



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROSPECCION GRAVIMETRICA Y MAGNETOMETRICA
EN LA ZONA SANTIAGO, AREAS I, II Y III,
ESTADO DE COAHUILA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOFISICO

P R E S E N T A :

RAUCEL PASCACIO TOLEDO

MEXICO, D. F., 1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

Señor PASCACIO TOLEDO RAUCEL.
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 Prof. Ing. - Octavio Lázaro Mancilla, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOFISICO.

"PROSPECCION GRAVIMETRICA Y MAGNETOMETRICA EN LA ZONA SANTIAGO,
AREAS I, II Y III EDO. DE COAHUILA"

INDICE.
RESUMEN.
I INTRODUCCION.
II GEOGRAFIA DE LA ZONA.
III GEOLOGIA.
IV GEOFISICA.
V ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS.
APENDICE.
BIBLIOGRAFIA.

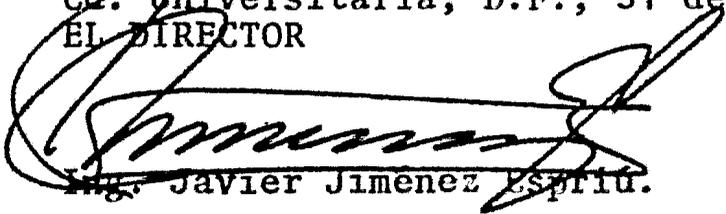
Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como -- requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así -- como de la disposición de la Coordinación de 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, D.F., 31 de agosto de 1982.

EL DIRECTOR


Ing. Javier Jiménez Espriú.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Recursos Minerales,
por las facilidades que me brindó
para el desarrollo de este trabajo.

A la empresa Altos Hornos de México, S.A.
por permitirme utilizar la información a
través del Ing. Marco Antonio Ramírez L.

Al director de este trabajo, Ing. Octavio
Lázaro Mancilla.

A los señores:

Dr. César J. Villegas García,
Ing. Juan Fernando Hernández García y,
a mis compañeros de trabajo.

Con cariño a mi esposa
Dolores Fuentes y a mis hijos

A mi padre
Jesús Pascacio Martínez

A la memoria de mi madre y abuelos

A mis hermanos
Mariana y Manuel Pascacio Toledo

A mis primas
Rosalinda y Estela Méndez Toledo

PROSPECCION GRAVIMETRICA Y MAGNETOMETRICA EN LA ZONA
SANTIAGO, AREAS I, II Y III, EDO. DE COAHUILA

I N D I C E

R E S U M E N

	Pág.
CAPITULO I.	
I. INTRODUCCION	1
I.1 Objetivo del Trabajo	1
I.2 Trabajos Previos	1-2
I.3 Desarrollo del Trabajo	2-3
CAPITULO II.	
II. GEOGRAFIA DE LA ZONA	4
II.1 Localización del Area	4
II.2 Vias de Comunicación	4-5
II.3 Clima y Vegetación	5
II.4 Economía	5-6
II.5 Fisiografía	6
II.6 Orografía	7
II.7 Hidrografía	7
CAPITULO III.	
III. GEOLOGIA	8
III.1 Geología Regional	8
III.2 Tipos de Roca	8-10
III.3 Geología Estructural	10
III.4 Yacimientos Minerales	11
CAPITULO IV.	
IV. GEOFISICA	12
IV.1 Generalidades	12
IV.2 Gravimetría	12
IV.2.1 Topografía	12

	Pág.	
IV.2.2	Técnica de Campo	12
	a. Estaciones Bases Maestras	12-13
	b. Estaciones Bases Secundarias	13
	c. Determinación de la Densidad	14-16
IV.2.3	Correcciones a Datos de Campo	17
	a. Corrección por Deriva	17
	b. Corrección por Aire Libre	17-19
	c. Corrección de Bouguer	20-23
	d. Corrección por Latitud	24-27
	e. Corrección por Altitud (Elevación)	27-28
	f. Corrección Topográfica	28-29
IV.2.4	Cálculo Anomalía Bouguer	30
IV.3	Magnetometría	30
IV.3.1	Generalidades	30-31
IV.3.2	Técnica de Campo	31
	a. Precauciones que se deben consi- derar en el levantamiento	31
IV.3.3	Corrección por Variación Diurna y Deriva	32

CAPITULO V.

