

7-A  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"CONTROL DE VOLUMENES EN LA EXPLOTACION  
DEL BANCO CAMINO SANTA FE-CONTADERO"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**

**P R E S E N T A :**

**JOSE BENITO GOMEZ DAZA**



**MEXICO, D. F.**

**1986**



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.



Señor JOSE BENITO GOMEZ DAZA  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Luis Palomino Rivera, para que lo desarrolle como TESIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

"CONTROL DE VOLUMENES EN LA EXPLOTACION DEL  
BANCO CAMINO SANTA FE-CONTADERO"

- I. INTRODUCCION
- II. GENERALIDADES
- III. CONTROL TOPOGRAFICO
- IV. CALCULO DE VOLUMENES
- CONCLUSIONES

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 22 de Julio de 1986.  
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ

**"CONTROL DE VOLUMENES EN LA EXPLOTACION DEL  
BANCO CAMINO SANTA FE-CONTADERO".**

**INTRODUCCION:**

**CAPITULO I.- GENERALIDADES.**

- I.1.- Breve historia geológica de la Cuenca del Valle de México.
- I.2.- Descripción de la zona.
- I.3.- Técnicas de explotación en minas a cielo abierto.

**CAPITULO II.- CONTROL TOPOGRAFICO.**

- II.1.- Trazo del Eje Principal.
- II.2.- Orientación del Eje.
- II.3.- Nivelación del Eje Principal.
- II.4.- Control trimestral de explotación.

**CAPITULO III.- CALCULO DE VOLUMENES.**

- III.1.- Volúmenes
- III.2.- Determinación de áreas.
- III.3.- Cubicación.

**CAPITULO IV.- CONCLUSIONES.**

## INTRODUCCION

El material documental de esta tesis, proviene de la ejecución de trabajos de topografía, efectuados en la zona minada de Santa Fé-Contadero, localizada al Poniente de la Ciudad de México.

Esta zona está ubicada en la jurisdicción de las Delegaciones Políticas de Alvaro Obregón y Cuajimalpa, y constituye para la Ciudad de México un importante banco de agregados pétreos, útiles para la construcción, tales como arena, grava, tepetate, piedra y confitillo.

A la zona la atravieza longitudinalmente el Camino Santa Fé-Contadero (Antiguo Camino Real a Toluca), mismo que se asienta sobre un terraplén angosto y elevado de terrano, de aproximadamente 4 kms. de longitud. El Banco correspondiente al Camino Santa Fé-Contadero, representa un peligro y un obstáculo para la regeneración ecológica del área, pues su terraplén tiene anchuras variables, estimándose la mínima de 20 mts. en la Corona, además de que a lo largo de su recorrido, y ambos lados, tiene taludes con elevaciones variables entre los 50 y los 70 m.. sobre el nivel del piso de las minas, que se localizan igualmente a ambos lados del camino, y que se explotan a cielo abierto.

El terraplén es resultado de una intensa, no planeada y por lo tanto desordenada explotación de materiales pétreos, efectuada desde hace varios decenios, en las minas que ahí se ubican.

Actualmente la mayoría de ellas, ha agotado a los lados del camino su área de explotación, en un por ciento considerable, con base en las cotas marcadas por el Departamento del Distrito Federal, lo que les impide seguir explotando, aún cuando es factible aprovechar los materiales pétreos existentes en el terraplén del camino.

Por todo lo anteriormente expuesto, y con el fin de darle a esta zona un uso más racional, con miras a su regeneración ecológica, y principalmente al aprovechamiento de los materiales pétreos ahí existentes, el Departamento del Distrito Federal, encomendó a una Empresa de participación Estatal, nivelar (explotar) el Banco Camino Santa Fé-Contadero

y sus derechos de vía, en una longitud de 4 kms., que se iniciarían en el kilómetro 8½ y finalizaría en el sitio conocido como la "Y", kilómetro 12½, hasta las cotas base, señaladas en el Plan Maestro del Programa Santa Fé.

Para llevar a cabo esta nivelación (explotación) del Banco-Camino, la Empresa Paraestatal, lo dividió en varios tramos longitudinales, mismos que concesionó a diferentes Compañías areneras particulares, y como en el contrato de concesión, se estableció que dichas Compañías, tenían que rendir informes y pagar derechos a la Paraestatal, según el volumen de material que extrajeran trimestralmente, a partir del inicio de la concesión, la Empresa Paraestatal, vió la necesidad de comprobar la veracidad de los volúmenes reportados por las Compañías areneras.

Para efectuar esta comprobación, se propuso llevar a cabo un levantamiento topográfico de la zona, que permitiera elaborar planos y perfiles, que reunieran toda la información necesaria referente al avance de la explotación y así comprobar lo reportado por los concesionarios.

En tal virtud, el objetivo principal del presente trabajo, es mostrar la metodología utilizada para controlar y cuantificar los volúmenes, resultado de la explotación del Banco-Camino Santa Fé-Contadero y sus derechos de vía.

## CAPITULO I            GENERALIDADES

### I. 1.- BREVE HISTORIA GEOLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO.

Estas son algunas generalidades sobre la historia geológica de la Cuenca del Valle de México, cuyo objetivo es el de sintetizar los diferentes cambios que a lo largo del tiempo ha sufrido la misma.

Las zonas areneras de Santa Fé, Huixquilucan y Naucalpan, se localizan en las estribaciones de las Sierras de Las Cruces y Monte Alto, que constituyen el límite Poniente en la parte Sur de la Cuenca del Valle de México. Dichas Sierras, se originaron durante el período plioceno de la era cenozoica y están constituidas principalmente por rocas dacíticas, andecíticas y depósitos de nubes ardientes.

Bryan, denominó formación Tarango, a los depósitos de tobas, aglomerados, grava volcánica de origen fluvial y capas delgadas de pómez, depositadas en la base de las montañas que limitan la Cuenca del Valle de México, hacia el Occidente.

Por otra parte, Federico Mooser, dividió en inferior y superior la formación Tarango. Según esta división, la Tarango inferior, apareció en el período plioceno, y está constituida por depósitos de nubes ardientes del tipo sillar, horizontes de pómez, suelos y tobas. La Tarango superior, se originó al principio del período pleistoceno de la era cenozoica, y la constituyen principalmente gruesos depósitos de cenizas.

La base para dividir esta formación, fué la discordancia entre una y otra capa de material. La formación Tarango inferior, sólo se pudo observar en las partes bajas, donde hubo fuerte erosión.

La parte alta de la Sierra, está constituida por andesitas, originadas en el período plioceno. Las erupciones que dieron origen a esta formación, fueron del tipo peleano, que consistió en emisiones de lava, acompañada

de gases a alta presión, que formaron nubes de material incandescente, que tuvieron mayor movilidad que la lava y que por gravedad se depositaron en la parte más baja, intemperizando el suelo. A ello se debe la presencia de capas rojizas, y fué también causa de que el material poroso y ligero se acumulara en la parte baja, donde actualmente se localizan las minas de arena en esta zona.

Según Federico Mooser, la característica litológica que más resalta en la formación Tarango inferior, es el estado caótico, en el cual aparecen depositadas las series piroclásticas, fragmentos angulares grandes y chicos de andesitas y pómez, las cuales se encuentran ligeramente cementadas en una matriz de vidrio volcánico color rosa, a menudo algo alterado; abundan también los horizontes del suelo, derivados de la alteración de las cenizas en la parte superior de cada cuerpo.

Los depósitos que forman capas casi horizontales y de espesor variable, se originaron en las fallas que corren al pie de los pilares, análogos a los poderosos depósitos de avalanchas ardientes, que se extienden al pie de la Sierra Nevada, por lo que también se identifican como formación Tarango. En esta zona del Estado de México, también existe arena y tepetate de la calidad encontrada en la zona de Santa Fé-Contadero.

Las avalanchas ardientes del tipo sillar, posiblemente surgieron de una falla y de un cono volcánico, en la zona que actualmente ocupa la Delegación de Cuajimalpa; debido a lo anterior, el material más ligero se encuentra hacia el Oriente de este punto, rumbo que debieron seguir las nubes ardientes, al depositarse por gravedad.

De esto, igualmente se deriva la facilidad con que la erosión ha ampliado la Barranca de Becerra.

Es posible que la zona mencionada sea la que tenga mayor cantidad de material puro, y que la calidad en general disminuya tanto hacia el Norte, como hacia el Sur de la Formación como resultado de la adición de impurezas, antes de su depósito.



La zona Sur del Distrito Federal, está constituida por roca basáltica exclusivamente, producto de las erupciones de la Sierra Chichinahuizin, que apareció al mismo tiempo que la Formación Tarango. Dichas erupciones han tenido un largo período de manifestaciones, pues la última ocurrió hace 2,400 años aproximadamente, cuando se derramó la lava que dió origen al Pedregal de San Angel. Esta erupción, fué en una época en la que ya existían habitantes en la parte Sur del Distrito Federal y algunos derrames llegaron a tapar porciones de la Formación Tarango, en la zona cercana a Tepelpan.

La roca basáltica de esta zona, tiene un espesor variable, y se encuentra bajo de ella una pequeña capa de cenizas intemperizadas.

La geología de la Sierra de Santa Catarina es interesante. Al Sureste se encuentra el Cerro de la Caldera, que tiene un cráter doble, el mayor de los cuales tiene la formación de un cono truncado, y el segundo está en un plano superior al primero, y tiene idéntica forma. Este Cerro presenta en sus faldas, depósitos de tobas y brechas volcánicas, que varían de espesor.

El Cerro de Santa Catarina se levanta al Sureste del Pueblo del mismo nombre. Es un volcán, cuyo cráter de 500 metros de diámetro y 70 de profundidad, está cubierto por escombros. Está estratificado y sus lavas de color negro, semirrodean sus faldas por el Noreste, el Este y el Sureste, y se extiende por el Norte hasta el Pueblo de Los Reyes, y por el Sur hasta el Lago de Chalco.

Al Oeste de Santa Catarina, se observa el Cerro de San Nicolás, y un poco más al Sur, se levanta como un cono perfecto el de Xaltepec.

En la zona de Iztapalapa, se localiza el Cerro de la Estrella, que está formado por basaltos, que emergieron de las aguas del lago. La falta de cráter se explica por que al haber aparecido con altas temperaturas, en medio de las aguas tuvo un enfriamiento rápido, lo que provocó la formación de rocas escoriosas que formaron ampollas,

que se solidificaron antes de romperse, y que constituyeron las cavernas que aún pueden observarse en las faldas del Cerro.

Al Norte, Sur y Poniente de esta zona, se encuentran depósitos lacustres y algo de aluvión, depositado por un río que existía antes de que se cerrara la Cuenca con las erupciones de la Sierra Chichinahuizin, quedando en el estado en que actualmente se conocen.

## I. 2.- DESCRIPCION DE LA ZONA.

La zona de Santa Fé-Contadero, está ubicada en las estribaciones de la Sierra de Las Cruces. El lugar comprende varias cañadas. El sitio de nuestro estudio, está entre dos de ellas, limitadas al Norte por el parteaguas, sobre el que corre la Carretera México-Toluca, y al Sur por el parteaguas, sobre el que corre la Carretera a Santa Lucía.

En la cuesta central del parteaguas que divide las dos cañadas, está el sitio del estudio detallado.

En la parte en que esta cuesta se une con el Norte, se localiza el Pueblo de Contadero, montaña abajo, sobre la misma, se localiza el Pueblo de Santa Fé. La Carretera de México a Santa Fé y Contadero, corre por la cuesta central, y a la altura del Pueblo de Contadero se intersecta con la Carretera México-Toluca; la Carretera de Santa Lucía, corre por la cuesta ubicada al Sur y se intersecta con la de Santa Fé, poco después de los depósitos de desechos sólidos, y antes de los límites del Pueblo de Contadero (Fig. 1).

Todas estas Carreteras, son de tráfico carretero, aunque enclavadas en zonas urbanas.

La Carretera de Santa Fé (Antiguo Camino Real a Toluca), es altamente peligrosa, debido a lo angosto de su sección, y a que en gran parte de su recorrido, bordea tajos y fallas en el terreno (Fig. 2), originadas por la explotación de las minas, lo que agrava más la situación, ya que los vehículos que la transitan, son en un 80 % camiones de carga pesada, camiones recolectores de desechos sólidos y el 20 % restante, lo constituyen vehículos particulares y autobuses de pasajeros, de tres líneas que cubren esa ruta.

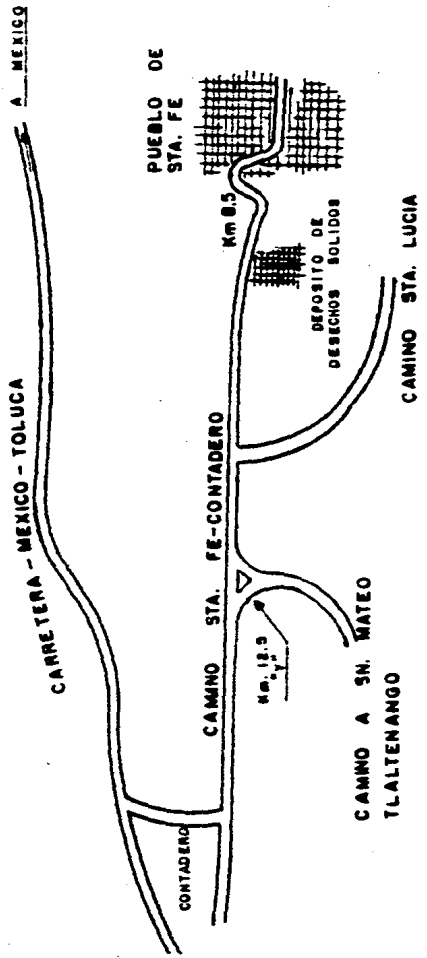


FIG. N° 1

Debido a la abundancia de bancos de materiales pétreos, la zona es explotada actualmente, mediante minas a cielo abierto, que han provocado socavones de dimensiones variables, que en tajos con pendientes aproximadas de 80°, alcanzan hasta 70 metros de profundidad, y en sentido horizontal, en ocasiones se extienden medio kilómetro en forma continua.

Aunado a lo anterior, está el peligro que presenta la costilla, en donde se asienta el Camino Santa Fé-Contadero, que en algunas zonas alcanza alturas hasta 70 metros. (Fig. 2).



**Fig. N.º 2. VISTA PARCIAL DEL BANCO CAMINO SANTA FE-CONTADERO.**

Otro factor determinante en el detrimento de la zona, ha sido la alarmante alteración de la topografía, como consecuencia de lo inadecuado de los métodos de los trabajos de explotación de las minas, lo que ha ocasionado inestabilidades en los estratos geológicos, principalmente en el Banco Camino Santa Fé-Contadero.

La zona cuenta con clima de montaña, caracterizado por humedad relativamente alta y bajas temperaturas. En verano soplan vientos periodicos, provenientes de la zona Este de la Ciudad de México, que provocan sobre la zona de estudio, la existencia de bancos de niebla en la Carretera, lo que disminuye la visibilidad y aumenta el riesgo y la frecuencia de accidentes.

Las condiciones de salubridad que ofrece la zona, son altamente insalubres para los asentamientos humanos que ahí se ubican, debido a la polución atmosférica proveniente de los bancos de material explotados en la zona, los gases emanados del depósito de desechos sólidos, las aguas que se estancan en el fondo de algunas minas, lo que genera nubes de mosquitos, el ruido proveniente de las minas y el tráfico de vehículos.

Por estar la zona en tales condiciones, no se considera apta para albergar asentamientos humanos, en cualquiera de sus funciones primordiales, de habitación, vialidad, trabajo, recreo, etc..., sino únicamente para el uso actual, que es el de explotación de materiales pétreos.

### **I. 3.- TECNICAS DE EXPLOTACION EN MINAS A CIELO ABIERTO.**

En la zona de Santa Fé, existen varias minas, las cuales se explotan a cielo abierto. Todas tienen características diferentes, pero las Empresas mineras, aplican en su mayoría, técnicas similares para el proceso de explotación de estos yacimientos.

Para la explotación de los materiales pétreos, que se encuentran en el Banco Camino Santa Fé-Contadero, se utilizaron las mismas técnicas que en las minas, las cuales se describen a continuación:

El término "cielo abierto", se aplica para designar cualquier excavación al descubierto, hecha para obtener material de valor, ya sea carbón mineral, roca de cantera, grava, arena o relleno.

Actualmente, mediante explotaciones a cielo abierto, se obtienen en México la mayor parte de los agregados pétreos, que se utilizan en la industria de la construcción.

La gran difusión de los trabajos a cielo abierto, y la ampliación continua de su campo de aplicación, se explican por la serie de ventajas inherentes a este método de explotación, las cuales son entre otras:

- Posibilidad de mejores condiciones sanitarias e higiénicas de trabajo para los mineros.
- Posibilidad del uso de maquinaria de gran rendimiento, y en consecuencia, mayor productividad de trabajo de los obreros, lo cual permite lograr costos bajos en las labores de destape y de extracción.
- Pocas pérdidas de mineral, y mayores posibilidades de una extracción selectiva.

Las desventajas de los trabajos a cielo abierto son:

--- Cierta dependencia de las condiciones climatológicas;

--- Gastos de instalación considerables, en caso de que sea necesario el desmonte preliminar de un gran volumen de terrenos de recubrimiento.

El proceso de explotación empieza por determinar un frente de ataque, el cual está en función de su acceso y comunicación inmediata con la planta de beneficio y la maniobrabilidad de los trabajos de explotación, por lo que una vez localizado, se procede a la limpieza del banco, retirando toda la basura y escombros que estén sobre el terreno (despalme).

De esta forma, al realizarse la limpieza, se puede apreciar en forma visual, la estabilidad y la calidad de los materiales que forman el banco.

Inmediatamente después, se empieza la extracción del material, la cual se realiza con ayuda de tractores que efectúan el desbanco en la parte superior del camino y el material que excavan y empujan, lo vierten sobre el talud del frente de ataque, para acumular material y formar banco para la maniobra de carga. Esta se efectúa utilizando un cargador frontal (sobre orugas o llantas), que vierte el material en camiones volcadores, con una capacidad de carga de 5 a 7 toneladas, que operan la descarga en la parrilla de la planta, basculando su caja hacia atrás, en un ángulo de 50° a 60°, con ayuda de cilindros hidráulicos.

En la planta, el material es vertido en la parrilla que se comunica a una planta trituradora y cribadora, con una o dos líneas de producción, con capacidad procesadora de 150 m<sup>3</sup>/hora, activada cada una con salidas laterales para entregar arena, grava de 3/4" y 1", y confitillo.



Estos materiales son seleccionados por medio de bandas transportadoras de 40 " de ancho, que van a desembocar a las tolvas de almacenamiento. De estas tolvas se despacha directamente a los consumidores de las casas de materiales, y el material sobrante se descarga en camiones de la misma planta, para formar banco de almacenamiento.

## CAPITULO II CONTROL TOPOGRAFICO.

Originalmente para su concesión, la Empresa Paraestatal, dividió en tramos o bancos longitudinales, el Banco del Camino Santa Fé-Contadero, por lo que se propuso el trazo de un eje principal sobre el mismo, que sirvió de base para la delimitación y designación de los tramos para su explotación.

Se propuso trazar el eje principal, como un método de control topográfico, que se adaptó a las características, tanto del Banco-Camino, como de la explotación, de la concesión y además, porque a partir del eje principal, se levantaron secciones transversales del terreno, entre las cuales se formaba un volumen parcial en forma de prismas regulares, de los cuales se obtuvo por adición el volumen total.

También, a partir del eje principal, se propagaron puntos de control, que sirvieron de apoyo para la ejecución de los levantamientos topográficos trimestrales, auxiliares para el cálculo de los volúmenes explotados en la zona.

Así, el objetivo principal del control topográfico, fué para establecer con precisión, las posición horizontal y vertical del eje principal, que se trazó sobre el Banco-Camino y de los puntos de control que se ubicaron en la zona de explotación del mismo.

## II. 1.- TRAZO DEL EJE PRINCIPAL.

Con base en el nivel de calidad que se deseaba obtener en el control de las obras de explotación del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, se consideró conveniente disponer de información que permitiera elaborar en gabinete, un plan de trabajo para efectuar el trazo del eje principal sobre el Banco-Camino en campo. Para ésto, la Empresa Paraestatal, proporcionó un mosaico restituído de la zona, el cual se analizó cuidadosamente, y posteriormente se marcó sobre el mismo un eje preliminar, cargado al centro del arrollo del Banco-Camino; también, se delimitaron en forma aproximada los bancos de explotación asignados, y la zona de restricción de éste, la cual fué de 50 metros, contados a partir del centro de línea del Banco-Camino, a ambos lados del mismo.

