una importancia primordial en el ámbito de las ya citadas políticas de desconcentración de la Ciudad de México.

Este Plan de acción desarrollado por Ferrocarriles Nacionales de México, comprende en primer término la realización de estudios para determinar la capacidad actual de servicio de las principales terminales ferroviarias de carga al sistema con objeto de conocer hasta

cuando será necesario pensar en su ampliación o su relocalización. Consecuentemente, la relocalización de una terminal ferroviaria implica llevar a cabo estudios relacionados con su nueva ubicación, es decir, las conexiones con las zonas industriales a las que servirá, la densidad de tráfico de las líneas férreas que convergen a ella y a los centros urbanos cercanos y finalmente, las conexiones entre líneas que permitan evitar recorridos innecesarios del tráfico de paso por tales centros urbanos.

En virtud de lo anterior, en el año de 1977, Ferrocarriles Nacionales de México realizó estudios que condujeron a establecer la necesidad de construir, cercana a la Ciudad de México, una terminal ferroviaria que a largo plazo sustituya a la actual terminal del Valle de México.

Este proyecto, como consecuencia, generó estudios paralelos como el que ahora se presenta y que consiste en diseñar una conexión ferroviaria que funcione como libramiento de la Ciudad de México, considerando la posible ubicación de la nueva terminal.

CAPITULO N°. 2

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

## 2.- Análisis de la situación actual.

Para comprender la situación actual y la problemática a tratar en el siguiente capítulo es necesario establecer un marco de referencia como a continuación se presenta.

El transporte ferroviario desempeña un papel de gran importancia en el desarrollo económico del País. Constituye, de hecho, un elemento fundamental de apoyo para el cumplimiento de los objetivos y metas -- establecidas en los diferentes sectores de la actividad productiva. A los ferrocarriles corresponde la prestación de servicios públicos indispensables tanto en el transporte de pasajeros, principalmente de estratos de población de bajos ingresos, como en el de carga, mediante la transportación de materias primas esenciales para la industria y de alimentos básicos para la población.

En 1976, el sistema ferroviario mexicano estaba integrado por cinco -- entidades, operando con una de ellas como una organización autónoma. Esto daba lugar, entre otros problemas, al encarecimiento de los gastos de operación y a demoras en los puntos de conexión por las inspecciones de intercambio a que era sometido el equipo rodante; al desaprovechamiento de la fuerza tractiva y de los carros, lo mismo que -- los talleres e instalaciones para el mantenimiento del equipo de -- transporte, así como a una falta de coordinación en el movimiento de las mercancías y de los pasajeros.

Por otra parte, la infraestructura ferroviaria, construida en su mayor parte a fines del siglo pasado y principios del actual, ha impuesto limitaciones para mejorar la explotación del sistema y para facili

tar su desarrollo. En 1976 la extensión de la red férrea era de 24,952 kilómetros. Su estado físico afectaba considerablemente la velocidad -- comercial, los niveles de seguridad y la capacidad de circulación de -- los trenes, debido a sus características geométricas como al diferi -- miento en la conservación de la vía y sustitución de rieles y durmien -- tes desgastado y en mal estado.

Asimismo, existían tramos de la red que por su mayor densidad de trá -- fico, estado físico y bajo calibre de riel, ha requerido un importante esfuerzo de rehabilitación con el objeto de ampliar la capacidad de las líneas. Se tenían, además, un gran número de puentes y alcantarillas de baja capacidad. Así como numerosos puentes provisionales que por los -- avances tecnológicos en la fabricación de equipo tractivo y de arrastre con unidades mas largas y de mayor peso, imponían bajas velocidades y - riesgos a la operación, retardando el recorrido de los trenes. Las fuer -- tes pendientes y grados de curvatura en numerosos tramos de las princi -- pales líneas, la insuficiente dimensión de los laderos, la baja capaci -- dad de los patios y terminales de los principales centros ferroviarios y la dispersión de los talleres de mantenimiento del equipo, han afecta -- do desfavorablemente la operación de los trenes.

El tráfico por ferrocarril ha seguido una tendencia creciente, obligan -- do a las empresas operadoras del servicio a ampliar sus existencias de equipo de transporte. En 1976, el parque de locomotoras era de 1,293 -- unidades y el equipo de arrastre compuesto de 39,540 carros de carga, - 723 coches de pasajeros y 576 coches express y correo. Sin embargo, el -- uso de unidades con muchos años en servicio y de baja capacidad, difi --

culta su reparación y mantenimiento y da lugar a fallas en camino. Asimismo, la elevada permanencia en talleres ha requerido revisar los métodos de trabajo y llevar a cabo una efectiva supervisión ( gráfica -- 2:1 y 2:2 ).

Además de las características físicas de la red y del equipo, la operación ferroviaria presenta grandes problemas debido a la longitud de -- los tranes de carga en relación con la capacidad de los laderos, a la escasez del personal técnico dedicado a la revisión y actualización de los procedimientos de operación y a la antigüedad de los reglamentos, entre otros factores. Asimismo, el bajo nivel de escolaridad del personal, la falta de oficiales para ocupar los puestos de mando y la escasa coordinación entre las diferentes áreas que intervienen en la operación, son otros elementos que han afectado la eficiencia del sistema ferroviario.

Para impulsar el desarrollo de los ferrocarriles, esta administración se propuso fortalecer su participación en el movimiento de mercancías, mejorar los niveles de eficiencia en la presentación del servicio y alcanzar una mayor complementación con otros modos de transporte.

Para ello se procuró operar en forma coordinada con los demás subsectores del transporte; el ferrocarril movilizará las mercancías de grandes volúmenes entre los principales centros de tráfico, considerando las distancias y tipos de carga más apropiados y programando alcanzar el mayor empleo posible de trenes regulares, complementándose y apoyándose en otros modos de transporte.

Para fortalecer el desarrollo de los ferrocarriles, se formuló y se --

puso en marcha el Programa de Construcción y Modernización de la Infraestructura Ferroviaria en el que se incluyeron los principales proyectos que requería la red en materia de nuevos enlaces ferroviarios, ampliación de la capacidad de aquellas líneas que estaban a punto de llegar a su saturación y la rectificación al trazo de aquellos tramos con pendientes pronunciadas y curvaturas cerradas.

Asimismo se planteó la construcción de nuevas terminales de carga que sustituyen las instalaciones que llegaron al límite de su capacidad y presentaban problemas de congestionamiento. Además, se fortalecieron los programas de rehabilitación y conservación.

Dentro de este marco se impulsaron los trabajos pendientes a fortalecer la red ferroviaria para que el ferrocarril adquiriera su papel como enlace de nuevas regiones, promotor del crecimiento de los nuevos polos de desarrollo y como instrumento eficaz para apoyar el desenvolvimiento de las actividades productivas. Al mismo tiempo, se aplicaron recursos para mejorar y modernizar las instalaciones, abatir el diferimiento en la conservación de la vía, rehabilitar las líneas con mayor densidad de tráfico, ampliar los patios y terminales, reforzar y reconstruir puentes y alcantarillas, así como modernizar los sistemas de comunicaciones señales y control de las operaciones en los principales patios de carga del sistema ferroviario.

Entre los avances en la ejecución de este programa destaca la terminación de la línea Coróndiro-Lázaro Cárdenas que fue puesta en operación el 17 de noviembre de 1980 con un costo total de 2,600 millones de pesos. Esta línea de 200 kilómetros de longitud enlaza por vía ferroviaria

ria al centro industrial y socio-económico de Lázaro Cárdenas con el resto de la República. En 1978 se puso también en operación el tramo Xaltocan-Teotihuacan que forma parte del enlace Lechería-Xaltocan-Teotihuacan proyectado para terminarse en 1986. Asimismo, se llevó a su etapa final la construcción de la doble vía México-Querétaro y se inició la instalación del sistema electrificado. Por otra parte se construyó la doble vía Los Reyes-Cd. Mendoza de la línea del ex-ferrocarril Mexicano, que al entrar en operación incrementará la capacidad de transporte para la carga proveniente del sureste al centro y norte de la República.

En 1982 se estima terminar la rectificación del tramo Pinto-Bocas, de la línea México-Nuevo Laredo y se inicia la operación del patio de marino en Coatzacoalcos que constituyen unas instalaciones importantes para resolver el congestionamiento y los problemas de operación del centro ferroviario en esa terminal portuaria.

Adicionalmente, se encuentran en proceso de construcción las dobles vías Querétaro-Irapuato, Cd. Mendoza-Córdoba-Paso del macho y el libramiento de la Ciudad de Monterrey, así como la rectificación de los tramos Sayula-Cd. Guzmán, Tierra Blanca-Medias aguas, Coatzacoalcos-Salina Cruz y Ajuno-Caltzontzin. Se encuentra en su etapa inicial la construcción de los nuevos enlaces territoriales de Guadalajara-Encarnación, Salinas-Laguna Seca, México-Tuxpan y Veracruz-Tampico-Altamira y se trabaja en los proyectos de las terminales de carga de Coyotepec y Guadalajara. Por su parte, la doble vía Teotihuacan-Los Reyes se encuentra en su fase de proyecto.



Con la realización de las obras señaladas se ha logrado un avance equivalente a la construcción de 610 kilómetros de vía nueva y la rectificación de 145 kilómetros. También destaca la rehabilitación de 1,778 kilómetros de vías con riel nuevo, la ampliación de laderos con una extensión conjunta de 135 kilómetros y la mayor conservación de la red ferroviaria.

Por otro lado, la recuperación económica iniciada en 1978, junto con el incremento de las importaciones agrícolas en el periodo 1978-1980 generó una demanda extraordinaria de transporte ferroviario que evidenció la insuficiencia de fuerza tractiva. Esto provocó problemas en la operación de los servicios que efectuaron directamente los sectores productivos de la economía, por lo que se implantaron las acciones para ampliar y renovar la flota tractiva y el equipo de arrastre.

Otro factor que contribuyó al congestionamiento, fue el elevado número de carros norteamericanos y canadienses sobre las líneas del sistema ferroviario. En 1980 se llegó a un promedio diario de 32,000 carros extranjeros en los Ferrocarriles Nacionales de México, frente a 12,000 en el año de 1979. La demanda con que muchos consignatarios descargan los carros que reciben contribuyó también de manera relevante al congestionamiento de terminales y a la movilización de los trenes antes de entrar a las terminales.

La práctica de embarcar una mayor cantidad de productos de la que admite la capacidad de almacenaje de las empresas, se difundió ampliamente desde años anteriores. Aun más, el problema de mantener los carros cargados se atenuó y disfrazó al redocumentarse los embarques a otros lu-

gares, para después volver a documentarlos al punto original. Esta situación propició el congestionamiento de líneas y terminales especialmente particulares en espera de ser descargados.

Para 1984 el transporte ferroviario contaba, entre los principales elementos para la prestación de sus servicios, con una red de 15486.2-kilómetros de vías principales y 5509 kilómetros de vías secundarias o de servicios, los cuales se localizan en patios, laderos y espuelas siendo en la actualidad construidos con calibre de riel de 115 lbs. - el mayor número de vías principales ( Cuadro No. 2:3 ).

Respecto a las vías con juntas soldadas por los diferentes procesos - aluminotérmico y eléctrico, en sus diferentes calibres de riel, así como la reposición de durmiente de madera y colocación de durmiente de madera y colocación de durmiente de concreto hasta el año 1984 se ilustra en el ( cuadro No. 2:4 ).

Durante 1982 se llevó a cabo la fusión de los Ferrocarriles Unidos - del Sureste a los Nacionales de México, quedando pendiente la integración del Ferrocarril Chihuahua al Pacífico. Asimismo, se prevé - que en el corto plazo queden integradas en una sola administración - las restantes empresas ferroviarias que actualmente son independientes administrativa y operativamente.

El panorama hasta aquí planteado presenta una serie de datos, hechos y tendencias de carácter ferroviario prevaletentes en la mas reciente actualidad y bajo este marco se inscribe la problemática que trataremos en el siguiente capítulo.

## 2.1 Identificación del problema

Para la administración del sistema ferroviario nacional, la empresa se divide en 17 divisiones y éstas a su vez, en 123 distritos; sin embargo la convergencia de líneas hacia la ciudad de México genera un alto volumen de carros que deben ser recibidos, clasificados y despachados por la terminal del Valle de México, como se puede observar en el ( cuadro No. 2.5 ).

La terminal del Valle de México se localiza sobre las troncales "A" (México-Cd. Juárez) y "B" ( México-Nuevo Laredo ), entre los kilómetros 9 y 15.

La terminal se encuentra en operación desde el año de 1956, siendo en -- ese entonces una de las mas modernas de América Latina por su gran capacidad de operación e importante aportación al mejoramiento urbanístico -- del Distrito Federal ya que como puede observarse en el cuadro No. 2-6 -- en el área Metropolitana cuenta con algunos patios en su interior y pe-- riferia que originaban con su operación aislada grandes problemas de vi- lidad y contaminación.

Actualmente la terminal del Valle de México da servicio a estos patios -- solamente recibiendo de ellos o distribuyendo hacia ellos los carros que así correspondan, realizando todas las operaciones propias de una termi-- nal en sus instalaciones.

En sus inicios se consideró que la terminal sería funcional hasta el año 2000, pero debido a los problemas ocasionados por la concentración econó-- mica, política, social y cultural que se ha dado en la ciudad de México, -- y que ha repercutido consecuentemente en el transporte ferroviario, hoy en día se presenta una problemática similar a la de hace 30 años.

es decir, la terminal presenta frecuentes saturaciones por haber llegado a su máxima capacidad.

Aunado al problema urbano ocasionado por las operaciones de entrada y salida de trenes de la terminal, existe la situación de que una gran cantidad de carros manejados por ésta, tienen origen en la gran zona Norte -- del País y destino en la zona Sur o viceversa; lo cual significa que solo están de paso por las instalaciones de la Terminal del Valle de México y que para fines de manejo por recepción, clasificación y despacho en ellos efectúan un recorrido como se ilustra en el cuadro No. 2.7.

Como ya se mencionó anteriormente se tiene el proyecto de la construcción de la nueva terminal del Valle de México en Coyotepec sobre las troncales "A" y "B" en el kilómetro 41.000.

Se hace necesario conocer las condiciones en que se encuentran las líneas troncales "A" y "B" entre los kilómetros 21.000 y 41.000, así como la línea "H" del km. 0.000 al km. 18.480, considerando las modificaciones en ambas con el fin de conocer las condiciones de ubicación de nuestro proyecto de conexión así tenemos los siguientes avances.

En el km. 21.000 de la línea México-Querétaro se construyen en el patio piloto de Lechería 6 vías del tipo laderos, tienen una longitud de vía de 9317.38 m; los avances de vía se observan de las líneas o vías 1, 2, 3, 4, 5 y 6 en sus respectivas gráficas 2-8, 2-9, 2-10 comprendidos entre -- los kilómetros 21.000 al kilómetro 23.700. En lo concerniente a las troncales "A" y "B" se tendrán modificaciones debido a su actual situación.

La ubicación afecta la construcción de las líneas "AQ" y "BQ" teniendo que realizar trabajos que modifiquen a las líneas "A" y "B" esto es debido a que en algunos puntos se interceptan las líneas "A" y "B" modificada con las troncales "AQ" y "BQ", condición necesaria por 125 o --bras que se estan proyectando y tendran que modificar las actuales --- vías tal como lo ilustran los cuadros No. 2-11 al No. 2-16.

En el cuadro No. 2-17 se ilustra el avance de las líneas "A" modificada y "B" modificada, así también en el cuadro No. 2-18 se aprecia el avance de las líneas "AQ" y "BQ"; estas dos líneas son destinadas para el uso exclusivo del tren bala. En lo que respecta al tramo Lechería-Xaltocan, con una longitud de 16.840 kilómetros, los trabajos actuales son a nivel terracerías siendo estas paralelas a la actual vía. El cuadro No. 2-19 nos da el avance de estas terracerías. Esta vía se destina al uso de las líneas MéxicoVeracruz, la cual tiene un avance del --100 % del tramo Xaltocan km. 16.840 a San Juan Teotihuacan km. 44.800 de la línea "S".

Actualmente, debido a las condiciones físicas de las infraestructura ferroviaria que se han mencionado en párrafos anteriores; los trenes de paso por la Ciudad de México, tiene que efectuar recorridos extraños que deben ser sometidos de manera innecesaria a los procesos de recibo, clasificación y despacho nuevamente en la terminal del Valle de México dando como consecuencia mayores costos de operación y mantenimiento, tanto en equipo como en instalaciones.

Es por lo anterior principalmente, que debe construirse una conexión de las líneas mencionados, aun cuando el Gobierno Federal ante la --

construcción de la nueva terminal del Valle de México denominada ( Coyotepec ) para el presente sexenio. Actualmente esta área es centro de almacenaje de la Dirección General de Vías Férreas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Sin embargo no podrán evitarse los recorridos mencionados si no se construye una conexión óptima entre los troncales "A" y "B" con la línea "H" tal como se ilustra en el cuadro No 2-7 con línea discontinua.

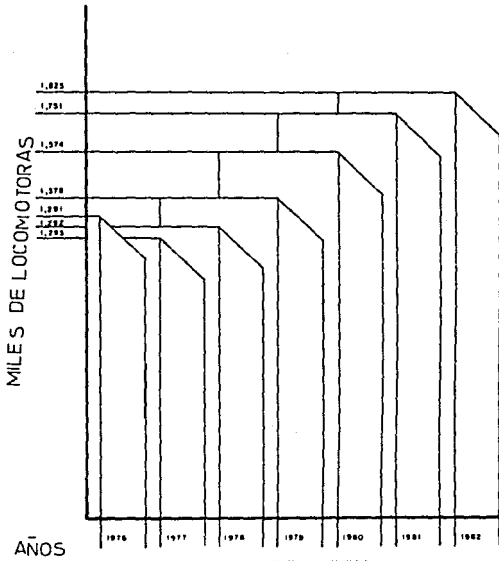
## 2.2. DIAGNOSTICO

Actualmente el tráfico de trenes que entran y salen de la terminal del Valle de México esta sobresaturado, lo que ocasiona demoras en el recibimiento, calificación y despacho de los trenes; esto repercute en que el usuario opte por utilizar otro medio de transporte y uno de los objetivos primordiales es corregir esta insuficiencia optando por construir otra terminal que absorba el excedente de carros. Se tiene conocimiento que la infraestructura ferroviaria requiere de nuevos enlaces como son construcción de vías férreas paralelas a las ya existentes, corrección de las vías actuales en su superestructura, pendiente y grado de curvatura, así como también libramientos y conexiones las cuales evitarán recorridos innecesarios, saturación en las líneas troncales, costos altos de operación y mantenimiento.

La construcción de las vías "AQ" y "BQ" le dan a las vías férreas un enfoque al transporte del futuro; dichas vías serán utilizadas para el tren bala el cual alcanzara velocidades promedio de 180 a 210 km/hr, esto nos da un panorama de la importancia de las vías férreas, hoy en día se alcanzan velocidades de hasta 300 km/hr., en los trenes de pa-

sajeros rodeando al usuario de un lujo silencioso y velocidades cada vez mayores.

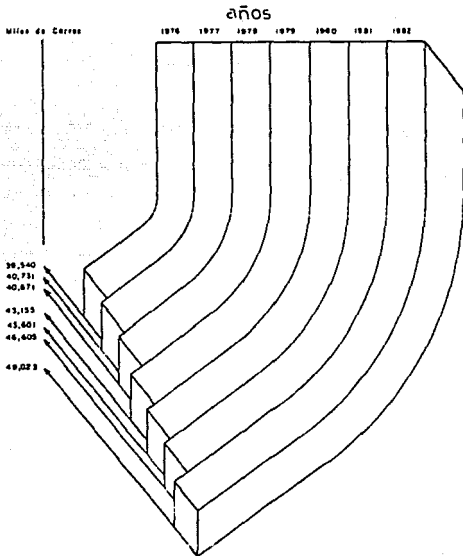
### Existencia de Locomotoras



EQUIPO DE FUERZA MOTRIZ DE LOS F.N. DE MEXICO  
DE LOS AÑOS 1976 A 1982.



### Existencia de Carros de Carga



EQUIPO TRACTIVO DE F.N. DE MEXICO DE LOS AÑOS  
1976 A 1982.

LONGITUD DE VIA PRINCIPAL  
(KILOMETROS)

CUADRO No. 2-3

SISTEMA FERROVIARIO

AÑOS	C A L I B R E D E R I E L				TOTAL
	40-56	60-75	80-90	100-115	
1930	2,963.6	6,154.3	2,309.9	-	11,427.8
1935	2,241.0	6,093.7	2,974.6	-	11,309.3
1940	2,540.4	6,080.5	2,984.1	111.7	11,716.7
1945	2,356.6	5,799.9	3,203.0	396.4	11,755.9
1950	3,126.7	5,705.1	2,773.9	1,814.5	13,420.2
1955	1,946.1	4,892.2	2,647.9	4,097.7	13,580.9
1960	1,617.8	4,390.4	2,593.2	5,220.4	13,821.8
1965	1,140.7	2,779.6	2,205.7	7,557.5	13,683.5
1970	713.6	2,527.9	1,966.1	8,766.1	13,974.4
1971	607.0	2,481.8	1,888.6	8,857.4	14,074.8
1972	775.1	2,402.1	1,886.6	9,020.6	14,090.4
1973	664.2	2,365.5	1,858.6	9,226.3	14,114.6
1974	612.0	2,311.9	1,866.2	9,361.2	14,151.3
1975	626.3	2,164.2	1,834.8	9,548.6	14,173.9
1976	553.3	2,132.4	1,822.6	9,715.6	14,223.9
1977	546.5	2,078.3	1,752.9	9,831.8	14,100.5
1978	455.3	1,969.6	1,664.0	10,122.2	14,211.1
1979	444.4	1,987.5	1,635.3	10,234.0	14,301.2
1980	385.5	1,698.8	1,643.1	10,497.5	14,234.9
1981	240.3	1,594.1	1,627.6	10,561.5	14,123.5
1982	316.4	1,725.7	2,264.8	11,175.2	15,482.1
1983	353.0	1,669.7	2,264.1	11,194.0	15,480.8
1984	350.1	1,630.9	2,195.3	11,309.9	15,486.2

ESTE CUADRO NOS DA UN PROGRAMA DE LOS DIFERENTES CALIBRES DE RIEL DISTRIBUIDOS EN EL SISTEMA FERROCARRILERO EN KILOMETROS PREDOMINANDO DE 100 Y 115 LB/YD.

CUADRO No 2-4

LONGITUD DE RIEL SOLDADO  
(KILOMETROS)

AÑOS	CALIBRE DE RIEL					TOTAL
	MEÑORES DE 100 LBS.	100 LBS.	110 LBS.	112 LBS.	115 LBS.	
1960	46.1	112.7		14.1		172.9
1965	15.7	27.4			79.4	122.5
1970	40.3	71.1	43.3	8.2	176.8	339.7
1971			29.9	20.0	165.1	215.0
1972					110.2	110.2
1973		41.5			65.8	107.3
1974		35.4			200.3	235.7
1975					414.9	414.9
1976		15.0			397.5	412.5
1977					173.0	173.0
1978					123.8	123.8
1979		41.8		13.1	170.6	225.5
1980		17.0		30.4	423.5	470.9
1981		14.0		37.6	201.8	253.4
1982		43.3		14.9	239.7	297.9
1983					132.2	132.2
1984					139.8	139.8

ESTADÍSTICAS DE VIA  
REPOSICION DE DURMIENTES DE MADERA  
Y COLOCACION DE DURMIENTES DE CONCRETO

AÑOS	REPOSICION DURMIENTES DE MADERA	COLOCACION DURMIENTES DE CONCRETO	AÑOS	REPOSICION DURMIENTES DE MADERA	COLOCACION DURMIENTES DE CONCRETO
1935	1,898.7		1974	1,450.9	210.3
1940	1,780.4		1975	1,583.2	444.2
1945	1,707.1		1976	1,810.9	264.5
1950	949.2		1977	1,608.0	230.5
1955	1,215.0		1978	1,002.4	280.2
1960	1,155.0		1979	812.7	310.8
1965	1,166.1	65.1	1980	550.3	268.7
1970	1,011.7	187.6	1981	1,115.8	240.5
1971	973.5	275.0	1982	1,450.2	320.4
1972	1,191.1	150.7	1983	1,193.3	3,077.1
1973	941.4	63.5	1984	985.0	1,560.1

Vía con Riel Soldado

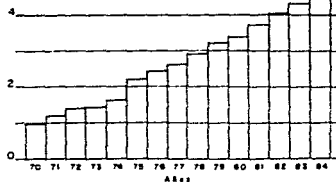
Miles de Kilómetros



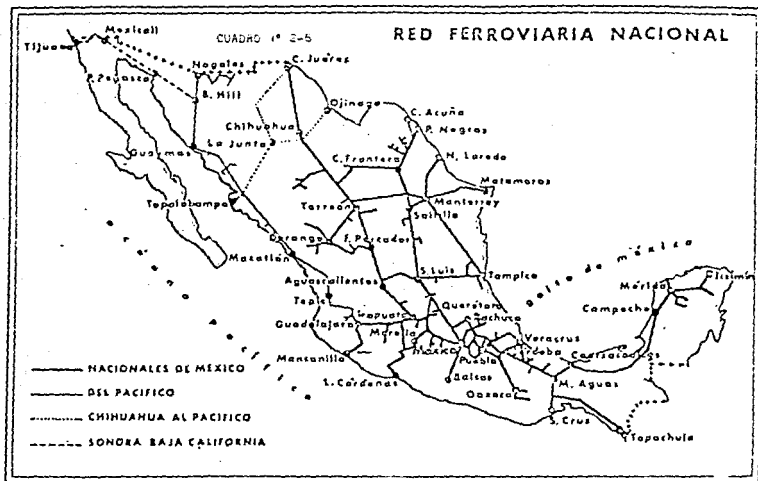
Cifras Acumuladas

Durmientes de Concreto

Millones

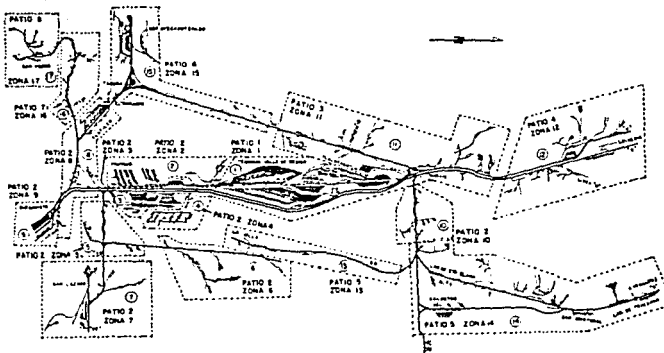


Cifras Acumuladas



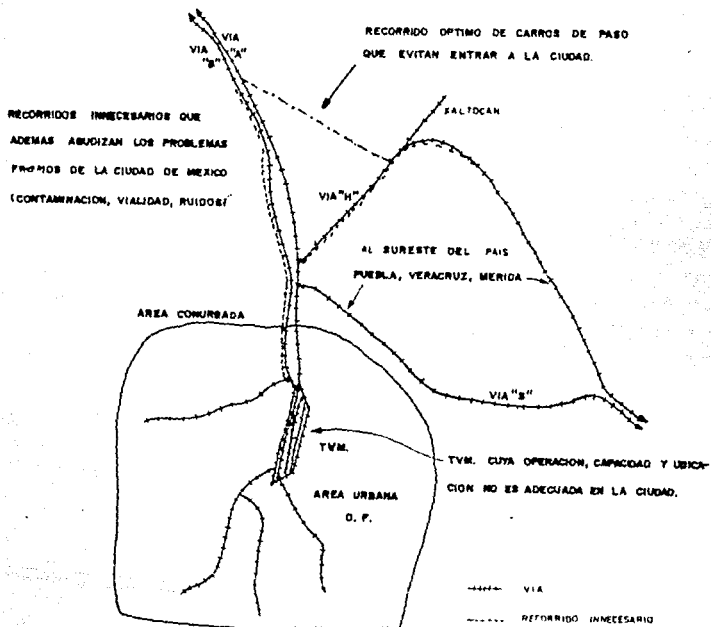
CUADRO N° 2.6

TERMINAL FERROVIARIA VALLE DE MEXICO Y ZONAS INDUSTRIALES A LAS QUE SIRVEN  
LOS PATIOS UBICADOS EN LAS DIFERENTES ZONAS ACTUALMENTE OCASIONAN PROBLEMAS  
DE VIALIDAD, CONTAMINACION Y RUIDO. SE OBSERVA ACTUALMENTE QUE ALGUNOS SON  
IMPERMEABLES.