V.	ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS	33
V.1	Intepretación Cualitativa	33
	a. Gravimetría	33
	b. Magnetometría	33-34
V.2	Interpretación Cuantitativa	34
	a. Gravimetría	34-35
V.3	Correlación e Interpretación	35-36
V.4	Conclusiones y Recomendaciones	36

APENDICE	37-41
BIBLIOGRAFIA	42

L A M I N A S

- LAMINA 1 LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA
- LAMINA 2 PLANO GEOLOGICO
- LAMINA 3 PLANO DE ANOMALIA BOUGUER
- LAMINA 4 PLANO DE ANOMALIA RESIDUAL GRAVIMETRICO
- LAMINA 5 PLANO DE ANOMALIA RESIDUAL
(Anomalía Orden I)
- LAMINA 6 PLANO DE SEGUNDA DERIVADA DE ELKINS
(Anomalía Orden I)
- LAMINA 7 PLANO RESIDUAL GRAVIMETRICO PARA UNA
APROXIMACION POLINOMIAL GRADO 2
(Anomalía Orden I)
- LAMINA 8 PLANO MAGNETOMETRICO
Zona Santiago I, II y III
- LAMINA 9 PLANO MAGNETOMETRICO
(Anomalía Orden I)
- LAMINA 10 PERFIL DE INTERPRETACION GRAVIMETRICO
A lo Largo de la Estación 43
- LAMINA 11 PERFIL GEOLOGICO-GEOFISICO PROYECTADO DE LA
BARRENACION.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló sobre la aplicación de los Métodos Gravimétricos y Magnetométricos en la búsqueda de un posible yacimiento de Fierro en la porción Noroccidental del Estado de Coahuila.

El área de trabajo se eligió en base a las características geológicas favorables, ya que en ella se localizan yacimientos de Fierro de gran importancia económica, como es el caso de los yacimientos ferríferos de Hércules, Coahuila.

Los trabajos geofísicos realizados consistieron en levantamientos de detalle de gravimetría y magnetometría. El procesado de datos se efectuó por computadora aplicando los métodos convencionales.

Los resultados geológicos obtenidos de esta exploración fueron negativos, ya que al efectuar barrenos para comprobar el origen supuesto de las anomalías, no se encontró mineralización de Fierro. A pesar de que los resultados fueron negativos, se estima de interés tratar casos como el presente, ya que no siempre se tiene éxito en una exploración geofísica.

I INTRODUCCION

1.1 Objetivo del Trabajo

El presente trabajo tuvo como objetivo la búsqueda de yacimientos de Fierro, con el propósito de evaluar los recursos minerales de las áreas Santiago I, II y III, que se localizan en el Estado de Coahuila, dentro de los límites de Sierra Mojada. Dichos estudios fueron encomendados al Consejo de Recursos Minerales.

1.2 Trabajos Previos

Los primeros trabajos tanto geológicos como geofísicos efectuados en esta zona fueron hechos por la Empresa Minera del Norte (principalmente lo que corresponde a Santiago III). En forma parcial, los resultados obtenidos no fueron halagadores, ya que no se tuvieron anomalías representativas.

Posteriormente en el año de 1976, Altos Hornos de México S.A., a través de su Depto. de Exploración hizo un estudio en el área que se conoce como Santiago II.

Los resultados obtenidos carecieron de interés, sin embargo, Altos Hornos de México, S.A., consideró necesario programar 15 barrenos de los cuales la mayoría de ellos alcanzaron una profundidad de 60 m; siendo los barrenos 1 y 5 los únicos que cortaron mineral y cuyos resultados se presenta en la siguiente tabla.

...