Estudiado lo anterior, se efectuó un recorrido por la zona de trabajo, en donde se visitaron los puntos previamente seleccionados en gabinete, para el trazo del eje principal. Al no encontrarse con ningún obstáculo, se determinó llevar el levantamiento del eje principal sobre el arrollo del Banco-Camino y cargado al centro del mismo, tal y como lo deseaba la Empresa Paraestatal.

Aunque la determinación de llevar el trazo del eje principal por el centro del arrollo del Banco-Camino fué peligrosa, se consideró necesaria, y sólo se recomendó cuidado a la brigada de trazo, debido a que por este camino transitaban autobuses urbanos, camiones materialistas y recolectores de desechos sólidos, los cuales conducen sus vehículos en forma peligrosa.

Como punto de partida o cadenamamiento 0+000 del eje principal, se tomó el cruce del Banco-Camino Santa Fé-Contadero y el camino que va a San Mateo Tlaltengo, (sitio mejor conocido como la "Y").

Los PI, se fijaron en la cinta asfáltica, introduciendo clavos de 3". En los PI, en donde no fué posible introducir estos clavos, debido a la dureza del asfalto, se utilizaron clavos para concreto de 1". Además, a cada PI, se le remarcó por medio de una cruz en el asfalto, hecha con cincel, y posteriormente, se pintó dicha cruz, para su fácil localización. Asimismo, se le pintó el número de PI y su cadenamiento respectivo. Las distancias entre cada PI, se midieron con cinta de acero, de ida y regreso, tomando el promedio de las lecturas como el valor más probable.

Para la fijación de los cadenamientos a cada 20 m., se utilizaron tachuelas, y se señalaron en el asfalto con pintura, por medio de una cruz, con su respectivo cadenamiento, para que fueran fácilmente localizadas al momento de efectuar el levantamiento de las secciones transversales.

Fué indispensable dejar referencias fuera de la zona de explotación, de algunos puntos (PIs), que definieran el trazo del eje principal sobre el Banco-Camino, con objeto de que se fijara la posición de un punto, con relación a otros puntos de control, que se supuso permanecerían durante la explotación de éste, y así poder reconstruir el trazo del eje principal en cualquier momento, a partir de estos puntos.

Para ubicar estos puntos, se utilizaron mojoneras y estacas, incrustadas en el terreno. Además, éstos puntos se referenciaron con otros, para su fácil localización, como se ilustra en la siguiente figura Núm. 3.

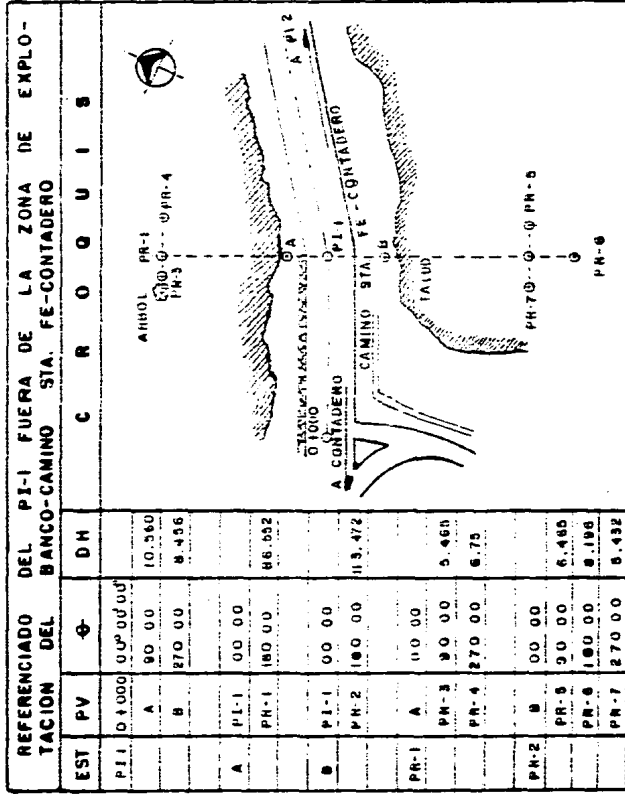


FIG. N° 3

Para la medición angular, la Empresa Paraestatal, estableció que se empleara el método de ángulos a la derecha, es decir, utilizando el mismo sentido que tiene el movimiento de las manecillas de un reloj.

Este método consistió en medir el ángulo que se formaba en un vértice, entre la estación del lado anterior con la siguiente.

Procedimiento utilizado.

En cada vértice, se centró y se niveló el teodolito, visando el punto de atrás, y colocando en ceros el limbo horizontal del mismo y en esa posición y utilizando el movimiento particular, se dirigió la visual al punto de adelante, en ese momento se tomó la lectura del limbo horizontal. En la figura Núm. 4, se describe gráficamente este método.

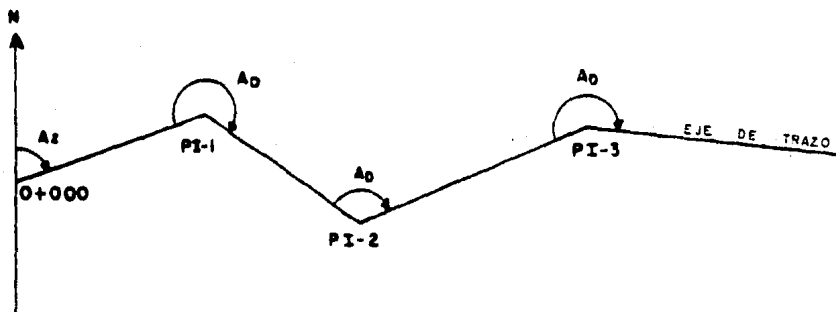


FIG. Nº 4

En cada vértice se midieron dos veces los ángulos a la derecha, una en posición directa y otra en posición inversa. Con ésto se eliminó el error que hubiera de la línea de colimación, además de que se comprobó la lectura angular.

Además, se estableció una tolerancia para la medición angular en cada vértice, la cual fué:

$$T = 2 E m \sqrt{n}$$

en donde:

T = Tolerancia del ángulo observado.

Em= Error medio de una observación

n= Número de vértices.

Por lo que la tolerancia en el presente caso, fué de  $\pm 6''$ , es decir, que si la discrepancia entre el primer ángulo observado y el segundo, en un vértice, era de  $\pm 6''$ , se tomaba el promedio de estos, como el valor más probable; pero si era mayor de  $6''$ , se procedía a verificar el valor angular en el vértice considerado.

El equipo que se utilizó para la medición angular en el trazo del eje principal sobre el Banco-Camino, fué un teodolito THEO 020A de  $6''$ , de aproximación (estimada), de la casa Carl Zeiss Jena, el cual fué apropiado para los fines establecidos en este trabajo.

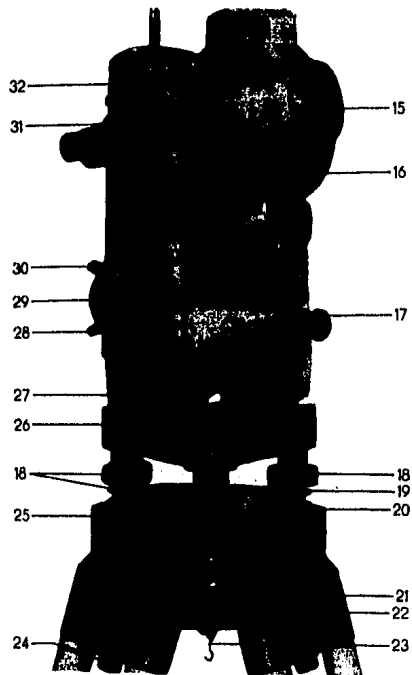
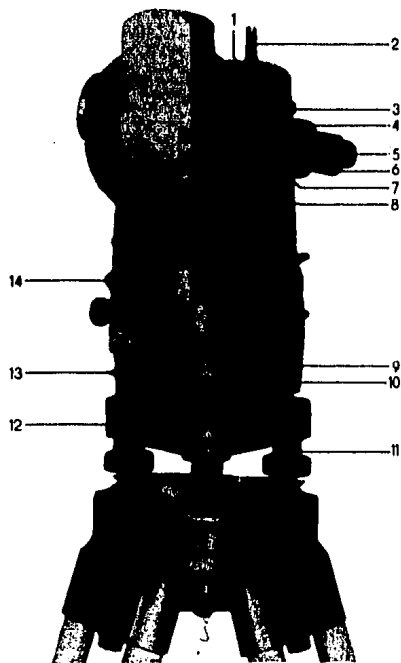
Todos los tránsitos y teodolitos, ya sean de medición mecánica u óptica-digital, están diseñados y construidos bajo los mismos principios geométricos, por lo que aquí sólo se describirán algunas características técnicas del teodolito utilizado, las cuales se citan a continuación:

Altura del aparato	295 mm.
Peso del aparato	4.2 kg.
Peso del estuche metálico	4,4 kgs.

Error medio de una dirección medida en ambas posiciones del anteojo		<u>± 3"</u>
Posición de la imagen	Derecha y de lados no invertidos	
Aumento del anteojo		25 X
Longitud del anteojo		180 mm.
Angulo del campo visual		1.3°
Campo de observación a 1 Km.		23 m.
Distancia de puntería más corto		1.5 m.
Constante de multiplicación		100
Constante de adición		0
Valor angular para una desviación de burbuja de 2 mm. en:		
Nivel tubular		20 "
Nivel esférico		8 "
Limbo graduados		
Aumento del microscopio de lectura		70 X
Plomada óptica incorporada (aumento)		2.1 x

En la figura Núm. 5, se muestra el teodolito THEO. 020A, utilizado en el presente trabajo.





Descripción

- 1 Colimador de puntería para la puntería aproximada
- 2 Pivote sujetador de brújulas
- 3 Placer para brújulas
- 4 Caparusa protectora para los tornillos de ajuste de la placa rayada del anteojo
- 5 Ocular del microscopio para la lectura de los limbos graduados
- 6 Ocular del anteojo con anillo moleteado de dioptrías
- 7 Anillo moleteado de enfoque para enfocar con nitidez la imagen del blanco
- 8 Colimador de puntería para la puntería aproximada, con punta de centrojo para centrar debajo de puntos centales
- 9 Palanca de retención de la mordaza de repetición
- 10 Palanca de apriete de la mordaza de repetición
- 11 Agujero para introducir la palanquita de ajuste para regular el movimiento de los tornillos nivelantes
- 12 Manilla de apriete para sujetar el aparato en la plataforma nivelante
- 13 Tornillos ciegos para el dispositivo de arrastre de la plancheta cartográfica
- 14 Espeja de iluminación
- 15 Objetivo de anteojo
- 16 botón regulador para la iluminación de la placa rayada del anteojo
- 17 Ocular de la plomada óptica

- 18 femillos nivelantes para la horizontalización del aparato
- 19 Placa elástica de la plataforma nivelante con resaca (M 16 y 5/8" de resaca inglesa)
- 20 Placa de base de la plataforma nivelante
- 21 Tornillos hexagonales para regular el movimiento de los patos del trípode
- 22 Tornillo de sujeción AS<sup>9</sup> para sujetar el aparato sobre el trípode
- 23 Ganchito para la plomada
- 24 Tornillos hexagonales para apretar las riendas de madera del trípode
- 25 Cabecero del trípode
- 26 Botón para el movimiento fino vertical
- 27 Botón para el movimiento fino lateral
- 28 Palanca de apriete para el movimiento lateral
- 29 Botón para ocultar la indicación del limbo vertical
- 30 Palanca de apriete para el movimiento vertical
- 31 Punto marcador para la altura del eje de inclinación
- 32 Tapa (debajo el tornillo para el reajuste de la precisión vertical)

En la siguiente tabla (Núm. 1), se muestran los ángulos observados a la derecha, del trazo del eje principal del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, así como las distancias medidas entre cada PI.

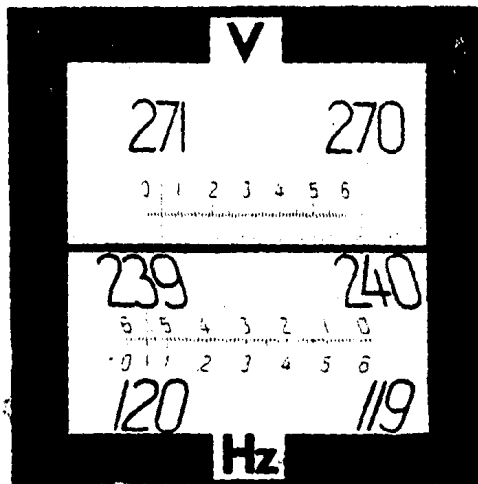
TABLA Núm. 1

L A D O		A N G U L O HORIZONTAL	D. H.
0+000	PI-1		236.080
PI-1	PI-2	160°57'09"	422.632
PI-2	PI-3	182°04'42"	33.300
PI-3	PI-4	184°45'57"	311.433
PI-4	PI-5	171°45'00"	303.041
PI-5	PI-6	188°18'57"	200.602
PI-6	PI-7	168°44'03"	56.917
PI-7	PI-8	168°59'06"	296.053
PI-8	PI-9	184°46'00"	61.194
PI-9	PI-10	193°32'15"	231.354
PI-10	PI-11	180°26'00"	366.354
PI-11	PI-12	180°13'57"	299.826
PI-12	PI-13	180°07'00"	336.934
PI-13	PI-14	195°51'18"	165.561
PI-14	PI-15	179°44'57"	187.219
PI-15	PI-16	179°56'00"	210.580
PI-16	PI-17	174°08'03"	140.447
PI-17	4+000	180°06'00"	82.889

LECTURA DE LIMBOS. En la parte inferior del campo visual del microscopio de lectura, se hace la lectura de la indicación del limbo horizontal (Hz) y en la parte superior la del limbo vertical (V). (Fig. Núm. 6).

Como número de grados ha de leerse, aquél cuyo trazo divisorio del limbo se encuentra dentro de la escala de minutos. La lectura de minutos enteros, se hace en este trazo divisorio y las fracciones del minuto (6"), se obtiene de estimación, como se muestra en la figura Núm. 6.

Asimismo, en la figura Núm. 6, se muestra un esquema del campo visual del microscopio de lectura del teodolito THEO 020A.



**FIG. N° 6** .- Campo visual del microscopio de lectura del Teodolito THEO 020D con graduación de 1' y estima a 6".

$$V = 271^{\circ} 30'$$

$$H = 120 \quad 30$$

## II. 2.- ORIENTACION DEL EJE.

Se determinó el azimut de una línea del eje principal del Banco-Camino, ya que fué indispensable para establecer una dirección fija de éste y también para obtener las coordenadas ortogonales del levantamiento topográfico, y en base a éstas, dibujar correctamente el trazo del eje, en un plano.

Por definición, el azimut de una dirección, es el ángulo diedro, formado por el plano meridiano que pasa por el lugar y el plano vertical, que contiene a la dirección dada. También se define como el ángulo plano formado por la meridiana y la línea considerada. En topografía, el azimut se mide de 0 a 360°, a partir del Norte, en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj, como se indica en la figura Núm.8.

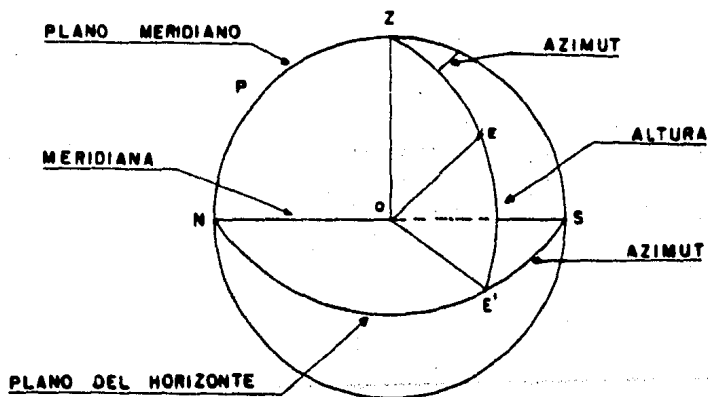



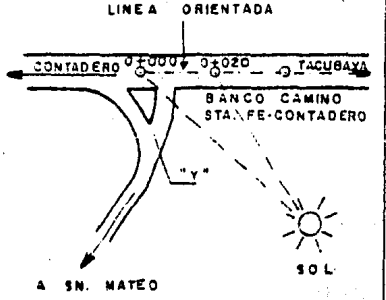
FIG. N° 8

El método empleado en el presente trabajo, para calcular el azimut de la línea considera (0+020 - 0+000), fué el de "Observaciones al Sol, en un momento cualquiera" (Método de dos posiciones del Sol), mismo que se utilizó también para calcular la latitud del lugar de observación.

PROCESO DE CALCULO DE LA LATITUD Y DEL AZIMUT PARA EL TRABAJO QUE SE DESCRIBE.

TABLA Núm. 2.

REGISTRO DE LA ORIENTACION ASTRONOMICA DEL LAO 0+020 - 0+000 DEL EJE DEL BANCO-CAMINO STA. FE-CONTADERO.					
OBSERVO: J. BENITO GOMEZ D. ANOTO: MARIO GOMEZ				APARATO: THEO 020 ZES FECHA 15/11/83	
EST	PV	$\odot$	Z	HORA	C R O Q I S
		<b>SERIE N° I</b>	<b>N° I</b>		
0+020	0+000	30° 00' 00"			
-	$\odot$	235 29 06	65° 00' 00"	9 <sup>n</sup> 03 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup>	
-	$\odot$	235 33 12	64 53 00	9 03 46	
-	$\odot$	235 37 18	64 46 06	9 04 17	
-	$\odot$	56 37 12	296 19 18	9 07 22	
-	$\odot$	56 43 42	296 29 48	9 08 11	
-	$\odot$	56 48 12	296 37 48	9 08 48	
-	0+000	180 00 00			
<b>PROMEDIOS</b>		236 08 33	64 11 21	9 08 00	
-		<b>A:</b>	25 48 39		
		<b>SERIE N° II</b>			
0+020	0+000	180 00 00			
-	$\odot$	59 15 54	300 12 06	9 26 13	
-	$\odot$	59 20 36	300 24 00	9 26 45	
-	$\odot$	59 25 18	300 30 00	9 27 19	
-	$\odot$	239 04 24	59 33 06	9 29 08	
-	$\odot$	239 09 12	59 26 00	9 29 43	
-	$\odot$	239 12 48	59 21 30	9 30 02	
-	0+000	00 00 00			
<b>PROMEDIOS</b>		239 14 52,5	59 31 16,5	9 28 15,75	
-		<b>A':</b>	30 28 43,5		



Nota: Para los promedios, se tomaron de cada serie los marcados con asterisco (\*).

A continuación se describen los cálculos efectuados para determinar la latitud y el azimut de la línea 0+020-0+000.

CALCULO DE LA LATITUD DEL LUGAR DE OBSERVACION.

Fórmulas:  $\text{Sen } L = \text{Sen } A_m \text{ sen } D + \text{cos } A_m \text{ cos } d \text{ cos } Q$

$$\cot Q = \frac{B \cos A_m}{A - A'}$$

L = Latitud del lugar de observación

A<sub>m</sub> = Altura media verdadera

d = Declinación del sol en el momento medio de las dos observaciones  
(posición media)

Q = Angulo paraláctico

B = Angulo horizontal entre las dos observaciones (en minutos de arco)

A = Primera altura verdadera

A' = Segunda altura verdadera

1ª Altura observada

25° 48' 39"

Corrección por refracción

$$R = r \tan a ; R = (60.6 \cot a) \left( \frac{P}{762} \right) \left( \frac{1}{1 + 0.004 (t-10)} \right)$$

$$R = (125.29666)(0.73097)(0.943396)$$

$$R = 86".403847$$

- 01' 26".40

Corrección por paralaje

$$P = 8".8 \sec a ; P = 8".8 \sec 25^\circ 48' 39"$$

$$P = 9".775209$$

+ 09".77

1ª Altura verdadera

A = 25° 47' 22".37

2ª Altura observada

30° 28' 43"

Corrección por refracción

$$R = (60''6 \cot 30^\circ 28' 43'') \left( \frac{557}{762} \right) \left( \frac{1}{1+0,004(15)} \right)$$

$$R = (102,96626)(0,73097)(0,943396)$$

$$R = 71''004935$$

- 01' 11''00

Corrección por paralaje

$$P = 8''8 \sec 30^\circ 28' 43''$$

$$P = 10''210966$$

+ 10''21

2ª Altura verdadera

**A' = 30° 27' 42''20**

Cálculo de Am

$$A' = 30^\circ 27' 42''21$$

$$- A = 25^\circ 47' 22''37$$

$$A' - A = 04^\circ 40' 19''84 = 280,331$$

**Am = 28° 07' 32''29**

Cálculo de B

1er. ángulo horizontal observado

236° 08' 33"

2do. ángulo horizontal observado

239° 14' 52''5

diferencia

03° 06' 19''5

**B = 186,325**





CALCULO DE AZIMUT DE LA LINEA 0+020 - 0+000  
METODO DE DISTANCIAS ZENITALES ABSOLUTAS.