AL NORTE DEL PAIS

CD. JUAREZ, NUEVO LAREDO, GUADALAJARA



SITUACION DE LA VIA "A" "B" Y "H", RECORRIDO QUE REALIZAN INNECESARIO Y EL EQUIPO TRACTIVO QUE VIENE DEL NORTE, AREA Y EL SURESTE. RECORRIDO OPTIMO DE TEOLOYUCAN A XALTICAN.



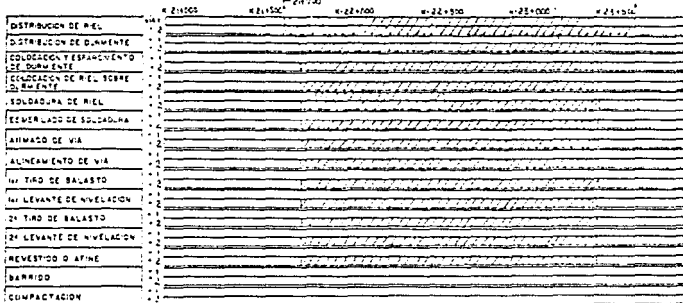
GRAFICA No. 2-B

DIRECCION GENERAL DE VIAS FERREAS  
NACIONAL

GRAFICA DE AVANCE DE VIA

LINEA MERIS - MUDRETMG  
TRAMO ALMERIA - TAJE  
DEL K. 211000 AL K. 241000CONTRATO  
CONTRATISTA  
FECHA

ESTIVAL



SITUACION DEL KM. 21-700 AL 23-500 DEL PATIO PILOTO DE LECHERIA EN LAS VIAS 1 Y 2 DE ACUERDO A LOS DIFERENTES TRABAJOS DIVERSOS DE VIA.



GRAFICA No. 2-9

DIRECCION GENERAL DE VIAS FERREAS  
MEXICANA NACIONAL

GRAFICA DE AVANCE DE VIA

1-1-40	JUL-0
2-1-40	AGOSTO
3-1-40	SEPTIEMBRE
4-1-40	OCTUBRE
5-1-40	NOVIEMBRE
6-1-40	DICIEMBRE
7-1-40	ENE. SIGUIENTE

LINEA: MEXICO - GUERETARO

TRAMO: LECHERIA - TALO

DEL K. 2.750 AL K. 23+500

CONTRATO

CON-14-17A

FECHA

	2-1-40	4-2-40	6-2-40	8-2-40	10-2-40	12-2-40
DISTRIBUCION DE REL						
DISTRIBUCION DE CEMENTO						
COLOCACION Y ESPESORAMIENTO DE CEMENTO						
COLOCACION DE REL SOBRE CEMENTO						
SOLEDADURA DE REL						
ESMERLADO DE SOLEDADURA						
ARMADO DE VIA						
ALINEAMIENTO DE VIA						
1º TAL DE BALASTO						
1º LEVANTE DE NIVELACION						
2º TAL DE BALASTO						
2º LEVANTE DE NIVELACION						
REVESTIDO DE AFINE						
BARRIDO						
COMPACTACION						

SITUACION DEL PATIO PILOTO DE LECHERIA EN LAS VIAS 3 Y 4 DEL KM.  
21+750 AL KM. 23+500.





GRAFICA No. 2-10 DIRECCION GENERAL DE VIAS FERREAS  
GUATEMALA, GUATEMALA

GRAFICA DE AVANCE DE VIA

-----	ENERO	-----	JULIO
-----	FEBRERO	-----	AGOSTO
-----	MARZO	-----	SEPTIEMBRE
-----	ABRIL	-----	OCTUBRE
-----	MAYO	-----	NOVIEMBRE
-----	JUNIO	-----	DICIEMBRE
-----		-----	ANO SIGUIENTE

LÍNEA: MEXICO-GUATEMALA  
TRAMO LA CAÑEA-TIQUIL  
DEL K. 21000 AL K. 247000

CONTRATO  
CONTRATISTA  
FECHA

25/7/74

	K+21000	K+21500	K+22000	K+22500	K+23000	K+24000
DISTRIBUCION DE HUEL						
DISTRIBUCION DE CEMENTO						
COLGACION Y ESPANAMIENTO DE CEMENTO						
COLGACION DE HUEL SOBRE CEMENTO						
SOLODADUNA DE HUEL						
ESPERILLAS DE SOLODADUNA						
ARMADO DE VIA						
ALINEAMIENTO DE VIA						
1º TIRO DE BALASTO						
1º LEVANTE DE NIVELACION						
2º TIRO DE BALASTO						
2º LEVANTE DE NIVELACION						
REVESTIDO O AFINE						
BARRIDO						
COMPACTACION						

SITUACION DEL PATIO PILOTO DE LECHERIA, DE LAS VIAS 5 Y 6 DEL KM. 21.700 AL KM. 23.500. EN LOS DIFERENTES TRABAJOS DIVERSOS DE ARMADO DE VIA.

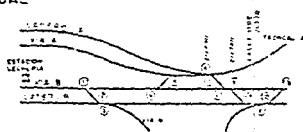
CUADRO No. 2-11

21+000-21+900

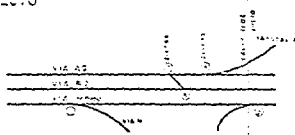
VIAS POR MODIFICARSE Y TRABAJOS POR EJECUTAR

VIAS NUEVAS DEL KM. 21+000 - KM. 21+900

ACTUAL



PROYECTO



TRABAJOS DE VIAS POR DESMANTELAMIENTO

-- DESARRODE DE CAMBIO No. 10	•	13 JCD
-- DESARRODE DE VIA	•	2326 ML
-- CARGA DITE. DE MADERA	•	2476 PZA
-- ACARREO AL POLVORIN DITE MAD	•	51490 PZA/KM
-- DCCA Y DISTR. DITE. MAD.	•	2176 PZA
-- CARGO DITE. DE 240 KG. POLVORIN	•	1400 PZA
-- ACARREO AL POLVORIN DITE 240 K.	•	36514 PZA/KM
-- DCCA Y DISTR. DITE 240 KGR	•	1330 PZA
-- CARGA DE RIEL	•	266,74 TON
-- ACARREO AL POLVORIN TRIESTE	•	5821,69 TON/KM
-- DCCA Y ENTEND. RIEL	•	266,74 TON

TRABAJOS DE VIAS NUEVAS

CARGA DITE. DE MADERA	•	1400 PZA
ACARREO DESDE EL POLVORIN	•	37800 PZA/KM
DCCA Y DISTR. DITE. MAD.	•	1400 PZA
CARGA DITE. DE 240 KGR	•	3000 PZA
ACARREO DESDE EL POLVORIN	•	61000 TON/KM
DCCA Y DISTR. DITE 240 KGR	•	2600 PZA
CARGA DE RIEL	•	266,74 TON
ACARREO DESDE EL POLVORIN	•	640,90 TON/KM
DCCA Y DISTR. DE RIEL	•	266,74 TON
PLANTAS SIEMBRADAS	•	400 PLANTAS
EMPLANQUEADO	•	11 JCD
ARMADO DE VIA	•	2600 ML
SOLDADURA EN PLANCHILLA	•	10 PLAS
INSTR. DE CAMBIO No. 10	•	1 CTR

NOTAS:

- \* NO SE CONSIDERA EL DESARRODE DE VIA "A" Y LADERO "A" POR NO INTERFERIR CON EL PROYECTO
- \* EN EL VOLUMEN DE ARMADO DE VIA SE INCLUYE LA TANGENTE DE LAS CURVAS.

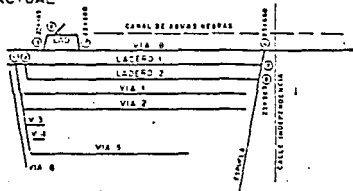
CUADRO NO. 2-12

21+900 - 24+200

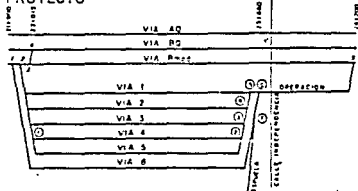
VIAS POR MODIFICARSE Y TRABAJOS POR EJECUTAR.

VIAS NUEVAS DEL KM. 21+900 - KM. 24+200

ACTUAL



PROYECTO



TRABAJOS DE VIAS POR DESMANTELAMIENTO

DESARMADO DE CAMBIO No. 10	8	JGO
DESARMADO DE VIA	6120	MLV
CARGA DE DITE DE MADERA	7640	PZA
ACARREO AL POLVORIN DITE DE MAD.	152800	PZA/KM
DCGA. Y ENTONG. DITE MAD	7640	PZA
CARGA DURMIENTE 240 KGR. (CONCRETO)	3834	PZA
ACARREO AL POLVORIN DITE CONCR.	76680	PZA/KM
DCGA. Y ENTONG. DITE 240 KGR.	3834	PZA
CARGA DE RIEL	698.35	TON
ACARREO AL POLVORIN (RIEL)	13967	TON/KM
DCGA. Y ENTONG. DE RIEL	698.35	TON

TRABAJOS DE VIAS NUEVAS

CARGA DURMIENTE DE MADERA	13740	PZA
ACARREO DESDE EL POLVORIN (MAD)	274800	PZA/KM
DCGA. Y DISTR. DE DURMIENTE (MAD)	13740	PZA
CARGA DE DURMIENTE DE 340 KGR.	7660	PZA
ACARREO DESDE EL POLVORIN (CONCR)	153360	PZA/KM
DCGA. Y DISTR. DITE 340 KGR.	7668	PZA
CARGA DE RIEL MAYOR DE 39'	675.66	TON
ACARREO DESDE EL P.X. 22+000	675.66	TON/KM
DESCARGA Y DISTR. RIEL MAY. 39'	675.66	TON
CARGA DE RIEL	632.95	TON
ACARREO DESDE EL POLVORIN (RIEL)	12659.05	TON/KM
DCGA. Y DISTR. DE RIEL	632.95	TON
JUNTAS SOLDADAS	1309	JTAS
EMPLANCHUELADO	57	JGOS
ARMADO DE VIA	11470	MLV
SOLDADURA EN PLANCH. LLA	73	JTAS
INSTALACION DE CAMBIO No.10	5	JGO
INSTALACION DE CAMBIO No. 8	7	JGO

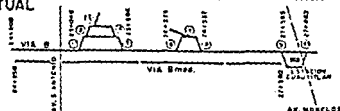
CUADRO No. 2-13

24+200-28+000

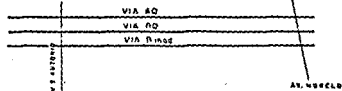
VIAS POR MODIFICARSE Y TRABAJOS A EJECUTAR

VIAS NUEVAS DEL KM. 24+200 AL KM. 28+000

ACTUAL



PROYECTO



TRABAJOS DE VIAS POR DESMANTELAMIENTO

DESARMADO DE CAMBIO No. 10	10	JGD
DESARMADO DE VIA	5253	MLV
CARGA DE DURMIENTE DE MADERA	2906	PZA
ACARREO AL POLYORIN (DMTE MAD)	46496	PZA/KM
DCCA. Y ENTONG. DMTE. MAD.	2906	PZA
CARGA DURMIENTE DE 240 KGR	6335	PZA
ACARREO AL POLYORIN (DMTE CONCR)	101357	PZA/KM
DCCA. Y ENTONG. DMTE 240 KGR.	6335	PZA
CARGA DE RIEL	599.31	TON
ACARREO AL POLYORIN (RIEL)	9589.04	TON/KM
DCCA. Y ENTONG. DE RIEL	599.31	TON

TRABAJOS DE VIAS NUEVAS

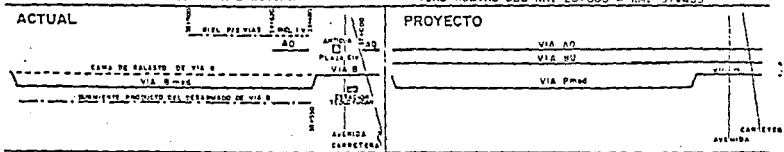
CARGA DE DURMIENTE DE MADERA	940	PZA
ACARREO DESDE EL POLYORIN (DMTE MAD)	15040	PZA/KM
DCCA Y DISTR. DE DMTE. MAD.	940	PZA
CARGA DE DURMIENTE DE 340 KGR.	12670	PZA
ACARREO DESDE EL POLYORIN (CONCR)	202720	PZA/KM
DCCA. Y ENTONG. DMTE 340 KGR	12670	PZA
CARGO DE RIEL	920.71	TON
ACARREO DESDE EL POLYORIN (RIEL)	14731.30	TON/KM
DCCA. Y DISTR. DE RIEL	920.71	TON
JUNTAS SOLDADAS	1356	JTA
ARMADO DE VIA	3270	MLV
EMPLANCHUELADO	41	JGD
SOLDADURA EN FLANCHUELA	41	JTA

CUADRO No. 2-14

28+000-37+400

VIAS POR MODIFICAR Y TRABAJOS A EJECUTAR

VIAS NUEVAS DEL KM. 28-000 - KM. 37-400



TRABAJOS DE VIAS POR DESMANTELAMIENTO-

CARGA DE DURMIENTE DE 240 KGR	=	12586	PZA
ACARREO AL POLYORIN (DMTE CONCR)	=	125860	PZA/KM
DESCARGA Y ENTONGAMIENTO DMTE	=	12586	PZA

TRABAJOS DE VIAS NUEVAS

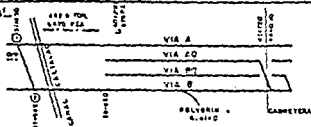
CARGA DE DURMIENTE DE 340 KGR (CONC)	=	29209	PZA
ACARREO DESDE EL POLYORIN (DMTE CONC)	=	263151	PZA/KM
DCGA Y DISTRIBUCION DMTE 340 KGR	=	29239	PZA
CARGA DE RIEL MAYOR DE 39'	=	501.86	TON
DESCARGA DE RIEL MAYOR DE 39'	=	501.86	TON
CARGA DE RIEL	=	1417.20	TON
ACARREO DE RIEL DESDE EL POLYORIN	=	12773.51	TON/KM
DESCARGA Y DISTRIBUCION DE RIEL	=	1419.20	TON
JUNTAS SOLDADAS	=	2533	JTA
EMPLANCHELADO	=	83	JGO
ARMADO DE YIA	=	17540	MLY
SOLDADURA EN PLANCHUELA	=	132	JTA

CUADRO No. 2-15  
VIAS POR MODIFICAR, TRABAJOS A EJECUTAR

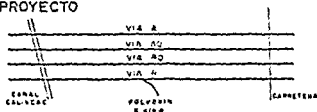
37+4.00 - 44+500

VIAS NUEVAS KM. 37.400 - KM. 44.500

ACTUAL



PROYECTO



TRABAJOS DE VIAS POR DESHANTELAMIENTO

DESARROLLO DE CAMBIO No. 10	•	2	JGO
DESARROLLO DE VIA (TALIG)	•	250	MLV
CARGA DORMIENTE DE MADERA	•	500	PIA
ACARREO AL POLYORIN (DMTE MAD)	•	1500	PIA/KM
DEGA Y DISTR. DMTE. MAD.	•	500	PIA
CARGA DE RIEL	•	28.52	TON
ACARREO AL POLYORIN (RIEL)	•	85.56	TON/KM
DEGA. Y DISTR. RIEL	•	28.52	TON

TRABAJOS DE VIAS NUEVAS NUEVAS

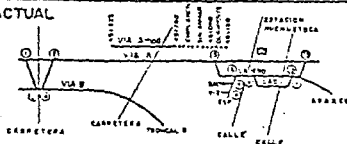
CARGA DE DORMIENTE DE 240 KGR.	•	6470	PIA
ACARREO DESDE EL KM 39+200 (DMTE)	•	3593	PIA/KM
DEGA Y DISTR. DMTE. 240 KGR (CONC)	•	6470	PIA
CARGA DE DORMIENTE DE 340 KGR	•	2393	PIA
ACARREO DESDE EL POLYORIN (DMTE)	•	5995	PIA/KM
DEGA. Y DISTR. DMTE 340 KGR (CONC)	•	2390	PIA
CARGA DE RIEL MAYOR DE 39'	•	442.8	TON
ACARREO DEL KM 39+200 (RIEL MY 39')	•	243.54	TON/KM
DEGA. Y DISTR. RIEL MAYOR DE 39'	•	442.8	TON
CARGA DE RIEL	•	164.16	TON
ACARREO DESDE EL POLYORIN (RIEL)	•	410.40	TON/KM
DEGA. Y DISTR. DE RIEL	•	164.16	TON
JUNTAS SOLDADAS	•	563	JTA
ARMADO DE VIA	•	5320	MLV
EMPLANCHUELO	•	27	JGO
SOLDADURA EN PLANCHUELO	•	71	JTAS

CUADRO No. 2-16  
VIAS POR MODIFICAR, TRABAJOS A EJECUTAR

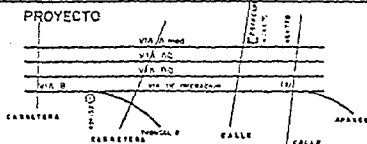
44-500-47-000

VIAS NUEVAS DEL KM. 44-500 KM. 47-000

ACTUAL



PROYECTO



TRABAJOS DE VIAS POR DESMANTELAMIENTO

DESARMADO DE CAMBIO No. 10	=	14	JGO
DESARMADO DE VIA	=	5560	MLV
CARGA DE DURMIENTE DE MADERA	=	6116	PZA
ACARREO AL POLVORIN (MAD)	=	30580	PZA/KM
OCGA. Y ENTONG. DE CHTE. MAD	=	6116	PZA
CARGA DE DURMIENTE DE 240 KGR	=	4168	PZA
ACARREO AL POLVORIN (CONCR)	=	22840	PZA/KM
OCGA. Y ENTONG. CHTE. 240 KGR	=	4168	PZA
CARGA DE RIEL	=	634.11	TON
ACARREO AL POLVORIN (RIEL)	=	3170.56	TON/KM
OCGA Y ENTONG. DE RIEL	=	634.11	TON

TRABAJOS DE VIAS NUEVAS

CARGA DE DURMIENTE DE MADERA	=	6756	PZA
ACARREO DESDE EL POLVORIN (CHTE MAD)	=	33332	PZA/KM
DESCARGA Y DISTR. DURMIENTE MAD	=	6705	PZA
CARGA DE DURMIENTE DE 340 KGR	=	3335	PZA
ACARREO DESDE EL POLVORIN (CHTE CONC)	=	41675	PZA/KM
DESCARGA Y DISTR. CHTE DE 340 KGR	=	8325	PZA
CARGA DE RIEL	=	971.25	TON
ACARREO DE RIEL DESDE EL POLVORIN	=	4755.24	TON/KM
DESCARGA Y DISTRIBUCION DE RIEL	=	971.25	TON
JUNTAS SOLDADAS	=	135	JTA
EMPLANQUELADO	=	41	JGO
ARMADO DE VIA	=	8793	MLV
SOLDADURA EN PLANCHUELA	=	44	JTA
INSTALACION DE CAMBIO No. 10	=	4	JGO

NOTA:

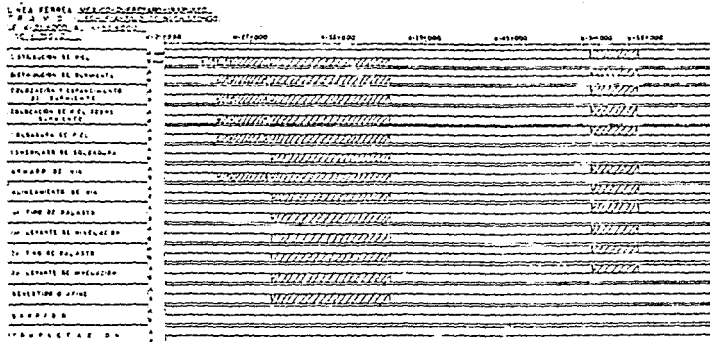
- 1.- EN EL CONCEPTO DESARMADO DE CAMBIO No. 10 SE INCLUYE LA CONEXION PROVISIONAL DE LA VIA ANAHUAC.
- 2.- EN EL CONCEPTO ARMADO DE CAMBIO No. 10 SE INCLUYE LA CONEXION PROVISIONAL DE LA VIA ANAHUAC.
- 3.- NO SE CONSIDERO EL PROYECTO DE VIA EN EL PATIO DE CHARRA.
- 4.- EN EL CONCEPTO DESARMADO DE VIA SE INCLUYEN LAS TANGENTES DE LOS CORTAVIAS.



GRAFICA No. 2-17

GRAFICA DE AVANCE DE VIA

Tramo	1
Vista	1
Señal	1
Vereda	1
Alto	1
Camino	1
...	...



LA GRAFICA DE AVANCE DE VIA MUESTRA COMO SE REALIZAN LOS TRABAJOS DIVERSOS DE VIA DE ACUERDO AL PROGRAMA DE OBRA EN LAS VIAS A Y B MODIFICADAS EN LOS DIFERENTES KILOMETRAJES.





GRAFICA No. 2-10

DIRECCION GENERAL DE VIAS FERREAS  
ESTACION NACIONAL

GRAFICA DE AVANCE DE VIA

1. JUNIO  
2. JULIO  
3. ABRIL  
4. MAYO  
5. JUNIO

6. JULIO  
7. AGOSTO  
8. SEPTIEMBRE  
9. OCTUBRE  
10. NOVIEMBRE  
11. DICIEMBRE  
12. ANTERIOR

LÍNEA MÉXICO-GUERRITARS  
TRAMO LEXNERIA-TALC DE N.  
DEL K. 21+500 AL K. 53+000

CONTRATO  
CONTRATISTA  
FECHA

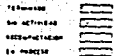
521.46

	K 21+000	K 27+000	K 33+000	K 39+000	K 45+000	K 51+000
DISTRIBUCION DE RIEL						
DISTRIBUCION DE DURMIENTE						
COLOCACION Y ESPARCIMIENTO DE DURMIENTE						
COLOCACION DE RIEL SOBRE DURMIENTE						
SOLDADURA DE RIEL						
ESMERILADO DE SOLDADURA						
ARMADO DE VIA						
ALINEAMIENTO DE VIA						
1º TIRO DE BALASTO						
2º LEVANTE DE NIVELACION						
2º TIRO DE BALASTO						
2º LEVANTE DE NIVELACION						
REVESTIDO O AFINE						
BARRIDO						
COMPACTACION						

GRAFICA DE AVANCE DE VIA MUESTRA COMO SE REALIZAN LOS TRABAJOS DIVERSOS DE VIA DE ACUERDO AL PROGRAMA EN LAS VIAS "AQ" Y "BQ" EN LOS DIFERENTES KILOMETRAJES.

GRAFICA No. 2-19

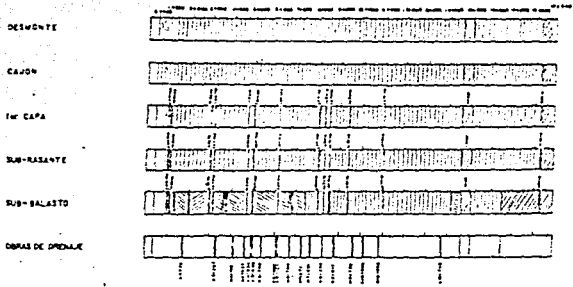
DIRECCION GENERAL DE VIAS FERREAS  
RESIDENCIA DE CONSTRUCCION



GRAFICA DE AVANCE DE TERRACERIAS

LINEA FERREA MEXICO-VERACRUZ  
TRAMO LEONERIA-SALTOCAN  
DEL 0+000 AL 4+8+838

CONTRATO  
CONTRATISTA:  
FECHA:



GRAFICA DE AVANCE DE TERRACERIAS Y MUESTRAN LOS TRABAJOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA VIA H, DE ACUERDO AL PROGRAMA DEL - KM. 0+000 AL KM. 15+838.

CAPITULO No. 3.

ANALISIS

DE

LA

SITUACION

FUTURA

### C A P I T U L O 3.

#### 3.- Análisis de la situación futura.

En lo anteriormente expuesto puede determinarse que los problemas ocasionados por la concentración de la actividad económica que se ha dado en la Ciudad de México son sumamente complejos en virtud de que no son recientes ni aislados. Sino el producto de situaciones anormales de -- estancamiento que se han ido acumulando y repitiendo.

Asimismo se detecta que el sector ferroviario se ha caracterizado por llevar a cabo acciones parciales que han traído como consecuencia la -- falta de atención integral del sistema.

Para dar solución a la problemática planeada, las autoridades federa-- les estatales y sectoriales han iniciado, a través de los planes co-- rrespondientes, el tratamiento integral del sistema ferroviario sin -- embargo, es necesario hacer operativos los proyectos adecuados que pa-- ra tal efecto se desarrollen.