BARRENO 1	PROFUNDIDAD (en m)	BARRENO 5	PROFUNDIDAD (en m)
Fe (Alta Ley)	0.00- 3.00	Aluvi3n	0.0- 9.00
Fe (Baja Ley)	3.00- 7.00	Fe (Alta Ley)	9.0-13.00
Calizas	7.00-25.00	Jaspe	13.0-17.00
Jaspe	25.00-27.00	Fe (Baja Ley)	17.0-19.00
Fe (Baja Ley)	27.00-29.00	Jaspe con poco Fe	19.0-23.00
Calizas	29.00-61.00	Fe (Baja Ley)	23.0-25.00
		Jaspe	25.0-31.00
		Traquita	31.0-61.00

Los otros solo cortaron aluvi3n, jaspe y traquita.

I.3 Desarrollo del Trabajo

El levantamiento Magnetom3trico, as3 como el Gravim3trico cont3 con apoyo topogr3fico en todas las 3reas.

Se levantaron 94 l3neas orientadas Norte-Sur para cubrir tres 3reas de inter3s geol3gico con un total de 307.5 kil3metros lineales distribuidos de la siguiente manera:

A R E A	LINEAS	Km. LINEALES
Santiago I	42	134.0
Santiago II	19	25.5
Santiago III	33	148.0

TOTAL: 307.5

Para el desarrollo de estos trabajos se utilizó el siguiente equipo:

GRAVIMETRIA: Gravímetro Lacoste and Romberg, Modelo G486 con aproximación de 0.01 miligales.

MAGNETOMETRIA: El levantamiento magnetométrico se realizó con un magnetómetro Barringer Research de precesión nuclear con precisión ± 1 Gamma, sensibilidad 1 Gamma de campo total. Como base monitora para control de la deriva se utilizó el magnetómetro Geometrics, Modelo G826 de precesión y sensibilidad de ± 1 Gamma.

II GEOGRAFIA DE LA ZONA

II.1 Localización del área

El área estudiada se localiza en la parte Occidental del Estado de Coahuila, cerca de los límites con el Edo. de Chihuahua y dentro de los límites que pertenecen a la Jurisdicción del Municipio de Sierra Mojada.

Las zonas de estudio quedaron enmarcadas por las siguientes coordenadas geográficas:

Entre los Paralelos $28^{\circ}01'30''$ y $28^{\circ}07'30''$ de Latitud Norte y los Meridianos $103^{\circ}29'30''$ y $103^{\circ}47'30''$ de Longitud Oeste

El área se ubica aproximadamente a unos 20 Km al NE del poblado de Hércules, Coahuila (Pueblo Minero), como se muestra en la Lámina No. 1 (Plano de Localización)

II.2 Vías de Comunicación

El área de estudio se encuentra comunicada por caminos de mano de obra, terracería y por ferrocarril.

Al NE por camino de mano de obra con Sierra Mojada, aproximadamente a 90 Km.

Al SW por terracería y una parte de carretera con Cd. Camargo, Chihuahua, aproximadamente a 200 Km.

Al Sur se comunica con el ferrocarril que va de La Perla Chihuahua, a la Cd. de Monclova, Coahuila, a la altura

de la Estación Hormigas, aproximadamente a 50 Km.

El Pueblo Minero de Hércules, Coahuila cuenta con una -- pista de aterrizaje propia para aviones pequeños, carece de correo, teléfono y telégrafo, siendo el radio de A.M. con lo único que se cuenta.

II.3 Clima y Vegetación

El clima de esta región, según la clasificación de Köppen es estepárico, con lluvias en Verano y seco en Invierno; la precipitación anual es inferior a los 300 mm. Los cambios de temperatura son extremos ya que varían desde -7°C hasta 45°C durante el año, llega a nevar en ocasiones en el período de Invierno.

La vegetación característica en estas zonas está constituida por mezquites, guames, sotol, palma, candelilla, lechuguilla, cardenches, poco pasto.

II.4 Economía

La economía de la región descansa en la ganadería y minería ya que la mayoría de las personas son ocupadas en las Minas de Fierro Hércules, Coah., así como en la Mina La Perla, Chih., que son las fuentes principales de trabajo.

La agricultura es muy pobre en esta región debido a la poca precipitación pluvial.