Fórmula:

$$\text{Cos Az} = \frac{\text{sen } d - \text{sen } L \text{ cos } z}{\text{sen } z \text{ cos } L} \quad \text{en la que;}$$

- Az : Azimut del sol  
d : Declinación del sol en el momento de la observación.  
L : Latitud del lugar de observación.  
z : Distancia zenital verdadera.

SERIE N° I

Cálculo de la declinación (d) :

Hora en T.C.	- 12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>
Promedio de las horas de observación	09 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>
Intervalo	- 02 54 00
Intervalo en decimales	- 2.900
Declinación del sol a las 12 T.C.	- 12° 41' 18"9
Corrección por variación horaria en el Intervalo (+51"3)(-2.900)	- 00° 02' 28"77

Declinación del sol en su posición media  
a las 9<sup>h</sup> 06<sup>m</sup> 00<sup>s</sup> del día 15 de febrero de

1983 d = - 12° 43' 47"67

$$\text{Cos Az} = \frac{\text{sen } (-12^\circ 43' 47"67) - (\text{sen } 19^\circ 20' 23"38) (\text{cos } 64^\circ 12' 37"6)}{(\text{sen } 64^\circ 12' 37"6) (\text{cos } 19^\circ 20' 23"38)}$$

$$\text{Cos Az} = \frac{- 0.220355 - 0.144081}{0.84959} = \frac{- 0.36444}{0.84959} = - 0.4289562$$

Az sol = 115° 24' 04"81

$$\begin{aligned}
 \text{Az-sol} &= 115^\circ 24' 04''.81 \\
 \text{señal-sol} &- \\
 (0+020-0+000) &= 236^\circ 08' 33''.00 \\
 \hline
 &120^\circ 44' 28''.19 \\
 - &180^\circ 00' 00'' \\
 \hline
 &59^\circ 15' 31''.81 \\
 + &180^\circ 00' 00''
 \end{aligned}$$

Azimut de la  
señal 0+020-  
0+000

239° 15' 31''.81
------------------

SERIE N° II

$$\begin{aligned}
 \theta &= 239^\circ 14' 52''.5 \\
 Z' &= 59^\circ 32' 17''.79 \\
 t &= 09^h 28^m 13.75^s \\
 L &= 19^\circ 20' 23''.38
 \end{aligned}$$

Cálculo de la declinación (d):

Hora en T.C.	- 12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>
Promedio de las horas de observación	09 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 13.75 <sup>s</sup>
Intervalo	- 02 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 46.25 <sup>s</sup>
Intervalo en decimales	- 2.529
Declinación del sol a las 12 h T.C.	- 12° 41' 18''.90
Corrección por variación horaria en el	- 00° 02' 09''.79
intervalo (+51''.3)(-2.529)	- 00° 02' 09''.79
Declinación del sol en su posición media a las 9 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 13.75 <sup>s</sup> del día 15 de febrero de 1983.	d = - 12° 43' 28''.69

$$\text{Cos Az} = \frac{\text{sen}-12^\circ 43' 28''.69 - (\text{sen } 19^\circ 20' 23''.38)(\text{cos } 59^\circ 32' 17''.79)}{(\text{sen } 59^\circ 32' 17''.79)(\text{cos } 19^\circ 20' 23''.38)}$$

$$\cos Az = \frac{-0.22026564 - 0.1687891013}{0.813328001} = \frac{-0.38815665}{0.813328001}$$

$$\cos Az = -0.47724492$$

$$Az-sol = 118^\circ 30' 20''22$$

∠ señal-sol =

(0+020-0+000)	239° 14' 52"5
	120° 44' 32"26
	- 179° 59' 60"
	59° 15' 27"72
	+ 180° 00' 00"

Az DE LA SEÑAL

0+020 - 0+000

239° 15' 27"72

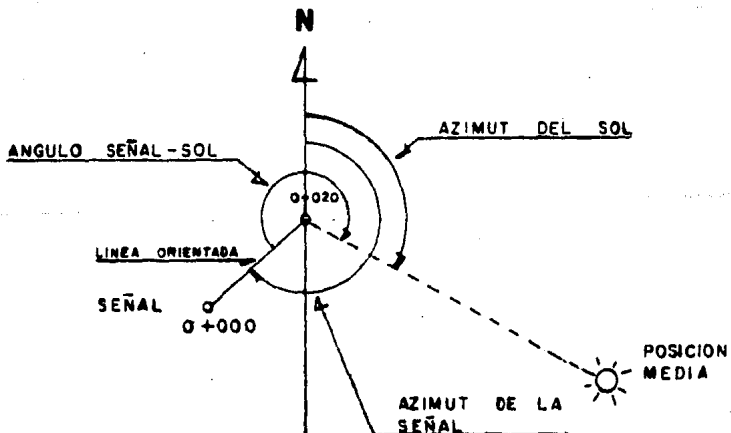
PROMEDIO DE LOS AZIMUTES DE LA SEÑAL

I = 239° 15' 31"81

II = 239° 15' 27"72

PROMEDIO AZIMUT  
SEÑAL 0+020 - 0+000    239° 15' 29"76

## C R O Q U I S



CALCULO DE RUMBOS.- Tomando como base el azimut de la orientación astronómica del lado 0+020 - 0+000 y los ángulos promedio medidos a la derecha, se calcularon los Rumbos de las siguientes líneas del eje principal, con el objeto de calcular las coordenadas de los vértices (PIs) de éste.

Rumbo línea

0+000 - PI-1	N 59° 15' 29.76 E
	+ 160° 57 09.00
	<hr/>
	220° 12' 38.76
	- 180
PI-1 - PI-2	N 40° 12' 38.76 E
	+ 182 04 42"
	<hr/>
	222° 17' 20.76
	- 180°
PI-2 - PI-3	N 42° 17' 20.76 E
	+ 184 45' 57
	<hr/>
	227° 03' 17.76
	- 180°
PI-3 - PI-4	N 47° 03' 17.76 E
	+ 171° 45' 00"
	<hr/>
	218° 48' 17.76
	- 180°
PI-4 - PI-5	N 38° 48' 17.76 E
	+ 188° 18' 57"
	<hr/>
	227° 07' 14.76
	- 180°
PI-5 - PI-6	N 47° 07' 14.76 E
	+ 168° 44' 03"
	<hr/>
	215° 51' 17.76
	- 180°
PI-6 PI-7	N 35° 51' 17.76 E
	+ 168 59 06
	<hr/>
	204° 50' 23.76
	- 180°
PI-7 - PI-8	N 24° 50' 23.76 E
	+ 184 46 00
	<hr/>
	209 36 23.76
	- 180
PI-8 - PI-9	N 29° 36 23.76 E

PI-8 - PI-9

N	29	36	23.76	E
+	193	32	15	
<hr/>				
	223	08	38.76	
-	180			

PI-9 - PI-10

N	43	08	38.76	E
+	180	26	00	
<hr/>				
	223	34	38.76	
-	180			

PI-10 - PI-11

N	43	34	38.76	E
+	180	13	57	
<hr/>				
	223	48	35.76	
-	180			

PI-11 - PI-12

N	43	48	35.76	E
+	180	07	00	
<hr/>				
	223	55	35.76	
-	180			

PI-12 - PI-13

N	43	55	35.76	E
+	195	51	18	
<hr/>				
	239	46	53.76	
-	180			

PI-13 - PI-14

N	59	46	53.76	E
+	179	44	57	
<hr/>				
	239	31	50.76	
-	180			

PI-14 - PI-15

N	59	31	50.76	E
+	179	56	00	
<hr/>				
	239	27	50.76	
-	180			

PI-15 - PI-16

N	59	27	50.76	E
+	174	08	03	
<hr/>				
	233	35	53.76	
-	180			

PI-16 - PI-17

N	53	35	53.76	E
+	180	06	00	
<hr/>				
	233	41	53.76	

PI-16 - PI-17

N 53 35 53.76 E

+ 180 06 00

---

233 41 53.76

- 180

PI-17 - 4+000

---

N 53 41 53.76 E

CALCULO DE PROYECCIONES Y COORDENADAS. Para el cálculo de las coordenadas de los vértices o puntos de inflexión (PIs), se procedió en el orden que a continuación se indica en la siguiente Tabla (Núm. 3), de registro de --- cálculo:

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

REGISTRO DE CALCULO DEL TRAZO DEL EJE PRINCIPAL DEL BANCO CAMINO SANTA FE-CONTADERO.												
LADO	P.V.	DISTANCIA HORIZONTAL	ANGULO HORIZONTAL	RUMBO ASTRONOMICO CALCULADO		N	S	E	W	Y	X	VERT.
0+000	PI-1	236,080		H 59° 15' 26,976 E	120,657	202,906				44273,730	70892,000	0+000
PI-1	PI-2	432,632	160° 57' 09" E	H 40° 12' 48,76 E	322,752	273,354				44394,427	71094,906	PI-1
PI-2	PI-3	33,300	182° 04' 32"	H 42° 17' 20,76 E	24,634	22,407				44717,179	71367,760	PI-2
PI-3	PI-4	51,033	184° 45' 57"	H 47° 03' 17,76 E	212,176	222,974				44741,813	71390,167	PI-3
PI-4	PI-5	303,041	171° 45' 00"	H 48° 48' 17,76 E	246,153	152,919				44953,989	71616,141	PI-4
PI-5	PI-6	300,602	188° 18' 57"	H 47° 07' 14,76 E	146,504	140,498				45190,142	71808,051	PI-5
PI-6	PI-7	86,917	168° 44' 03"	H 35° 51' 17,76 E	48,141	33,439				45376,646	71955,047	PI-6
PI-7	PI-8	206,053	168° 59' 06"	H 24° 50' 23,76 E	208,086	124,362				45372,777	71988,306	PI-7
PI-8	PI-9	61,184	184° 46' 00"	H 29° 46' 23,76 E	53,136	30,276				45641,443	72112,748	PI-8
PI-9	PI-10	231,942	193° 32' 15"	H 43° 08' 38,76 E	169,231	154,611				45694,639	72142,974	PI-9
PI-10	PI-11	367,394	180° 26' 00"	H 43° 34' 38,76 E	265,401	252,542				45863,871	72301,585	PI-10
PI-11	PI-12	299,826	180° 13' 57"	H 43° 48' 35,76 E	216,362	207,564				46129,272	72554,127	PI-11
PI-12	PI-13	336,934	180° 07' 00"	H 43° 55' 35,76 E	264,271	254,561				46346,634	72761,691	PI-12
PI-13	PI-14	165,561	195° 51' 18"	H 59° 46' 53,76 E	83,329	143,062				46609,905	73016,252	PI-13
PI-14	PI-15	187,219	179° 44' 57"	H 59° 31' 50,76 E	94,935	161,464				46693,234	73159,314	PI-14
PI-15	PI-16	210,500	179° 56' 00"	H 59° 37' 50,76 E	106,992	181,374				46788,169	73320,678	PI-15
PI-16	PI-17	140,447	174° 08' 03"	H 53° 35' 53,76 E	83,369	113,041				46895,161	73502,052	PI-16
PI-17	PI-18	140,003	180° 06' 00"	H 53° 41' 53,76 E	82,889	112,828				46978,510	73615,093	PI-17
										47091,338	73727,921	4+000

CALCULO

REVISO

APROBO

FECHA

FECHA

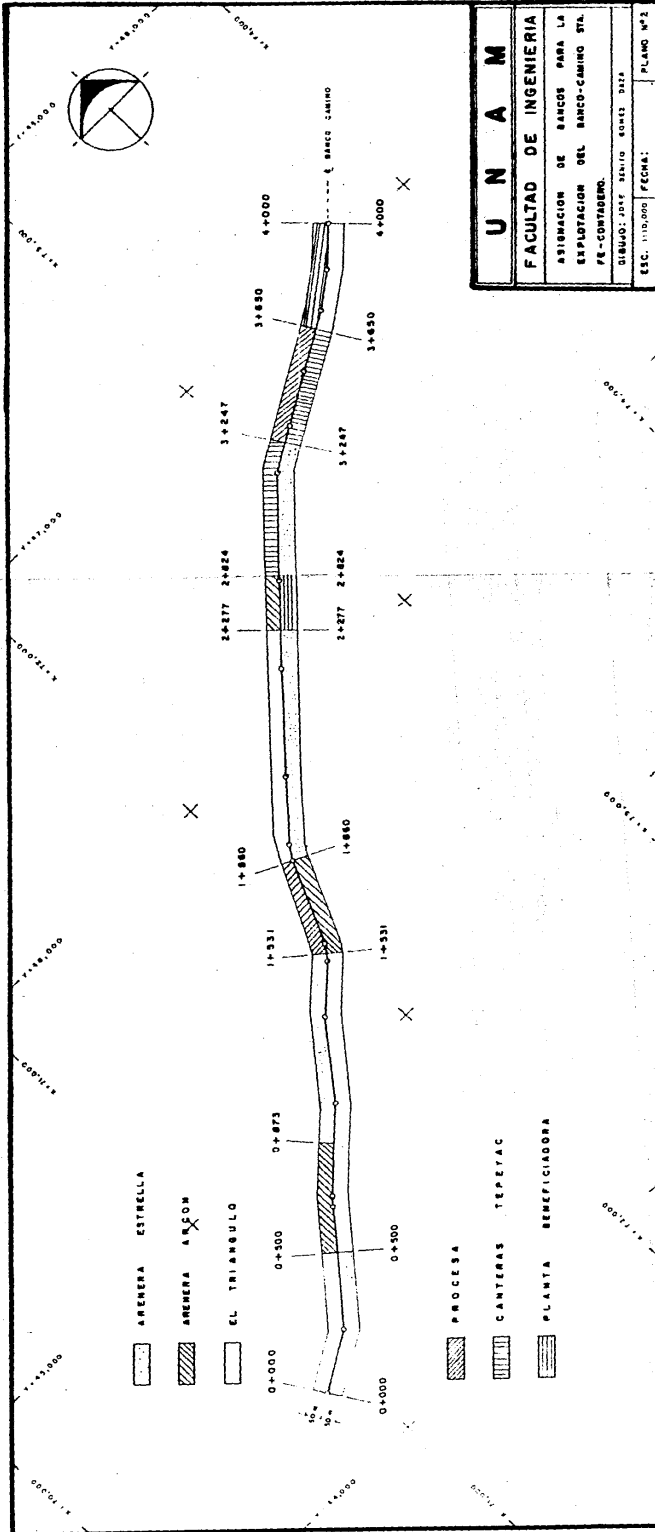
FECHA

Obtenidas las coordenadas de los vértices o puntos de inflexión, se procedió a dibujar el plano en planta del trazo del eje principal del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, tal y como se muestra en el plano Núm. 1, adjunto.

Asimismo, en el plano Núm. 2, se señaló la delimitación de los tramos del Banco-Camino, asignados por la Empresa Paraestatal a los concesionarios para su explotación. Estos tramos se asignaron longitudinalmente al eje del Banco-Camino, en su totalidad de 4 kilómetros, y transversalmente se estableció una zona de 50 mts. a ambos lados del mismo, como zona de restricción.







<b>UNAM</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESTACIONAMIENTO DE BANCOS PARA LA	
EXPLOTACION DEL BANCO-CAMINO STL	
FE-CONTAMEN.	
DISEÑO: JOSE MARINO GONZALEZ	FECHA:
ESC. 1:100,000	PLANO N° 2

### **II. 3.- NIVELACION DEL EJE PRINCIPAL.**

La operación por medio de la cual se determina la altitud de un punto sobre la superficie del terreno, recibe el nombre de nivelación, y el plano de referencia que se utiliza para ubicar los puntos y determinar sus elevaciones, es el nivel medio del mar.

Las nivelaciones tienen por objeto determinar:

- a).- La diferencia de nivel entre dos o más puntos.
- b).- Bancos de nivel (puntos de control vertical).
- c).- Secciones transversales.

Para llevar a cabo estas nivelaciones, generalmente se emplean tres métodos, los cuales son:

- 1.- Nivelación Barométrica.
- 2.- Nivelación Trigonométrica.
- 3.- Nivelación Geométrica.

En el primer caso, las elevaciones se determinan con base en variaciones de la presión atmosférica, utilizando el barómetro aneróide; en la segunda, los desniveles de los puntos se determinan midiendo el ángulo cenital, que existe entre ellos y la distancia que los separa, las diferencias de nivel se calculan trigonométricamente. En la nivelación directa (geométrica), el desnivel que existe entre un punto y otro, se determina diferencialmente. Dentro de este último tipo de nivelaciones, existen varios métodos a emplear, los cuales son: Nivelación diferencial simple, compuesta, por doble altura de aparato, y por doble punto de liga. Para efectuar estas nivelaciones, se emplea el instrumento topográfico denominado Nivel Fijo o Equialtímetro.

El control vertical en el eje principal del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, fué de suma importancia, ya que fue la estructura básica para darles

elevación a todos y cada uno de los puntos importantes del terreno natural, antes de que se iniciaran los trabajos de explotación del mismo. Por otra parte, también fué importante para darles elevación a los bancos de nivel y puntos de control que se establecieron en la zona de trabajo.

Para efectuar este trabajo, se empleó una metodología, la cual consistió en realizar una nivelación diferencial compuesta por medio de puntos de liga (PLs), apoyada en el eje principal, y que partió de un banco de nivel, perteneciente a la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Simultáneamente, se efectuó la nivelación de los cadenamientos marcados a cada 20 m., y en los puntos importantes del eje previamente trazado.

Además, con el fin de establecer un control vertical permanente, para controlar los trabajos de explotación del Banco-Camino y sus derechos de vía, se fijaron bancos de nivel sobre mojoneras de concreto, estratégicamente ubicadas fuera de la zona de explotación.

**METODO.-** De los métodos para nivelar una línea citados anteriormente, se eligió el de Doble Altura de Aparato, por la facilidad de ir comprobando la nivelación en cada punto de liga y en bancos de nivel ya establecidos. Ya que por este método se obtuvieron dos valores para el desnivel total, el valor más probable fué la media aritmética de ellos y el error de cada nivelación, la diferencia que tuvo con dicho valor más probable.

Por otra parte, para nivelar el trazo seccionado a cada 20 m., se utilizó de manera simultánea, la nivelación de perfil, la cual se registró de un modo totalmente independiente, y tuvo por objeto determinar las cotas de puntos a distancias conocidas sobre el trazo, para obtener el perfil de éste. El procedimiento que se siguió, fué prácticamente parecido al de la nivelación diferencial, sólo que en cada posición del aparato, entre dos puntos de liga consecutivos, también se tomaron

lecturas al estadal en los cadenamientos establecidos en el trazo. Normalmente en estos puntos, el estadal se colocó en el asfalto, ya que fué el dato que se necesitó; además, en estos puntos las lecturas se hicieron al milímetro, por la precisión que se requería. La figura Núm. 9, ilustra el método general que se siguió, y la Tabla Núm. 4, muestra el registro de campo utilizado, así como el cálculo de la nivelación diferencial y de perfil del Banco-Camino.

NIVELACION DE PERFIL (PLANTA)

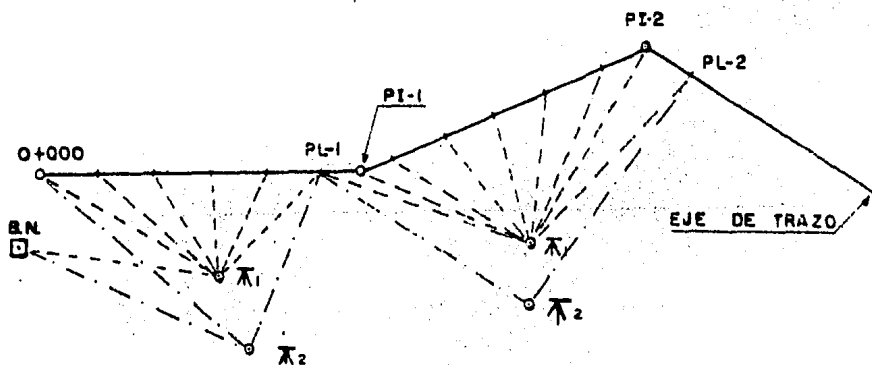


FIG. N° 9

NIVELACION DIFERENCIAL Y DE PERFIL  
BANCO-CAMINO SANTA FE-CONTADERO

TABLA Núm. 4.