Uno de ellos es establecer planes de inversión a largo plazo en el reglón de terminales ferroviarias, llevar a cabo estudios particulares -- que permitan determinar la capacidad de servicio de que disponen las -- instalaciones y vías actuales con el fin de conocer hasta cuando serán eficientemente útiles y cuando deben practicarse reformas físicas, am-- pliaciones o construcciones de nuevas vías férreas o instalaciones del sistema ferroviario.

En este estudio particular, a continuación se analiza el concepto mas-- significativo para justificar, en primer, lugar, la construcción de la nueva terminal del Valle de México en la región de Coyotepec al norte-- de la ciudad y, consecuentemente, la construcción de una vía que cana--

lice mejor el tráfico de trenes entre el norte y el sur del País, es - decir, el tráfico futuro en el tramo.

### 3.1.- Tráfico en el tramo.

La proyección del tráfico de la nueva conexión, debió hacerse con base en un estudio de mercado el cual, a grandes rasgos consiste en hacer -- una estimación cuantitativa y cualitativa de las necesidades y recur-- sos que actualmente se genera o que en un futuro se generará en la re-- gión, lograndose lo anterior mediante una investigación de campo, lo -- mas detallado posible. Además se debió investigar sobre los planes de desarrollo urbano e industrial que para el corto y largo plazo, se con-- templa para la región formada por Lechería, Xaltocan, Huehuetoca y -- Cuautitlán que es el área en estudio mas importante para la ubicación de la nueva terminal del Valle de México, o también denominada termi-- nal de Coyotepec.

Cabe aclarar que debido a las limitaciones a que esta sujeto el presen-- te análisis, para poder estimar la magnitud aproximada de carga que se moverá por la nueva conexión se tomó como base la tendencia histórica del tráfico entre las grandes zonas del País considerando principalmen-- te aquel volumen de intercambios entre las zonas norte y sureste del -- País que es conducido por las líneas "A", "B" y "H", y manejado necesi-- riamente por la terminal del Valle de México.

Esa tendencia histórica se registra con datos diarios, mensuales y a-- nuales en los informes "E-35" de los Ferrocarriles Nacionales de Méxi-- co. Pero la determinación de los volúmenes al año 2000 se usó princi-- palmente el método de mínimos cuadrados.

Los resultados desprendidos de tales estudios, tal como se muestran en los cuadros 3-1 y 3-2 siguientes, resultarán ser elementos de consulta suficiente que permitan conocer el volumen de carros que en el corto, mediano y largo plazo se empezará a manejar, lo cual a su vez conducirá a establecer recomendaciones de distintos órdenes como en capítulos -- subsecuentes se estudiará.

Del cuadro No. 3-1 en la columna " TVM carros " puede observarse lo -- siguiente; la capacidad de operación de la TVM fue establecida en --- 2776 carros para 1985.

Asimismo en la columna "carros a manejar aparece el registro de lo que se manejará desde el año 1975 y de lo que se manejará para el año 2025 por quinquenios , observandose que es precisamente en 1985, cuando la terminal del Valle de México llega a su capacidad máxima establecida. El cuadro No. 3-2 registra el movimiento de carros desde el año de -- 1975 al año 2000, con destino a la ciudad de México y con origen en el norte del País así como el respectivo tráfico hacia el norte y el sureste de la República Mexicana pero con paso obligado a la ciudad de -- México.

El cuadro No. 3-2 muestra el tráfico de carros para el año de 1985 del norte de México con destino a México; la cantidad de 524 carros día -- rios al sureste de México; una cantidad de tráfico de 332 carros día-- rios, los cuales tendrán que entrar a la terminal del Valle de México para ser clasificados y después despachados pudiendo ser de paso. Lo -- mismo ocurre con los carros procedentes del sureste de México al norte de México una cantidad de 209 carros diarios.

Los cuadros 3-3 y 3-4 nos da una mejor ilustración con respecto al tráfico diario de los años 1985 y 2000. La situación obliga a construir -- una nueva terminal (Coyotepec) que maneje el excedente de tráfico que -- se genera a partir de 1985 y que a partir de 1990 será de 939 de los -- cuales procederán del norte de México con destino al sureste de México -- siendo necesaria la construcción de una conexión que una las líneas -- troncales "A" y "B" con la línea "H" para disminuir recorridos innecesarios los cuales nos darían ahorros en los gastos de operación. El cuadro No. 2-7 ilustra el recorrido óptimo de los carros con destino al -- sureste del país y viceversa. Siendo esta zona la generadora mas alta -- de tráfico., se requiere primordialmente realizar modificaciones de los tramos actuales que se encuentran en funcionamiento, más la construcción de líneas nuevas como la México-Veracruz que será paralela al tramo Lechería-Xaltocan continuando con la doble vía construida Xaltocan-Teotihuacan posteriormente, los demás tramos darán fluidez y capacidad al tráfico de trenes.



CUADRO No. 3-1

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
SUBGERENCIA DE PLANEACION Y ORGANIZACION  
UNIDAD DE EVALUACION DE PROYECTOS  
FUENTE: METODO DE PROYECCION DE TERMINALES  
ESTUDIO DE CASO: TERMINAL DEL VALLE DE MEXICO

DISTRIBUCION DE CARROS CORRESPONDIENTES A LA TERMINAL DEL VALLE DE MEXICO  
PARA CONDICIONES FUTURAS

Años transcurridos	Años de referencia	Incremento tasa 6 %	Carros a manejar	TVM Carros	Nueva terminal carros	Otras terminales carros	Observaciones
0	1975	1.000	1550	1530			
5	1980	1.340	2074	2074			
10	1985	1.790	2776	2776	60		
15	1990	2.400	3715	2776	939		
20	1995	3.200	4971	2776	2105		
25	2000	4.200	6653	2776	3877		
30	2005	5.740	8902	2776	6126		
35	2010	7.070	11913	2776	6126	3011	
			3715/8200				
40	2015	10.29	13043	2776	6126	7041	
45	2020	13.76	21335	2776	6126	12433	
			3715/8200				
			9420				
50	2025	18.42	23551	2776	6126	19349	

INICIACION NUEVAS CONSTRUCCIONES. LIMITE DE VIDA SI NO FUNCIONAN NUEVAS CONSTRUCCIONES. PARA CONSIDERAR 30 AÑOS DE VIDA DEBEN FUNCIONAR EN ESTE AÑO TERMINALES ADICIONALES PARA 9420 C. Nota: La utilización de técnicas modernas para reducir la permanencia de los carros en los patios, así como para incrementar las frecuencias de goteo, permitirá que cada terminal maneje mayor número de carros incrementando su capacidad y, por tanto el requerimiento de nuevas instalaciones se diferirá de acuerdo a esos incrementos de capacidad. - Por tal motivo, esta tabla debe usarse sólo para diseñar a largo plazo los carros que manejarán las terminales bajo análisis para fines de estudios de justificación económica.

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
SUBGERENCIA DE PLANEACION Y ORGANIZACION  
UNIDAD DE EVALUACION DE PROYECTOS

CUADRO No. 3-2

CARROS CARGADOS REMITIDOS POR ESTACIONES AL NORTE Y AL SUR DE MEXICO

AÑO	FACTOR DEL CRECIMIENTO % ANUAL	PROMEDIO DE CARROS POR DIA									
		DEL NORTE DE MEXICO CON DESTINO A:					DEL SURESTE DE MEXICO CON DESTINO A:				
		MEXICO	%	SURESTE MEXICO	%	TOTAL	MEXICO	%	NTE. DE MEXICO	%	TOTAL
1974	1.0000	434	71	175	29	609	120	52	110	48	230
1975	1.0600	460	71	186	29	646	127	52	117	48	244
1980	1.4185	616	71	248	29	864	170	52	156	48	326
1985	1.8983	824	71	332	29	1156	228	52	209	48	437
1990	2.5404	1102	71	445	29	1547	305	52	279	48	684
1995	3.3996	1476	71	595	29	2070	408	52	374	48	792
2000	4.5494	1974	71	796	29	2770	546	52	500	48	1046

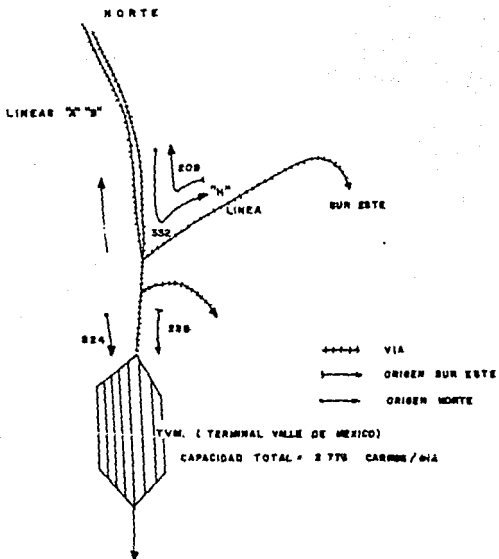
OBSERVACION DEL TOTAL DE CARROS MANEJADOS PARA 1995 SON 1156 CARROS POR DIA DE LOS CUALES 524 TIENEN DESTINO AL VALLE DE MEXICO Y EQUIVALENTE AL 71% Y EL 26% TIENE DESTINO AL SU - RESTE DE MEXICO REPRESENTAN 332 CARROS POR DIA.

CUADRO No. 3-3

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
SUBGERENCIA DE PLANEACION Y ORGANIZACION  
UNIDAD DE EVALUACION DE PROYECTOS

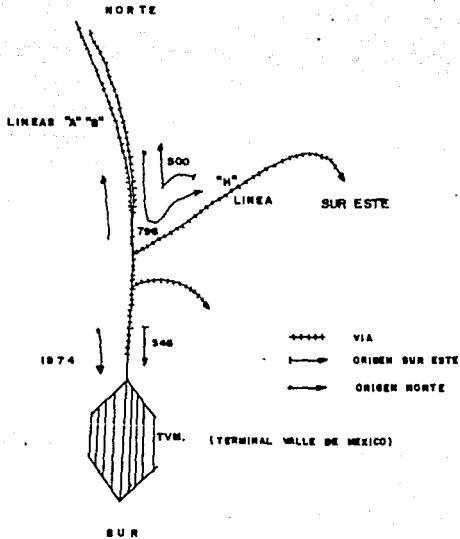
TRAFICO DE CARROS PARA EL AÑO 1985

(CARROS/DIA)



FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
SUBGERENCIA DE PLANEACION Y ORGANIZACION  
UNIDAD DE EVALUACION DE PROYECTOS

TRAFICO DE CARROS PARA EL AÑO 2000  
(CARROS/DIA)



### 3.2 PREDICCIÓN

En los próximos años se requerirá mantener y acrecentar el esfuerzo desarrollado por la actual administración a fin de superar definitivamente los problemas que limitan el desarrollo y funcionamiento de los Ferrocarriles. La magnitud del rezago acumulado por varias décadas para su rehabilitación y modernización, así como los prolongados periodos de maduración de la mayor parte de los programas y proyectos emprendidos, hacen necesario mantener y reforzar los programas para el desarrollo de los Ferrocarriles.

Aunque es evidente el importante apoyo otorgado a los Ferrocarriles durante el sexenio 1976-1982 en la realización de las obras proyectadas para mejorar, ampliar y modernizar la infraestructura, así como para adquirir equipo que sustituya las unidades que han llegado al término de su vida económica y amplíe la capacidad tractiva y de arrastre será indispensable seguir apoyando a este medio de transporte, ya que los recursos que se le han destinado siguen siendo escasos en relación a sus necesidades ( gráfica 3-5 ).

Al mismo tiempo, en el sistema ferroviario se deberá procurar, como parte de su estrategia de desarrollo, la máxima eficiencia para satisfacer la creciente demanda del servicio, lo cual sólo puede lograrse a través de la mayor racionalidad en el uso de los recursos, así como en su máximo aprovechamiento por medio de la planeación integrada de todas sus actividades.

Dentro de este marco, en el transporte de carga se deberá fortalecer la programación de trenes para atender en mayor medida la movilización

de grandes volúmenes de mercancías que le permitan captar la parte del crecimiento de la demanda que le corresponde, además de recuperar las cargas que le son propias y que en los últimos años se ha desviado al autotransporte ( gráfica 3-5 ).

Por su parte, el transporte de pasajeros requiere de un importante impulso para que, aprovechando las características del Ferrocarril en -- los servicios para los cuales tienen ventajas sobre el autotransporte -- participe de manera creciente en el movimiento de personas entre grandes centros de población.

Para superar las limitaciones actuales, la operación de los servicios tendrá que actualizarse permanentemente de tal manera que se cuenten con métodos modernos en el movimiento y control de los carros de carga en la formación, despacho y movimiento de trenes, así como en la -- documentación y entrega de la carga. En la infraestructura ferroviaria, es indispensable continuar su mejoramiento, modernización, ampliación y conservación, a fin de contribuir al mejoramiento de la operación. El apoyo otorgado para renovar y ampliar el equipo de transporte tendrá que continuar previéndolo las necesidades a mediano plazo.

Asimismo, deberá aprovecharse las ventajas de los sistemas de comunicación, control e información y en caso necesario, ampliar su cobertura para que permitan una mayor agilización de los servicios y se convierten en un instrumento eficaz de la operación y de la administración del sistema ( gráfica 3-7 ).

Considerando que el gran potencial económico de las Zonas Norte y su-

roeste del país se verá desarrollado a través de los planes de desconcentración reordenamiento territorial, el Sector Ferroviario tendrá que atender la demanda de intercambio de bienes entre estas zonas.

La administración de Ferrocarriles Nacionales de México tiene en el año de 1982 un presupuesto de 87,606.9 miles de millones de pesos de los cuales 35,372 miles de millones de pesos son de gastos de operación. Si los ingresos son de 22,042 miles de millones de pesos lo cual nos demuestra que dicha empresa es subsidiada.

La problemática de las vías férreas se ha ocasionado para elaborar planeaciones aisladas, no tomándose en cuenta, las concentraciones económicas de las principales ciudades, por ejemplo lo sucedido en las zonas industriales aledañas a la terminal del Valle de México, cuadro No. 2-6.

Dichos patios no fueron planeados a largo plazo con lo cual hoy en día son obsoletos; toda planeación requiere ser atacada en conjunto y a futuro para que sea funcional, actualmente persiste la misma problemática de hace 30 años.

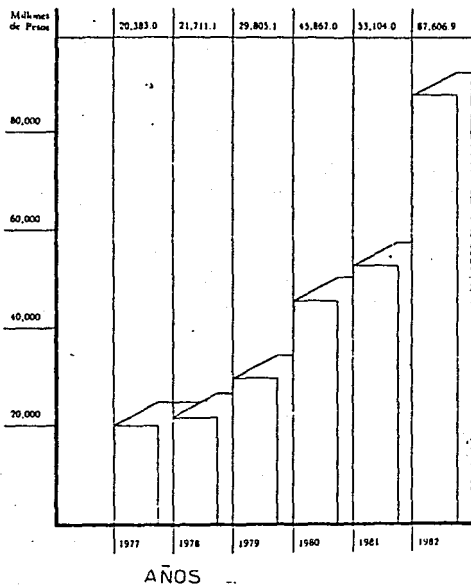
Los resultados obtenidos en el capítulo anterior indican que el volumen excedente al límite de 2,776 carros que se manejan en la terminal del Valle de México a partir de 1986 se está generando, creará mas problemas de los ya existentes por lo tanto es necesario en este momento iniciar los trabajos de construcción de la terminal de Coyotepec.

Asimismo se destaca que el movimiento de carros de pasos por la terminal del Valle de México de y hacia el norte y el Sureste, es de tal magnitud que requerirá de además de la terminal de Coyotepec la construcción de una conexión que una las líneas "A," "B" y "H" para evitar recorridos innecesarios.



## Transporte Ferroviario Presupuesto Total

Gráfico 3-8



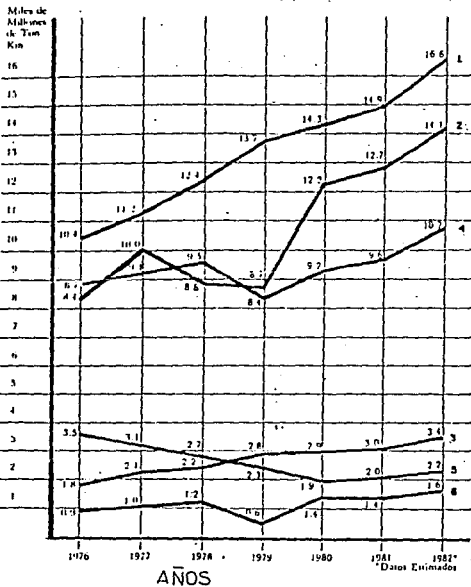




# Composición de la Carga Transportada por el Sistema Ferroviario

Tabla 3-8

Industria	1
Agricultura	2
Materiales	3
Inorgánicos	4
Petróleo y Derivados	5
Otros	6

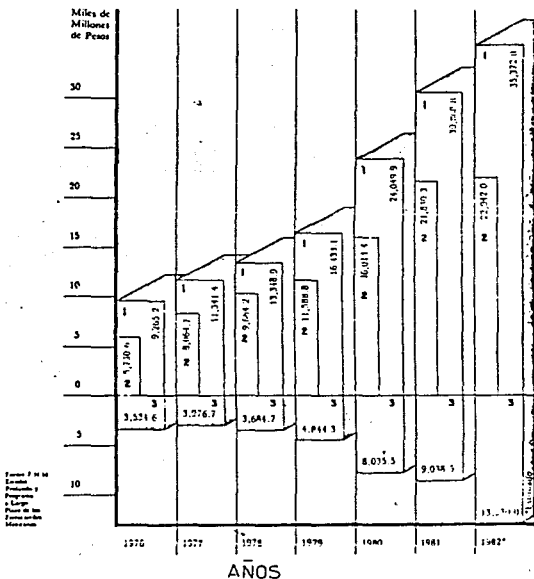




# Ferrocarriles Resultados de la Operación

Gráfica 3-7

Gasto 1  
Ingreso 2  
Déficit 3



C A P I T U L O 4.

4.- DETERMINACION DE METAS Y OBJETIVOS.

El análisis de las alternativas planteadas para construir la conexión de las troncales "A", "B", "AQ" y "BC", con la doble vía México-Veracruz a partir del tramo Lechería-Xaltocan, debe estar encaminado a -- seleccionar aquella que satisfaga de la mejor manera una serie de metas y objetivos que a continuación se plantean:

- 1.- Debe buscarse la ubicación tanto de la terminal como de la consecuente línea de conexión en áreas con suelo de vocación urbana y bajos rendimientos agrícolas, o bien, afectar al mínimo las tierras de máximos rendimientos agrícolas.
- 2.- Procurar que la nueva terminal e instalaciones y obras complementarias no propicien nuevos asentamientos, para lo cual deberán aprovecharse las barreras físicas naturales existentes.
- 3.- Evitar en lo posible que la conexión diseñada afecte obras de infraestructura existente. De lo contrario proponer su protección o reposición.
- 4.- Procurar el fácil acceso del transporte de carga desde y hacia la zona norte y oriente del país.
- 5.- Evitar la secuencia de problemas de deterioro y contaminación del medio natural y físico.
- 6.- Disminuir al máximo los recorridos innecesarios que en la actualidad realiza el tráfico que tienen destino en el norte o sur del país y no deben pasar a la Terminal del Valle de México.
- 7.- Comparar al menos tres alternativas de localización de la conexión deseada.

## 5.- DISEÑO DE LA CONEXIÓN.

### 5.1 Solución de la mejor alternativa de conexión.

De acuerdo al cuadro No. 5.1 donde se ubican los proyectos 1, 2 y 3 en forma esquemática. Se observa las vías "A" y "B" de la línea México-Querétaro con la línea "M" México-Xaltocan.

Proyecto No. 1.- Inicia en el km. B-41+000 de la terminal Valle de México. — (Coyotepec) con una longitud de 20+ 600 km. atraviesa en forma perpendicular la carretera de Teoloyucan-Huastotoca sobre la laguna de Zumpango continuando a lo largo del Canal de Desagüe hasta unirse con la vía "M" en el km. 16+765.

Así mismo el proyecto No. 2.- Empieza en el km. "B" 41+000 de la vía ferrea México-Querétaro; tiene una longitud de 16.2 km. uniéndose a la vía "M" Lechería-Xaltocan en el km. 16+765 atraviesa la carretera Teoloyucan-Huastotoca, Canal Caliacan, prolongándose a lo largo del Canal de Cuatern.

El proyecto No. 3.- Inicia antes del poblado de Teoloyucan en el km. "B" — 34+025 de la vía ferrea México-Querétaro atraviesa el Canal de Cuatern, librando el poblado de Melchorcampo, uniéndose a la vía "M" con el km. 16+765 con una longitud de proyecto de 11.617 km.

El análisis comparativo para la selección de la mejor opción de conexión se da a través de las condiciones topográficas, afectaciones de obras de infraestructura, zonas industriales por desarrollarse, así como problemas sociales por la construcción de vía, también se contempla la ubicación de zonas urbanas etc.

Es de gran importancia la consideración al recorrido del km. "B" 41+000 y viceversa al km. H-16+765 de acuerdo a la longitud de la mejor alternativa, tendremos ahorros en costos de construcción, costo de terreno afectado, costo de la infraestructura, superestructura, adquisición de materiales accesorios de vía

como: fijación, herrajes, riel, durmientes, dándose un criterio más amplio; - para poder seleccionar la alternativa de acuerdo a los costos de cada uno de los proyectos y su cuadro comparativo.

Los análisis con respecto al recorrido se dan a continuación.

	Recorrido		Recorrido.	
	Origen km.	Destino km.	Origen km.	Destino km.
Alternativa 1	B41-000	B14-000	B 14-000	H 16-765
	T. Coyotepec	T. Valle de Méx.	T. Valle de Méx.	Conexión
Distancia=	27 km.	+	7 km.	16.765 km.
Total=	50.76			
Alternativa 2	B 41-000	B 14-000	B 14-000	H16-765
	T. Coyotepec	T. Valle de Méx.	T. Valle de Méx.	Conexión
Distancia=	27 km.	+	7 km/	16.765 km.
Total=	50.76			
Alternativa 3	B 34-025	B 14-000	B 14-000	H 16-765
	Conexión	T. Valle de Méx.	T. Valle de Méx.	Conexión.
Distancia recorrida=	20.025	+	7 km.	16.765 km
Total=	43.79			

La alternativa 1, tiene un recorrido por vías de operación de 50.76 km. partien- do de el equipo tractivo del Norte hasta ser clasificado en la terminal del Valle de México y ser despachado en dirección Sur-Este por la vía B hasta la esta- ción de Lechería km. B 21-000 y continuar por la vía "H" hasta el km. H 16-765. Le acuerdo al cuadro, se observa la misma situación para la alternativa 2. En el caso de la alternativa 3, inicia en el km. B 34-025 el recorrido del e-



quipo tractivo llegando al km. B 14+000 donde es clasificado a desecho al Sur-Este por vía "B" en km. B 21+000 (Estación Lechería) donde hace la vía "H" hasta llegar al km. "H" 16+765.

Así mismo se concluye que se tienen ahorros en los costos de operación como sigue :

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3.
Recorrido del equipo			
tractivo (km)	50.76	50.76	43.79
Longitud del			
proyecto (km)	70-600	16.210	11.617
Ahorros en			
recorrido (km)	30.16	34.55	32.173

De lo anterior concluimos que la alternativa 1, representa mayor ahorro pero considerando que los costos de construcción son proporcional a la longitud del proyecto optamos por elegir la alternativa 3 de acuerdo al análisis de la Superestructura considerando los precios unitarios más representativos como son el concepto no. 7 juntas soldadas en vía armada de las tres alternativas.

1.- Materiales.

Kit de soldadura pza.	1.00 x \$44,578.00=	\$44,578.00
Brisol refractario pza.	0.06 x \$ 48,615.00=	\$2,431.00
Boquilla pza.	0.25 x \$ 4,347.00=	\$1,087.00
Bengala pza.	0.50 x \$ 41.00	\$ 21.00
Caritas pza.	1.00 x \$ 500.00	\$ 500.00
Piedra esmeril pza.	0.12 x \$ 38,729 =	\$4,647.00
Oxígeno	1.6 x \$ 3,515 =	\$5,624.00





Otro concepto representativo es el no. ocho armado de vía.

1.- Armado de vía con diamante de concreto.

Mara de obra.

4 Cabos	\$ 46,426.00	=	\$ 185,704.00
12 Obreros esp.	\$ 21,741.00	=	\$ 260,832.00
30 Obreros	\$ 14,102.00	=	<u>\$ 423,000.00</u>
			\$ 869,656.00

Rendimiento 200ml./ Turno.

Costo por ml.	$\frac{\$ 869,656.00}{200}$	=	\$ 4,348.00/ml.
---------------	-----------------------------	---	-----------------

\$ 4,348.00/ml

2.- Herramienta 10% M. O

$$\$ 4,348 \times 0.10 = \$ 435.00/ml.$$

3.- Equipo .

$$\text{Tiratrancadora} \quad 4.0 \times \$15,438.00 = \$ 61,756.00$$

$$\text{Particos} \quad 4.0 \times \$ 7,032.00 = \$ 28,130.00$$

$$\text{Condóneta 3.5ton.} \quad 1.0 \times \$21,939.56 = \underline{\$ 21,939.00}$$
$$\$ 111,825.00$$

Rendimiento 200 ml./ Turno.

$$\text{Costo ml.} \quad \frac{\$111,825.00 \times 8.0}{200} = \$ 4,473.00$$

$$\text{Costo directo} = \$ 9,256.00/ml.$$

$$\text{Indirecto y utilidades 43\%} = \underline{\$ 4,165.00/ml.}$$

$$\text{P. U.} = \$13,421.00/ml.$$

Así mismo el siguiente precio unitario del concepto número 18 de alineamiento y nivelación de vía es el siguiente.

Equipo.

Multicalzadora Mark III.

Costo horario \$ 286,988.75 / hr.

Rendimiento 500 metros lineales por turno

Costo por metro lineal  $286,988.75 \times 8.0 = 4,502.00$  \$ 4,502.00

500

Costo Directo \$ 4,502.00

Indirectos y Utilidades

45% \$ 2,066.00

P.U. \$ 6,668.00

Como se puede apreciar los costos de construcción de vía, para cada una de las alternativas que se están analizando, en los precios unitarios presentados y de acuerdo a su longitud en kilometraje nos dan el resultado.

Como sigue en las páginas siguientes se presentan cuadros con las cantidades de obra así como el precio unitario, importe y concepto sintetizado en los parrafos que a continuación se muestra.