Los centros de población en la región están formados por Rancherías, a excepción del Poblado de Hércules, Coahuila que cuenta con 1500 habitantes aproximadamente.

II.5 Fisiografía

La región de estudio se encuentra en el centro de la provincia conocida como Mesa Central del Norte, la cual se caracteriza por Serranías bajas y alargadas, con orientación general Noreste-Sureste que separan llanuras o valles muy extensos llamados "Bolsones", los que llegan a tener hasta 100 Km de largo, por 25 Km de ancho.

Las llanuras de esta provincia tienen una altura media de 1315 metros sobre el nivel del mar, sus sierras aisladas se levantan un promedio de 800 m. sobre el piso de los Bolsones que los separan.

Las sierras muestran crestas poco sinuosas con alturas uniformes y flancos abruptos y surcados por barrancas con secciones en forma de U. Las partes bajas de las -- pendientes están cubiertas por extensos abanicos aluviales, los que llegan a formar lomas solidamente cementadas por caliche.

Los ríos y arroyos de esta provincia son escasos, esto se debe a la poca precipitación y gran absorción que solo permite la formación de corrientes de tipo torrencial en la época de lluvias.

II.6 Orografía

En el área estudiada existen varias unidades orográficas que alcanzan una altura media de 1700 m.s.n.m. y desnivel promedio de 400 m con respecto del nivel medio de las llanuras, estas expresiones topográficas adoptan formas alargadas y generalmente orientadas NW-SE.

Las sierras principales que tenemos cercanas al área se conocen con los nombres de: Cruces, La Concordia y La Negra. La Sierra de Cruces está constituida por un macizo de roca ígnea intrusiva que abarca un área aproximada de 100 Km² y se encuentra situada al Sur del área.

Al NE del área se halla la Sierra La Concordia a unos 17 Km y al NW a unos 12 Km se halla la Sierra Negra, al SW del área se encuentra también un conjunto de cerros formados principalmente por rocas extrusivas sobresaliendo entre ellos los Cerros Santiago en honor al cual se denominó a las área con el nombre de: AREAS SANTIAGO.

II.7 Hidrografía

La zona tiene un sistema de drenaje interno que desemboca en lagunas intermitentes formadas en las partes bajas de los Bolsones; se observa un drenaje radial que en conjunto forma un sistema centrípeto. Los arroyos que bajan de las Sierras pierden toda su expresión al llegar a la planicie y ninguno de ellos es de corriente permanente. Los arroyos más bien definidos cercanos al área son: La Noria, La Arena y El Norte.

III

G E O L O G I A

III.1 Geología Regional

De acuerdo con la extensión de afloramientos, las rocas predominantes en la zona estudiada son las sedimentarias y en menor escala las ígneas (Lámina No. 2).

Las rocas sédimentarias están representadas principalmente por calizas, que constituyen el Cerro de la Cal, ubicado en la parte central del área de estudio, así como pequeños remanentes cercanos a éste, constituidos por el mismo tipo de material.

Las rocas ígneas extrusivas que afloran en el área son las del Cerro del Diablo, el cual está formado por traquitas, así como la Loma Cuco constituida principalmente por traquitas e ignimbritas; al NE del área tenemos el mismo tipo de material (traquitas).

En la parte Sur del área está la Sierra de Cruces constituida principalmente por cuarzomonzonita, calizas, skarn e ignimbritas (Igi).

La planicie, que es la mayor expresión del área, está constituida por aluvión.

III.2 Tipos de Roca

Dentro del área de estudio afloran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades varían entre el cretácico inferior, terciario y reciente. Sus características principales se mencionan a continuación:

- i) **ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS:** Se presentan formando derrames cuya secuencia cronológica probable es la siguiente: Primera mente andesitas, traquitas, riolitas, tobas; lo más reciente son los basaltos, de edad terciaria.
- ii) **ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS:** Dentro del material ígneo que se encuentra en el área de estudio, y de acuerdo a la geología superficial y muestreo que se hizo, se -- tienen intrusivos que de acuerdo a su discordancia, forma tabular y manifestaciones físicas son los siguientes:
- I N T R U S I V O S
- a) Diques de diabasa
b) Cuarzo monzonítico
c) Pórfido monzonítico
- iii) **ROCAS SEDIMENTARIAS:** Con respecto a las rocas sedimentarias que -- predominan en la región, y que son las más antiguas se hallan representadas por las calizas que afloran al Sureste de la Sierra de Cruces y en el Cerro de la Cal, ubicado al centro -- del área de trabajo. Los rasgos litológicos de las calizas son más o menos semejantes en toda la zona, con color gris azulado que in--temperiza a gris claro, estructura compacta y textura afanítica.
- Estas calizas corresponden a la caliza de la formación Aurora del Cretácico Inferior.