P. O.	+	∇	(-) BN Y PL	(-) TRAZO	COTAS
BN.	0.307	2560.307			2560.00
BN.	0.256	2560.256			2560.00
Q+000				0.052	2560.255
Q+020				0.873	2559.434
Q+040				1.731	2558.576
Q+060				2.588	2557.719
Q+080				3.512	2556.795
PL-1	0.385	2556.986	3.706		2556.601
PL-1	0.289	2556.889	3.656		2556.600
Q+100				1.055	2555.931
Q+120				1.929	2555.057
Q+140				2.850	2554.136
Q+160				3.731	2553.255
PL-2	0.062	2553.247	3.801		2553.185
PL-2	0.181	2553.367	3.703		2553.186
Q+180				0.864	2552.383
Q+200				1.734	2551.513
Q+220				2.679	2550.568
PI-1				3.499	2549.748
Q+240				3.700	2549.547
PL-3	0.099	2549.596	3.750		2549.497
PL-3	0.048	2549.547	3.869		2549.499
Q+260				1.241	2548.355
Q+280				2.498	2547.098
Q+300				3.784	2545.812
PL-4	0.149	2545.775	3.970		2545.626
PL-4	0.105	2545.730	3.922		2545.625
Q+320				1.245	2544.530
Q+340				2.634	2543.141
PL-5	0.023	2542.137	3.661		2542.114
PL-5	0.036	2542.150	3.616		2542.114
Q+360				0.453	2541.684
Q+380				1.834	2540.303

P. O.	+	$\nabla$	( $\leftarrow$ ) BN Y PL	( $\leftarrow$ ) T R A Z O	C O T A S
0+400				3.270	2538.867
PL-6	0.050	2538.329	3.858		2538.279
PL-6	0.022	2538.301	3.871		2538.279
0+420				0.962	2537.367
0+440				2.444	2535.885
PL-7	0.048	2534.793	3.584		2534.745
PL-7	0.035	2534.779	3.557		2534.744
0+460				0.373	2534.420
0+480				1.794	2532.999
0+500				3.209	2531.584
PL-8	0.166	2531.210	3.749		2531.044
PL-8	0.099	2531.144	3.739		2531.045
0+520				0.948	2530.262
0+540				2.394	2528.816
0+560				3.651	2527.559
PL-9	0.077	2527.477	3.810		2527.400
PL-9	0.048	2527.448	3.744		2527.400
0+580				1.286	2526.191
0+600				2.737	2524.740
PL-10	0.125	2523.757	3.845		2523.632
PL-10	0.103	2523.735	3.816		2523.632
0+620				0.392	2523.632
0+640				1.823	2521.934
PI-2				2.455	2521.302
0+660				2.499	2521.258
0+680				3.175	2520.582
PL-11	0.029	2519.84	3.975		2519.782
PL-11	0.018	2519.799	3.954		2519.781
PI-3				0.946	2518.865
0+700				2.089	2517.722
0+720				3.510	2516.301
PL-12	0.173	2516.249	3.735		2516.076
PL-12	0.102	2516.178	3.723		2516.076

P. O.	+	∩	(—) BN Y PL	(—) T R A Z O	C O T A S
0+740				1.195	2515.059
0+760				2.363	2513.886
0+780				3.452	2512.797
PL-13	0.382	2513.050	3.581		2512.668
PL-13	0.257	2512.952	3.510		2512.668
0+800				1.360	2511.690
0+820				2.370	2510.680
0+840				3.350	2509.700
PL-14	0.480	2509.560	3.97		2509.080
PL-14	0.362	2509.443	3.884		2509.081
0+860				0.800	2580.760
0+880				1.450	2508.110
0+900				2.333	2507.227
0+920				2.910	2506.650
0+940				3.645	2505.915
PL-15	0.337	2506.087	3.810		2505.750
PL-15	0.175	2505.926	3.692		2505.751
0+960				0.998	2505.89
0+980				1.984	2504.103
1+000				2.900	2503.187
PI-4				3.067	2503.020
1+020				3.865	2502.222
PL-16	0.329	2502.501	3.915		2502.172
PL-16	0.243	2502.417	3.752		2502.174
1+040				1.325	2501.176
1+060				2.289	2500.212
1+080				3.239	2499.262
PL-17	0.452	2499.043	3.910		2498.591
PL-17	0.401	2498.992	3.826		2498.591
1+100				0.658	2498.385
1+120				1.512	2497.531
1+140				2.256	2496.787
1+160				3.077	2495.966



P. O.	+	$\Delta$	(-) BN Y PL	(-) T R A Z O	C O T A S
1+180				3.830	2495.213
PL-18	0.795	2495.994	3.844		2495.199
PL-18	0.598	2495.796	3.794		2495.198
1+200				1.535	2494.459
1+220	"			2.354	2493.640
1+240				3.170	2492.824
PL-19	0.148	2494.302	1.84		2494.154
PL-19	0.105	2494.257	1.644		2494.152
1+260				2.296	2492.006
1+280				2.999	2491.303
1+300				3.750	2490.552
PL-5				3.922	2490.38
PL-20	0.215	2490.954	3.563		2490.739
PL-20	0.156	2490.894	3.519		2490.738
1+320				1.186	2489.768
1+340				1.985	2488.969
1+360				2.858	2488.096
1+380				3.720	2487.234
PL-21	0.228	2487.389	3.793		2487.161
PL-21	0.173	2487.334	3.733		2487.161
1+400				0.953	2486.436
1+420				1.798	2485.591
1+440				2.632	2484.757
1+460				3.474	2483.915
PL-22	0.050	2483.669	3.770		2483.619
PL-22	0.362	2483.982	3.714		2483.620
1+480				0.534	2483.135
1+500				1.190	2482.479
PL-5				1.433	2482.236
1+520				1.807	2481.862
1+540				2.325	2481.344
1+560				2.653	2481.016
PL-7				2.684	2480.985

P. O.	+	$\nabla$	(—) BN Y PL	(—) T R A Z O	C O T A S
1+580				2.810	2480.859
1+600				2.985	2480.640
1+620				3.155	2480.514
1+640				3.340	2480.329
PL-23	1.849	2482.082	3.436		2480.233
PL-23	1.800	2482.030	3.752		2480.230
1+660				1.847	2480.235
1+680				1.911	2480.171
1+700				1.965	2480.117
1+720				2.045	2480.037
1+740				2.169	2479.913
1+760				2.235	2479.847
PL-24	1.418	2481.262	2.238		2479.844
PL-24	1.398	2481.240	2.188		2479.842
1+780				1.502	2479.760
1+800				1.537	2479.725
1+820				1.580	2479.682
1+840				1.670	2479.592
1+860				1.855	2479.407
PI-8				1.856	2479.406
1+880				2.236	2479.026
PL-25	1.472	2480.496	2.238		2479.024
PL-25	1.370	2480.393	2.217		2479.023
1+900				1.995	2478.501
1+920				2.542	2477.954
PI-9				2.599	2477.897
1+940				3.458	2477.038
PL-26	0.256	2477.291	3.461		2477.035
PL-26	0.155	2477.188	3.360		2477.033
1+960				1.221	2476.070
1+980				2.181	2475.110
2+000				3.130	2474.161
PL-27	1.268	2475.427	3.132		2474.159

P. O.	+	$\nabla$	(—) BN Y PL	(—) T R A Z O	C O T A S
PL-27	1.395	2475.551	3.032		2474.156
2+020				2.314	2473.113
2+040				3.373	2472.054
PL-28	0.612	2472.663	3.376		2472.051
PL-28	0.582	2472.630	3.503		2472.048
2+060				1.488	2471.175
2+080				2.220	2470.443
2+100				2.959	2469.704
2+120				0.745	2471.918
PL-29	0.758	2469.763	3.658		2469.005
PL-29	0.741	2469.746	3.625		2469.005
2+140				1.369	2468.394
PI-10				1.958	2467.805
2+160				2.262	2467.501
2+180				3.195	2466.568
PL-30	0.127	2466.692	3.199		2466.565
PL-30	0.084	2466.648	3.182		2466.564
2+200				1.149	2465.543
2+220				2.273	2464.419
2+240				3.370	2463.322
PI-31	0.419	2463.736	3.375		2463.317
PL-31	0.365	2463.680	3.333		2463.315
2+260				1.488	2462.248
2+280				2.539	2461.197
2+300				3.502	2460.234
PL-32	0.602	2460.837	3.501		2450.235
PL-32	0.629	2460.863	3.446		2460.234
2+320				1.536	2459.301
2+340				2.434	2458.403
2+360				3.250	2457.587
PL-33	0.460	2458.045	3.252		2457.585
PL-33	0.539	2458.124	3.278		2457.585
2+380				1.301	2456.744

P. O.	+	$\Delta$	(—) BN Y PL	(—) T R A Z O	C O T A S
2+400				2.095	2455.950
2+420				2.890	2455.155
2+440				3.650	2454.395
PL-34	0.200	2454.592	3.653		2454.392
PL-34	0.194	2454.584	3.734		2454.390
2+460				0.966	2453.626
2+480				1.773	2452.819
2+500				2.609	2451.983
PI-11				3.403	2451.189
2+520				3.422	2451.170
PL-35	0.222	2451.367	3.447		2451.145
PL-35	0.204	2451.348	3.440		2451.144
2+540				1.043	2450.324
2+560				1.835	2449.532
2+580				2.563	2448.864
2+600				3.275	2448.092
PL-36	0.405	2448.493	3.279		2448.088
PL-36	0.388	2448.475	3.261		2448.087
2+620				0.984	2447.509
2+640				1.633	2446.860
2+660				2.475	2446.018
2+680				3.432	2445.061
PL-37	0.185	2445.248	3.430		2445.063
PL-37	0.164	2445.227	3.412		2445.063
2+700				1.052	2444.196
2+720				1.905	2443.343
2+740				2.743	2442.505
2+760				3.541	2441.707
PL-38	0.545	2442.251	3.542		2441.706
PL-38	0.557	2442.264	3.520		2441.707
2+780				1.341	2440.910
2+800				2.063	2440.188
PI-12				2.777	2439.474

P. O.	+	$\pi$	(-) BN Y PL	(-) T R A Z O	C O T A S
2+820				2.801	2439.450
2+840				3.729	2438.522
PL-39	0.452	2438.971	3.732		2438.519
PL-39	0.438	2438.956	3.746		2438.518
2+860				1.395	2437.576
2+880				2.235	2436.736
2+900				3.140	2435.831
PL-40	0.182	2436.009	3.144		2435.827
PL-40	0.157	2435.983	3.130		2435.826
2+920				1.023	2434.986
2+940				1.879	2434.130
PL-41	0.832	2434.956	1.885		2434.124
PL-41	0.838	2434.962	1.859		2434.124
2+960				1.468	2433.488
2+980				1.957	2432.999
3+000				2.531	2432.425
3+020				3.025	2431.931
3+040				3.537	2431.419
PL-42	0.913	2432.336	3.533		2431.423
PL-42	0.909	2432.331	3.540		2431.422
3+060				1.389	2430.947
3+080				1.978	2430.358
3+100				2.641	2429.695
3+120				3.350	2428.986
PL-43	0.699	2429.686	3.349		2428.987
PL-43	0.651	2429.636	3.346		2428.985
3+140				1.534	2428.152
PI-13				2.155	2427.531
3+160				2.296	2427.390
3+180				3.133	2426.553
3+200				3.880	2425.806
PL-44	0.327	2426.131	3.882		2425.804
PL-44	0.300	2426.105	3.831		2425.805

P. O.	+	∧	(—) BN Y PL	(—) T R A Z O	C O T A S
3+220				1.079	2425.052
3+240				1.803	2424.328
3+260				2.499	2423.632
3+280				3.240	2422.891
3+300				3.963	2422.168
PL-45	0.092	2422.263	3.96		2422.191
PL-45	0.111	2422.281	3.935		2422.170
3+320				0.953	2421.310
PI-14				1.030	2421.233
3+340				1.777	2420.486
3+360				2.744	2419.519
3+380				3.685	2418.578
PL-46	0.175	2418.750	3.688		2418.575
PL-46	0.165	2418.738	3.708		2418.573
3+400				1.170	2417.580
3+420				2.220	2416.530
3+440				3.330	2415.420
PL-47	0.094	2415.506	3.338		2415.412
PL-47	0.100	2415.510	3.328		2415.410
3+460				1.109	2414.397
3+480				2.123	2413.383
3+500				3.193	2412.313
PI-15				3.669	2411.837
PL-48	1.007	2412.841	3.672		2411.834
PL-48	0.977	2412.811	3.676		2411.834
3+520				1.630	2411.211
3+540				2.860	2409.981
PL-49	0.043	2410.020	2.864		2409.977
PL-49	0.116	2410.093	2.834		2409.977
3+560				1.446	2408.579
3+580				2.841	2407.179
PL-50	0.171	2407.345	2.846		2407.174
PL-50	0.157	2407.330	2.920		2407.173

P. O.	+	∩	(—) BN Y PL	(—) T R A Z O	C O T A S
3+600				1.576	2405.769
3+620				2.910	2404.435
PL-51	0.527	2404.955	2.917		2404.428
PL-51	0.472	2404.898	2.904		2404.426
3+640				1.852	2403.103
3+660				2.967	2401.988
PL-52	0.804	2402.783	2.976		2401.979
PL-52	0.780	2402.757	2.921		2401.977
3+680				1.853	2400.930
3+700				2.911	2399.872
PI-16				3.745	2399.038
PL-53	0.680	2399.713	3.750		2399.033
PL-53	0.648	2399.679	3.726		2399.031
3+720				0.708	2399.005
3+740				1.692	2398.021
3+760				2.622	2397.091
3+780				3.465	2396.248
PL-54	0.569	2396.815	3.467		2396.245
3+800				1.327	2395.488
3+820				2.035	2394.780
3+840				2.859	2393.956
3+860				3.730	2393.085
PL-55	0.426	2393.506	3.735		2392.080
PL-55	0.363	2393.441	3.700		2393.078
PI-17				0.427	2393.079
3+880				1.487	2392.019
3+900				2.830	2390.676
PL-56	0.010	2390.682	2.834		2390.672
PL-56	0.106	2390.778	2.769		2390.672
3+920				1.416	2389.266
3+940				2.870	2387.812
PL-57	0.263	2388.069	2.876		2387.806
PL-57	0.217	2388.022	2.973		2387.805





Para llevar a cabo la nivelación diferencial y de perfil del eje principal del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, se utilizó un nivel automático NAKI, de la casa Wild Heerbrugg, el cual cuenta con una característica de autonivelación, ya que si se nivela el instrumento en forma aproximada, por medio del nivel esférico que trae integrado, un compensador nivela automáticamente la visual y la mantiene a nivel con toda precisión. Además, trae integrado un botón pulsador que permite controlar el funcionamiento del dispositivo automático al momento de hacer la lectura en el estadal.

En la figura Núm. 10, se muestra este nivel, y en la Tabla Núm. 5, se describen algunas características técnicas del mismo.



**FIG. N° 10**

**CARACTERISTICAS TECNICAS DEL NIVEL WILD NAKI**

Desviación estándar (mm) para 1 Km. doble de nivelación	$\pm 1.5$
Aumento del anteojo (x)	24
Imagen: (E + real directa)	E
Campo visual a 100 m (m)	3.2
Constante de multiplicación	100
Constante de adición (cm)	0
Distancia mínima de enfoque (m)	1.0
Peso del instrumento (Kg)	2.2
Peso del estuche (Kg)	1.5

**DIBUJO DE PERFIL.**

Una vez calculadas las elevaciones de todos los puntos del eje principal del Banco-Camino, derivadas de la nivelación del perfil del mismo, se procedió a dibujar el perfil de éste en papel milimétrico, tal y como se muestra en el plano Núm. 3.

**PERFIL DEL EJE DE TRAZO DEL BANCO  
CAMINO STA. FE-CONTADERO.**

ENTRADA A LA BARRA

2150

2500

2650

2700

2800

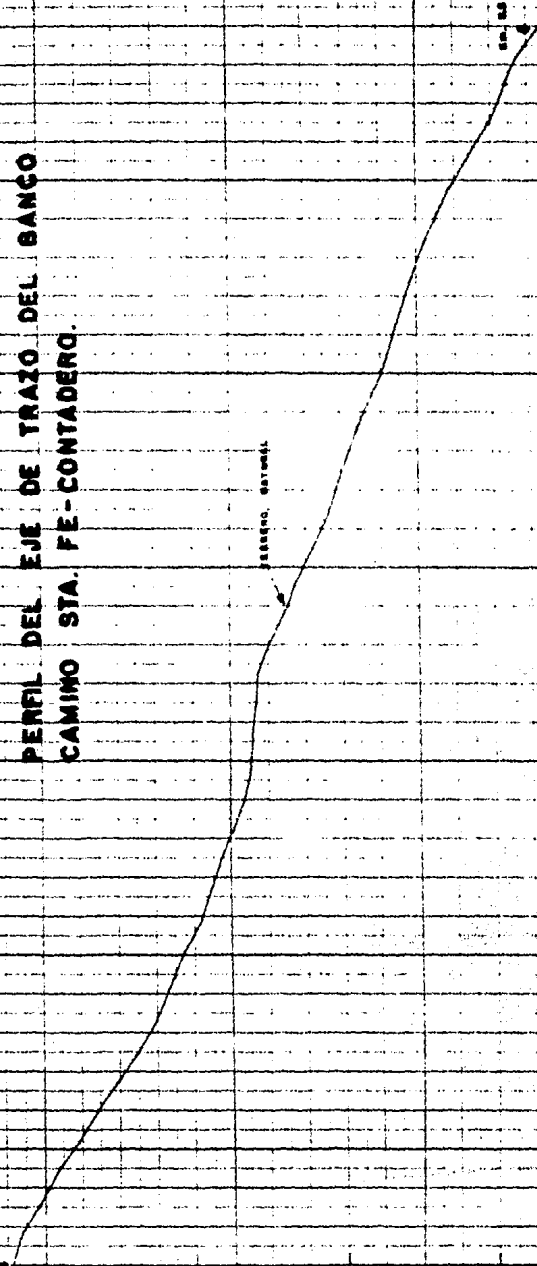
ELEVACIONES  
EN METROS

Estacion, elevacion

ESTACIONES EN METROS

2800 2750 2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050 2000 1950 1900 1850 1800 1750 1700 1650 1600 1550 1500 1450 1400 1350 1300 1250 1200 1150 1100 1050 1000 950 900 850 800 750 700 650 600 550 500 450 400 350 300 250 200 150 100 50 0

CADENA MIENTO  
ESC. 1:2500



## SECCIONES TRANSVERSALES.

Con objeto de obtener los perfiles transversales naturales del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, se utilizó el método de secciones transversales. Este método consistió en obtener el perfil de una línea perpendicular al eje de trazo en cada uno de los cadenamientos marcados a 20 mts.

La longitud de cada sección transversal, fué de 50 mts. a cada lado del eje del Banco-Camino, ya que así lo estableció la Empresa Paraestatal. El equipo que se empleó para el levantamiento de las secciones transversales, fué un nivel de mano, dos estadales y una cinta de género.

Existen únicamente dos métodos de levantamiento de secciones transversales, que son:

- 1.- El de perfil, y
- 2.- El de cota redonda.

En cualquiera de los dos métodos anteriores, se puede utilizar nivel fijo o de mano; pero se recomienda que en terreno abrupto, se utilice el nivel de mano, no así en terreno plano, ya que la visibilidad para leer en el estadal se pierde con la distancia, por no tener aumento.

A continuación se describe el método utilizado para el levantamiento de las secciones transversales en el presente trabajo, que fué por el método de perfil, y que consistió en lo siguiente:

El observador se colocó con nivel de mano en una posición, desde la cual pudiera hacer la lectura atrás (+), o sea el estadal puesto encima del cadenamiento correspondiente; se sumó esa lectura (+) a la cota del cadenamiento, y se obtuvo la altura de instrumento, a la cual se tuvieron que restar todas las lecturas adelante (-), para obtener las

cotas de los puntos de quiebre del terreno, siempre y cuando el observador no se hubiera movido de su posición original. En caso de que por efecto de la topografía de la sección, hubiera sido necesario que se moviera el observador, se escogió un punto de liga (PL), para determinar la nueva altura del observador, a la cual se le restaron las nuevas lecturas de adelante (-).