ALTERNATIVA	IMPORTE
Número Uno	\$ 1,430'666,400.50
Número Dos	\$ 1,225'734,219.40

## PROYECTO No.1

COSTO DE LA SUPERESTRUCTURA

LONGITUD: 20,600KM.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO.U	IMPORTE
1.-Carga de dtes. de -- concreto.	Pza.	34,605.00	1,969.00	68'143,152.00
2.-Carga de riel.	Ton.	2,369.00	4,411.00	10'449,569.00
3.-Acarreo de dte. de -- concreto.	Pza.-Km.	356,462.40	62.00	22'100,669.00
4.-Acarreo de riel.	Ton.-Km.	24,400.70	277.00	6'758,994.00
5.-Descarga y distribu- ción de dtes.	Pza.	34,606.00	2,962.00	102'508,896.00
6.-Descarga y distribu- ción de riel.	Ton.	2,369.00	6,265.00	14'841,785.00
7.-Juntas soldadas en -- vía armada.	Jta.	3,461.00	161,919.00	560'401,659.00
8.-Armado de vía.	M.l.V.	20,600.00	13,421.00	276'472,600.00
9.-Carga de disp. de su- jeción y apoyo.	TON.	191.58	19,862.00	3'805,162.00
10.-Acarreo de disp. de-- sujeción y apoyo.	Ton.-Km.	1,973.20	265.00	522,898.00
11.-Descarga de disp. de- sujeción y apoyo.	Ton.	191.58	17,242.00	3'303,222.36
12.-Carga de juegos de -- cambio del #20.	Jgo.	2.00	623,035.00	1'246,070.00
13.-Acarreo de juego de - cambio del #20.	Jgo.-Km.	20.60	10,125.00	208,575.00
14.-Descarga de jgo. de- cambio del #20.	Jgo.	2.00	623,035.00	1'246,070.00
15.-Inst. de jgo. de cam- bio del #20.	Jgo.	2.00	16'236,263.00	32'472,526.00
16.-Carga de balasto.	M3.	41,200.00	1,146.30	47'227,560.00
17.-Desc. y dist. de balas- to.	M3.	41,200.00	1,150.25	47'390,300.00
18.-Alineamiento y nivela- ción de vía.	M.l.V.	20,600.00	6,658.00	137'154,800.00
19.-Perfilado de balasto.	M.l.V.	20,600.00	2,010.00	41'406,000.00
20.-Compactación de vía.	M.l.V.	20,600.00	3,010.00	62'006,000.00
<b>TOTAL:</b>				<b>1,439'666,480.36</b>

COSTO DE LA SUPERESTRUCTURA.

LONGITUD: 16.210KM.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO.U	IMPORTE
1.-Carga de dte. de concreto.	Pza.	27,233.00	1,969.00	53'621,777.00
2.-Carga de riel 115lb/ yda.	Ton.	1,863.00	4,411.00	8'217,693.00
3.-Acarreo de dte. de -- concreto.	Pza.-Km.	220,587.30	62.00	13'693,134.60
4.-Acarreo de riel 115lb/ yda.	Ton.-Km.	15,090.30	6,265.00	94'540,729.50
5.-Descarga y dist. de - dten.	Pza.	27,233.00	2,962.00	80'664,146.00
6.-Descarga y dist. de - riel.	Ton.	1,863.00	6,265.00	11'671,695.00
7.-Juntas soldadas en-- vía armada.	Pza.	2,721.00	161,919.00	440'581,599.00
8.-Armado de vía.	M1.V.	16,210.00	13,421.00	217'554,410.00
9.-Carga de disp. de sujeción y apoyo.	Ton.	150.60	19,862.00	2'991,217.20
10.-Acarreo de sip. de sujeción y apoyo.	Ton.-Km.	1,220.30	265.00	323,379.50
1.-Descarga de disp. de sujeción y apoyo.	Ton.	150.60	19,862.00	2'991,217.20
2.-Carga de jgo. de cambio del #20.	Jgo.	2.00	623,035.00	1'246,070.00
3.-Acarreo de jgo. de cambio del #20.	Jgo.-Km.	16.20	10,125.00	164,025.00
4.-Descarga jgo. de cambio del #20.	Jgo.	2.00	623,035.00	1'246,070.00
5.-Inst. de jgo. de cambio del #20.	Jgo.	2.0	16'236,263.00	32'472,526.00
6.-Carga de balasto.	M3.	32,420.00	1,146.30	37'163,046.00
7.-Desc. y dist. de balasto.	M3.	32,420.00	1,150.25	37'291,105.00
8.-Asignación y nivelación de vía;	M.1.V.	16,210.00	6,658.00	107'926,180.00
9.-Perfilado de balasto.	M.1.V.	16,210.00	2,010.00	32'582,100.00
10.-Compactación de vía.	M.1.V.	16,210.00	3,010.00	48'792,100.00
<b>TOTAL:</b>				<b>1,225,734,219.40</b>

## PROYECTO No. 3

COSTO DE LA SUPERESTRUCTURA.

LONGITUD: 11.607 KM.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO.U	IMPORTE
1.-CARGA DE DTES. DE CONCRETO.	PZA.	19,499	1,969.00	38'393,531.00
2.-CARGA DE RIEL.	TON.	1,335	4,411.00	5'888,685.00
3.-ACARREO DE DTE. DE CONCRETO.	PZA-KM.	253,487	62.00	15'716,194.00
4.-ACARREO DE RIEL.	TON-KM.	17,335	277.00	4'801,795.00
5.-DESCARGA Y DISTRIBUCION DE DTES.	PZA.	19,499	2,962.00	57'756,038.00
6.-DESCARGA Y DISTRIBUCION DE RIEL.	TON.	1,335	6,265.00	8'363,775.00
7.-JUNTAS SOLDADAS EN VIA ARMADA.	JTAS.	1,950	161,919.00	315'742,050.00
8.-ARMADO DE VIA.	ML.V.	11,607	13,421.00	155'777,547.00
9.-CARGA DE DISP. DE SUJECION Y APOYO.	TON.	108	19,862.00	2'145,096.00
10.-ACARREO DE DISP. DE SUJECION Y APOYO.	TON-KM.	1,404	265.00	372,060.00
11.-DESCARGA DE DISP. DE SUJECION Y APOYO.	TON.	108	17,242.00	1'862,136.00
12.-CARGA DE JUEGOS DE CAMBIO DEL #20.	JGO.	2	623,035.00	1'246,070.00
13.-ACARREO DE JUEGO DE CAMBIO DEL #20.	JGO-KM.	26	10,125.00	263,250.00
14.-DESCARGA DE JUEGO DE CAMBIO DEL #20	JGO.	2	623,035.00	1'246,070.00
15.-INSTALACION DE JUEGO DE CAMBIO DEL #20.	JGO.	2	16'236,263.00	32'472,526.00
16.-CARGA DE BALASTO.	M3.	23,214	1,146.30	26'610,208.20
17.-DESCARGA Y DIST. DE BALASTO.	M3.	23,214	1,150.25	26'701,903.50
18.-ALINEAMIENTO Y NIVELACION DE VIA.	ML.V.	11,607	6,658.00	77'279,406.00
19.-PERFILADO DE BALASTO.	ML.V.	11,607	2,010.00	23'330,070.00
20.-COMPACTACION DE VIA.	ML.V.	11,607	3,010.00	34'937,070.00
			<b>T O T A L:</b>	<b>795'968,410.70</b>

ALTERNATIVA

IMPORTE

Numero Tres

\$ 795'968,410,70

Una vez elegida la alternativa numero tres por ser esta la mas economica, funcional y de acuerdo a las características presentadas en cuadro numero 5.2 en donde se cuestiona acerca de las , condiciones topograficas, obras de infraestructura, zonas industriales en desarrollo etc. Se opto por ejecutar el proyecto geométrico.

5.2 Proceso para el proyecto.

Una vez efectuado el reconocimiento de la ruta, durante el cual se fijaron puntos obligados, se procedera al proyecto de via.

El primer paso es el trazo que se lleve a cabo desde un principio, sera definitivo, posiblemente con algunas modificaciones.

Se procurara entonces trazar desde luego grandes tangentes y ligulars con las deflexiones mas pequeñas que se pueda, para obtener el mejor alineamiento posible. Si el terreno es muy rovido y las laderas son muy inclinadas, sera necesario trazar primero una preliminar en la cual se apoyara el levantamiento de una faja de topografía suficientemente ancha para permitir proyectar en el gabinete. Habra muchos casos en que la topografía exija que se fijen primero con alfilero los puntos que sirven para la preliminar; en otros casos, se podra ir controlando la pendiente de la preliminar con el círculo vertical del tránsito, visando la baliza a una altura igual a la del aparato.

En términos generales la secuela para el proyecto es la siguiente:

- a).- Trazo preliminar
- b).- Nivelacion de la preliminar
- c).- Configuracion del terreno

CUADRO No. 5.2  
CUADRO DE ANALISIS COMPARATIVO

CONDICIONES	PROYECTO No.1	PROYECTO No.2	PROYECTO No.3
TOPOGRAFICAS	TERRENO PLANO	TERRENO PLANO	TERRENO PLANO
OBRAS DE INFRAESTRUCTURA QUE AFECTA	-CARRETERA TEOLOYUCAN-XALPA -GRAN CANAL DE DESAGUE -ASEQUIAS	-CANAL CALIACAC -CARRETERA TEOLOYUCAN-XALPA -CANAL DE DESAGUE	-CANAL CASTERA -GRAN CANAL DEL DESAGUE -ASEQUIAS
ZONAS INDUSTRIALES EN DESARROLLO	-HUEHUETOCA -XALPA -LECHERIA -CUAUTITLAN	-HUEHUETOCA -XALPA -LECHERIA -CUAUTITLAN	-HUEHUETOCA -XALPA -LECHERIA -CUAUTITLAN
UBICACION RESPECTO ZONAS URBANAS	LEJOS DE ZONAS URBANAS	LEJOS DE ZONAS URBANAS	LEJOS DE ZONAS URBANAS
PROBLEMAS SOCIALES POR LA CONSTRUCCION DE LA VIA	SALVO LA EXPROPIACION	SALVO LA EXPROPIACION	SALVO LA EXPROPIACION
DISMINUCION EN EL RECORRIDO	30.16 KM.	34.55 KM.	32.172 KM;
LONGITUD DEL PROYECTO	20.6 KM.	16.2 KM.	11.6 KM.
COSTO DEL TERRENO	ESENCIALMENTE AGRICOLA	ESENCIALMENTE AGRICOLA	ESENCIALMENTE AGRICOLA
COSTO DE LA SUPERESTRUCTURA	\$1,439'666,480.36	\$1,225'734,219.46	\$ 795'968,410.70

- d).- Proyecto del eje de vía
- e).- Trazo y nivelación de la línea proyectada.
- f).- Sección de construcción
- g).- Proyecto de la rasante
- h).- Sección de vía
- i).- Volúmenes
- j).- Ajuste al proyecto

Por muy bien estudiado que este el proyecto, es normal que durante la construcción sufra aun modificaciones, moviendo la línea para buscar economía o mejor apoyo del camino de vía, sobre todo en las laderas muy inclinadas.

Las modificaciones a la rasante también son muy comunes durante la construcción, debido a que los abudamientos reales no correspondan a los supuestos o es necesario subir la rasante porque el terreno es inundable.

### 5.3 Trazo preliminar.

Tomando como vértices puntos obligados fijados en el reconocimiento a los intermedios que sean necesarios por la topografía, se levanta una poligonal centrando el tránsito en la estaca inicial, que se denominará 0+000, se van clavando estacas cada 20 metros o cada 10 metros si se inicia el trazo en curva y además en los puntos notables, hasta llegar al siguiente vértice, continuando en esta forma.

Generalmente se miden los ángulos por el sistema de deflexiones, y con el rumbo magnético observado para el primer lado de la poligonal, se van



calculando los de los siguientes lados. Los métodos de medición directa de ángulos y de conservación de azimutes son menos recomendables que el de deflexiones y para disminuir el error de colimación es conveniente - visar otras dos veces; una en posición directa y la otra en inversa.

#### 5.3.1. Trazo Directo.

Cuando la topografía lo permite y el Ingeniero tiene suficiente experiencia el trazo preliminar puede ser definitivo, conociéndose el procedimiento como "Trazo Directo"; es mas lento que el levantamiento de la poligonal del trazo preliminar, para ahorrar todo el trabajo de proyecto en gabinete y por lo tanto es el procedimiento mas rápido.

El Ingeniero tendrá especial cuidado en la selección de los vértices de su poligonal, que en este caso serán PI de curva. Con el círculo vertical controlará la pendiente de la línea, cambiando el aparato en donde el terreno cambie sensiblemente de pendiente general, para poder controlar la pendiente de la vía; es decir trabajará con el tránsito como si fuera fijando puntos con clisímetro.

Al llegar a un PI, escogerá en el terreno el grado de curvatura que considere se adapte mejor a la topografía; calculará la curva, fijará el PC y el PT y trazará la curva, corriendo el kilometraje desde el PC hasta el PT, de manera que el cadenamiento del trazo continúe corrido en las curvas y sin igualdades.

Como se ve, el trazo directo es difícil y requiere mucha experiencia. Es poco probable su aplicación al proyecto de vías férreas.

#### 5.4. Nivelación de la preliminar.

Para conocer el perfil del trazo preliminar y además apoyar en la poligonal la topografía que se levanta, se nivelan los lados de dicha poligonal si se trata del trazo definitivo, se procede en forma similar, para poder tener el perfil del terreno y proyectar la rasante.

La operación de nivelar es semejante para todos los casos y tiene por objeto conocer las diferentes alturas de los puntos del terreno. Nos ocuparemos únicamente de la nivelación directa o topográfica.

#### 5.4.1. Nivelación Directa.

Es la más común y se ejecuta con aparatos llamados "Niveles" con los que se pueden dirigir visuales horizontales. Se nivelan todas las estacas del trazo y además todos los puntos intermedios interesantes, como cauces de arroyo, barrancas, canales, etc.

Todos estos puntos se nivelan con aproximación de un centímetro únicamente, en algunos casos no alcanza elstadal para hacer las lecturas en estos puntos intermedios interesantes, como sucede frecuentemente con arroyos y canales profundos; conviene entonces no mover el nivel sino que, con la cota de alguna de las estaciones, levantar el perfil de esos accidentes de terreno utilizando el nivel de mano.

Siempre que sea posible, la nivelación se refiere al nivel del mar, obteniendo la elevación de una estación de ferrocarril cercana o de un puente de ferrocarril, cuando esto no sea factible, se partirá de una cota obtenida con un aneroides y por último si tampoco es posible esto, se adaptará una cota arbitraria para el primer banco fijo.

En terrenos planos y ondulados, se fijarán bancos de nivel a cada 500 m., esta distancia disminuirá conforme el terreno se hace más accidentado y -

el terreno escabroso puede llegar a ser conveniente fijar bancos a cada 100 mts., Cada banco se numera por el kilómetro en que se encuentra y el número de orden que le corresponda en ese kilómetro a continuación se escribe su elevación. Ejemplo: BN 46-2 ELV. 167.393 M.

#### 5.5. Configuración del terreno.

La configuración del terreno puede obtenerse de diversas maneras. Nos referimos aquí solamente a las secciones transversales.

##### 5.5.1. Secciones transversales.

Se apoyan en la poligonal y sirve para conocer los puntos del terreno de cota cerrada a la cota de los puntos emplea el nivel de mano o el clinómetro, la cinta de género y la brújula.

#### 5.6. Proyecto del eje de la vía.

Lo que en el terreno puede hacerse con un clinómetro para llevar una línea con una pendiente dada, puede hacerse en un plano utilizando un compás, preferentemente, de puntas secas. Conociendo la aguidistancia entre curvas de nivel y la pendiente que se desea para la vía, se calcula la abertura de compás para que al interceptar con sus puntas dos curvas de nivel contiguas, la línea imaginaria que une esos dos puntos tenga la pendiente deseada.

$$\text{Abertura compás} = \frac{\text{aguidistancia entre curvas}}{\text{Pendiente}}$$

Con la misma escala con que está dibujado el plano se separan las puntas del compás y partiendo del punto inicial se procede a ascender o descender, brincando de curva en curva. La unión de esos puntos daría una lí-

nea teóricamente " a pelo de tierra ". Esta línea quebrada es la base para proyectar el trazo de la línea definitiva que, con los mayores tangentes posible deberá ajustarse lo mas que se pueda a la línea " a pelo de tierra".

En la práctica es imposible lograr esto pero se procurará compensar a izquierda y derecha de la línea quebrada a pelo de tierra, pero lograr compensación en planta.

Las tangentes se unen con curvas que igualmente se apeguen lo mas posible a la línea imaginaria " a pelo de tierra " o compensen su trazo a izquierda y derecha lo mas posible.

#### 5.6.1. Recomendaciones para el proyecto.

No debe tomarse como una regla fija que el proyecto sea una línea, que compense en planta, a derecha o izquierda las ondulaciones de la línea " a pelo de tierra". Si el terreno tiene una pendiente transversal fuerte, conviene que el eje de la línea se encuentre hacia arriba de la línea " a pelo de tierra" quede en firme al proyectarse posteriormente la rasante; en este caso claro esta, no habrá compensación lateral de las terracerías, sino desperdicio.

No debe exagerarse la condición de apegarse a la línea " a pelo de tierra" por buscar el proyecto que tenga el mínimo de movimientos de terracerías, ya que se obtendría a cambio un alineamiento sinuoso.

A menudo pueden sustituirse varias curvas sucesivas por una sola que las comprenda a todas.

Otra recomendación importante es que en los extremos de tangentes largas

no se proyecten curvas cerradas, aunque ello signifique separarse algo de la línea ideal.

Se procurará proyectar los cruces de los ríos y de las barrancas, en ángulo recto.

#### 5.6.1.1. Trazo y nivelación de la línea proyectada.

Una vez proyectada la vía, al trazarse, tendrá que quedar ubicada en el terreno, tal como se dibuja en el plano que tiene la topografía.

#### 5.6.1.2. Trazo.

Graficamente sobre el plano, se calcularán las curvas y determinará la longitud de las tangentes.

Cada vez que el plano la línea de proyecto cruce la preliminar se calculará el cadenamiento de ésta que corresponde al punto de cruce y por trigonométrica o simplemente con transportador determinará el ángulo de cruce.

Cuando el proyecto cruce la preliminar se calculan graficamente la distancia que separa ambas líneas escogiendo puntos conocidos como PI, PST etc.

Estos puntos se llaman ligas y sirven para que inicie el trazo definitivo en una de ellas y en lo sucesivo, vaya comprobando que la línea de proyecto en el plano, va siendo trasiadada fielmente al terreno.

Se calcularán graficamente la deflexión  $A$  en el PI, que es también el ángulo central de la curva; igualmente todos los elementos de la curva y con su longitud determinará el cadenamiento del PC y del PT, puesto que se conoce por medición en el plano la distancia del punto inicial  $U.O.C.C$  al PI. Se comprobará que el proyecto no se ha apartado de la --

preliminar. Las ligas son aproximados y sus ángulos y distancias son gráficas y sirven solamente para relacionar en el terreno el trazo del proyecto con la preliminar.

#### 5.6.2 Proyecto de curvas.

Una forma muy práctica de adaptar las curvas gráficamente a la línea teórica de movimiento nulo o "a pelo de tierra", es la de construir en material transparente (plástico). Las curvas a escala del plano de trabajo, en forma de platillo para los grados más usuales, ensayar en plano la que mejor se pliegue al terreno.

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

##### 5.6.2.1. Curvas Simples.

Las curvas simples están constituidas por un tramo de una sola circunferencia donde la cuerda o arco de 20 mts., son la base del cálculo -- trazado de las curvas midiéndose, en grado y minutos.

Los elementos que constituyen la curva simple son los siguientes:

Angulo central (Deflexión) A	
Punto de intersección (Inflexión) PI	PI
Principio de curva	PC
Punto de tangente	PT

Radio	R
Subtangente	ST
Cuerda	C
Grado de curvatura	G
Cuerda principal	CP
Longitud de curva	LC
Subcuerda	SC
Subgrado	g'
Ordenada media	M
Externa	E

Las fórmulas mas usuales son :

$$ST = R \tan \frac{A}{2}$$

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

$$A = \frac{G \cdot LC}{20}$$

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

$$R = ST \cot \frac{A}{2}$$

Y para cuerdas de 20 m :

$$R = \frac{10}{\text{Sen} \frac{G}{2}}$$

$$C = 2 R \text{ Sen} \frac{A}{2}$$

$$M = R ( 1 - \text{COS} \frac{A}{2} )$$

$$E = R ( \text{SEC} \frac{A}{2} - 1 )$$

Para una mejor ilustración vease el cuadro número 5-3.

### 5.6.3. Curvas compuestas

Una curva compuesta es una curva continua, de un mismo sentido formada por dos o mas segmentos de curvas circulares uno a continuación de otro y con tangentes comunes en los puntos de unión. Las curvas compuestas - podrían ser utiles en muchos casos porque facilitarían la adaptación de la curva a la topografía del terreno; pero cuando se cambia bruscanente de radio de una a otra, constituye una incomodidad para el manejo y muchas veces son peligrosas, como regla general en vía se utilizan de un grado menor a 3 dependiendo de las condiciones del terreno.

Una vez que se ha escogido la curva, se calculan sus elementos, uno de los principales es la tangente mas subtangente, subtangente y longitud de la curva compuesta. Cuadro No. 5.4

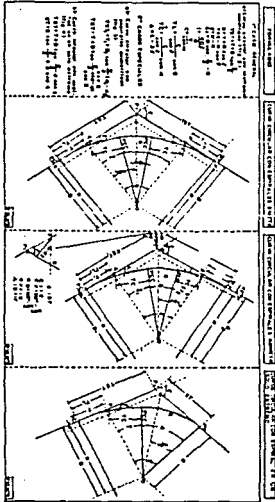
Nomenclatura usada para curvas compuestas.

Angulo central de la espiral en cada extremo	S
Angulo central de la curva simple	A
Angulo total de las dos espirales y la curva simple	f
Principio de curva	PC
Curva compuesta en la espiral	CC
Punto de curva circular	PCC
Punto de tangente	PT
Tangente de la espiral	T
Tangente mas subtangente	TST
Punto de intersección o inflexión	PI
Distancia perpendicular del centro de la curva	





CUADRO N° 8-4 CURVAS COMPUESTAS



Simple a la tangente original	D
Diferencia entre A y el radio de la curva simple	d
Longitud de curva compuesta	LCC
Grado de la curva simple	G
Externa compuesta	Ec
Radio de curva circular simple	R
Ordenada del PCC medida desde la tangente original	y
Abcisa del PCC medida desde PC	x

Para nuestro estudio utilizamos dos tipos de curva

a) Curva circular con una espiral en un solo extremo, calculando los elementos TST, ST y LCC con las siguientes fórmulas:

$$TST = T + D \tan \frac{\xi}{2} - d \operatorname{CSC} \xi$$

$$ST = R \tan \frac{\xi}{2} + d \operatorname{CSC} \xi$$

$$LCC = 20 \frac{A}{G}$$

b) Curva circular con espirales

Simétricas.- se calculan los elementos TST, Ec y LCC con las siguientes fórmulas:

$$TST = T + D \tan \frac{\xi}{2}$$

$$Ec = D \sec \frac{\xi}{2} - R$$

$$LCC = 20 \frac{A}{G}$$

5.6.4. Cálculo de los elementos de las curvas del proyecto, de los elementos mencionados, los que son base para el cálculo de los demás son :

A.- Deflexión

g.- Grado de curvatura

C.- Cuerda

La deflexión se obtuvo directamente con transportador en la planta del proyecto, sobre el eje de la vía, siendo esta deflexión, la diferencia de rumbos entre dos rectas, las cuales se cortan en un punto denominado PI ( Punto de inflexión ).

Y así sucesivamente trazando deflexiones a uno y otro lado del trazo del eje preliminar buscando el camino de mejor acceso.

Unidas estas deflexiones por curvas horizontales formándose tramos en tangente.

Primeramente se localizó el punto PI sobre el tramo Lechería-Xaltocan, así como el PC del proyecto Xaltocan-Teoloyucan. Posteriormente se tomó la siguiente igualdad de la línea "H" Xaltocan -Lechería con el proyecto.

PI Línea "H" K. 16+094.14

PI Proyecto K.  $\frac{0+668.54}{16+762.68}$

Donde el punto de inicio del proyecto.

Igualdad PC= 0+000.00 hacia adelante

PCH= 16+762.68 hacia atrás

Los puntos de conienzo localizados sobre el tramo Xaltocan-Lechería dan origen al PC del proyecto.

1.- Se dispone a trazar la curva circular con una espiral en un solo extremo. Limitando esto por el grado de curvatura máxima de  $G = 1^\circ$  para el presente proyecto con los siguientes datos.

$$PI = 0+668.54$$

$$\angle = 60^\circ 26' \text{ Der.}$$

$$G = 1^\circ 00'$$

$$L_e = 120.0 \text{ Mts.}$$

$$V_{\text{max}} = 0^\circ 5' 00''$$

Por medio del grado de curvatura así como la variación por metro se buscan los datos siguientes en las tablas del Departamento de Proyecto y - construcción de la SCT.

En la parte superior de la tabla # 5.5 donde dice elementos de la espiral se busca en la columna grado de curvatura  $1^\circ$  dando el renglón los - siguientes datos.

$$R = 1145.916 \text{ m.}$$

$$L_a = 120.0 \text{ m.}$$

$$S = 3^\circ 0' 0''$$

$$d = 0.524 \text{ m.}$$

$$T = 59.995 \text{ m.}$$

$$X = 119.967 \text{ m.}$$

$$y = 2.094 \text{ m.}$$

$$TL = 80.012 \text{ m.}$$

$$T_c = 40.010 \text{ m.}$$



$$C = 119.985 \text{ m.}$$

$$D = 1146.439 \text{ m.}$$

Posteriormente de acuerdo a nuestro tipo de curva se calculan los siguientes datos TST y ST Sacados de la tabla No. 5.4

Fórmulas.

$$TST = T + D \tan \frac{\alpha}{2} - d \text{ CSC } \alpha$$

$$ST = R \tan \frac{\alpha}{2} + d \text{ CSC } \alpha$$

$$LCC = \frac{20 A}{G}$$

Substituyendo los datos.

$$TST = 59.995 + 1146.439 \tan \frac{60.433}{2} - 0.524 \text{ CSC } 60.433$$

$$TST = 728.28$$

$$ST = 1145.916 \tan \frac{60.433}{2} + 0.524 \text{ CSC } 60.433$$

$$ST = 667.98 \text{ m.}$$

$$A = W - d = 57 + 26'$$

$$LCC = \frac{20 \cdot 57.43}{1} = 1148.6$$

$$LCC = 1148.6 \text{ m.}$$

$$PT = LCC + LE = 1148.6 + 120.0 = 1268.60 \text{ m.}$$

$$PT = 1268.60 \text{ m.} \quad \text{RAC N } 72^\circ 24' \text{ W}$$

$$TAN 1 = 3212.37 \text{ m}$$

2.- Curvas circulares con espirales simétricas. Con los datos siguientes se procede a buscar en las tablas .

Datos .

$$Vxm = 0^{\circ} 05' 00''$$

$$PI = 4+677.27$$

$$\xi = 8^{\circ} 8' \text{ Izq.}$$

$$G = 0^{\circ} 30'$$

Buscando la variación por metro de  $0^{\circ} 05'$  y el grado de curvatura, en la tabla No. 5.5

Datos obtenidos.

$$R = 2291.831 \text{ m.}$$

$$Le = 60.00 \text{ m.}$$

$$\delta = 0^{\circ} 45'$$

$$d = 0.065 \text{ m.}$$

$$T = 30.00 \text{ m.}$$

$$X = 59.99 \text{ m.}$$

$$Y = 0.262 \text{ m.}$$

$$TL = 40.00 \text{ m.}$$

$$Tc = 20.00 \text{ m.}$$

En el cuadro No. 2 en el formulario inciso (a) se dan las siguientes fórmulas.

$$TST = T + D \tan \frac{\xi}{2}$$

$$Ec = D \sec \frac{\xi}{2} - R$$

$$Lcc = 2^{\circ} \frac{L}{G}$$



Substituyendo.

$$TST = 30.0 + 2291.596 \tan 6^\circ 18'$$

$$TST = 196.29 = 196.30$$

$$TST = 196.30$$

$$Ec = D \operatorname{Sec} \frac{\alpha}{2} - R$$

$$Ec = 2291.896 \left( \operatorname{Sec} \frac{6.3}{2} \right) - 2291.831$$

$$Ec = 6.09 \text{ m.}$$

$$A = \alpha - 2\beta = 6^\circ 18' - 2(0^\circ 45')$$

$$A = 6^\circ 48'$$

$$Lcc = 2^* \frac{A}{6}$$

$$Lcc = 2^* \frac{(6^\circ 48')}{0.5^\circ}$$

$$Lcc = 272.0 \text{ m.}$$

Para encontrar el PT se realiza la siguiente suma.

$$Pc = 4460.97$$

-

$$2 Le = 120.00$$

-

$$Lcc = \underline{272.00}$$

$$PT2 = 4872.97$$

Se tomó 2 veces la Lc por ser curva circular con espirales simétricas .

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 79 -

La tangente No 2 es igual a .

$$PT - Pc = 4+872.97 - 5 + 757.90$$

$$\tan 2 = 884.94 \text{ m.} \quad \text{RAC. N } 80^{\circ} 42' \text{ W}$$

3.- Curva circular con espirales simétricas, por medio de las tablas de Perkins revisadas por la Dirección General de Vías Férreas se sacan los siguientes datos.

$$PI = 5+921.55$$

$$Vxm = 0^{\circ} 05'$$

$$\xi = 10^{\circ} 20' \text{ Izq.}$$

$$G = 1^{\circ} 0'$$

Datos

$$R = 1145.91.6 \text{ m.}$$

$$Lc = 120 \text{ m.}$$

$$S = 3^{\circ} 0'$$

$$d = 0.524 \text{ m.}$$

$$T = 59.995 \text{ m.}$$

$$X = 119.967 \text{ m.}$$

$$Y = 2.094$$

$$D = 1146.439$$

De acuerdo con el inciso (a) para curva circular con espirales simétricas se tienen las siguientes fórmulas.

$$TST = T + D \tan \frac{\xi}{2}$$

$$TST = 59.995 + 1146.439 \tan \frac{10.33}{2}$$

$$TST = 59.995 + 103.65$$

$$TST = 163.65 \text{ m.}$$

Para el cálculo de A se toma la siguiente fórmula.

$$A = \xi - 26$$

$$A = 10.33 - 2 (3^\circ)$$

$$A = 4.33$$

$$A = 4^\circ 20'$$

Substituyendo A en :

$$Lcc = 20 \frac{A}{G}$$

$$Lcc = 20 \frac{4.33^\circ}{1^\circ}$$

$$Lcc = 86.6 \text{ m.}$$

Ahora substituyendo valores en:

$$Ec = D \sec \frac{\xi}{2} - R$$

$$Ec = 1146.439 \sec \frac{10.33}{2} - 1145.916$$

$$Ec = 5.20 \text{ m.}$$

Calculando el Pc, Pt y Tan.

$$Pc = PI - TST$$

$$Pc = 5+921.55 - 163.65$$

$$Pc = 5+757.9 \text{ m.}$$

$$PT = Pc + 2 Le + Lcc$$

$$PT = 5+757.90 + 240.0 + 86.6$$

$$PT = 6+084.57$$

$$Tan3 = Pc - PT$$

$$Tan3 = 6+551.35 - 6 + 084.57$$

$$Tan3 = 466.78 \text{ m.}$$

$$RAC = N 88^\circ 58' W$$

4.- Curva circular con espirales simétricas.

$$PI = 6+872.13$$

$$\xi = 07^{\circ} 38' \text{ Izq.}$$

$$G = 0^{\circ} 15'$$

$$V_{xm} = 0^{\circ} 05'$$

Buscando en las tablas la variación por metro y grado de curvatura.

$$R = 4583.68 \text{ m.}$$

$$L_e = 30.0 \text{ m.}$$

$$S = 0^{\circ} 11' 15''$$

$$d = 0.008 \text{ m.}$$

$$T = 15.0 \text{ m.}$$

$$X = 30.0 \text{ m.}$$

$$Y = 0.033 \text{ m.}$$

$$D = 4583.668 \text{ m.}$$

Tomando las fórmulas del inciso (a) para curva circular con espirales simétricas.

$$TST = T + D \tan \frac{\xi}{2}$$

$$TST = 15.0 + 4583.668 \tan \frac{7.66^{\circ}}{2}$$

$$TST = 320.078 \text{ m.}$$

$$E_c = D \operatorname{secc} \frac{\xi}{2} - R$$

$$E_c = 4583.668 \operatorname{Sec.} \frac{7.633}{2} - 4583.66$$

$$E_c = 4593.85 - 4583.66$$

$$E_c = 10.19 \text{ m.}$$

Para calcular la LCC se calcula primero A.

$$A = \xi - 26$$

$$A = 7^{\circ} 38' - 2(11.25')$$

$$A = 7^{\circ} 15.5'$$

$$Lcc = 20 \frac{A}{G}$$

$$Lcc = 20 \frac{435.5'}{15'}$$

$$Lcc = 580.67 \text{ m.}$$

$$Pc = PI - TST$$

$$Pc = 6.872.13 - 320.78$$

$$Pc = 6.551.35 \text{ m.}$$

$$PT = Pc + 2Lc + Lcc$$

$$PT = 6.551.35 + 60.00 + 580.67$$

$$PT = 7.192.02 \text{ m.}$$

Para calcular la Tag 4 se toma el Pc-Pt de la curva anterior.

$$\text{Tan } 4 = Pc - PT$$

$$\text{Tan } 4 = 8.090.28 - 7.192.02$$

$$\text{Tan } 4 = 898.26 \text{ m.}$$

$$RAC = S \ 81^{\circ} \ 20' \ W$$

5.- Cálculo de la curva circular con espirales simétricas de los siguientes datos.

$$PI = 8.256.12$$

$$Vxm = 0^{\circ} \ 05'$$

$$\xi = 10^{\circ} \ 33' \ \text{Der.}$$

$$G = 01^{\circ} \ 00'$$

Se busca en la tabla No.5.5 la variación por metro y el grado de curvatura, dando los siguientes datos.

$$R = 1145.916 \text{ m.}$$

$$L_c = 120.0 \text{ m.}$$

$$\delta = 3^{\circ} 0'$$

$$d = 0.524 \text{ m.}$$

$$T = 59.995 \text{ m.}$$

$$X = 119.967 \text{ m.}$$

$$Y = 2.094 \text{ m.}$$

$$G = 1146.439 \text{ m.}$$

De acuerdo al formulario.

$$TST = T + D \tan \frac{\delta}{2}$$

$$TST = 59.995 + 1146.439 \tan \frac{10.55}{2}$$

$$TST = 165.64 \text{ m.}$$

$$E_c = D \sec \frac{\delta}{2} - R$$

$$E_c = 1146.439 \sec \frac{10.55}{2} - 1145.916$$

$$E_c = 1151.3149 - 1145.916$$

$$E_c = 5.39 \text{ m.}$$

$$A = \delta - 2 (\delta)$$

$$A = 10^{\circ} 33' - (3^{\circ})$$

$$A = 4^{\circ} 33'$$

Para comprobar se calcula  $P_c$ ,  $PT$  y  $Tan$ .

$$P_c = PI - TST$$

$$P_c = 8 + 256.12 - 165.84$$

$$P_c = 8 + 090.28$$

$$PT = P_c + 2Le + Lcc$$

$$PT = 8 + 090.28 + 240.91.0 \text{ m}$$

$$PT = 8 + 421.28 \text{ m}$$

$$Tan \ 5 = P_c - PT = 9 + 355.39 - 8 + 421.28$$

$$Tan = 934.11 \text{ R.A.C. N. } 88^\circ 07' \text{ W.}$$

De acuerdo con el formulario de curva circular con espiral en un solo extremo.

$$\begin{aligned} \text{Donde:} \quad TST &= T + D \tan \frac{\Sigma}{2} - d \csc \Sigma \\ ST &= R \tan \frac{\Sigma}{2} + d \csc \Sigma \end{aligned}$$

Sustituyendo :

$$TST = 39.974 + 287.409 \tan \frac{76.91}{2} - 0.93 \csc 76.91$$

$$TST = 39.9 + 228.247 - 0.9548$$

$$TST = 266.64 \text{ m.}$$

$$ST = 286.479 \tan \frac{76.91}{2} + 0.93 \csc 76.91$$

$$ST = 228.43 \text{ m.}$$

Donde:

$$Lcc = 20 \frac{A}{G}$$

$$A = \Sigma - S = 76.91^\circ - 8^\circ$$

$$A = 68.91^\circ$$

$$Lcc = 20 \frac{(68.91^\circ)}{4^\circ}$$



6.- Cálculo de la curva circular con espiral en un solo extremo. De los siguientes datos.

$$PI = 11 + 358.94$$

$$\Sigma = 76^{\circ} 55' \text{ Der.}$$

$$G = 04^{\circ} 00'$$

$$V_{xm} = 0^{\circ} 3'$$

Se busca en las tablas la variación por metro y el grado de curvatura; sacándose los siguientes datos.

$$R = 286 \quad 479 \text{ m.}$$

$$L_e = 80 \quad 00 \text{ m}$$

$$S = 8^{\circ} 0' 0''$$

$$d = 0.93 \text{ m.}$$

$$T = 39.974 \text{ m}$$

$$X = 79.844 \text{ m.}$$

$$Y = 3.718 \text{ m.}$$

$$D = 287.409 \text{ m.}$$

Lcc = 344.58 m.

Donde:

PC = PI - TST

PC = 11,358.94 - 266.64

PC = 11,092.30

Tan 6 = PC - PT

Tan 6 = 11,092.30 - 9,766.06

Tan 6 = 1326.24 m

Y sobre la trancal "B" se tiene el  
siguiente punto sobre tangente

PST = 11 + 607.08

RAC N 2° 26' W

#### 5.6.5 REFERENCIAS DEL TRAZO.

Es absolutamente indispensable dejar referenciados todos los puntos que definan el trazo que se ha ejecutado en el terreno, tales como, PC, PI, PT, y uno o varios PST. El objeto de referenciar es fijar la posición de un punto, con relación a otros fijos, que se supone permanecerán -- durante la construcción de la vía; como los puntos del trazo desaparecen muchas veces desde el momento de hacerse el desmonte, pueda reconstruirse el trazo en cualquier momento a partir de los puntos fijos, -- comprobándose así además, si la ejecución va apeándose al proyecto. Para referenciar un punto se emplean ángulos y distancias medidas con exactitud. De preferencia los puntos estarán fuera del derecho de vía por si se efectúan préstamos de terracerías.

#### 5.6.6. NIVELACION

Todo lo dicho en los incisos 5 nivelación de la preliminar 5.41. nivelación directa, se aplicarán a la nivelación de la línea definitiva -- del proyecto.

#### 5.7 SECCIONES DE CONSTRUCCION

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

#### 5.8 PROYECTO DE LA RASANTE

Para poder proyectar la rasante es preciso dibujar primero el perfil de la línea definitiva y las secciones de construcción.

### 5.6.1. DIBUJO DEL PERFIL DE LA LINEA DEFINITIVA

El perfil se dibuja en papel milimétrico grueso, que permita su manejo sin maltratarse y admita borrar los varios proyectos o ensayos de rasante que se hagan a una escala adecuada de acuerdo al perfil del terreno.

Este se dibujará con tinta china negra y todos los ensayos de proyecto de rasante se harán con lápiz hasta tener el mejor proyecto, tanto por lo que hace a pendientes, como a visibilidad y volúmenes.

### 5.6.2. DIBUJO DE LAS SECCIONES DE CONSTRUCCION.

Las secciones se dibujan en papel milimétrico a escala 1:100 y sirve para colocar en ellas la sección de la vía, obtener el área en corte o terraplén correspondiente a cada sección y calcular el volumen de la estación.

### 5.6.3 PROYECTO DE LA RASANTE

La rasante, que mas bien se le debe designar subrasante, es el perfil de las terracerías de la vía, compuesto por una serie de líneas rectas que son las pendientes, unidas por arcos de curvas parabólicas verticales; las líneas rectas son tangentes a las curvas verticales. Las pendientes máximas serán las que corresponden para el tipo de vía proyectada y la clase de terreno atravesado.

Según el sentido de cadenasamiento, las pendientes ascendentes se marcarán con signo positivo y las descendientes con negativo (-).

La línea proyectada para la subrasante compensará en todo lo mas que sea posible, los cortes con los terraplenes en el sentido longitudinal y aun en el transversal cuando se aloja en una ladera que permita com-

pensar lateralmente.

Muchas veces se proyectan terraplenes muy altos sin ninguna necesidad; en las grandes planicies desérticas y en las semi-desérticas, la mejor rasante es el propio terreno, que generalmente resiste bien las cargas y los pequeños terraplenes casi menores a 60 cm, necesarios para nivelar las irregularidades del terreno ofrecen posibilidades de asentamientos prácticamente despreciables .

En este caso debe cuidarse que el camino quede bien protegido con cunetas.

Por lo general los suelos constituidos por material muy fino tienen -- una gran capilaridad ya que la altura a la cual puede subir el agua en los suelos es inversamente proporcional al diámetro de sus partículas. Los limos finos cuyas partículas tienen un diámetro de 0.02 mm. dan las alturas máximas de capilaridad en 24 hrs. Para este proyecto se compactan las terracerías al 90% y la capa del sub-balasto al 95% de su grado de compactación (prueba SHTO-STANDARD), según especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el sub-balasto -- 20% de material tepetate y el 80 de material screening compactado al -- 90% de su PUSM.

#### 5.8.4. Curvas verticales

Económicamente es imposible construir un ferrocarril con pendiente uniforme, por lo tanto, en perfil es muy conveniente enlazar con curvas -- verticales en las distintas pendientes, con objeto de pasar insensiblemente de una pendiente a otra, eliminando con esto los choques o tirones bruscos entre los carros y entre estos y la locomotora.

La vía igualmente sufre mucho si no hay curva vertical de transición. Mientras mayor desarrollo tenga la curva vertical menos sufrirán el equipo y la vía, pero en general mayor será la cantidad de terracerías y por lo tanto, mayor será el costo de construcción de la vía.

Hay dos casos que considerar:

a.- Cuando el punto de intersección de la pendiente está hacia abajo y que llamaremos "columpios".

b.- Cuando está hacia arriba y que llamaremos "cimas".

Es mas necesario en el primer caso que en el segundo enlazar con curvas las pendientes.

El procedimiento de cálculo esta basado en la 3a. y 4a. propiedad de la parábola, que a continuación se citan:

3a. La variación de la pendiente de la curva es constante, para la variación constante.

4a. La pendiente de una cuerda trazada entre dos puntos de la curva es igual al promedio de las pendientes de las tangentes a la curva en esos puntos.

( Se hace notar que de cuerda a cuerda la pendiente varía la  $V$  real pero de tangente a curva sólo varía la mitad ).

Procedimiento de cálculo.

Dividase la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes por enlazar ( ya transformadas en pendientes por veinte ) por la variación  $V$  que se elija, si el cociente es entero y par y el  $PI$  se localiza en estación completa, ese cociente representará el número de cuerdas de 20 mts., que debe tener la parábola y " $V$ " la variación Definitiva

va, si es impar o fraccionaria, tomese el número par inmediato superior y vuelvase a dividir la diferencia de pendientes por la longitud formada por el número de cuerdas que integran la curva; el cociente representará la variación definitiva "V" que se debe adoptar.

A la pendiente de una de las tangentes se le suma o se le resta, según el caso, la semi variación y se sigue sumando o restando la variación para ir obteniendo las pendientes de las cuerdas; a la pendiente de la última cuerda se le suma o se le resta la semi variación y se debe encontrar como comprobación numérica, la pendiente de la última tangente.

Si el PI se localiza en una media estación, el número de cuerdas debe ser impar, procediéndose de la misma manera para determinar las pendientes de las cuerdas.

En la práctica no se emplean parábolas para ligar diferencia de pendientes menores de 0.2%. En este proyecto se presentan los siguientes casos en los kilómetros.

La curva vertical es deseable localizarla en las tangentes del trazo recomendándose evitar cambios de pendientes, sobre tramos de curvas horizontales, a causa del problema del mantenimiento difícil de los niveles y crearse velocidades variables que afecten las sobre elevaciones uniformes y el alineamiento de las curvas.

#### 5.8.4.1. Cálculo de curvas verticales

Las curvas verticales son parábolas que se calculan con la fórmula ---  
 $Y = Kd^2$ .

. . . en donde K es una constante.

$$K = \frac{D}{10 L}$$

La ordenada de la curva vertical considerada con relación a la tangente de la curva, en la estación correspondiente, es  $y$ . Las tangentes de la curva vertical son las pendientes que se desea ligar y que se cruzan en el PIV. Estas ordenadas o correcciones se restan a las cotas de las tangentes si la curva es una cima y se suman si la curva es un columpio --  $D$  es la diferencia algebraica de las pendientes.

$L$  es la longitud de la curva vertical, dada en estaciones cerradas de 20 m.

A continuación se efectúa el cálculo de las curvas verticales consideradas en este proyecto.

Curva vertical No. 1

Dicha curva se calcula con los siguientes datos sacados del perfil del plano. Una vez trazados las tangentes de la rasante se unen por medio de curvas verticales.

Datos.

$$P1 = +0.043$$

$$P2 = +0.035$$

$$PIV = 0.600 \quad \text{elev} = 2198.00$$

Tomandose una variación igual a  $P/v = 0.02$  en joroba para una vía de -- clase "A" [ usada en distritos ferroviarios con una vía troncal y velocidades de pasajeros de hasta 80 km h. ]

Pendientes de entrada y salida transformadas.

$$P1/5 = + 0.043/5 = 0.0086$$

$$P2/5 = + 0.035/5 = 0.007$$



Y la diferencia algebraica de pendientes transformadas.

$$D = ( 0.0086 ) - ( + 0.007 )$$

$$D = + 0.0016$$

Longitud en proyección horizontal de la curva parabólica:

$$L = D^*/\text{variación} = 0.0216/0.02 = 1.08$$

$$L = 2 \text{ estaciones}$$

Donde D\* se toma el valor en términos absolutos.

Debido a que se toma la longitud por inmediata.

Dado que el cociente fue par, la variación inicial es correcta y como la curva es simétrica con respecto a su eje, irá una estación a cada lado-- del PIV.

$$\text{Cota} \quad \text{PCV} = \text{Cota PIV} - 20( 0.00143)$$

$$\text{PCV} = 2198.60 - 0.0286$$

$$\text{PCV} = 2198.57 \quad \text{Cadenamiento } 0 + 580$$

$$\text{Cota} \quad \text{PTV} = 2198.60 + 20 (0.00035)$$

$$\text{PTV} = 2198.60 + 0.007$$

$$\text{PTV} = 2198.61 \quad \text{Cadenamiento } 0+620$$

Curva vertical No. 2

La curva vertical se calcula con los datos siguientes.

Datos :

PIV = 3+400 elev. 2199.20

P1 = 0%

P2 = + 0.26 %

Tomandose como P/v = 0.01 para curvas verticales en columpio.

Pendientes transformadas.

P1 = 0/5 = 0

P2 = + 0.26/5 = 0.052

Diferencia algebraica de pendiente transformadas.

D = 0 - (+0.052)

D = - 0.052

Longitud en proyección horizontal de la curva parabólica vertical.

L = D/variación = 0.052/0.01 = 5.2

L = 6 estaciones

Debido a que es una curva vertical simétrica se dan tres estaciones a -  
cada lado del PIV.

Cota PCV = Cota PIV - 3(20) (0)

PCV = 21 99.20 - 0

PCV = 2199.20 Cadenamiento 3+340

Cota PTV = Cota PIV + 3(20) (0.00267)

PTV = 2199.20 + 0.1602

PTV = 2199.36 Cadenamiento 3+460

Curva vertical No. 3

Datos de la curva.

$$P1 = + 0.26\%$$

$$P2 = 0.0 \%$$

$$PIV = 4+000 \text{ elev. } 2200.80$$

Para una curva en joroba la  $p/v = 0.02$  de clase "A"

Pendientes transformadas.

$$P1 = 0.267/5 = 0.0534$$

$$P2 = 0.0$$

La diferencia algebraica de pendientes transformadas.

$$D = 0.0534 - 0 = 0.0534$$

Longitud en proyección horizontal de la curva parabólica.

$$L = D/\text{variación} = 0.0534/0.02 = 2.67$$

$$L = 4 \text{ estaciones}$$

L = 4 debido a que se toma como longitud al número par inmediato.

Por lo tanto irán 2 estaciones a cada lado del PIV.

$$\text{Cota} \quad PCV = PIV - 2(20) (0.00267)$$

$$PCV = 2200.80 - 0.1068$$

$$PCV = 2200.70 \quad \text{Cadenamiento } 3+960$$

$$\text{Cota} \quad PTV = 2200.80 + 2(20) (0)$$

$$PTV = 2200.60 \quad \text{cadenamiento } 4+040$$

Curva vertical No. 4.

Dados los siguientes datos sacados del perfil del eje de trazo.

Datos.

$$PIV = 6+000 \text{ elev. } 2200.80$$

$$P1 = 0.0\%$$

$$P2 = 0.14\%$$

Tomando la variación igual  $P/v = 0.01$  para una curva en columpio de una vía de clase "A" usados en distritos ferroviarios de vía troncal.

Pendientes transformadas.

$$P1/5 = 0/5 = 0$$

$$P2/5 = 0.14/5 = 0.028$$

Sacando la diferencia algebraica de pendientes transformadas.

$$D = 0 - (+ 0.028)$$

$$D = 0.028$$

Longitud en proyección de la curva parabólica.

$$L = D/\text{variación} = 0.028/0.01 = 2.8$$

$$L = 4 \text{ estaciones}$$

L = 4 debido a que se toma la longitud por inmediata, dado que la curva es simétrica con respecto a su eje, irán dos estaciones a cada lado del PIV.

$$\text{Cota} \quad PCV = \text{Cota PIV} - 2(20) (0)$$

$$PCV = 2200.80 - 0$$

$$PCV = 2200.80 \text{ Cadenamiento } 5+960$$

$$\text{Cota} \quad PTV = \text{Cota PIV} + 2(20) (0.0014)$$

$$PTV = 2200.80 + 0.056$$

$$PTV = 2200.86 \text{ Cadenamiento } 6+040$$

Curva vertical No. 5

De los siguientes datos se calcula la curva vertical en joroba con una

$$P/v = 0.02$$

Datos

$$P1 = + 0.14\%$$

$$P2 = + 0.04\%$$

$$PIV = 7+000 \text{ elev. } 2202.20$$

Pendientes transformadas.

$$P1 = 0.14/5 = 0.028$$

$$P2 = 0.04/5 = 0.008$$

Diferencia algebraica de pendientes transformadas.

$$D = 0.028 - (- 0.008)$$

$$D = .02$$

Longitud en proyección horizontal de la curva parabólica.

$$L = D/\text{variación} = 0.02/0.02 = 1$$

Le = 2 estaciones

Como se tiene una curva simétrica tendrá una estación a cada lado del

PIV.

$$\text{Cota } PCV = \text{Cota PIV} - 20 (0.0014)$$

$$PCV = 2202.20 - 0.028$$

$$PCV = 2202.17 \text{ Cadenamiento } 6+980$$

$$\text{Cota } PTV = \text{Cota PIV} + 20 (0.0004)$$

$$PTV = 2202.20 + 0.008$$

$$PTV = 2202.21 \text{ Cadenamiento } 7+020$$

Curva vertical No. 6

De acuerdo a los siguientes datos de la pendiente de entrada igual a  $+ 0.083\%$  y la salida igual a  $- 0.14\%$  y con un PIV igual 11-200 con una cota igual a  $CT = 2205.10$  tomándose una variación igual a  $P/v = 0.02$  en joroba para una vía de clase "A", (usada en distritos ferroviarios con vía troncal y velocidades de pasajeros de hasta 60 km.h.).

$$P1 = + 0.083$$

$$P2 = - 0.14$$

La pendiente de entrada y salida se transforman como sigue :

$$P1/5 = + 0.083/5 = + 0.0166$$

$$P2/5 = - 0.14/5 = - 0.028$$

Diferencia algebraica de pendientes transformadas.

$$D = ( 0.0166 ) - ( -0.028 ) = 0.0446$$

Longitud en proyección horizontal de la curva parabólica:

$$L = D/\text{variación} = \frac{0.0446}{0.02} = 2.23$$

$$L = 4$$

$L = 4$  porque se toma la longitud par inmediata.

Dado que el cociente fue par, la variación inicial es correcta y como la curva es simétrica con respecto a su eje, por lo tanto irán 2 estaciones a cada lado del PIV.

Cota            PCV = Cota PIV - 2 (20) (0.00083)  
                  PCV = 2205.10 - 40 ( 0.00083 )  
                  PCV = 2205.07    Cadenamiento 11+160

Cota            PTV = 2205.10 - 2 (20) ( 0.0014 )  
                  PTV = 2205.044    Cadenamiento 11+240

#### 5.9 SECCIONES DE LA VIA

La diferencia entre las elevaciones de la línea de proyecto de la subrasante y el perfil del terreno nos da el espesor, ya sea en corte o terraplén que corresponda a cada estación completa de 20 m. o cualquier punto intermedio que haya sido nivelado.