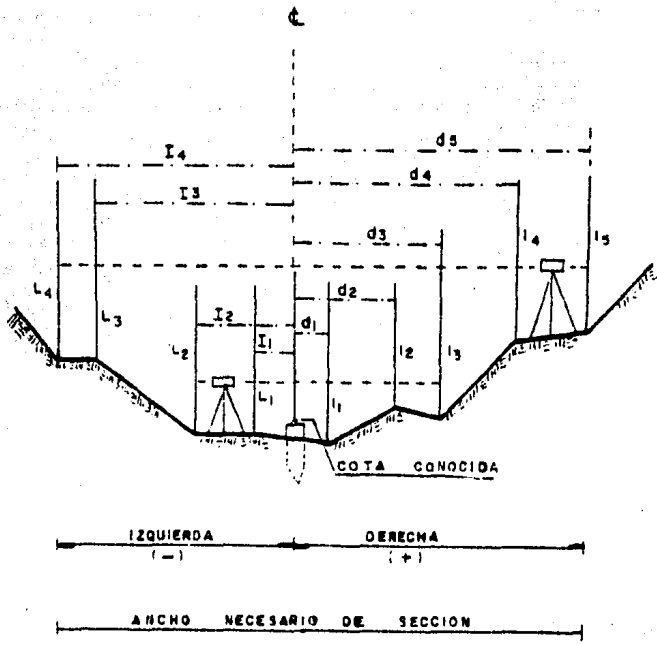
Las distancias de todos los puntos de quiebre de la sección, se midieron con cinta de lienzo, teniendo como origen el cadenamiento del eje principal.

Los datos de las secciones, se fueron anotando en un registro, de manera que siguiendo el cadenamiento de la línea, lo que quedó a la izquierda del trazo, se anotó a la izquierda del registro, y asimismo lo que quedó a la derecha, se anotó a la derecha. Como numeradores, se anotaron las distancias horizontales de los puntos de quiebre del eje, tanto a la derecha como a la izquierda; como denominadores, se anotaron las lecturas hechas en el estadal bajo cada punto, excepto la del eje que llevó la cota correspondiente al cadenamiento respectivo.

Posteriormente, en gabinete, se hicieron los cálculos de las elevaciones de cada uno de los puntos de quiebre de las secciones, mismos que se anotaron en su lugar correspondiente en el registro.

En la figura Núm. 11, se ilustra en forma esquemática una sección transversal y su registro de campo.

0 + 060



$\frac{I_5}{L_5}$	$\frac{I_4}{L_4}$	$\frac{I_3}{L_3}$	$\frac{I_2}{L_2}$	$\frac{I_1}{L_1}$	K 0+060	$\frac{d_1}{l_1}$	$\frac{d_2}{l_2}$	$\frac{d_3}{l_3}$	$\frac{d_4}{l_4}$	$\frac{d_5}{l_5}$
					COTA					
					CONOCIDA					

FIG. N° II.

## II. 4.- CONTROL TRIMESTRAL DE EXPLOTACION.

A fin de ejemplificar los trabajos topográficos que fueron necesarios, para controlar el avance de obra en la explotación del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, y dado que en los diferentes tramos asignados a los concesionarios por la Empresa Paraestatal, se efectuaron las mismas operaciones de campo, en éste inciso, presentaremos los levantamientos efectuados en el tramo comprendido entre los cadenamientos 0+040 al 0+500, correspondientes al primer trimestre posterior al inicio de los trabajos de explotación del Banco-Camino.

El procedimiento que se siguió, fué el siguiente:

Tomando como apoyo los puntos de control, previamente establecidos fuera de la zona de explotación y a ambos lados del Banco-Camino, se trazaron ejes auxiliares paralelos al eje principal de éste, mismos que se señalaron a cada 20 m., para levantar posteriormente las secciones transversales correspondientes.

Los procedimientos que se utilizaron para nivelar los vértices y los cadenamientos fueron el taquimétrico (trigonométrico) y algunas veces se utilizó el tránsito como nivel.

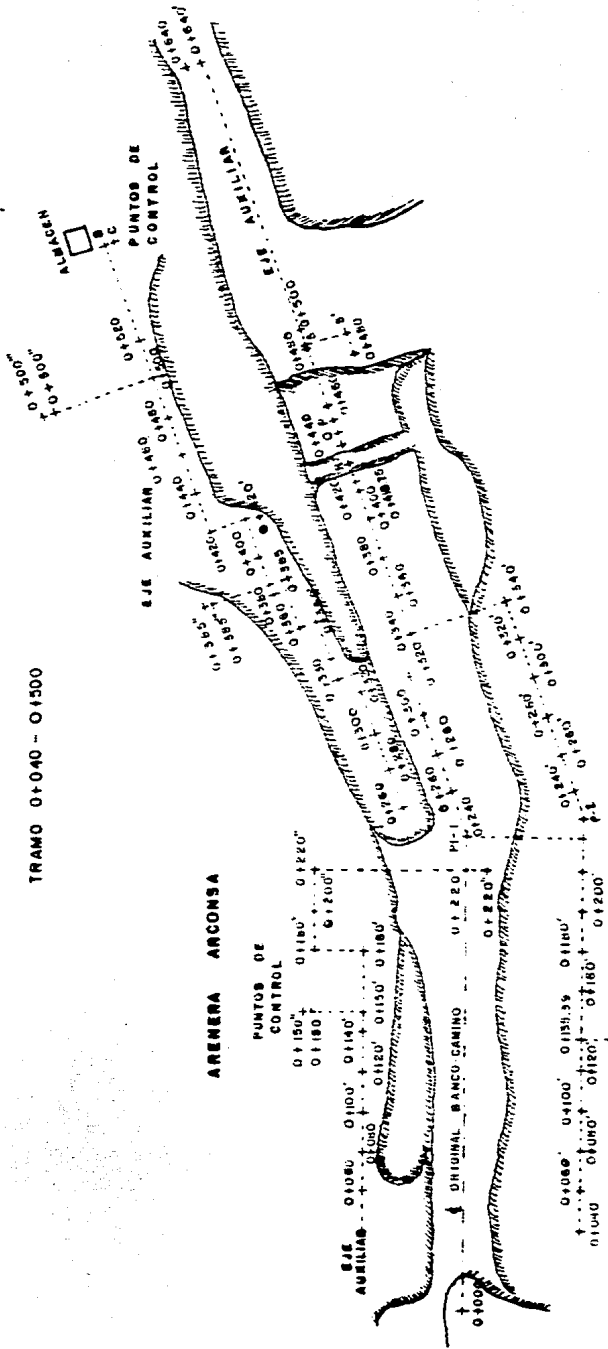
A continuación se presentan los registros de campo, y el croquis del trazo de los ejes auxiliares del tramo considerado para ejemplificar el trabajo realizado.

# CROQUIS

BANCO CAMINO STA. FE-CONTADERO

TRAZO DE EJES AUXILIARES

TRAMO 0+040 - 0+300



EJE AUXILIAR

PUNTOS DE CONTROL

ACOTACIONES EN M.  
SIN ESCALA



**REGISTRO DE CAMPO**

CIA: ARENERA ARCON  
 UBICACION: BANCO-CAMINO STA.FE-CONTADERO  
 OBRA: TRAZO DE EJES AUXILIARES

TRAMO: 0+040 - 0+500  
 HOJA: 1 DE 3

FECHA:

EST.	P.V.	α	φ	Hs	Hm	Hi	Di	DH	DN	COTA
0+180	0+150"	00° 00'						3.557		
E = 1.495	0+150'	180 00	-3° 27'	0.424	0.30	0.176	24.80	24.578	-1.15	2521.53
0+150'	0+150"	00 00								
	0+140'	270 00	00° 00'		1.473					2521.52
	0+120'	270 00	00 00		1.320					2521.73
	0+100'	270 00	00 00		0.118					2522.93
	0+080'	270 00	01 36	1.051	0.70	0.349	70.20	70.14	2.78	2524.31
	0+060'	270 00	02 23	1.552	1.10	0.649	90.30	90.14	4.17	2525.70
	0+040'	270 00	04 25	1.652	1.10	0.548	110.40	109.74	5.23	2530.46
	0+160'	90 00	00 00		1.660					2521.39
	0+180'	90 00	00 00		1.053					2522.00
180"	0+150'	00 00								
E = 1.42	0+180"	90 00	-01 45	0.408	0.30	0.192	21.60	21.57	0.53	2522.53
0+180"	0+180'	00 00								
	0+200'	270 00	00 00		2.582					2521.45
0+220'	0+180'	00 00	04 00	1.711	1.51	1.309	40.20	40.00	2.79	2522.53
E = 1.51	0+220"	270 00	00 10	1.892	1.51	1.128	76.40	76.40	0.22	2519.96
0+220"	0+220'	00 00								
E = 1.54	0+220	00 00	00 00		1.460			4.91		2520.03
0+220	0+220"	00 00								
E = 1.48	PI - 1	270 00	00 00		1.758					2519.75
PI - 1	0+220	00 00								
E = 1.45	0+240	160 57	00 00		1.444					2519.76
	0+260	160 57	00 00		1.327					2519.37
	0+280	160 57	00 00		2.261					2518.94
0+280	PI - 1	00 00								
E = 1.43	0+300	180 00	19 38	1.558	1.44	1.322	23.60	20.00	17.46	2526.40
	0+320	180 00	22 20	2.965	2.73	2.495	47.00	40.00	15.22	2534.15
0+320	0+418.75	00° 00'								
E = 1.55	0+340	180 00	02° 25'	1.95	1.55	1.45	20.00	19.96	0.84	2539.34
	0+380	00 00	00 00		2.30					2538.35
	0+400	00 00	00 00		1.731					2536.92
	0+420	00 00	-03 11	1.853	1.55	1.247	60.60	60.41	-1.36	2535.74

REGISTRO DE CAMPO

CIA: ARENERA ARCON  
 UBICACION: BANCO-CAMINO STA.FE-CONTADERO  
 OBRA: TRAZO DE EJES AUXILIARES

TRAMO: 0+040 - 0+500  
 HOJA: 2 DE 3

FECHA:

EST.	P.V.	↖	∅	Hs	Hm	Hi	DI	DM	DN	COTA
0+418.75	0+360	00 00								
$\kappa=1.42$	R	180 00	-26 31	1.499	1.42	1.341	15.90	12.65	-6.31	2529.25
	R	0+418.75	00 00							
$\kappa=1.49$	O	180 00	-45 24				27.30	19.16	-19.44	2509.81
	P	180 00								
	Q	180 00								
	O	P	00 00							
$\kappa=1.33$	0+440	180 00	08 08	2.055	2.00	1.945	11.00	10.72	0.87	2510.68
	0+460	00 00	00 00		0.465					2510.68
	Q	O	00 00	-30 22			14.40	12.42	-7.28	2509.81
$\kappa=1.46$										
0+640'	0+640	00 00						1.755		
	S	270 00						149.40		
	T	270 00								
	S	0+640'	00 00							
$\kappa=1.00$	S'	90 00	00 00		3.392			19.97		2530.68
	0+490	180 00	00 00		1.825			0.60		2532.25
	S'	S	00 00							
$\kappa=1.70$	0+480	270 00	00 00		1.60			10.60		2530.78
B(0+570')	C	00° 00'								
$\kappa=1.32$	0+520'	90 00	-01° 40'	0.85	0.60	0.35	50.00	49.96	-0.73	2492.36
	0+500'	90 00	00 00		1.69					2492.72
0+500'	B(0+570')	00 00								
$\kappa=1.30$	0+500''	270 00	07 08	0.315	0.60	0.885	57.00	52.12	7.72	2500.44
	0+500'''	270 00								
	0+480'	180 00	00 00		3.952			20.00		2490.07
	0+460'	180 00	00 00		2.155			40.00		2491.86
	0+440'	180 00	00 00		2.199			60.00		2491.82
	0+420'	180 00	00 00		2.011			80.00		2492.01
0+420''	0+420'	00 00								
$\kappa=1.48$	0+400'	270 00	02 10	0.700	0.600	0.500	20.00	19.97	1.63	2492.86

REGISTRO DE CAMPO

CIA: ARENERA ARCON  
 UBICACION: BANCO-CAMINO STA.FE-CONTADERO  
 OBRA: TRAZO DE EJES AUXILIARES

TRAMO: 0+040 - 0+500  
 HOJA: 3 DE 3

FECHA:

EST.	P V	↔	↓	HS	HM	HI	DI	DM	DN	COTA
	0+380'	270 00	02 12	0.701	0.50	0.299	40.20	19.97	1.63	2493.75
	0+385'	270 00	03 11	0.673	0.50	0.325	35.00	34.95	2.31	2493.54
0+385'	0+420''	00 00								
$\pi = 1.34$	0+385''	270 00	12 49	1.123	1.25	1.078	34.40	30.32	10.59	2504.13
	0+385''	270 00								
	0+385.	00 00	00 00		1.048			4.76		2493.83
0+385.	0+385'	00 00								
$\pi = 1.50$	0+360	270 00	00 00		1.04			25.00		2494.20
0+360	0+385.	00 00	00 00		1.788			25.00		2493.33
$\pi = 1.33$	0+360'	00 00	00 00		0.762			8.97		2494.86
0+360'	0+360	00 00								
	0+340	270 00						00.00		
	0+320	270 00						30.00		
0+330	0+360'	00 00	00 00		0.707					2494.86
$\pi = 1.41$	0+340'	00 00	00 00		1.612			10.00		2493.35
	0+330'	00 00	00 00		1.361			8.438		2494.20
0+330'	0+330	00 00								
	0+320	270 00	00 00		1.634			10.00		2493.31
	0+300	270 00	00 00		1.303			20.00		2494.34
	0+280	270 00	00 00		0.891			50.00		2494.65
	0+270	270 00	00 00		0.453			60.00		2494.49
	0+260	270 00	00 40	0.85	0.50	0.15	70.00	70.00	1.65	2495.85

REGISTRO DE CAMPO

CIA: ARENERA LA ESTRELLA  
 UBICACION: BANCO-CAMINO STA.FE-CONTADERO  
 OBRA: TRAZO DE EJES AUXILIARES

TRAMO: 0+060 - 0+360  
 HOJA: 1 DE 1  
 FECHA:

EST.	P.V.	α	φ	Hs	Hm	HI	DI	DN	DN	COTA
G	H	00° 00'								
K=1.45	M	270 00	00° 00'		0.801			27.31		2475.229
M	G	00 00								
K=1.40	0+135'294	270 00	-00 47	18.28	1.40	0.982	84.60	84.58	-1.15	2474.379
0+135'294	M	00 00								
K=1.49	0+120'	90 00	00 00		0.436					2475.13
	0+100'	90 00	04 33	1.668	1.49	1.302	36.60	36.37	2.89	2476.36
	0+080'	90 00	05 47	1.770	1.49	1.210	56.00	55.43	5.51	2479.53
	0+060'	90 00	06 26	1.879	1.49	1.101	77.80	75.82	8.56	2482.73
	0+140'	270 00	00 00		1.759					2473.31
	0+160'	270 00	00 00		3.328					2472.24
	0+180'	270 00	-04 23	1.716	1.49	1.254	45.20	44.93	-3.44	2470.64
	0+200'	270 00	-04 33	1.816	1.49	1.164	65.20	64.79	-5.15	2468.99
	0+220'	270 00	-04 40	1.916	1.49	1.064	85.20	84.64	-6.91	2467.17
0+220'	0+135'294	90 00								
K=1.53	PI - 1'	180 00	00 00		3.640					2455.06
PI - 1'	0+135.294	00 00								
K=1.51	0+240'	160 57	00 00		2.641					2463.93
	0+260'	160 57	-04 45	1.677	1.51	1.343	33.40	33.17	-2.76	2462.30
	0+280'	160 57	-05 04	1.775	1.51	1.245	53.00	52.59	-4.66	2460.40
	0+300'	160 57	-04 51	1.879	1.51	1.141	73.80	73.27	-6.22	2458.84
	0+320'	160 57	-04 45	1.935	1.51	1.085	85.00	84.42	-7.01	2455.35
	0+340'	160 57	-05 15	2.080	1.51	0.950	113.00	112.03	-10.29	2454.77

Habiendo trazado y nivelado los ejes auxiliares del tramo en cuestión, se procedió al levantamiento de las secciones transversales, utilizando el método de perfil, mismo que se explicó en el inciso anterior. El equipo que se utilizó para este trabajo, fué un alfilerómetro, dos estadales y una cinta de lienzo de 50 mts.

Una vez efectuados los cálculos correspondientes en los registros de campo, y habiendo obtenido tanto las distancias de los ejes auxiliares al eje principal, así como las cotas de cada uno de los puntos de quiebre de las secciones transversales levantadas, se procedió a vaciar estos datos en las secciones de terreno natural, las cuales se dibujaron previamente, mismas que se anexan a continuación.

Por otra parte, también se anexan los registros de las secciones transversales ya calculadas.

Las secciones arriba mencionadas, se utilizaron posteriormente para calcular los volúmenes, resultado del avance de la explotación del Banco-Camino, tal y como se verá en el Capítulo siguiente:

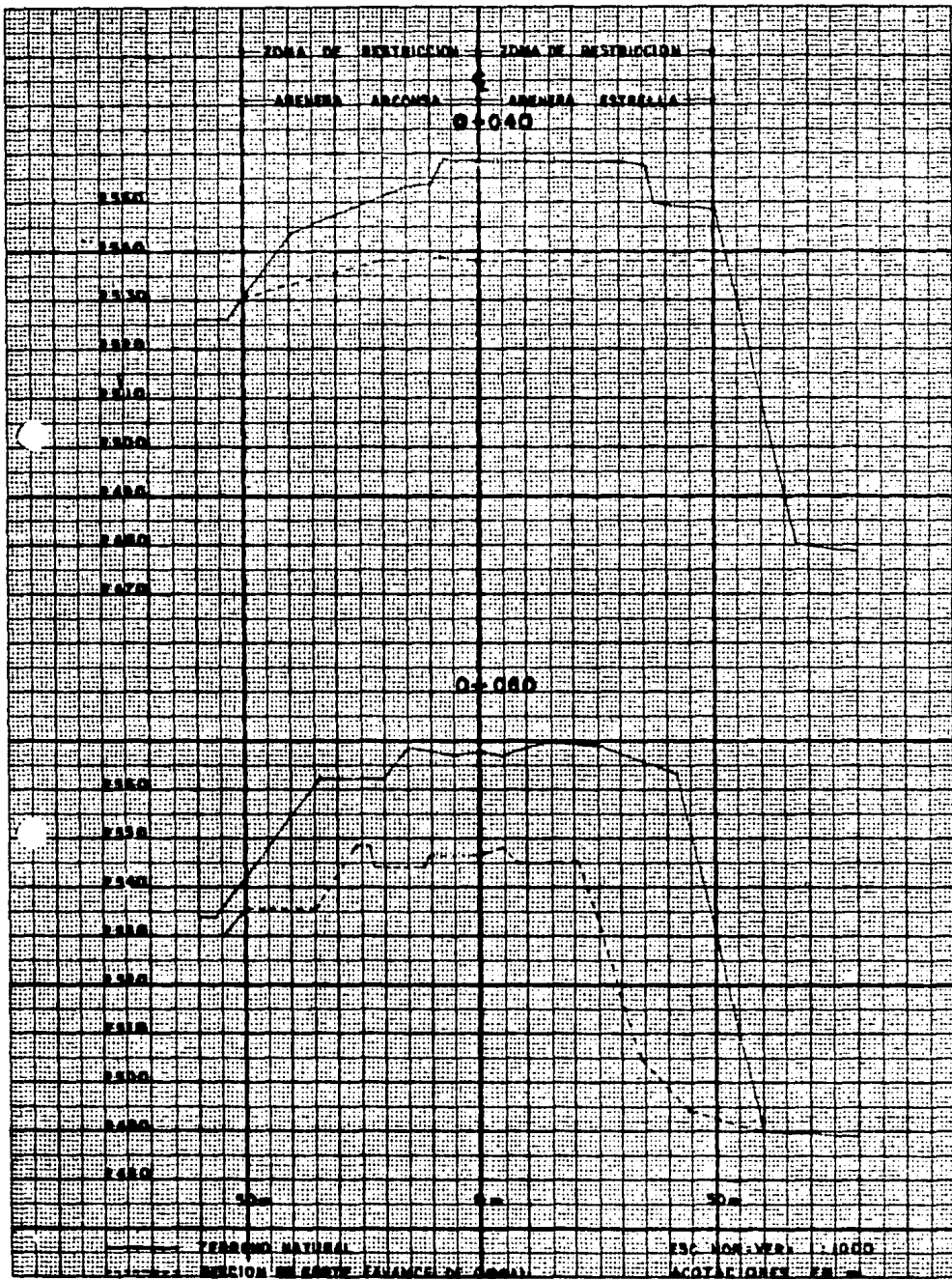


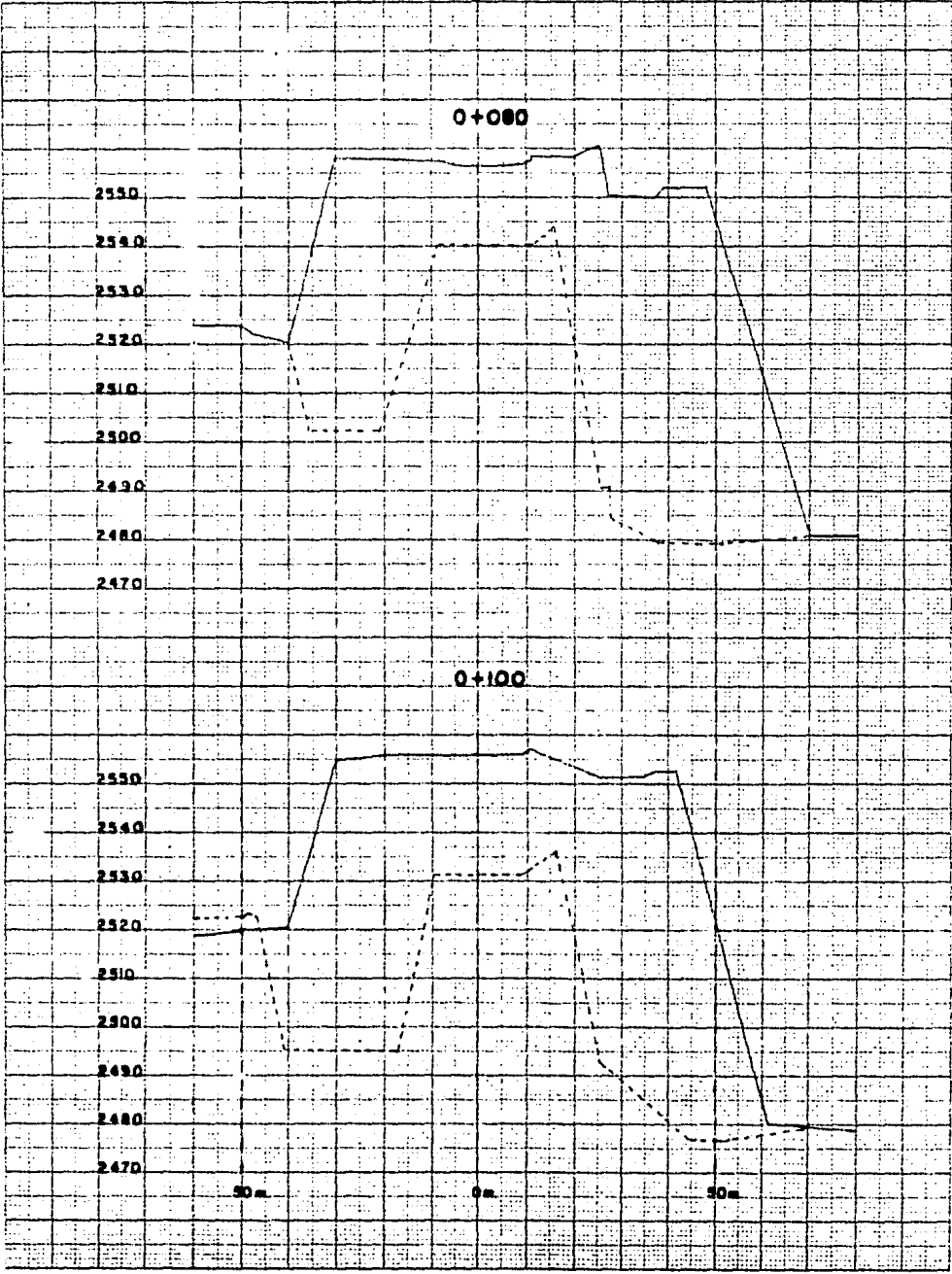


5

<u>60.00</u>	<u>40.00</u>	<u>34.00</u>	<u>10.50</u>	<u>5.00</u>	<u>0.44</u>	<u>7.40</u>	<u>17.80</u>	<u>23.00</u>	<u>34.60</u>	<u>70.00</u>
482	482	482	534	534.35	2534.40	534.60	534.05	531.10	530.20	615.10
<u>60.00</u>	<u>35.00</u>	<u>25.00</u>	<u>8.00</u>	<u>4.50</u>	<u>0.48</u>	<u>7.40</u>	<u>14.00</u>	<u>30.10</u>	<u>55.00</u>	
465.30	465.90	465.90	532	532.90	2532.99	533.00	532.00	531.88	531.60	
<u>60.00</u>	<u>35.50</u>	<u>25.50</u>	<u>9.50</u>	<u>4.50</u>	<u>0.50</u>	<u>8.10</u>	<u>19.90</u>	<u>32.20</u>	<u>44.10</u>	<u>52.10</u>
486	487	487	531	531.50	2531.54	531.40	530.05	533	533	623.50







0+120

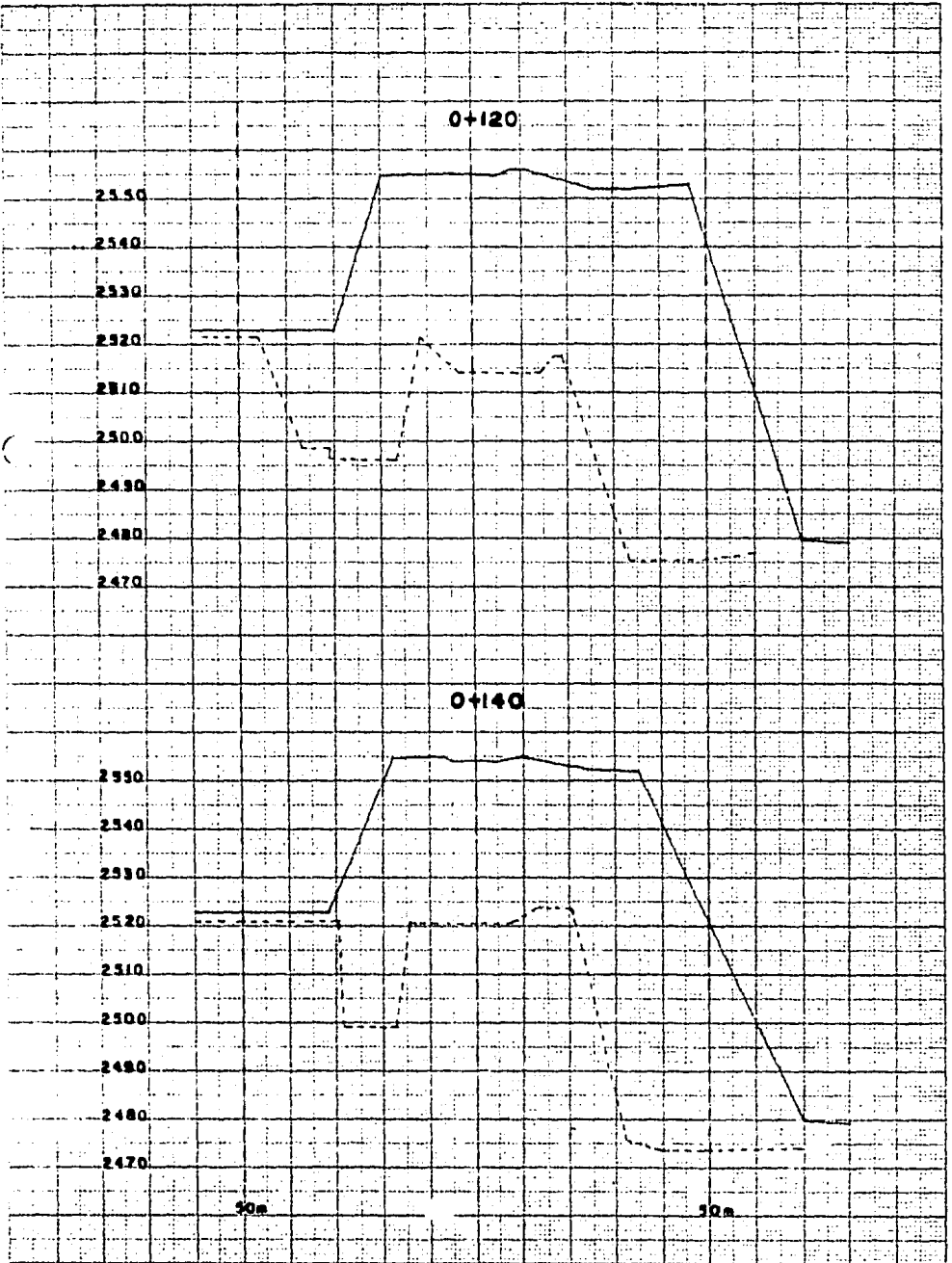
2550  
2540  
2530  
2520  
2510  
2500  
2490  
2480  
2470