La pendiente o talud de las excavaciones y terraplenes dependerá de la clase de terreno que se encuentre, pues en cada caso debe darse la inclinación de reposo natural para evitar derrumbes.

Estos valones son los siguientes:

( Para taludes de tierra )

Terraplén 1.5:1

Corte 1.0:1

que son los empleados en este proyecto.

#### 5.10 VOLUMENES

Como las secciones están dibujadas a las mismas escalas horizontal y vertical, con un planímetro se obtienen rápidamente el área de corte o terraplén, limitada por el perfil del terreno natural, por la sección y por los taludes del corte o terraplén.

Si no se contara con un planímetro se calcularía de la siguiente forma. Contar los cuadros del papel milimétrico que están comprendidos dentro del perímetro de la sección. Se comienza con los centímetros cuadrados completos que representan los metros cuadrados, después se cuentan los cuartos de centímetro cuadrado; así sucesivamente hasta llegar a las fracciones de milímetro, este procedimiento es laborioso pero muy aproximado.



### 5.10.1 VOLUMENES POR ESTACION

El volumen de material ya sea en corte o terraplén, comprendido entre dos secciones se calculará tomando el promedio de las áreas de dichas secciones y multiplicándolo por la distancia entre ellas. Existen otros procedimientos para calcular estos volúmenes, pero se emplea el mencionado.

Como la separación entre dos secciones es ordinariamente 20 m. o sea una estación, el volumen en este caso será:

$$V = \frac{A + A'}{2} \cdot 20 = 10 (A + A')$$

En que 'A' y 'A'' son las áreas de las secciones extremas.

Cuando se trate de áreas en secciones intermedias motivadas por accidentes notables de la topografía, se empleará la fórmula:

$$V = \frac{A + A'}{2} \cdot d$$

en que d es la distancia entre secciones.

Cuando una de estas áreas sea igual a cero o como es el caso de los puntos en que cambia de corte a terraplén o viceversa, se procederá con el área restante o sea que esta se dividirá entre dos; el resultado se multiplicará por la distancia entre las dos secciones.

Como se puede observar en el cuadro del km. 0+000 al km. 0+543 siguiente, la estación con su respectiva elevación sacando con la diferencia los espesores de corte y terraplén, las áreas calculadas en las secciones por medio de planímetro ya sea en corte o terraplén, así como la sumatoria de áreas multiplicadas por su distancia nos dan volúmenes de corte y terraplén. En el perfil se dan los volúmenes del proyecto Plano No. 2.

DATOS DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO FERROVIARIO.

VIA FERREA PROYECTO DE K-0-000 AX-0-540 HOJA No 1  
 TRAMO SONOLIA ZALTAPAN, TEOGUIGUAN RESIDENCIA

ESTACION	ELEVACIONES		ESPEORES		AREAS			H AREAS			VOLUMENES			VOL. ABONO		ALCER		ORDENADAS
	Torre	Res	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	+C	-T		
G-000	8.34	7.74	0.6		7.8													245,000.00
G-020	8.34	7.77	0.57		7.8		14.4		110	144			100	144			74.8	245,143.87
G-040	8.34	7.8	0.56		8.4		14.4		110	144			100	144			85.2	245,314.0
G-060	8.35	7.83	0.52		7.1		15.7		110	137			100	137			84.8	245,454.85
G-080	8.34	7.85	0.49		6.4	0.2	15.5	0.2	110	135			100	135			84.25	245,564.5
G-100	8.34	7.88	0.48		6.2		12.8	0.2	110	128			100	128			83.3	245,724.70
G-120	8.31	7.91	0.6		4.8	0.2	11.0	0.2	110	120			100	120			83.4	245,845.10
G-140	7.10	7.94		0.84	3.8	0.2	6.7	0.2	101	67			100	67			84.44	245,924.25
G-160	6.57	7.97		1.40	2.5	0.8	2.4	0.8	101	24			100	24			84.44	245,948.95
G-180	6.71	8.00		1.29	14.8	0.5	25.4	0.5	110	14			100	14			84.7	246,144.53
G-200	6.88	8.03		1.15	14.8		24.4	0.1	110	14			100	14			84.7	246,279.40
G-220	6.80	8.05		1.45	15.4		20.2	0.1	110	14			100	14			84.7	246,389.70
G-240	7.23	8.08		1.49	19.1		24.5	0.1	110	14			100	14			84.7	246,490.44
G-260	6.70	8.11		1.42	18.5		37.6	0.1	110	14			100	14			84.8	247,005.65
G-280	6.93	8.14		1.21	15.2		31.7	0.1	110	14			100	14			84.8	247,051.80
G-300	6.72	8.17		1.45	14.2		31.4	0.1	110	14			100	14			84.7	247,301.10
G-320	6.89	8.20		1.31	15.4		26.7	0.1	110	14			100	14			84.3	247,512.80
G-340	6.46	8.23		1.77	14.5		22.9	0.1	110	14			100	14			84.4	247,721.55
G-360	7.93	8.25		0.32	19.4		33.9	0.1	110	14			100	14			84.4	247,815.40
G-380	7.43	8.28		0.85	17.5		21.8	0.1	110	14			100	14			84.4	247,894.40
G-400	6.78	8.31		1.53	15.7		40.8	0.1	110	14			100	14			84.3	248,100.20
G-420	6.74	8.34		1.60	21.7		39.4	0.1	110	14			100	14			84.7	248,334.44
G-440	6.84	8.37		1.53	20.1		40.3	0.1	110	14			100	14			83.55	248,502.55
G-460	7.01	8.40		1.39	15.4		30.6	0.1	110	14			100	14			84.8	248,687.05
G-480	7.04	8.43		1.36	15.4		37.1	0.1	110	14			100	14			84.8	248,807.45
G-500	7.05	8.46		1.41	20.1		37.4	0.1	110	14			100	14			84.8	248,941.34
G-520	7.09	8.49		1.39	18.7		34.8	0.1	110	14			100	14			84.45	249,083.30
G-540	7.10	8.51		1.41	19.3		37.8	0.1	110	14			100	14			84.9	249,194.40

ESTA HOJA ES UN EJEMPLO DE LOS DATOS DE CONSTRUCCION DEL KM. 0-000 AL KM. 0-540 DEL PROYECTO.  
 DIRECTAMENTE DE CALCULACION LOS DEMAS KILOMETRALES COMO MUESTRA EL PLANO No 2.

### 5.11 AJUSTES AL PROYECTO

Es indispensable para el estudio económico de los movimientos de material, su sentido de acarreo hacia atrás o hacia delante, y la compensación longitudinal y transversal del proyecto.

Para la acumulación de los volúmenes se consideran los de cortes con signo positivo (+) y los de los terrapienes negativo (-). La suma se hará algebraicamente, es decir sumando los volúmenes de signo positivo y restando los negativos.

La escala vertical es 1: y la horizontal 1: pudiendo escogerse las mas conveniente si los movimientos son muy fuertes.

#### 5.11.1. ABUNDAMIENTOS

Al excavarse el material de un corte y extraerse, aumenta su volumen; este fenómeno se conoce como abundamiento.

El material abundado es el que se acarrea para formar los terrapienes y si no se toman ciertas precauciones pueden quedar los terrapienes muy flojos.

Para nuestro proyecto se tiene un material con un coeficiente de abundamiento de 1.05.

#### 5.11.2 ACARREOS

Cuando se construye por contrato se paga al contratista una cierta cantidad por acarrear el material de los cortes a los terrapienes considerando lo siguiente:

Se considera acarreo libre y esta exento de pago cuando es de 0 a 20 m. los siguientes conceptos.

Se consideran como sigue :

M3 Estación	de 20.1 a 100 m.
M3 Hectómetro	100.1 a 500 m.
M3 Kilómetro	500.1 m. en adelante

Los acarreos de agua para la compactación así como el uso de maquinaria no especificada por la S.C.T. se paga al contratista al (P.U.O.T.) debido a que el contratista elige a su conveniencia el uso de maquinaria.

#### 5.11.3 CALCULO DE VOLUMENES

Una vez obtenido los espesores en las secciones, se calculan los volúmenes de terraplén y corte, como se muestra en la tabla.

Como siguiente paso calculamos los centros de gravedad, de acuerdo a la ubicación de nuestro banco y la desviación que tiene.

Para poder calcular las distancias de acarreo, el banco se ubica en el km. 4+400 con desviación de 1,000 mts. a la derecha.

Cálculo del centro de gravedad ( C.G. ) para el material No. 1

De los kilómetros 0+000 al km. 4+400 donde se localiza el siguiente volumen = 86,200 m<sup>3</sup> donde el C.G. =  $\frac{86,200}{2} = 44,100$  m<sup>3</sup>

Este volumen se localiza en el perfil en el km. 2+080 = 44,586 m<sup>3</sup>

Donde los 44,586 m<sup>3</sup> son mayores a los 44,100 m<sup>3</sup>

Se procede a realizar la diferencia de volúmenes.

$$44,586 - 44,100 = 486 \text{ m}^3$$

Como siguiente paso buscamos que volumen tiene la estación en el km. -- 2+050 o sea los 20 metros estación.

Donde es igual a 1,470 m<sup>3</sup> lo dividimos entre 20.

$$\frac{1,470}{20} = 73.50 \text{ m}^3/\text{m}$$

Para saber que cantidad en m. hay entre los 486 m<sup>3</sup> los dividimos entre -  
la cantidad obtenida anteriormente.

$$\frac{\text{donde } 486}{73.50} = 6.61 \text{ mts.}$$

Restando los 6.61 metros a la estación 2+080 por pasarse en el volumen -  
donde se localiza el C.G.

$$2+080 - 6.61 = 2+073.39$$

Donde el C.G. es igual o se ubica en el km. 2+073.39

Para obtener nuestra distancia de acarreo se procede de la siguiente --  
forma :

$$4+400 - 2+073.39 = 2,326.61$$

Donde la cantidad 2,326.61 se suma a la cantidad de 1,000 m. que es la  
desviación que tiene el banco.

$$\text{Distancia de acarreo es } = 2,326.61 + 1,000 = 3,326.61 \text{ mt.}$$

El sobreacarreo (SA) es igual al volumen entre el coeficiente de abun-  
damiento multiplicado por la distancia de acarreo.

$$\text{Volumen} = \frac{88,200}{1.05} = 84,000 \text{ m}^3$$

Coef. de abund. 1.05

$$\text{SA} = 84,000 \text{ m}^3 \times 3.33 \text{ km.} = 279,720 \text{ m}^3/\text{km}$$

$$\text{SA} = 279,720 \text{ m}^3/\text{km} \quad \text{Material (I)}$$

Cálculo del (C.G.) del material No. II

Tomamos del km. 4+400 de banco al km. 11+607,08 donde encontramos el siguiente volumen, 145,640 m<sup>3</sup>.

$$C.G. = \frac{145,640}{2} = 72,820 \text{ m}^3$$

Se busca la estación donde se encuentre el volumen de 72,820 m<sup>3</sup> el cual se encuentra en el km. +7+780 con un volumen de 73,142 m<sup>3</sup> como dicho volumen se pasa, procedemos a sacar la diferencia.

$$73,142 - 72,820 = 322 \text{ m}^3$$

El volumen obtenido se dividirá entre el volumen que se encuentra en la última estación de 20 m. donde localizamos en el perfil los 73,142 m<sup>3</sup> la cual es de .

$$432 \text{ m}^3 \text{ donde } \frac{423}{20} = 21.15 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{donde } \frac{322}{21.15} = 15.22 \text{ m. restando esta cantidad}$$

A la estación 7+780 - 15.22 = 7+764.78 m. que es nuestro C.G. del km. 4+400 al 11+607.08.

La distancia de SA es igual a lo siguiente.

$$7.764.78 - 4.400 = 3364.78 \text{ m.}$$

Mas la desviación a la derecha de 1,000 m. nos da la siguiente.

$$3364,78 + 1,000 = 4,364.78 \text{ m.}$$

Donde el volumen de 145,640 los dividimos entre el abudamiento nos queda :

$$\frac{145,640}{1.05} = 138,704.76 \text{ m}^3$$

La cantidad de 138,704.76 m<sup>3</sup> la multiplicamos por la distancia de S.A. dándonos lo siguiente.

$$S.A. = 138,704.76 \times 4.36 = 604,752.75 \text{ m}^3/\text{km}$$

$$S.A. = 604,752.75 \text{ m}^3/\text{km} \quad \text{Volumen del material II}$$

Todos los datos y volúmenes anteriores se observan en plano número dos del perfil longitudinal.

Así mismo los conceptos representativos del tramo Xaltocan - Teoloyucan, con sus cantidades y volúmenes de obra, de infraestructura se aprecian en el cuadro número 5.6 con un costo en importe de \$ 1,105'336,952.76 otro de los costos en cuanto a aplicación de los accesorios de vía, dispositivos de sujeción apoyo para vía doblemente elástica lo representamos en el cuadro número 5.7 Para una longitud de 11.607 km. requiriendo una asignación para llevar a cabo dicha obra de \$ 1,052'566,294.00

TRAMO: XALTOCAN-TEDLOYUCAN

COSTO DE INFRAESTRUCTURA.

LONGITUD: 11.601 KM

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO.U	IMPORTE
<u>TERRACERIAS</u>				
1.-Desmorte.	Ha.	15.55	57,000.00	886,548.76
2.-Excavación en corte.	M3.	1,510.00	760.00	1'147,600.00
3.-Excavación de préstamo de banco ubicado a 1000mts. a la izquierda de la Estación 4+400 incluye regalías por permiso de extracción.	M3.	232,330.00	850.00	197'480,500.00
4.-Formación y compactación de terrapienes - P.U.O.T. al 90% de su P.V.S.M. prueba ASSHT ESTANDAR.	M3.	233,330.00	600.00	139'998,000.00
5.-Sobre acarreo de préstamos de banco P.U.O.T. -	M3.-Km.	884,472.25	160.00	141'515,560.00
6.-Sobreacarreos de los materiales compensados.	M3-Hm. M3-Est. Lote.	1,084.80 188.60 5.00	160.00 160.00	173,568.00 30,176.00
7.-Alcantarillas	Lote.	5.00	1'921,000.00	9'606,000.00
8.-Pte. Gran. ordi.	M.	20.00	30'725,000.00	614'500,000.00
			TOTAL =	\$ 1,105'306,562.76



TRAMO: XALTOCAN-TEOLOYUCAN      CUARTEL N.º 7  
 COSTO DE ADQUISICION DE LA SUPERESTRUCTURA      LONG: 11.607 KM.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U CON I.V.A.	IMPORTE
1.-DURMIENTE DE CONCRETO- DE 350KG.	PZA.	19,732	13,455.00	265'494,060.00
2.-PLACA DE HULE ACANALA- DA NEOPRENO.	PZA.	39,464	569.50	22'474,748.00
3.-NEOPRENO DE ANCLAJE - CON FOLDANA AISLANTE.	PZA.	76,928	807.50	63'734,360.00
4.-COJINETE DE ACELERON.	PZA.	39,464	569.50	22'474,748.00
5.-GRAFA RSY DE FIJACION ELASTICA.	PZA.	76,928	854.20	67'420,297.60
6.-RIEL 115LBS. DE 39° 57.4 KG/M.	JGO.	2	5'002,500.00	10'005,000.00
7.-JUEGO DE HERRAJE CAM- BIO DEL #10	JGO.	2	1'376,572.50	2'753,145.00
8.-MADERA PARA JUEGO DE- CAMBIO #10	JGO.	2	1'376,572.50	2'753,145.00
9.-SOLDADURA ALUMINIO - TERMICA.	PZA.	1,950	73,000.00	142'350,000.00
10.-BALASTO	M3.	13,008.4	9,332.20	116'066,515.75
11.-CANDADO PARA ARGOL.	PZA.	2	4,000.00	8,000.00
<b>T O T A L:</b>				<b>1'052'566,294.00</b>

### 5.12 RENTABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

Una vez conocido el costo de inversión y los beneficios actualizados, se procedió a determinar la rentabilidad económica del proyecto, mediante un índice conocido denominado índice de rentabilidad que resulta ser la relación que existe entre los beneficios actualizados y el costo total de la inversión actualizada, la cual se calcula con la expresión indicada a continuación:

$$\text{INDICE DE RENTABILIDAD ( IR )} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i (1+a)^i}{(1+a)^i}}{I_i}$$

donde

$B_i$  = Beneficio del año  $i$

$I_i$  = Inversión en el año  $i$

$a$  = Tasa de actualización ( variable )

$n$  = Horizonte económico del proyecto ( 75 años )

Para que un proyecto resulte rentable y por lo tanto atractivo económicamente, con un rendimiento de capital mayor que la tasa de actualización seleccionada, el índice de rentabilidad debe ser igual que la unidad, es decir

IR igual o mayor a uno

En relación al proyecto en estudio, se observa lo siguiente :

Costo de la infraestructura ( terracerías )	\$ 1,105'336,952.76
Costo de la superestructura ( vía )	\$ 795'968,410.70
Costo de adquisición de la superestructura (vía)	<u>\$ 1,052'566,291.00</u>
TOTAL	\$ 2,953'871,657.46

El total obtenido de \$ 2,953'871,657.46 que es la inversión en el año el cual requerida en un tiempo determinado por los programas de obra no garantiza que dicha asignación se termine en un año si actualmente, se construyen 15 km. por año en tramos donde no existen asentamientos humanos ni problemas de derecho de vía, viabilidad y vías en operación que atraen el programa de ejecución, en este caso se tienen en promedio construcciones de vía de 9 km. por año en tal caso se tienen que realizar, ajustes de obra lo cual incrementará los costos de construcción.

Para una mejor estimación cuantitativa a futuro de dicha inversión se deben considerar las siguientes pautas:

- a).- Longitud del recorrido
- b).- Costo de operar una tonelada bruta por km.
- c).- Costo de conservación de un kilómetro de vía
- d).- Costo de señalización y electrificación
- e).- Costo de otras incidencias.

Así mismo debido a lo extenso del presente trabajo no se da un análisis más detallado de la rentabilidad económica de dicho proyecto.

## CAPITULO N. 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.- Conclusiones y Recomendaciones

Del estudio realizado para el trazo Toluca - Xaltocan se observa que el proyecto a realizar sera la alternativa numero tres por ser economica, de acuerdo a su longitud de 11.077 km. con un costo total de \$ 2,963'871,657.46 que incluye adquisicion. Infraestructura y superestructura , los costos derivados por el recorrido reduiran en la conservacion de via, conservacion de puentes, movimiento mas fluido del equipo tractiva.

Aun mismo se evitara congestionar la terminal del Valle de Mexico, debido a la construccion de la nueva terminal de Coyotepec donde se recibiran, clasificaran y despacharan los carros crecientes, las anomalias que se venian presentando desde hace años como son demoras del equipo tractiva, insuficiencia de operacion de la antigua terminal del Valle de Mexico conflictos de viabilidad, continuacion de ruido y ericion de gases, asentamientos humanos en los alrededores y derecho de via, todo lo anterior por elaborarse programas y planes aislados.

Al construir tal conexon la obra adquiere caracter trascendental el sentido de que su construccion señala el cambio de estructura de la red ferroviaria nacional transformacion imprescindible para asegurar la adecuada atencion a las necesidades de transporte entre los diferentes sectores y regiones.

Con proyectos como? este, se mejora la calidad de los servicios ferroviarios, al tiempo que se propician niveles mas altos de productividad, y por ende, la autosuficiencia en la explotacion de servicios. Por supuesto que se recomienda mejorar con la modernizacion de los equipos, saneamiento de las fi-

Ahora bien, como se recordara en el capitulo anterior fue anotado la característica esencial de todo trazo ferreo, la ausencia de curvas cerradas y de

pendiente ligera de aquí que las múltiples formaciones orográficas que acompañan los recorridos por nuestro territorio encarecen notablemente los costos de construcción, pues en la práctica no existe trayecto en el que se pueda prescindir de obras mayores de ingeniería como puentes, etc.

Es necesario en tal contexto, identificar con claridad y precisión, las partes de la red ferroviaria en que exista la posibilidad de implantar los servicios del sistema por ejemplo electrificando el tramo Teoloyucan - Xaltocan, tomando en cuenta, luego el costo de su realización.

Con esto se tienen efectos en disminución de tiempo de recorrido, el incremento substancial en el promedio de carga y velocidad y la simplificación de las tareas de mantenimiento de equipo, todo lo anterior con recomendaciones asequibles mediante la instalación de un avanzado sistema de electrificación como lo es la vía México - Querétaro que muy pronto se pondrá en operación.

BIBLIOGRAFIA

- MIGUEL MONTES DE OCA  
TOPOGRAFIA  
SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.
  
- FRANCISCO M. TOGID  
FERROCARRILES  
SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.
  
- S.C.T.  
DIRECCION GENERAL DE VIAS FERREAS  
NORMAS DE CONSTRUCCION DE TERRACERIAS
  
- RESE ETOVARREN GUTIERREZ  
MANUAL DE CAMINOS VECINALES
  
- S.O.P  
MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS
  
- FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
SERIES DE ESTADISTICA
  
- TESIS PROFESIONAL AJUSTES DE FERROCARRILES  
ERBA GARCIA REYES  
U.N.A.M
  
- TESIS PROFESIONAL EVALUACION Y ANTIENFOQUE DE LA VIA FERREA  
PESOTE - TEZUITLAN  
LUIS ALCANTARA MACHIGUILLY  
U.N.A.M