0+140

2530  
2520  
2510  
2500  
2490  
2480  
2470

50m

10m



0+100

2550

2540

2530

2520

2510

2500

2490

2480

2470

0+100

2580

2560

2550

2520

2510

2500

2490

2480

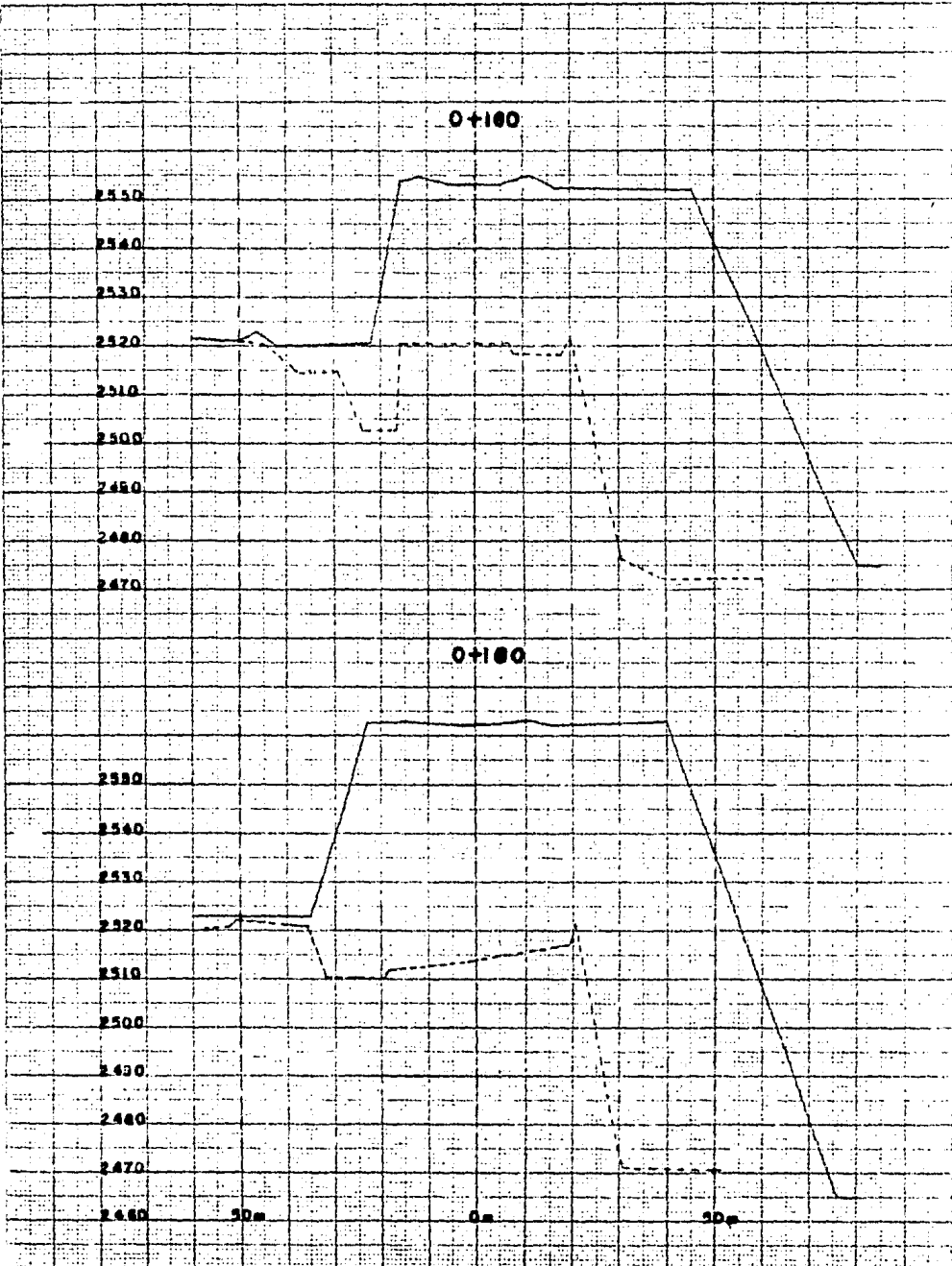
2470

2460

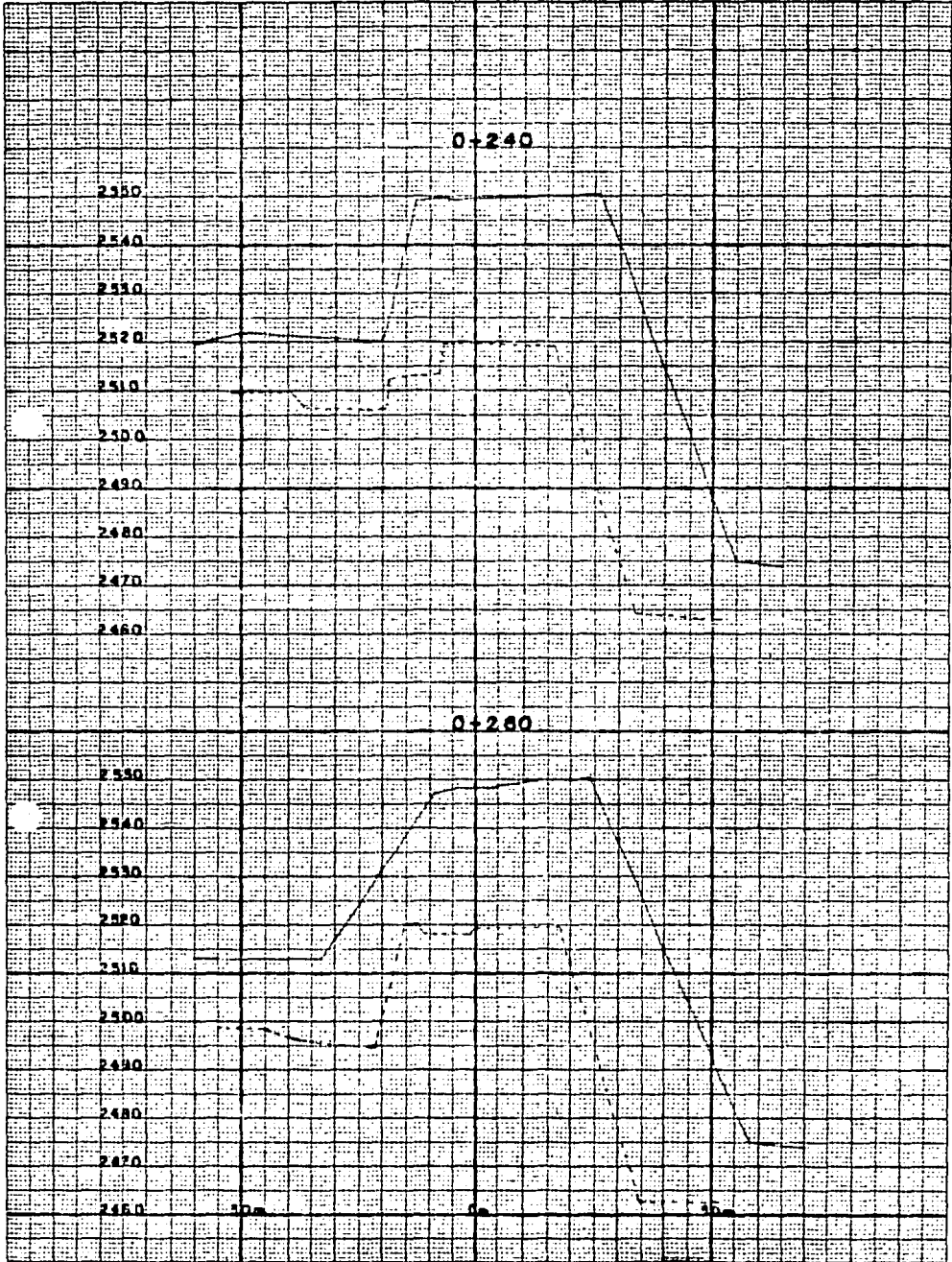
50m

0m

50m







0+280

2540

2530

2520

2510

2500

2490

2480

2470

2460

0+300

2540

2530

2520

2510

2500

2490

2480

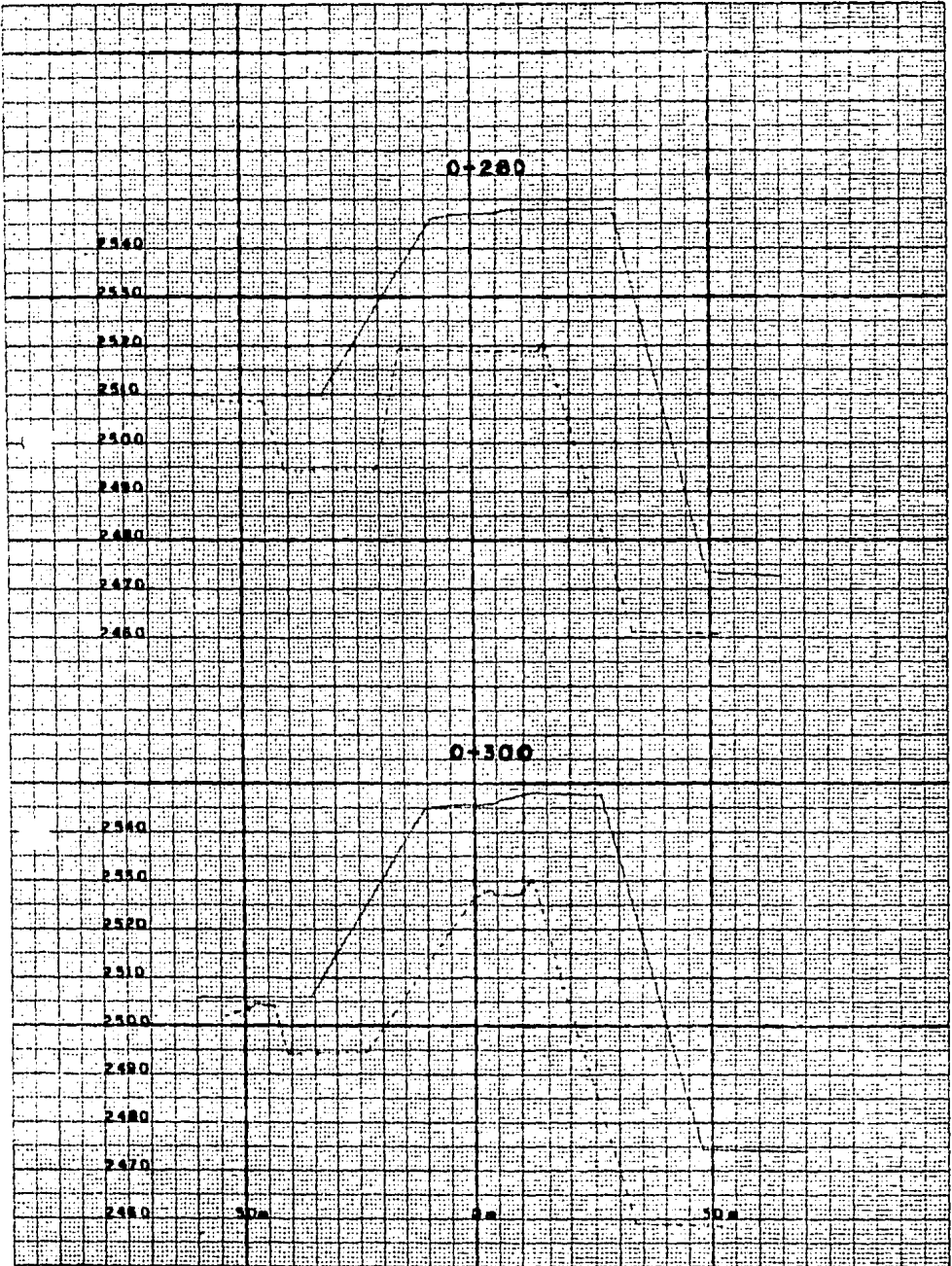
2470

2460

50m

100m

50m



0+320

2540

2530

2520

2510

2500

2490

2480

2470

0+340

2540

2530

2520

2510

2500

2490

2480

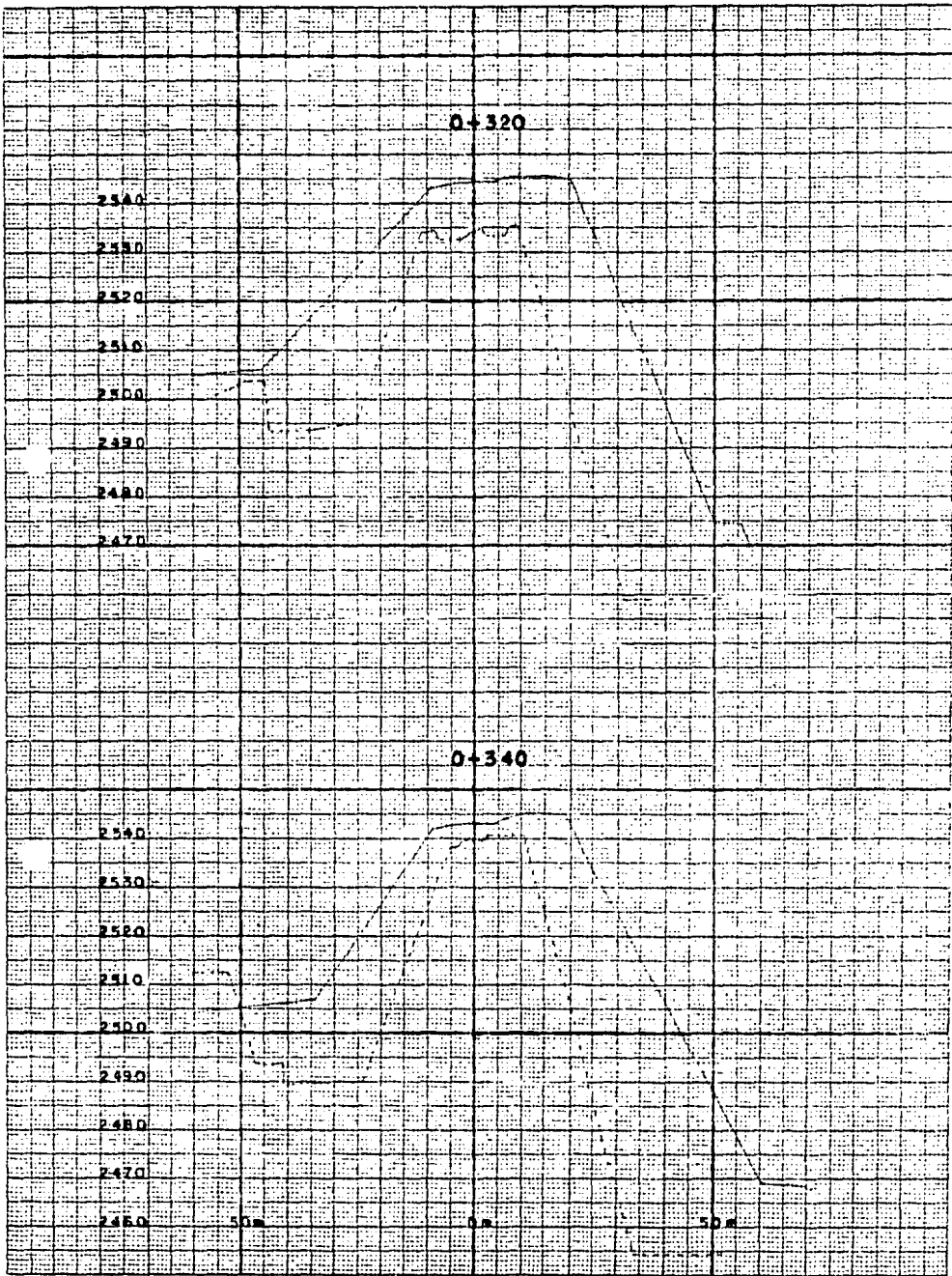
2470

2460

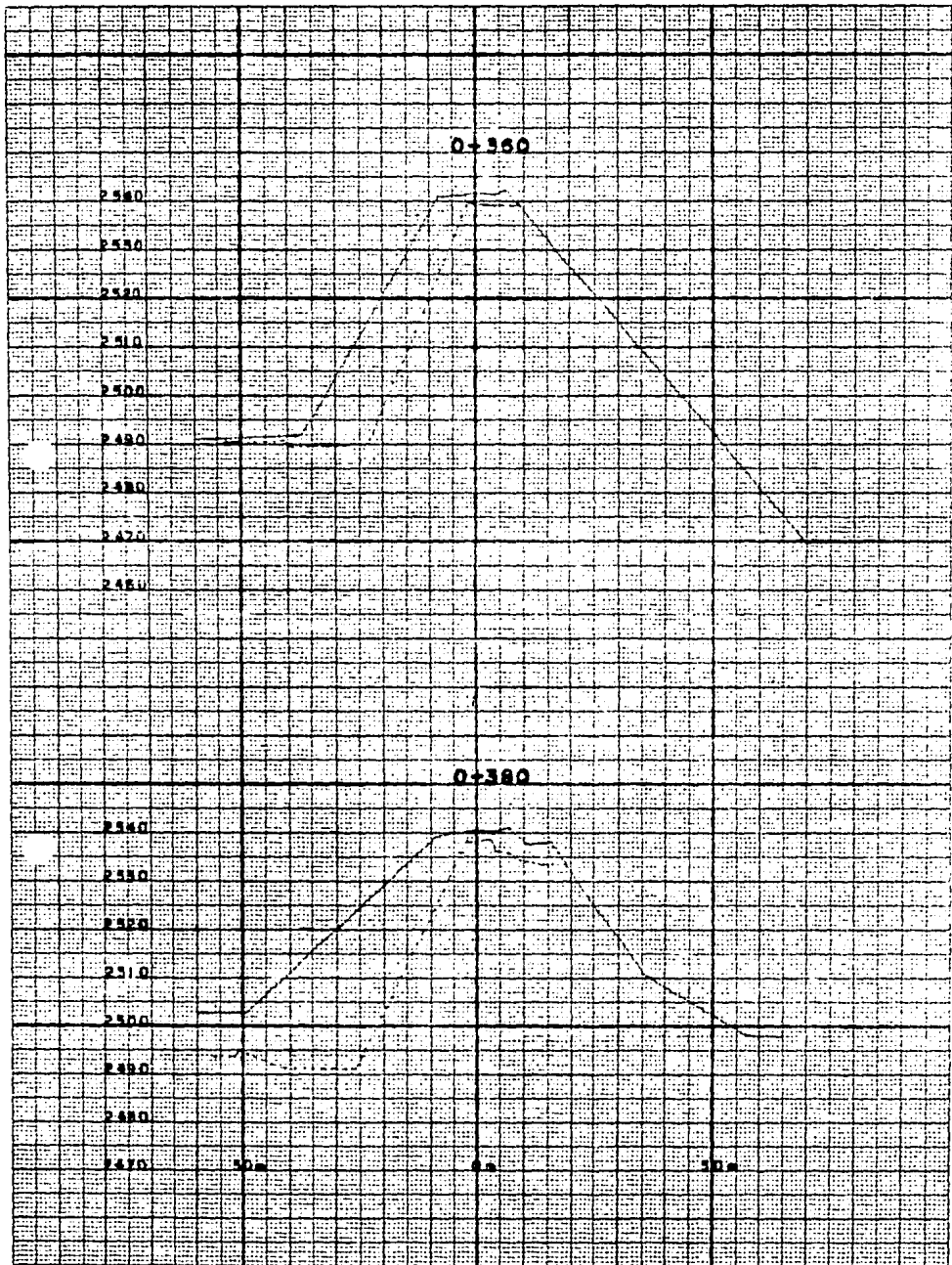
50m

0m

50m







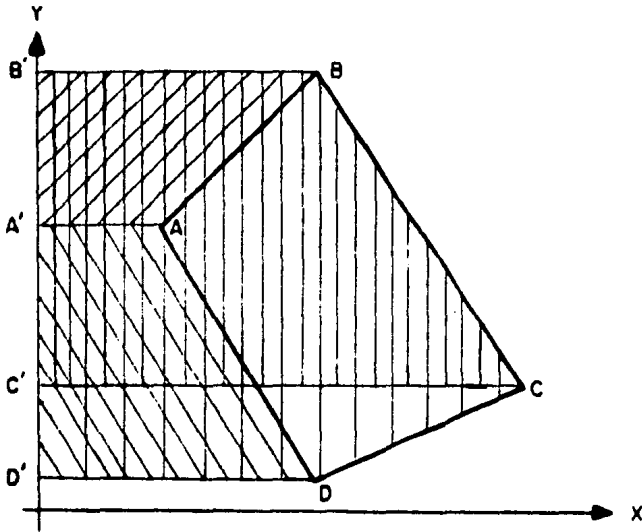


FIG. N° 12.

DEDUCCION DE LA FORMULA GENERAL.

De la figura anterior, el área del polígono ABCD, es igual a la suma del área de los trapecios B'BCC' y C'CDD', menos la suma de las áreas de los trapecios BAA'B' y ADD'A'.

$$\text{AREA} = S = B'BCC' + CDD'C' - (BAA'B' + ADD'A')$$

$$S = 1/2 (BB' + CC') (B'C') + 1/2 (CC' + DD') (C'D') - 1/2 (BB' + AA') (A'B') - 1/2 (AA' + DD') (D'A')$$

Substituyendo valores en coordenadas:

$$2S = (XB + XC) (YB - YC) + (XC + XD) (YC - YD) - (XB + XA) (YB - YA) - (XA + XD) (YA - YD)$$

Efectuando operaciones y simplificando, se tiene:

$$2S = XB YC + XC YB - XC YD + XD YC + XB YA \\ - XA YB + XA YD - XD YA$$

Factorizando:

$$2S = YA (XB - XD) + YB (XC - XA) + YC (XD - XB) + YD (XA - XC)$$

Generalizando:

$$2S = YI (X2 - XN) + Y2 (X3 - XI) + Y3 (X4 - X2) + \dots + YN (XI - XN-1)$$

Donde: XI = distancia horizontal de un punto I en la sección transversal desde el centro de línea de la sección.

YI = elevación de un punto I en la sección transversal.

La fórmula anterior, es la fórmula general utilizada en el programa del módulo para calcular el área de las secciones. Por otra parte, este método es aplicable al cálculo del área de una sección de cualquier tamaño; sólo es necesario considerar los signos algebraicos de las coordenadas. Además, este método es útil cuando las áreas de las secciones se calculan con ayuda de una computadora, como es el presente caso. De no ser así, el método puede resultar laborioso y poco práctico.

Los datos que se requieren, son únicamente las coordenadas (X, Y) de los puntos que integran la sección, las cuales son introducidas a la calculadora, mediante las instrucciones correspondientes, que se explican en el siguiente inciso (III. 3), dando como resultado del cálculo, el valor del área de la sección. Estos valores (datos y resultados), fueron automáticamente impresos en una tira de papel térmico por la impresora PC-100A, auxiliar de la calculadora TI-58C, la que se encontraba ensamblada a la impresora, en el momento de introducir los datos.

Por haberse efectuado en forma simultánea, ya que así lo requiere el programa del módulo, igualmente en el siguiente inciso (III. 3), se explica el procedimiento completo de cálculo. Además, en ese mismo inciso se muestran los resultados del cálculo de las áreas de las secciones transversales del tramo considerado.

En la siguiente Tabla, se muestran los valores de las coordenadas de los puntos de quiebre de cada una de las secciones transversales, correspondientes al tramo considerado, mismas que sirvieron de apoyo para calcular las áreas de las secciones.

BANCO CAMINO SANTA FE-CONTADERO  
SECCIONES TRANSVERSALES

COORDENADAS PARA CALCULO DE AREA Y VOLUMENES  
TRAMO 0+040 - 0+500

Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
ESTACION	0 + 040	2525.65	- 34.91	ESTACION	0 + 100	2514.31	0,0	ESTACION	0 + 160	2517.20	19.66	ESTACION	0 + 220
2558.57	0,0	2525.70	- 50,00	2555.93	0,0	2514.31	- 3.22	2553.25	0,0	2514,00	0,0	2550.57	0,0
2558.40	4.60	2552.10	- 34,00	2555.90	4.80	2521.67	- 11.39	2553.15	4.50	2513.45	- 2.76	2550.60	4.20
2560.00	23.60	2552.10	- 20,00	2556.20	9,00	2496.23	- 16,40	2555.00	11,00	2511.95	- 18.06	2551.30	10,80
2557.60	36,00	2558.80	- 15,00	2557.00	11,00	2496.23	- 30,80	2552.60	16,80	2510.20	- 19,06	2552.70	16,00
2550.00	37,00	2557.66	- 7.50	2551.40	25,00	2498.23	- 30,80	2552.00	45,00	2510.20	- 31.81	2552.25	35,70
2549.00	50,00	2557.69	- 4.60	2551.40	34,40	2498.23	- 36,40	2541.00	50,00	2520.80	- 35.51	2512.50	50,00
2538.00	50,00			2552.60	36,60	2521.73	- 45.91	2472.51	50,00	2522.00	- 50,00	2467.00	50,00
2534.05	33,50			2552.80	41,60	2521.73	- 50,00	2472.51	38,35	2523.00	- 50,00	2468.07	32,45
2534.05	9.50	ESTACION	0 + 080	2551.50	50,00	2521.00	- 50,00	2476.16	30,63	2524.00	- 35,80	2520.85	19,97
2533.00	0,0	2556.80	5,00	2476.80	50,00	2523.00	- 30,00	2521.65	20,00	2552.80	- 23,00	2519.25	16,77
2538.81	- 7.23	2557.00	9,20	2476.89	44,30	2554.90	- 20,00	2518.35	17,98	2553.00	- 15,00	2519.25	0,0
2538.22	-20.93	2557.60	11,00	2492.68	25,51	2555.05	- 4.80	2518.35	7,51	2552.40	- 4.70	2519.25	- 3.58
2530.46	-50,00	2558.40	11,00	2495.13	16,80			2520.65	6,51			2513.18	- 8.32
2544.00	-39,00	2558.40	20,00	2531.47	9,41	ESTACION	0 + 140	2520.65	0,0	ESTACION	0 + 200	2513.18	- 19.52
2553.00	-15,00	2560.00	23,00	2531.47	0,0	2554.14	0,0	2520.65	- 15.14	2551.51	0,0	2508.04	- 21.39
2553.50	- 9.50	2560.50	25,00	2531.47	- 8.54	2554.00	4,60	2502.80	- 16.72	2551.40	4,45	2508.04	- 48.20
2559.00	- 7,00	2550.60	26,80	2536.33	-16.11	2555.00	9,80	2502.80	- 23.72	2551.80	10,60	2511.20	- 50,00
2558.50	- 4.50	2550.00	37,00	2536.33	-41,00	2552.60	23,00	2514.02	- 28.95	2552.60	19,20	2521.00	- 50,00
		2552.00	39,00	2520.00	-48,00	2552.00	35,00	2514.82	- 37.75	2553.00	37,00	2520.40	- 21,00
ESTACION	0 + 060	2552.00	48,00	2520.50	-40,00	2521.50	60,00	2520.00	- 43.41	2528.58	50,00	2550.00	- 11,00
2557.71	0,0	2545.00	50,00	2555.00	-30,00	2474.00	50,00	2521.20	- 50,00	2468.90	50,00	2550.80	- 6,00
2557.72	4.60	2479.89	50,00	2556.00	-20,00	2473.96	39,13	2523.00	- 46,00	2469.36	41,85	2550.45	- 4.35
2559.50	13,00	2479.89	37,95	2555.90	- 4.80	2476.64	32,13	2520.00	- 41,60	2474.21	33,68		
2559.00	24,00	2454.53	27,76			2523.83	20,50	2520.80	- 22,00	2520.34	17,86	ESTACION	0 + 240
2553.40	42,00	2430.78	27,76	ESTACION	0 + 120	2523.83	12,55	2554.00	- 15,60	2516.34	16,86	2549.55	0,0
2520.60	50,00	2490.78	25,76	2555.00	0,0	2520.66	7,89	2554.00	- 7,00	2516.34	11,14	2549.45	4,30
2482.90	50,00	2544.14	15.23	2554.90	4,80	2520.66	0,0	2553.15	- 4.55	2508.70	2,93	2550.00	9,80
2484.90	43,59	2540.14	11,23	2556.00	8,00	2520.66	- 14.22			2508.50	0,0	2550.60	26,00
2494.00	33,99	2540.14	0,0	2556.00	11,00	2499.02	- 17.43	ESTACION	0 + 180	2507.70	- 12.37	2487.50	50,00
2515.54	20.91	2540.14	- 8.77	2552.00	25,80	2499.02	- 28.63	2552.46	0,0	2507.70	- 37.37	2463.00	50,00
2535.51	7,91	2502.28	-20.17	2552.00	34,80	2521.08	- 29.63	2552.45	4.70	2518.54	- 42.84	2464.74	34,55
2538.14	4.76	2502.28	-35.77	2552.80	48,00	2521.08	- 50,00	2553.80	11,00	2518.54	- 50,00	2519.49	16,77
2538.34	0,0	2520.81	-39.81	2541.90	50,00	2523.00	- 50,00	2552.40	16,00	2521.00	- 50,00	2519.76	0,0
2536.34	-10,49	2520.80	-40,00	2475.90	50,00	2523.00	- 32,00	2553.00	40,00	2519.20	- 20,00	2519.88	- 7,25
2534.44	-11.29	2554.40	-30,00	2475.14	33,90	2554.50	- 18,00	2536.00	50,00	2551.00	- 16.40	2513.48	- 7,75
2534.44	-22.34	2557.20	- 7,00	2517.34	18,93	2555.00	- 7,00	2470.64	50,00	2551.60	- 6,60	2512.45	- 18,75
2538.44	-23.34	2556.80	- 5,00	2517.34	17,43	2554.00	- 4.60	2471.15	30,98	2551.25	- 4,60	2506.45	- 19,25
2538.44	-26.34			2514.31	14,90			2521.20	20,66			2506.45	- 36,68

BANCO CAMINO SANTA FE-CONTADENO  
SECCIONES TRANSVERSALES

COORDENADAS PARA CALCULO DE AREA Y VOLUMENES  
TRAMO 0+040 - 0+500

2575.95	2519.17	- 15.25	2545.10	6.43	2539.64	1.76	2511.00	35.20	2535.74	8.61	2510.30	0.0
2595.95	2494.67	- 20.76	2545.25	14.40	2439.94	- 2.41	2533.98	18.80	2535.74	1.76	2507.70	-10.94
2421.00	2434.65	- 41.41	2545.20	20.00	2536.24	- 2.91	2533.23	13.91	2535.00	0.0	2489.05	-20.53
2320.00	2451.94	- 46.04	2544.20	50.00	2538.24	- 5.41	2534.54	8.41	2534.97	- 2.00	2489.15	-30.90
2445.94	2504.94	- 50.03	2451.20	59.00	2493.00	-34.00	2535.62	7.71	2469.00	-20.00	2534.00	-10.50
2442.97	2510.00	- 32.30	2451.79	31.45	2484.95	-40.75	2536.62	4.01	2469.90	-32.50	2534.35	- 5.00
2442.45	2510.00	- 32.30	2535.01	9.55	2484.95	-42.75	2538.28	3.61	2536.10	- 9.00	ESTACION	0+480
ESTACION	0+480	- 4.50	2531.61	6.40	2493.95	-46.89	2538.35	0.0	ESTACION	0+440	2532.99	0.0
2549.55	2545.81	0.300	2534.81	2.20	2504.00	-50.03	2536.35	- 2.00	ESTACION	0+440	2531.00	3.95
2549.00	2545.81	0.0	2534.81	1.50	2506.95	-34.00	2491.60	- 41.69	2534.80	4.10	4532.60	14.00
2549.00	2545.81	4.60	2542.66	- 2.98	2542.00	- 9.00	2494.80	- 50.00	2538.05	7.15	2531.90	30.00
2549.50	2546.60	6.20	2542.66	- 7.13	2543.00	- 4.10	2502.80	- 50.00	2540.10	10.20	2530.81	26.62
2462.50	2544.10	12.00	2534.66	- 8.13	ESTACION	0+360	2502.98	- 49.68	2540.10	24.10	2530.78	30.62
2462.50	2547.60	26.20	2534.66	-11.36	ESTACION	0+360	2502.98	- 49.68	2539.95	30.30	2531.43	13.22
2462.50	2547.60	48.00	2495.00	-25.00	2511.68	0.0	2500.13	- 5.00	2517.20	50.00	2531.53	8.72
2519.37	2474.50	50.00	2494.08	-31.36	2481.20	4.10	ESTACION	0+400	2510.25	50.00	2512.61	1.66
2518.02	2458.50	50.00	2493.91	-43.43	2542.25	6.40	ESTACION	0+400	2512.49	22.00	2512.61	0.0
2518.01	2459.22	33.05	2503.45	-45.28	2539.03	8.86	2533.86	0.0	2510.08	1.76	2512.61	- 7.02
2525.01	2536.60	11.90	2503.45	-46.08	2539.10	1.78	2538.80	4.10	2510.55	0.0	2487.58	-20.56
2520.61	2527.10	9.40	2503.00	-50.00	2539.40	0.0	2539.40	6.90	2510.19	-15.00	2488.20	-34.80
2424.76	2527.10	4.80	2505.60	-50.00	2537.84	- 1.24	2536.80	6.40	2490.34	-20.45	2532.00	- 6.80
2435.65	2528.30	3.50	2506.12	-45.50	2490.60	-23.00	2536.80	1.76	2490.34	-31.80	2532.90	- 4.50
2439.30	2528.40	0.0	2543.10	- 9.00	2499.76	-11.97	2506.00	0.0	2490.34	-12.00	ESTACION	0+500
2439.30	2544.28	- 23.11	2543.37	- 4.20	2489.76	-39.97	2535.40	- 2.00	2535.85	- 5.00	ESTACION	0+500
2405.86	2494.21	- 40.91	ESTACION	0+340	2490.76	-41.97	2480.80	- 24.98	ESTACION	0+480	2531.10	- 2.00
ESTACION	0+360	- 42.95	2543.14	0.0	2491.20	-50.00	2480.90	- 50.00	ESTACION	0+480	2490.00	- 8.06
2527.10	2524.71	- 42.65	2543.14	4.06	2491.30	-50.00	2484.23	50.00	2510.12	0.0	2490.12	-16.66
2527.10	2501.71	- 49.15	2543.00	4.06	2491.95	-37.00	2495.03	- 36.58	2534.40	4.05	2487.43	-19.61
2527.65	2506.20	- 50.00	2543.00	6.20	2541.00	- 8.00	2538.13	- 8.25	2534.60	7.40	2487.68	-34.06
2542.10	2566.00	- 36.50	2545.10	12.10	2541.30	- 4.50	2538.75	- 5.00	2534.05	17.80	2531.00	9.30
2473.50	2545.00	- 10.50	2489.60	50.00	ESTACION	0+380	ESTACION	0+420	2511.10	23.00	ESTACION	0+480
2460.70	2545.75	- 4.20	2454.50	50.00	2500.30	0.0	ESTACION	0+420	2500.20	34.60	ESTACION	0+480
2461.08	2545.75	- 4.20	2454.49	33.45	2540.20	4.00	2537.37	0.0	2527.80	40.50	ESTACION	0+480
2420.95	ESTACION	0+320	2540.72	10.24	2541.60	7.10	2537.60	6.50	2527.74	31.99	ESTACION	0+480
2418.95	ESTACION	0+320	2540.72	10.24	2541.60	7.10	2537.60	6.50	2515.18	17.76	ESTACION	0+480
2516.94	ESTACION	0+320	2540.72	10.24	2541.60	7.10	2537.60	6.50	2514.89	3.76	ESTACION	0+480
ESTACION	0+320	4.60	2539.84	2.24	2538.10	15.20	2527.00	30.00	2510.65	1.78	ESTACION	0+480