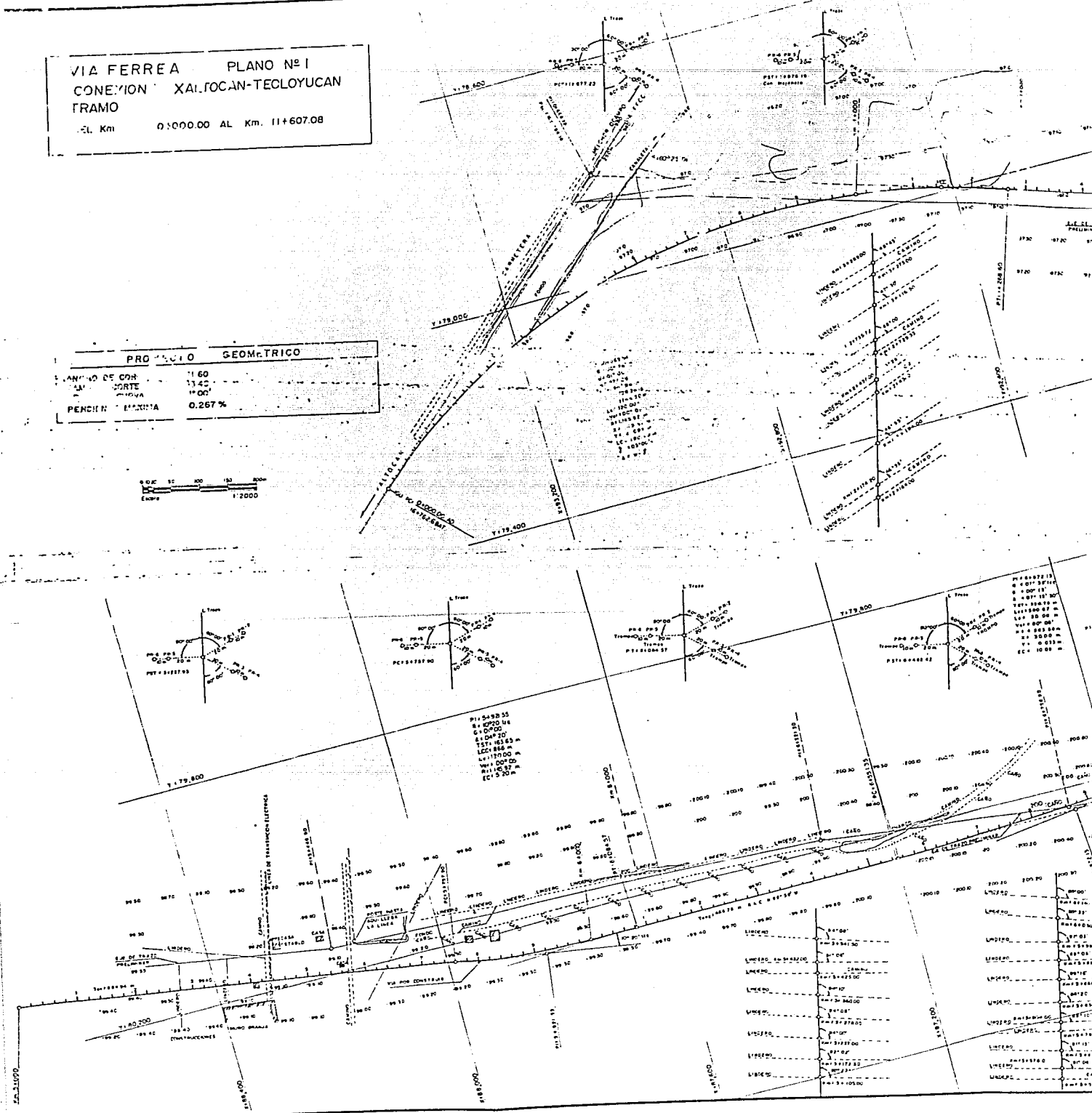
VIA FERREA PLANO Nº 1  
 CONEYION XALTOCAN-TECLOYUCAN  
 TRAMO

Cl. Km. 0+000.00 AL Km. 11+607.08

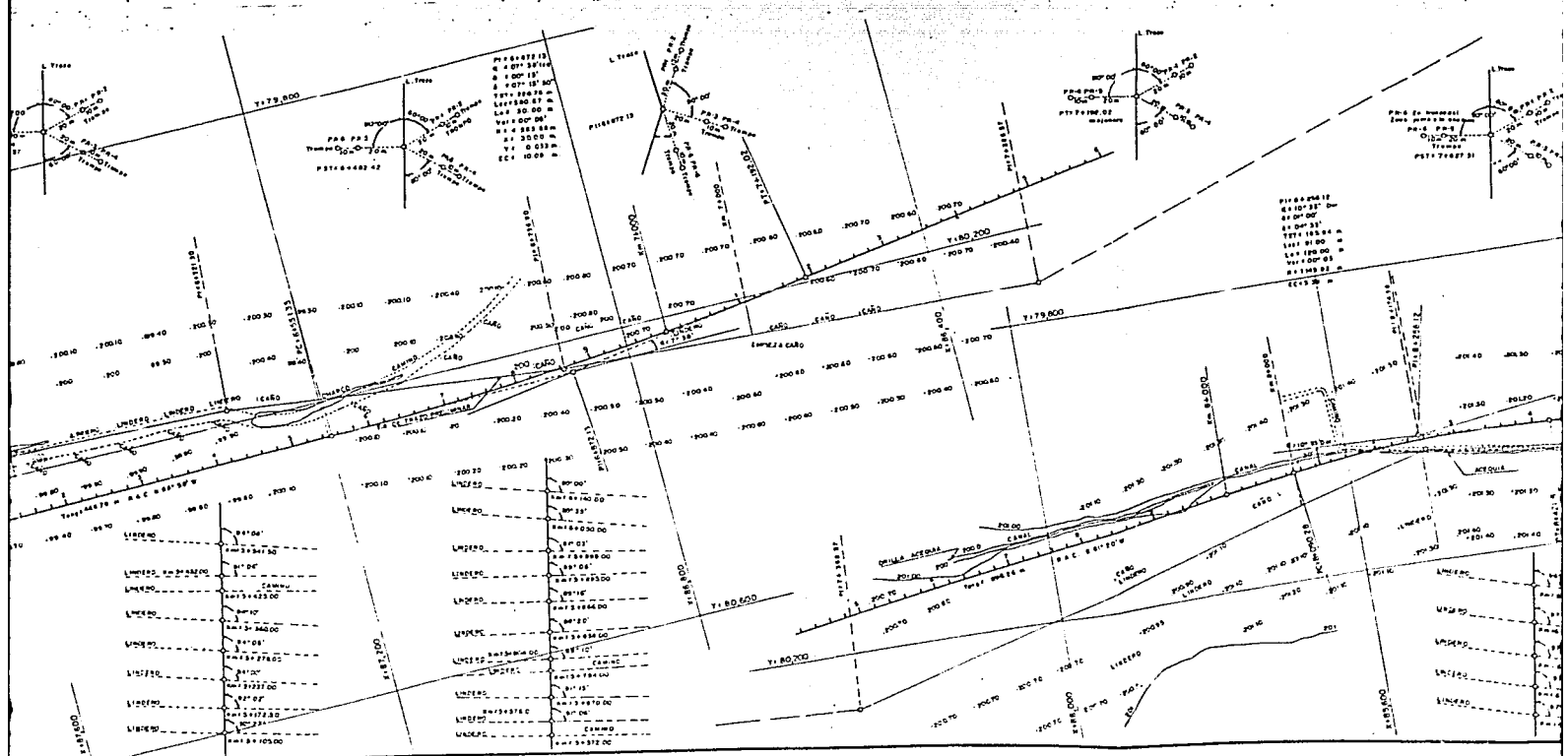
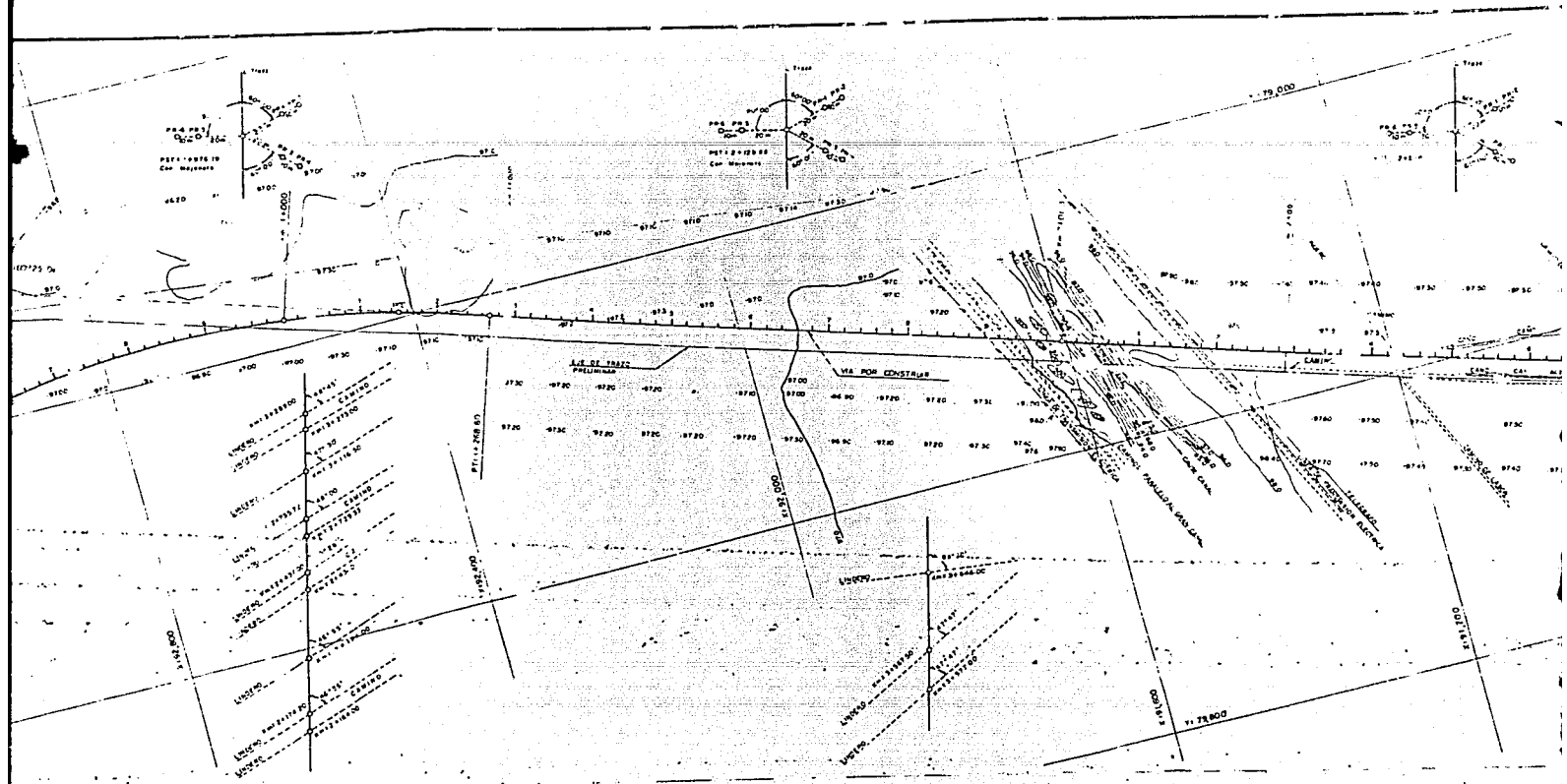
PROYECTO GEOMETRICO

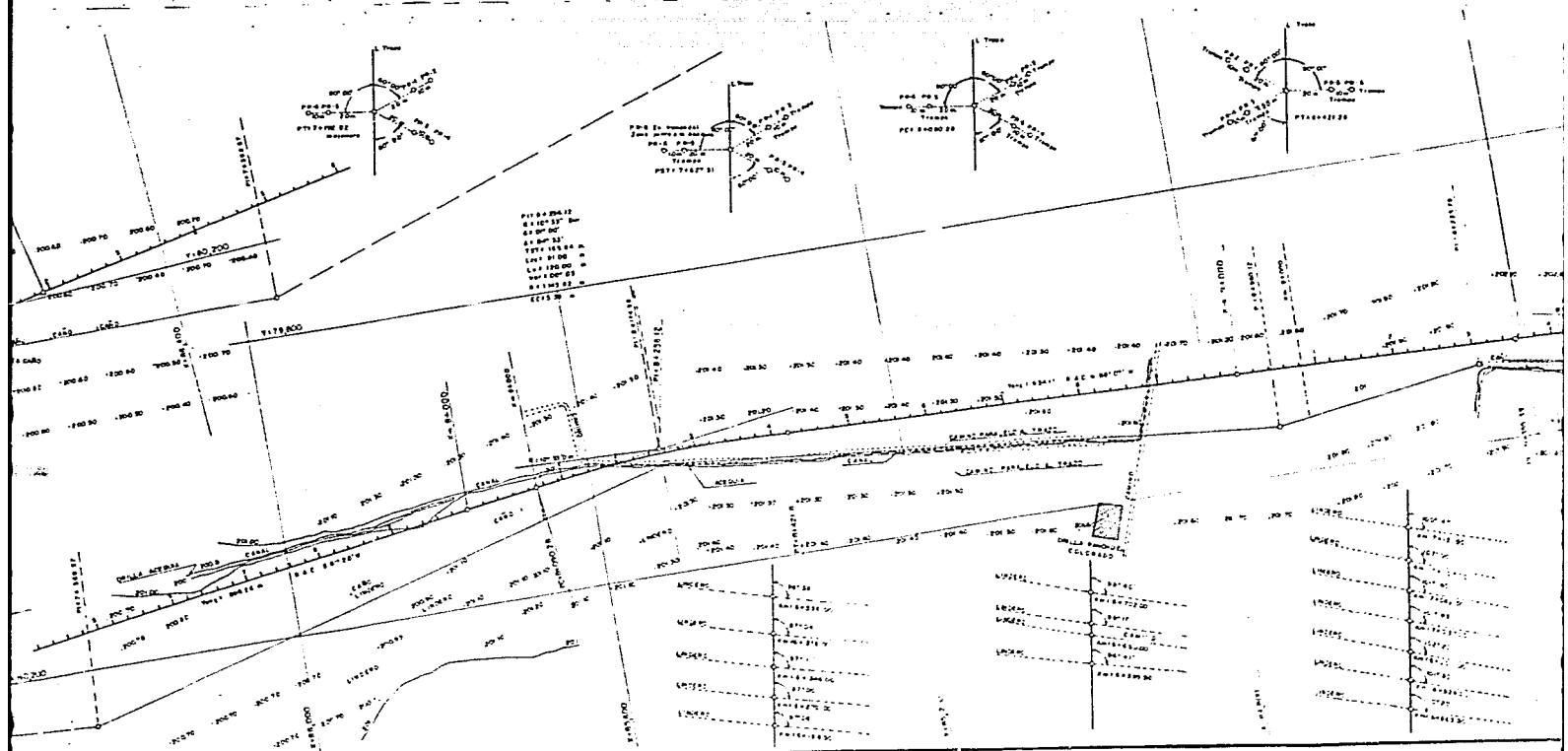
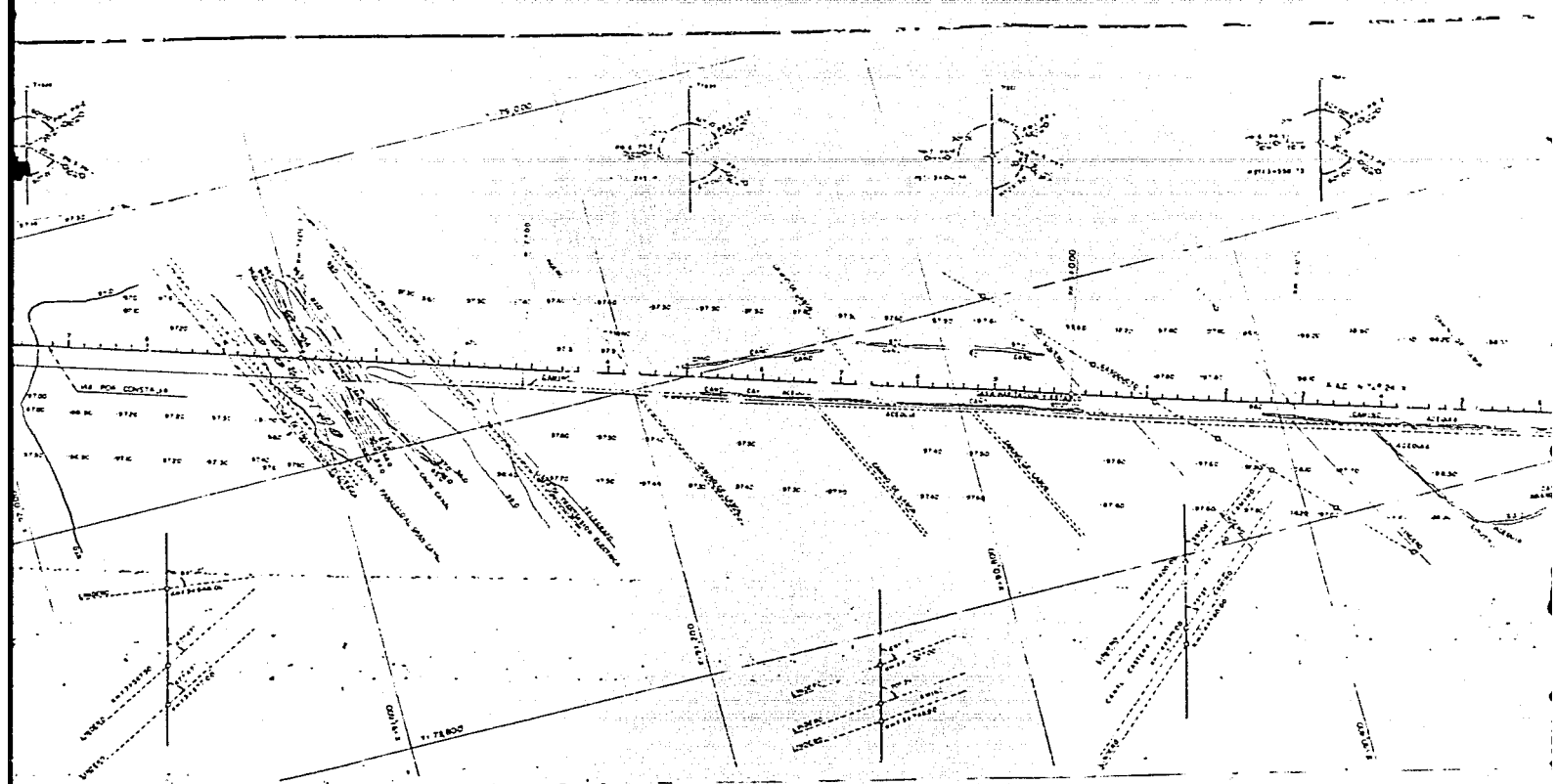
ANCHO DE COR 11.60  
 ANCHO DE CARRETERA 11.40  
 PENDIENTE MAXIMA 0.267 %

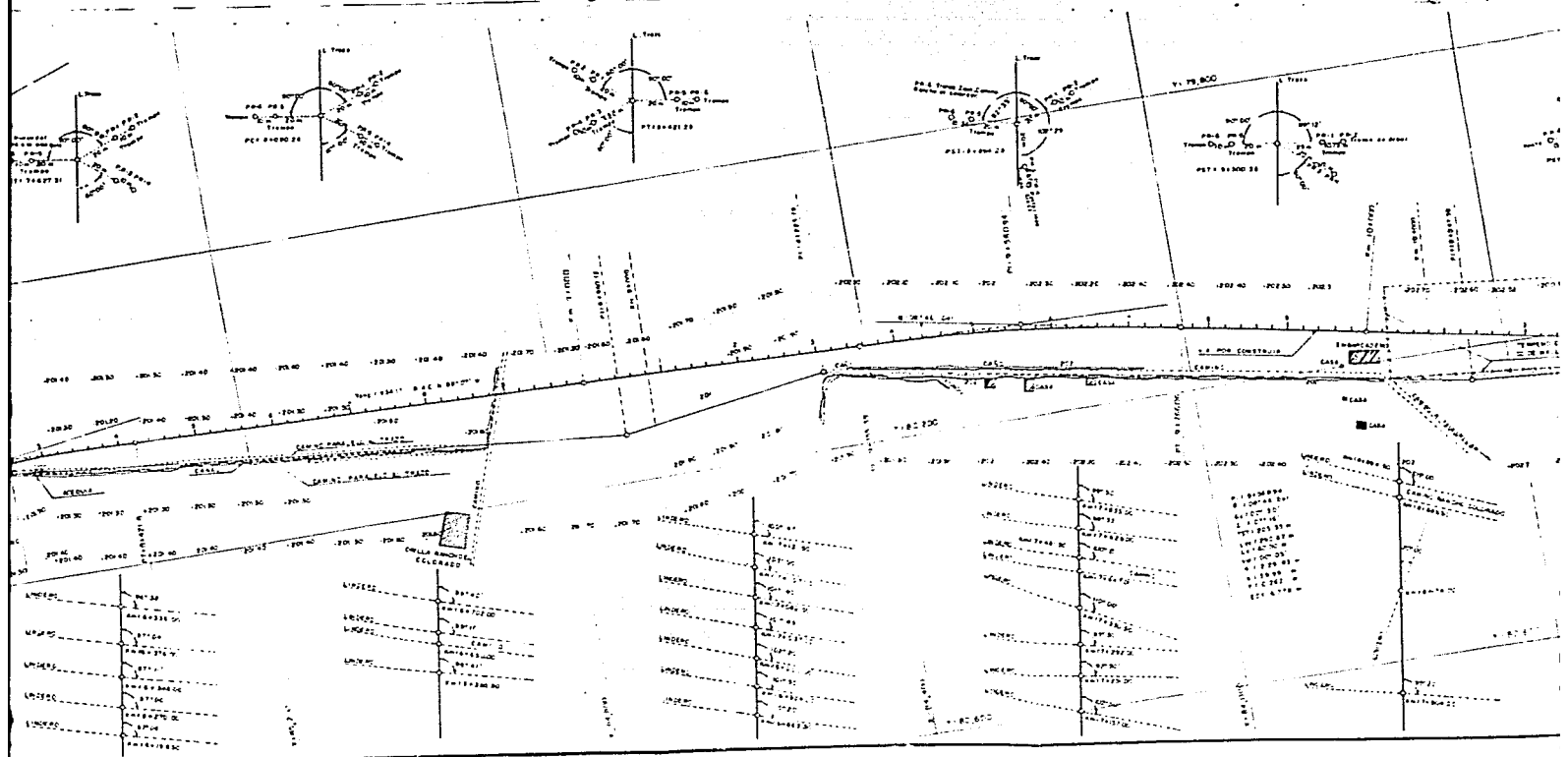
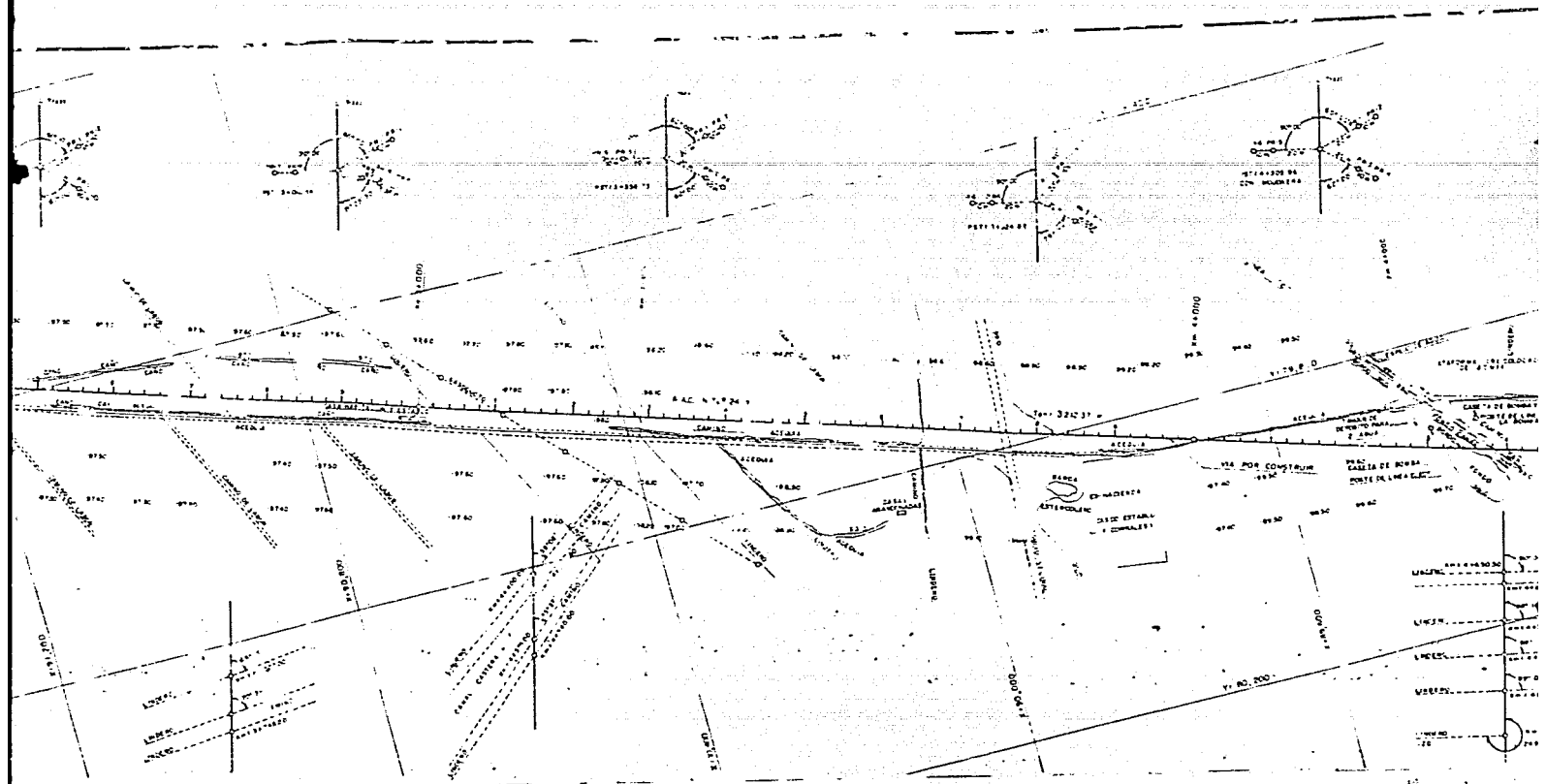
0 50 100 150 200  
 Escala 1:2000

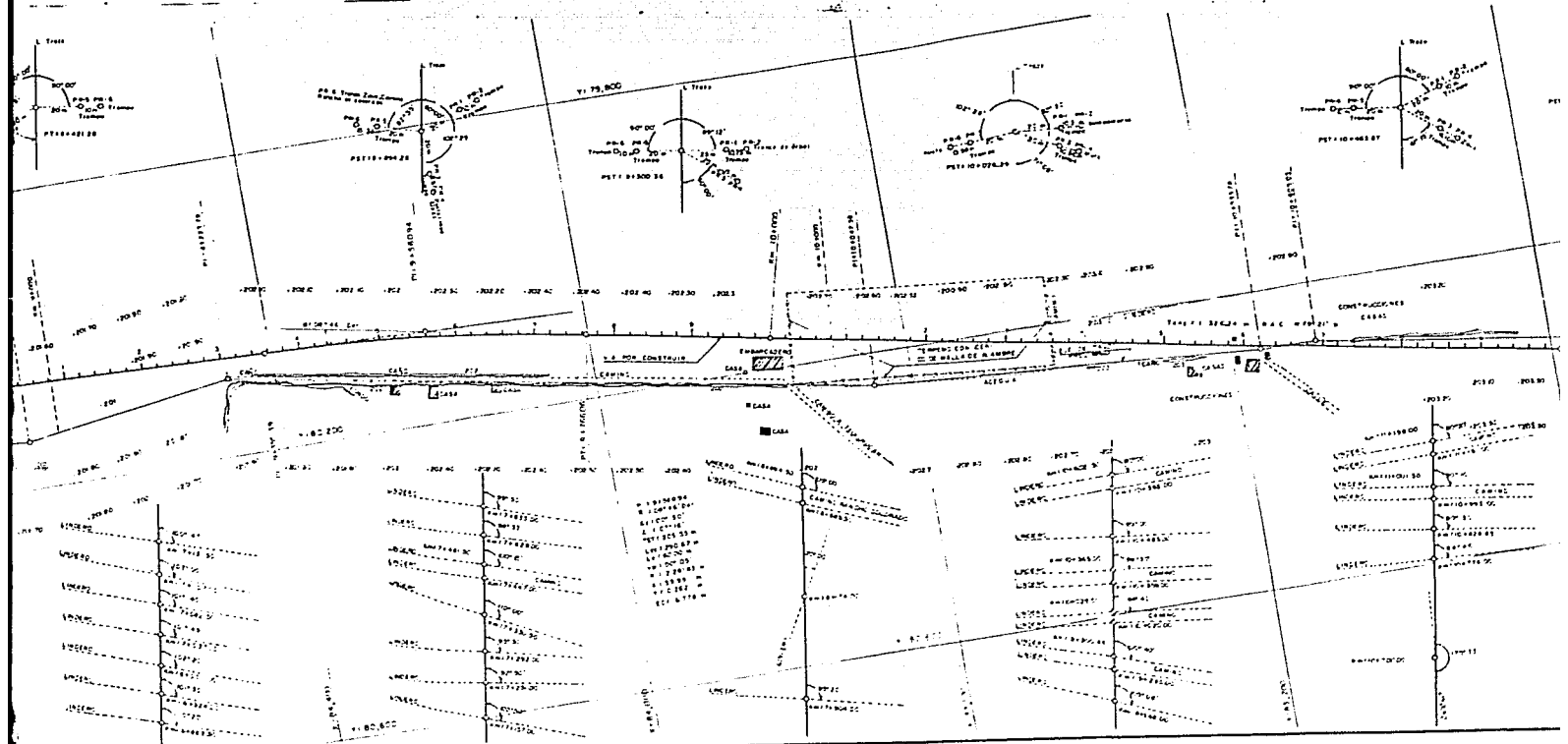
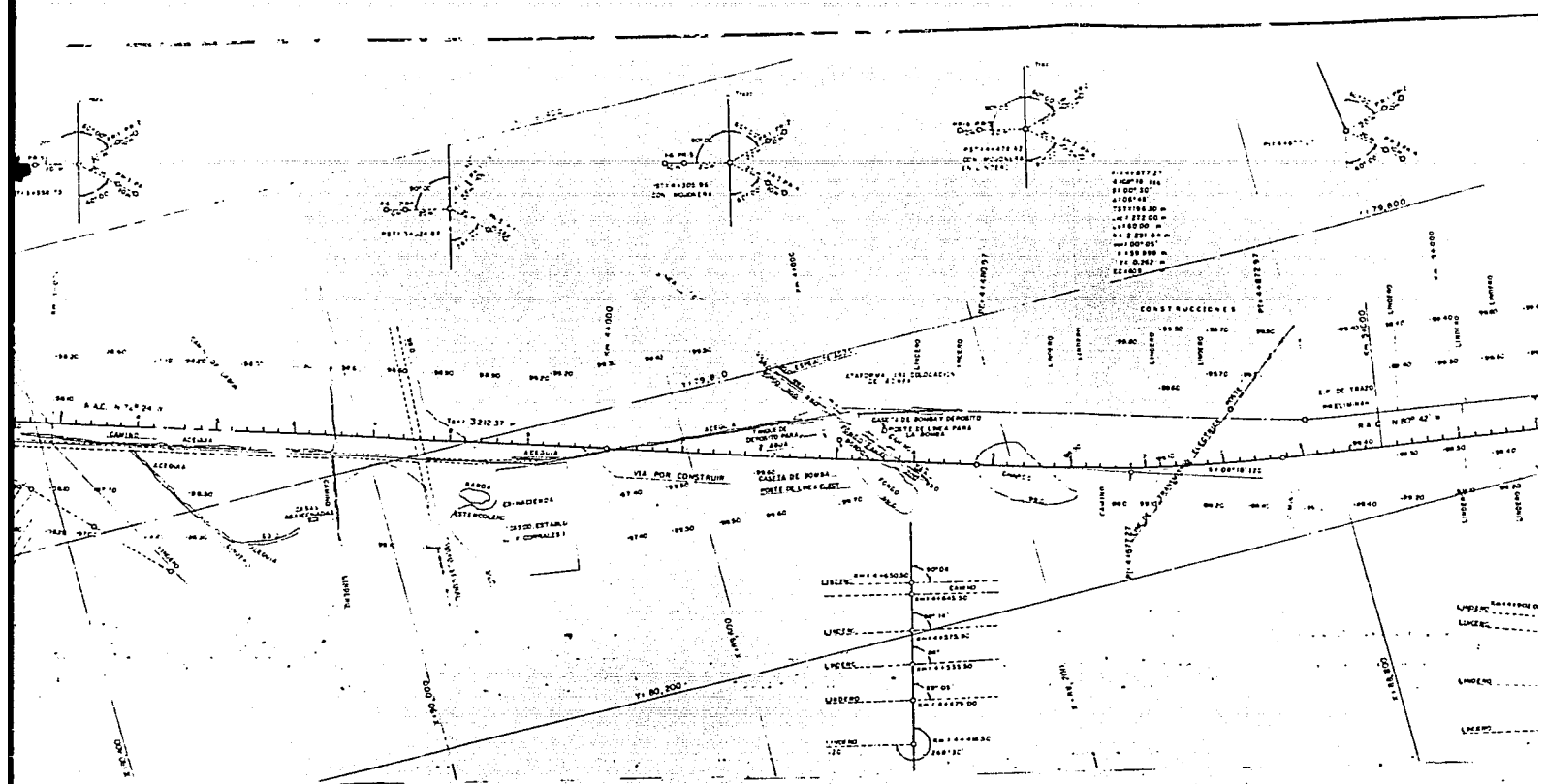




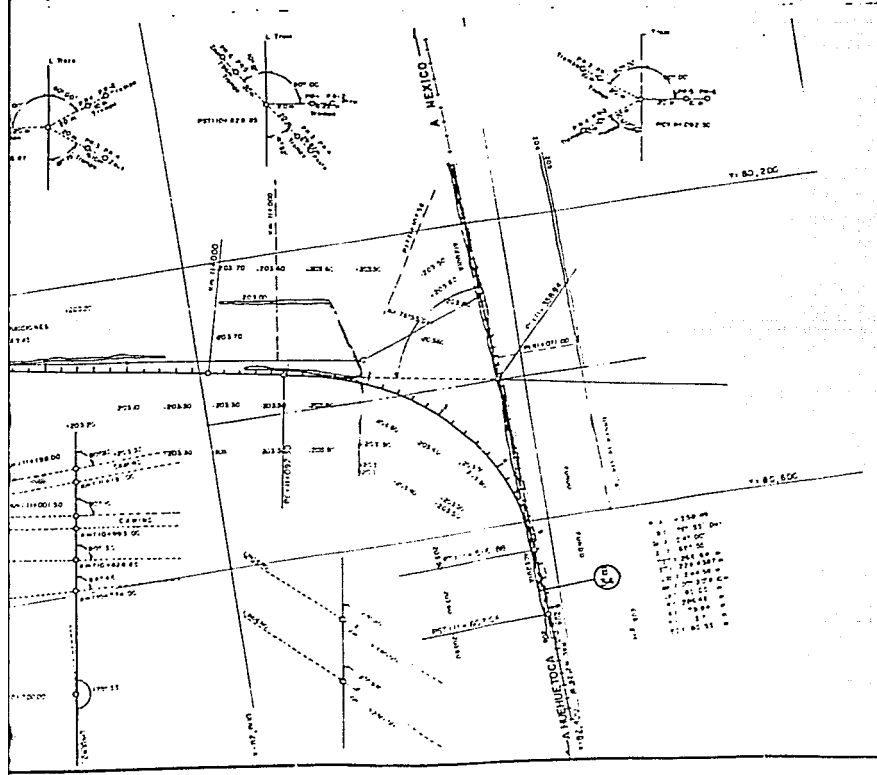
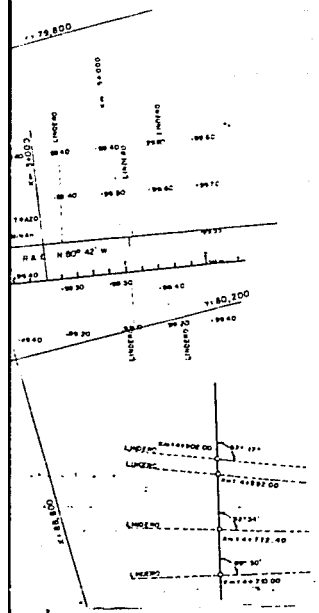












<b>ENEP</b>	
<b>AFAGON</b>	
Calculo	SIMON CAMPOS M.
Reviso	SIMON CAMPOS M.
Dibujo	SIMON CAMPOS M.

VIA FERREA PLANO N° 2  
 CONEXION : XALTOCAN - TELOYUCAN  
 PERFIL LONGITUDINAL  
 TRAMO  
 DE Km. 0+000.00 a Km. 11+607.08

DATOS DE PROYECTO GEOMETRICO

ANCHO DE CORONA 11.60  
 CAMA DE CORTE 13.40  
 GRADO DE CURVA 1° 00'  
 PENDIENTE MAXIMA 0.267 %

CANTIDADES DE OBRA

CORTE 1510 m<sup>3</sup>  
 TERRAPLEN (Compensado al 90%) 233,940 m<sup>3</sup>  
 PRESTAMO DE BANCO 232,330 m<sup>3</sup>  
 SOBRECARRIOS (S/A) DE BANCO 884,472.75 m<sup>3</sup>/Km.  
 SOBRECARRIOS DE MATERIAL COMPENSADO 1084.8 m<sup>3</sup> Km.  
 188.6 m<sup>3</sup> Est.

R.A.C. 5.47° 10' W

PC+0+000.00

PI = 0+668.54  
 E = 60° 26' Der.  
 Δ = 57° 26'  
 G = 1° 00'  
 TST = 723.28 m  
 ST = 667.98 m  
 Lcc = 1148.50 m  
 Le = 120.00 m  
 Var = 0° 05' a 10° 00' m  
 R = 1145.92 m.

250

200

150

100

50

00

ACIONES  
 2210  
 2208  
 2206  
 2204  
 2202

PSTV+0+000.00 Elev. 2197.74

PCV+01580 Elev 2196.57  
 PIV+000 Elev 2196.57

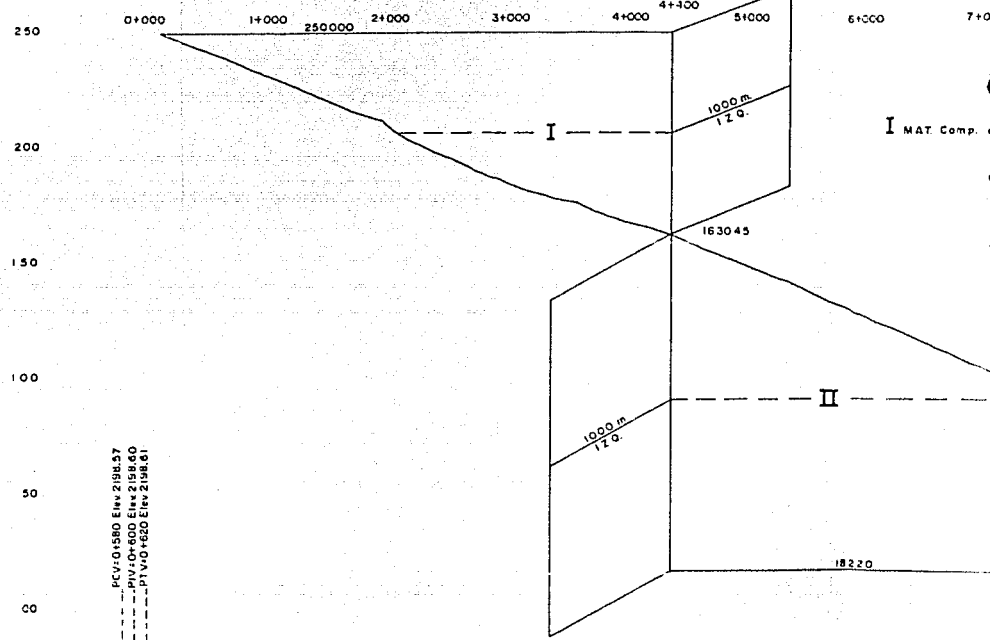
R.A.C. S 47°10'W  
 PC=0+000.00

PI: 0+664.54  
 Δ: 60° 26' Der.  
 Δ: 57° 26'  
 G: 1° 00'  
 TST: 723.28 m.  
 ST: 667.98 m.  
 Lcc: 1148.60 m.  
 Ls: 120.00 m.  
 Var: 0°05' ±10.00m  
 R: 1145.92 m.

PT=1+268.80

1010NES  
 2210  
 2208  
 2206  
 2204  
 2202

PS+V+0+000.00 Elev. 2197.74



PCV: 0+580 Elev. 2198.37  
 PIV: 0+600 Elev. 2198.40  
 PTV: 0+620 Elev. 2198.61



PT-1120850

R. A. C. S 72° 24' W

Tang = 3212.37 m

1+000 250+000

2+000

3+000

4+000

BAHCO  
4+400

5+000

6+000

7+000

8+000

9+000

10+000

11+000

12+000

I

1000 m  
1/2 g.

I MAT. Comp. a 90% =  $\frac{88200}{1.05} = 84,000 \text{ m}^3$

S/A:  $84,000 \times 3.33 \text{ Km.} = 279,720 \text{ m}^3/\text{Km.}$

Prestamos de banco con c a 1000 lta.  
C.V.V. 90% = 1.05  
95% = 1.00 Clasif.

1630.45

II

1000 m  
1/2 g.

II MAT. Comp. a 90% =  $\frac{145,640}{1.05} = 138,704.76 \text{ m}^3$

S/A:  $138,904.76 \times 4.36 \text{ Km.} = 604,752.75 \text{ m}^3/\text{Km.}$

18220

P.V. = 1320 Elev. 2199.80

18220

Long = 1320.23 m. P.A.L. = 1.79% 21 w

Tang = 3212.37 m

PC14+180.97

PI = 4+677.27  
E = 8° 18' 11" q  
Δ = 6° 48'  
G = 0° 30'  
TST = 196.30 m  
Lcc = 272.00 m  
Lc = 60.00 m  
Vcc = 0° 05'  
R = 229184 m

9+000      10+000      11+000      12+000

0.000 m<sup>3</sup>  
33 Km. = 279,720 m<sup>3</sup>/Km

Prestamos de banco con c a 1000 lza. de la Est. 4+400.  
C.V.V. 90% = 1.05      Clasificación 10-90-00  
95% = 1.00

II MAT. Comp a 90% =  $\frac{145,640}{1.05} = 138,704.76 \text{ m}^3$

S/A = 138,904.76 ÷ 4.36 Km = 504,752.75 m<sup>3</sup>/Km

PIV 2+120 Elev 2198.20

18220

PCV 3+340 Elev 2199.20

PIV 3+400 Elev 2199.20

PTV 3+460 Elev 2194.38

PCV 3+940 Elev 2200.70

PIV 4+000 Elev 2200.80

PTV 4+060 Elev 2200.80

Long = 1220.24m. R.A.C. N 79° 21' W

Tang = 33.20m

PC:4+8037

PT:4+67237

Tang = 88493m R.A.C. S 80° 42' W

PC:5+75790

PI = 4+677.27  
E = 8° 18' 12d.  
Δ = 6° 48'  
G = 0° 30'  
TST = 196.30 m.  
Lcc = 272.00 m.  
Lw = 60.00 m.  
Var = 0° 05'  
R = 2231.84 m.

PI = 54  
E = 10°  
Δ = 4°  
G = 1°  
TST = 16.  
Lcc = 86  
Lw = 12  
Var = 0°  
R = 114

de la Est. 4+400  
sección 10-90-00

PC:3+3540 Elev. 2199.20

PIV:3+400 Elev. 2199.20

PTV:3+460 Elev. 2199.38

PC:3+960 Elev. 2200.70

PIV:4+000 Elev. 2200.80

PTV:4+040 Elev. 2200.80

PT:4+872.97

Tang: 884.93m R.A.C. S 00° 42' W

PC:5+757.90

PT:6+043.57

PI : 4+577.27  
 Δ : 8° 18' 12"  
 δ : 5° 28'  
 G : 0° 30'  
 TST : 196.30 m.  
 Lcc : 272.00 m.  
 Le : 60.00 m.  
 Var : 0° 05'  
 R : 2291.84 m.

PI : 5+921.55  
 Δ : 10° 20' 12"  
 δ : 4° 20'  
 G : 1° 00'  
 TST : 163.65 m.  
 Lcc : 86.67 m.  
 Le : 120.00 m.  
 Var : 0° 05'  
 R : 1145.92 m.

-----PCV:5+950 Elev:2200.80  
 -----PIV:6+000 Elev:2200.80  
 -----PTV:6+040 Elev:2200.86

L N 79° 21' W

Tang: 90.20m







Banco de repaverte, con desviación 1:2 de 1000m, para emplear en ferracerías.

Eje 4+400

BN-4-3R Situado sobre grapas en manosterio a 2200m lta del Km 3+950.00 Elev Prom: 2199.510

BN-5-1R Situado sobre grapas en la iz de Pirul a 2800m lta del Km 4+576.00 Elev Prom: 2199.300

BN-6-1R Situado sobre tranco Pirul a 3100m lta del Km 5+083.00 Elev Prom: 2199.306

BN-5-2 Situado sobre grapas en Pirul a 4850m lta del Km 5+510.00 Elev Prom: 2199.501

128	39.23	200.64	3.27
127	39.23	200.76	3.04
126	39.23	200.77	2.84
125	39.23	200.81	2.63
124	39.23	200.83	2.43
123	39.23	200.80	2.24
122	39.23	200.80	2.05
121	39.23	200.80	1.86
120	39.23	200.80	1.67
119	39.23	200.80	1.48
118	39.23	200.80	1.29
117	39.23	200.80	1.10
116	39.23	200.80	0.91
115	39.23	200.80	0.72
114	39.23	200.80	0.53
113	39.23	200.80	0.34
112	39.23	200.80	0.15
111	39.23	200.80	0.00
110	39.23	200.80	0.00
109	39.23	200.80	0.00
108	39.23	200.80	0.00
107	39.23	200.80	0.00
106	39.23	200.80	0.00
105	39.23	200.80	0.00
104	39.23	200.80	0.00
103	39.23	200.80	0.00
102	39.23	200.80	0.00
101	39.23	200.80	0.00
100	39.23	200.80	0.00
99	39.23	200.80	0.00
98	39.23	200.80	0.00
97	39.23	200.80	0.00
96	39.23	200.80	0.00
95	39.23	200.80	0.00
94	39.23	200.80	0.00
93	39.23	200.80	0.00
92	39.23	200.80	0.00
91	39.23	200.80	0.00
90	39.23	200.80	0.00
89	39.23	200.80	0.00
88	39.23	200.80	0.00
87	39.23	200.80	0.00
86	39.23	200.80	0.00
85	39.23	200.80	0.00
84	39.23	200.80	0.00
83	39.23	200.80	0.00
82	39.23	200.80	0.00
81	39.23	200.80	0.00
80	39.23	200.80	0.00
79	39.23	200.80	0.00
78	39.23	200.80	0.00
77	39.23	200.80	0.00
76	39.23	200.80	0.00
75	39.23	200.80	0.00
74	39.23	200.80	0.00
73	39.23	200.80	0.00
72	39.23	200.80	0.00
71	39.23	200.80	0.00
70	39.23	200.80	0.00
69	39.23	200.80	0.00
68	39.23	200.80	0.00
67	39.23	200.80	0.00
66	39.23	200.80	0.00
65	39.23	200.80	0.00
64	39.23	200.80	0.00
63	39.23	200.80	0.00
62	39.23	200.80	0.00
61	39.23	200.80	0.00
60	39.23	200.80	0.00
59	39.23	200.80	0.00
58	39.23	200.80	0.00
57	39.23	200.80	0.00
56	39.23	200.80	0.00
55	39.23	200.80	0.00
54	39.23	200.80	0.00
53	39.23	200.80	0.00
52	39.23	200.80	0.00
51	39.23	200.80	0.00
50	39.23	200.80	0.00
49	39.23	200.80	0.00
48	39.23	200.80	0.00
47	39.23	200.80	0.00
46	39.23	200.80	0.00
45	39.23	200.80	0.00
44	39.23	200.80	0.00
43	39.23	200.80	0.00
42	39.23	200.80	0.00
41	39.23	200.80	0.00
40	39.23	200.80	0.00
39	39.23	200.80	0.00
38	39.23	200.80	0.00
37	39.23	200.80	0.00
36	39.23	200.80	0.00
35	39.23	200.80	0.00
34	39.23	200.80	0.00
33	39.23	200.80	0.00
32	39.23	200.80	0.00
31	39.23	200.80	0.00
30	39.23	200.80	0.00
29	39.23	200.80	0.00
28	39.23	200.80	0.00
27	39.23	200.80	0.00
26	39.23	200.80	0.00
25	39.23	200.80	0.00
24	39.23	200.80	0.00
23	39.23	200.80	0.00
22	39.23	200.80	0.00
21	39.23	200.80	0.00
20	39.23	200.80	0.00
19	39.23	200.80	0.00
18	39.23	200.80	0.00
17	39.23	200.80	0.00
16	39.23	200.80	0.00
15	39.23	200.80	0.00
14	39.23	200.80	0.00
13	39.23	200.80	0.00
12	39.23	200.80	0.00
11	39.23	200.80	0.00
10	39.23	200.80	0.00
9	39.23	200.80	0.00
8	39.23	200.80	0.00
7	39.23	200.80	0.00
6	39.23	200.80	0.00
5	39.23	200.80	0.00
4	39.23	200.80	0.00
3	39.23	200.80	0.00
2	39.23	200.80	0.00
1	39.23	200.80	0.00

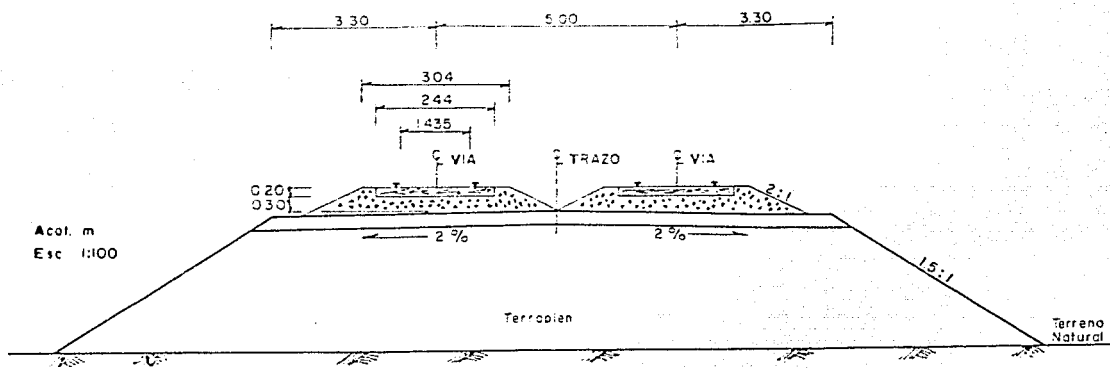
PC=114092.30

PT=114106.88

PST=114107.08



SECCION TIPO DE CORONA PARA  
TERRAPLEN EN TANGENTE DOBLE VIA



R.A.C S 88° 50' W

PI 64  
K 179  
Δ 179  
C 0.0  
TST 1.30  
Lct 1.30  
L 1.30  
Vct 0.0  
R 4

PTV: 6+040 Elev 220.86

0.14%      340 m

NA PARA  
DOBLE VIA

3.32

RAC 5 86'58"

PI + C = 272.13  
E 17° 38' 22"  
S 77° 15' 30"  
C 10° 15'  
TST = 320.78 m  
LIT = 540.67 m  
L = 30.00 m  
R = 1000  
R = 4583.68 m

15:1

Terreno  
Natural

PIV 71000 Elev 2502.21

PIV 71000 Elev 2502.21  
PIV 71000 Elev 2502.21  
PIV 71000 Elev 2502.21

PIV 71000 Elev 2502.21

0.14% 342 m

0.04% 180 m

Banco de resorte, con desviación de 1000 m, por  
empiezo en subalpina y alta.

PI = 6+572.13  
E = 7° 34' 12"  
Δ = 7' 15' 30"  
G = 0° 15'  
TST = 320.78 m.  
Lcc = 580.67 m.  
Lc = 30.00 m.  
Mz = 0° 05'  
R = 4583.68 m.

PI = 8+258.12  
E = 10° 33' Dec  
Δ = 4' 33"  
G = 1° 00'  
TST = 65.84 m.  
Lcc = 91.00 m.  
Lc = 20.00 m.  
Mz = 0° 05'  
R = 142.50

PCV=698.0 Elev=2202.17  
PTV=7100.0 Elev=2262.1

PIV=10100.0 Elev=2102.60

PIV=19120.0 Elev=2263.20

+ 0.04% \*\* 580 m.

+ 0.05% \*\* 1200 m.

Banco de terreno, con desviación de 1000m, para  
emplear en suboferta y balastro.

PI: 8+256.12  
E: 10° 33' Der.  
A: 7° 16'  
G: 1° 00'  
TST: 65.84 m  
Lcc: 91.00 m  
Ls: 120.00 m  
Voz: 0° 05'  
R: 1145.92

PI: 9+560.34  
E: 8° 46' Der.  
A: 7° 16'  
G: 0° 30'  
TST: 205.55 m  
Lcc: 290.87 m  
Ls: 60.00 m  
Voz: 0° 05'  
R: 2291.83 m

Long: 1020.2 m. N.A.L. 479° 21'

PIV: 9+200 Elev: 2203.00

PIV: 10+600 Elev: 2204.60

+ 0.05 % 1200 m

+ 0.10 % 1400 m

1029.24m. N.A.L. N 79° 21' W

Tang: 80.20 m  
RAC. N 2° 25' W

PI: 3-56234  
K: 3° 45' Der  
A: 7° 18'  
G: 0° 30'  
TST: 202.55 m  
Lcc: 290.67 m  
L: 50.00 m  
Vcc: 2° 25'  
R: 229.83 m

PI: 11-32349  
K: 78° 55' Der  
A: 68° 55'  
G: 4° 00'  
TST: 258.54 m  
ST: 228.437 m  
Lcc: 344.58 m  
L: 80.00 m  
Vcc: 0° 30' +1000m  
R: 286.43 m

PIV1101600 Elev 2204.60

PCV11160 Elev 2205.07  
PIV111200 Elev 2205.10  
PIV111240 Elev 2205.04

PSV111160 Elev 2204.33

+ 0.10 %    1400 m

+ 0.283 %    580 m

- 2.14 %    3670 m





PI = 5+560.94  
 E = 89° 46' Der.  
 A = 7° 16'  
 G = 0° 30'  
 TST = 205.55 m.  
 Lcc = 290.67 m  
 Le = 60.00 m  
 Vert = 0° 05'  
 R = 229183 m.

PI = 11+999.49  
 E = 78° 41' Der.  
 Δ = 68° 55'  
 G = 4° 00'  
 TST = 268.64 m.  
 ST = 228.4327 m.  
 Lcc = 344.58 m.  
 Le = 80.00 m.  
 Vert = 0° 30' + 10.00 m.  
 R = 286.48 m.

col. m.  
sc. 1:1

PIV101200 Elev: 2203.30

PIV101400 Elev: 2204.60

PCV11160 Elev: 2205.07

PIV111200 Elev: 2205.10

PIV111400 Elev: 2205.04

+ 0.10 %      1400 m.

+ 0.083 %      580 m.

- 0.14 %

(1) BN10-1R Situado sobre mampostería de  
 plantarillada a 2% de riego a 3400 m  
 Der. del Km 3+140.50  
 Elev. Prom. 2202.081

(2) BN10-2R Situado sobre grapa en raíz  
 Freno a 69.00m Der. del Km 3+560.00  
 Elev. Prom. 2202.653

(3) BN11-1 Situado sobre racha 3100m Der.  
 del Km 10+518.00  
 Elev. Prom. 2202.964

(4) BN11-2R Situado sobre grapa en raíz árbol  
 Pivote a 27.50m Der. del Km. 10+505.00  
 Elev. Prom. 2203.486

(5) BN11-1R Situado sobre mampostería con  
 riego a 21.00m. Iza del Km 11+002.00  
 Elev. Prom. 2203.603

Estación	Elevación	Observaciones
0+000	2202.081	...
0+050	2202.150	...
0+100	2202.220	...
0+150	2202.290	...
0+200	2202.360	...
0+250	2202.430	...
0+300	2202.500	...
0+350	2202.570	...
0+400	2202.640	...
0+450	2202.710	...
0+500	2202.780	...
0+550	2202.850	...
0+600	2202.920	...
0+650	2202.990	...
0+700	2203.060	...
0+750	2203.130	...
0+800	2203.200	...
0+850	2203.270	...
0+900	2203.340	...
0+950	2203.410	...
1+000	2203.480	...
1+050	2203.550	...
1+100	2203.620	...
1+150	2203.690	...
1+200	2203.760	...
1+250	2203.830	...
1+300	2203.900	...
1+350	2203.970	...
1+400	2204.040	...
1+450	2204.110	...
1+500	2204.180	...
1+550	2204.250	...
1+600	2204.320	...
1+650	2204.390	...
1+700	2204.460	...
1+750	2204.530	...
1+800	2204.600	...
1+850	2204.670	...
1+900	2204.740	...
1+950	2204.810	...
2+000	2204.880	...
2+050	2204.950	...
2+100	2205.020	...
2+150	2205.090	...
2+200	2205.160	...
2+250	2205.230	...
2+300	2205.300	...
2+350	2205.370	...
2+400	2205.440	...
2+450	2205.510	...
2+500	2205.580	...
2+550	2205.650	...
2+600	2205.720	...
2+650	2205.790	...
2+700	2205.860	...
2+750	2205.930	...
2+800	2206.000	...
2+850	2206.070	...
2+900	2206.140	...
2+950	2206.210	...
3+000	2206.280	...