### III. 3.- CUBICACION.

El cálculo de volúmenes en el presente trabajo, se llevó a cabo simultáneamente con el cálculo de áreas, utilizando igualmente la calculadora Texas Instrument 58C y el programa Núm. 22 (MOVIMIENTO DE TERRACERIAS DEL MODULO DE TOPOGRAFIA), que además de calcular las áreas de las secciones, también calcula el volumen contenido entre éstas. A continuación se describe el procedimiento y las fórmulas que utiliza el programa del módulo para calcular y obtener los resultados de áreas y volúmenes, entre sección y sección, utilizando como ya se dijo anteriormente, las coordenadas (X, Y) de los puntos de quiebre de cada una de las secciones del Banco-Camino, en el tramo considerado.

El volumen de material comprendido entre dos secciones contiguas, se calculó utilizando la fórmula de las áreas medias. es decir, tomando el promedio de las áreas de dichas secciones y multiplicándolas por la distancia que hay entre ellas. Su fórmula es la siguiente:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} L$$

En donde:

- A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>: Areas de las secciones transversales.
- L: Distancia entre sección
- V: Volumen entre secciones.

Como la separación entre secciones fué de 20 m., el volumen en este caso fué:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \times 20$$

Cuando se trató de secciones intermedias, motivadas por accidentes notables en el terreno, se empleó la fórmula general citada anteriormente.

El método anterior se deriva del que se utiliza en el trazo de proyectos para carreteras, en donde se hacen tradicionalmente secciones a cada 20 m., aunque se pueden hacer variables a conveniencia.

A continuación se describe el programa Núm. 22, Movimiento de Terracerías del Módulo de Topografía y el procedimiento que utiliza, la calculadora TI-58C al elaborar el programa para el cálculo de áreas y volúmenes en la explotación del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, en el tramo considerado.

En un proyecto de ingeniería, este programa calcula el volumen de material por excavar o embancarse.

Para cada estación de sección, son introducidos a la calculadora los siguientes datos: la elevación (Y) y la distancia (X), desde el centro de la línea para cada punto de quiebre de la sección y el intervalo desde la estación anterior. Con estos datos la calculadora inicia su proceso de cálculo del área final, del volumen incrementado y del volumen acumulado. Por otra parte, estos valores fueron impresos automáticamente junto con las coordenadas por la unidad impresora PC-100A, auxiliar de la calculadora TI-58C.

En el siguiente cuadro se muestra la secuencia de cómo se introdujeron los datos a la calculadora, para la obtención de los resultados del cálculo de áreas y volúmenes explotados, que fué el objetivo del presente trabajo.



PROGRAMA SY-22 "MÓVIMIENTOS DE TERRACERIAS"

Instrucciones para el usuario.

PASO	PROCEDIMIENTO	INTRODUCIR	OPRIMIR	VISUALIZACION EN PANTALLA
1	Selección del Programa		(2ND)(PCM) 22	
2	Inicia		(2ND)(E' )	1
	Para cada punto			
3a	Introducir elevación	Elevación	(A)	Elevación *
3b	Introducir distancia desde el centro de línea	Distancia	(B)	Distancia *
	Para cada estación			
4	Registrar intervalo desde la Estación anterior (cero para la 1ª estación)	Intervalo	(C)	Intervalo *
5	Calcula		(D)	Núm. de próxima estación *
	Resultado en pantalla			
6	Area de la estación		(2ND)(A' )	Area de la estación *
7	Volumen de la estación		(2ND)(B' )	Volumen de la estación *
8	Volumen acumulado		(2ND)(C' )	Suma de volúmenes *
9	Núm. de la próxima estación		(2ND)(D' )	Núm. de la próxima estación *

\* Estos valores son automáticamente impresos si la calculadora está ensamblada a la impresora PC-100A

Como resultado final de este trabajo, se presentan a continuación los volúmenes obtenidos a través del proceso de cálculo, mismos que se ilustran mediante la impresión en la tira de papel térmico, proporcionada por la Unidad Impresora PC-100A, auxiliar de la calculadora TI-58C.

BAÑO CAMINO  
 STA FE CONTRADERO  
 MINA ARCONSA  
 TRAMO 0+040-0+500  
 ENEFO-MARZO 1983  
 CALCULO DE AREAS  
 Y VOLUMENES

ESTACION 0+040  
 2538.57  
 0.00  
 2558.40  
 4.60  
 2560.00  
 23.00  
 2557.60  
 36.00  
 2550.00  
 37.00  
 2549.00  
 50.00  
 2538.00  
 50.00  
 2538.05  
 33.50  
 2538.05  
 9.50  
 2538.00  
 0.00  
 0.00  
 2.00  
 AREA  
 918.16  
 VOLUMEN  
 0.00

ESTACION 0+061  
 2557.91  
 0.00  
 2557.72  
 4.60  
 2559.50  
 13.00  
 2559.00  
 24.00  
 2553.40  
 42.00

50.00  
 2482.90  
 50.00  
 2482.90  
 43.99  
 2494.90  
 33.99  
 2535.54  
 20.91  
 2535.54  
 7.91  
 2538.14  
 4.76  
 2536.34  
 0.00  
 20.00  
 3.00  
 AREA  
 1960.12  
 VOLUMEN  
 28782.79

ESTACION 0+080

2556.79  
 0.00  
 2556.80  
 5.00  
 2557.00  
 9.20  
 2557.60  
 11.00  
 2558.40  
 11.00  
 2558.40  
 20.00  
 2560.00  
 23.00  
 2560.50  
 25.00  
 2550.60  
 28.80  
 2550.50  
 37.00  
 2552.00  
 39.00  
 2552.00  
 48.00

ESTACION 0+100  
 2555.93  
 0.00  
 2555.90  
 4.80  
 2556.20  
 9.00  
 2557.00  
 11.00  
 2551.40  
 25.40  
 2551.40  
 34.40  
 2552.80  
 36.60  
 2552.80  
 41.60  
 2521.50  
 50.00  
 2476.80  
 50.00  
 2476.89  
 51.30

25.51  
 2495.13  
 16.80  
 2531.47  
 9.41  
 2531.47  
 0.00  
 20.00  
 5.00  
 AREA  
 2627.30  
 VOLUMEN  
 49960.08

ESTACION 0+120

2535.06  
 0.00  
 2554.90  
 4.60  
 2556.00  
 8.00  
 2556.00  
 11.00  
 2552.00  
 35.80  
 2552.00  
 34.80  
 2552.80  
 46.00  
 2541.50  
 50.00  
 2475.50  
 50.00  
 2475.14  
 33.90  
 2517.34  
 18.93  
 2517.34  
 17.43  
 2514.31  
 14.90  
 2514.31  
 0.00  
 20.00  
 6.00  
 AREA  
 28264.49

04557.50  
 ESTACION 0+140  
 2554.14  
 0.00  
 2554.00  
 4.60  
 2555.00  
 9.80  
 2552.60  
 23.00  
 2552.00  
 35.00  
 2521.50  
 50.00  
 2474.00  
 50.00  
 2473.96  
 39.13  
 2476.64  
 32.13  
 2523.83  
 20.50  
 2523.83  
 12.55  
 2520.66  
 7.88  
 2520.66  
 0.00  
 20.00  
 7.00  
 AREA  
 2418.00  
 VOLUMEN  
 52444.90  
 ESTACION 0+160  
 2553.25  
 0.00  
 2553.15  
 4.50  
 2555.00  
 11.00  
 2552.20  
 16.80  
 2552.00  
 45.00

50.00  
 2472.51  
 50.00  
 2472.51  
 38.35  
 2476.16  
 30.33  
 2521.65  
 20.00  
 2518.35  
 17.98  
 2518.35  
 7.51  
 2520.65  
 6.51  
 2520.65  
 0.00  
 20.00  
 8.00  
 AREA A  
 2753.86  
 VOLUMEN  
 51718.67  
 ESTACION 0+180  
 2552.38  
 0.00  
 2552.45  
 4.70  
 2553.80  
 11.00  
 2552.40  
 16.00  
 2553.00  
 40.00  
 2536.00  
 50.00  
 2474.64  
 50.00  
 2471.15  
 30.33  
 2521.20  
 20.60  
 2517.20  
 19.66  
 2514.00  
 0.00

10.80  
 2552.20  
 16.00  
 2552.25  
 35.20  
 2512.30  
 50.00  
 2467.00  
 50.00  
 2468.07  
 32.45  
 2520.85  
 19.97  
 2519.25  
 16.77  
 2519.25  
 0.00  
 20.00  
 11.00  
 AREA  
 2551.61  
 VOLUMEN  
 52827.64  
 ESTACION 0+240  
 2549.55  
 0.00  
 2549.45  
 4.30  
 2550.00  
 9.80  
 2550.80  
 26.00  
 2487.50  
 50.00  
 2463.00  
 50.00  
 2464.74  
 34.55  
 2519.49  
 16.57  
 2519.76  
 0.00  
 20.00  
 12.00  
 AREA  
 2137.21

7.00  
 AREA  
 2786.83  
 VOLUMEN  
 55406.98  
 ESTACION 0+200  
 2551.51  
 0.00  
 2551.40  
 4.45  
 2551.80  
 10.80  
 2552.60  
 19.20  
 2553.00  
 37.00  
 2525.58  
 50.00  
 2468.90  
 50.00  
 2469.36  
 41.85  
 2474.21  
 33.68  
 2520.34  
 17.86  
 2516.34  
 16.86  
 2516.34  
 11.14  
 2508.70  
 2.93  
 2508.50  
 0.00  
 20.00  
 10.00  
 AREA  
 2731.15  
 VOLUMEN  
 55179.84  
 ESTACION 0+220  
 2550.57  
 0.00  
 2550.60  
 4.20

46888.26  
 0.00  
 20.00  
 14.00  
 AREA  
 2176.53  
 VOLUMEN  
 42926.08  
 ESTACION 0+260  
 2548.95  
 0.00  
 2548.55  
 4.00  
 2549.80  
 10.60  
 2550.20  
 24.00  
 2492.50  
 50.00  
 2462.50  
 50.00  
 2462.99  
 34.95  
 2519.38  
 17.60  
 2519.37  
 0.00  
 20.00  
 13.00  
 AREA  
 2116.08  
 VOLUMEN  
 42532.95

ESTACION 0+280  
 2557.10  
 0.00  
 2547.20  
 4.40  
 2547.65  
 7.00  
 2548.10  
 29.20  
 2473.50  
 50.00  
 2480.70  
 50.00  
 2461.08  
 33.15  
 2520.45  
 15.00  
 2518.95  
 13.40

0.00  
 20.00  
 14.00  
 AREA  
 2176.53  
 VOLUMEN  
 42926.08  
 ESTACION 0+300  
 2545.81  
 0.00  
 2545.85  
 4.00  
 2546.60  
 6.20  
 2548.10  
 12.00  
 2547.80  
 26.20  
 2474.60  
 48.00  
 2474.50  
 50.00  
 2458.50  
 50.00  
 2459.22  
 33.05  
 2530.60  
 11.90  
 2527.10  
 9.40  
 2527.10  
 4.80  
 2528.30  
 3.50  
 2526.40  
 0.00  
 20.00  
 15.00  
 AREA  
 1910.25  
 VOLUMEN  
 40867.80  
 ESTACION 0+320  
 2544.53  
 0.00

4.60  
 2545.10  
 6.40  
 2545.25  
 14.40  
 2545.00  
 20.60  
 2474.20  
 50.00  
 2459.20  
 50.00  
 2458.79  
 31.45  
 2535.01  
 9.55  
 2535.01  
 7.10  
 2533.61  
 6.40  
 2533.61  
 2.20  
 2534.81  
 1.50  
 2534.16  
 0.00  
 20.00  
 16.00  
 AREA  
 1710.57  
 VOLUMEN  
 36208.20  
 ESTACION 0+340  
 2543.14  
 0.00  
 2643.00  
 4.00  
 2544.00  
 6.30  
 2545.10  
 12.10  
 2545.05  
 19.00  
 2488.00  
 50.00  
 2454.50  
 50.00  
 ESTACION 0+360  
 2541.68  
 0.00  
 2541.20  
 4.10  
 2542.25  
 6.40  
 2539.09  
 8.86  
 2539.10  
 1.76  
 2539.40  
 0.00  
 20.00  
 18.00  
 AREA  
 19.27  
 VOLUMEN  
 17680.00  
 ESTACION 0+380  
 2540.30  
 0.00  
 2540.20  
 4.00  
 2541.00  
 7.10  
 2537.85  
 11.00



Con la obtención de los resultados anteriores, se dió fin a la metodología utilizada en el presente trabajo, misma que sirvió de base para el cálculo y control de volúmenes en la explotación del Banco-Camino Santa Fé-Contadero.

#### **CAPITULO IV.- CONCLUSIONES.**

A lo largo de toda su historia, México ha construido al máximo de su capacidad económica y técnica, una gran variedad de obras de todas las categorías. Este formidable impulso constructor, que constituye uno de los factores básicos en el desarrollo económico del país, dió como resultado que la extracción de materiales pétreos, utilizados en su mayor porcentaje en la industria de la construcción, se intensificara sobre todo en el Distrito Federal.

Así, con la expansión de la Ciudad de México, en la década de los cincuentas, esta actividad se llevó a cabo con más intensidad en la zona Poniente de la Ciudad, pues de ahí se obtuvieron con más facilidad, la mayor parte de los agregados pétreos, primordiales en la elaboración del concreto, material indispensable en la construcción Moderna.

La extracción desordenada e indiscriminada de dichos materiales, principalmente en la zona Santa Fé, una de las principales regiones areneras del Distrito Federal, ubicada al Poniente de la Ciudad, originó que en los terrenos, objeto de la explotación, se quedaran grandes remanentes de material, que cambiaron totalmente sus condiciones topográficas, pues de ser terrenos de topografía semiabrupta, la explotación dejó cortes con taludes verticales y enormes hondonadas, que la convirtieron en una área de características muy peculiares, tanto por su peligrosidad como por su deterioro ecológico.

En la época en que se inició la explotación, no existían ni plano regulador ni alguna oficina gubernamental que controlara este tipo de trabajos, y que además previera el uso futuro de esos terrenos, por lo que los particulares trabajaron a su arbitrio, lo que dió como resultado, el deterioro de la zona.



Las condiciones tan accidentadas del terreno, impidieron por mucho tiempo que el Departamento del Distrito Federal le diera a dicha zona otro uso más acorde con las necesidades de sus habitantes, por lo que a finales de los años setentas, el propio Departamento integró el Proyecto del Programa Santa Fé, con el fin de lograr la nivelación total de la zona, incluyendo el terraplén, donde se asienta el Banco-Camino Santa Fé-Contadero, de tal foma que simultánea con la nivelación, se logre su regeneración ecológica.

Este programa tiene como finalidad, ordenar y racionalizar en forma objetiva y técnica, mediante la elaboración de planos y proyectos, la extracción de materiales pétreos, así como el aprovechamiento futuro del terreno.

También este programa incluye la desaparición del Depósito de Desechos Sólidos, ubicado en esa zona.

Lo anterior dio origen a la puesta en marcha de varios programas, entre ellos el del levantamiento topográfico del terrapién, donde se asienta el Banco-Camino Santa Fé-Contadero, objeto de este trabajo.

El objetivo de este programa, fué la comprobación de los volúmenes, resultado de la extracción de materiales pétreos en dicho Banco-Camino.

Para que el trabajo reportara resultados confiables y seguros, se tenía la opción de usar dos métodos, cada uno con ventajas de tipo técnico y económico.

El primer método era el de levantamiento por fotogrametría. Mediante su uso se obtienen resultados más rápidos y aparentemente más objetivos, pero tiene la desventaja de ser antieconómico, a medida que se reduce

el área por investigar, debido al alto costo de los instrumentos utilizados.

El segundo es el levantamiento por topografía, es más usual y consiste en el trazo de secciones transversales, entre las cuales se forman volúmenes parciales, en forma de prismas irregulares, de los cuales se obtiene por adición, el volumen total.

Este fué el método escogido para utilizarse, ya que aparte de ser más económico, se adapta a las necesidades requeridas.

En conclusión, el presente trabajo es la memoria de la metodología empleada para precisar la extracción de volúmenes de materiales pétreos, del terraplén del Banco-Camino Santa Fé-Contadero.

La información resultante se expresó por medio de cálculos, planos y perfiles de las secciones transversales del lugar del estudio.

Los planos topográficos que se elaboraron, cumplieron con los requisitos establecidos, que fueron los de registrar en forma conveniente y legible, las características topográficas del terreno, determinadas por los levantamientos planimétricos y altimétricos.

El presente trabajo se realizó a pesar de contar con factores adversos, como son lo avanzado de la explotación, que convirtió al terraplén del Banco-Camino Santa Fé-Contadero, área de estudio, en una zona con alturas de entre 70 y 80 m. aproximadamente, en relación con la zona circundante, que lo hace sumamente peligroso, y el no poder contar con ningún apoyo topográfico, que se refiera al inicio de la explotación.

Por último, cabe mencionar que la experiencia profesional adquirida fué basta, ya que se presentaron un sinnúmero de problemas de tipo técnico, que se resolvieron aplicando el mayor número de conocimientos adquiridos.

### **R E C O M E N D A C I O N E S**

Partiendo de las características de la zona, se pueden emitir las siguientes recomendaciones:

Se deben elaborar estudios y proyectos de explotación de los bancos de materiales pétreos existentes, con miras a su nivelación, sin perjudicar la ecología ni la zona de protección hidrográfica, lo que además, representaría una fuente de ingresos para el Departamento del Distrito Federal, estudios que deben prever la utilización futura del predio, antes de iniciar cualquier trabajo de explotación.

Por otra parte, y ya que en el Distrito Federal es grave la falta de áreas verdes, zonas de turismo y parques que necesitan sus habitantes, se recomienda rescatar esta zona para estos fines, además, dicha zona podría constituir un cinturón periférico forestal, que ayudaría sensiblemente a abatir los índices de contaminación.