Los sedimentos clásticos que en forma generalizada cons-

tituyen el material de aluvión, cubren la mayor superficie del área y extensos valles.

Estos materiales son de origen Cuaternario y están constituidos de una forma variada, a decir son:

- a) Depósitos de Talud
- b) Conglomerados Cementados
- c) Caliche
- d) Arcilla

III.3 Geología Estructural

Las rocas sedimentarias del Cretácico adoptan la forma de pliegues anticlinales y sinclinales, los anticlinales se hallan muy erosionados, mientras que los sinclinales se ven rellenos de materiales clásticos. Los ejes de -- las estructuras mayores presentan una orientación general al Noroeste.

Se observan algunos cambios en la porción Sur a consecuencia de la intrusión de rocas cuarzomonzoníticas.

Existen varias fracturas y fallas que por su relación con los ejes de los pliegues pueden considerarse longitudinales y transversales, siendo estas últimas las más -- sobresalientes en las rocas sedimentarias, parece ser que el fracturamiento más importante es en dirección - - Noroeste-Sureste, coincidiendo con la orientación general de las estructuras principales.

III.4 Yacimientos Minerales

Dentro de la región que enmarca nuestra área de estudio en forma regional, se localizan una serie de cuerpos de mineral de Fierro, los cuales adoptan la forma de crestones, presentan una textura compacta y en ocasiones porosa, están constituidos principalmente por hematita y magnetita y cantidades menores de calcedonia, calcita, titanita, apatita y geothita, se considera como un mineral de Fierro de alta ley (63.5%)

La mineralización se encuentra principalmente en rocas cuarzomonzoníticas; se postula que el origen de la mineralización es de inyección líquida residual, debido a una expulsión que se realizó a través de fracturas y fallas desarrolladas dentro del mismo cuerpo ya consolidado.

En la región hay otros tipos de mineralización tales como pequeñas vetas de manganeso, cuyo mineral consta de pirolusita, que rellena fracturas paralelas y se le atribuye un origen hidrotermal.

Sulfuros y carbonatos de plomo que se presentan relleno de fracturas desarrolladas en las rocas metamórficas de contacto del intrusivo cuarzomonzonítico.

Cloruro de sodio.- Estas sales provienen de la lixiviación de las rocas calcáreas del cretácico inferior y se encuentran ubicadas en laguna de Jaco, poblado que lleva el mismo nombre.

IV GEOFISICA

IV.1 Generalidades

Los métodos utilizados en la exploración geofísica nos proporcionan información de cantidades físicas propias de las rocas, así como de los minerales.

Estas propiedades intrínsecas de las rocas a saber son: densidad, magnetismo, elasticidad, conductividad y resistividad eléctrica y radioactividad; que corresponden a los métodos: gravimétrico, magnetométrico, sismológico, eléctrico y radiométrico respectivamente.

IV.2 Gravimetría

IV.2.1 Topografía (Localización de Estaciones).

El área de estudio fue cubierta por una malla reticular con líneas separadas cada 200 mts y cada 100 mts., en zonas de detalle. Las estaciones fueron establecidas a cada 50 mts. con tránsito (wild T-1A) y cinta.

La nivelación se efectuó con un nivel NK-2

IV.2.2 Técnica de Campo

a) ESTACION BASE MAESTRA: Se estableció una Estación Base Maestra, la cual quedó ubicada en la base del cono que señala la dirección del aire*, en la pista de aterrizaje del Poblado de Hércules; la cual tiene fácil acceso entre

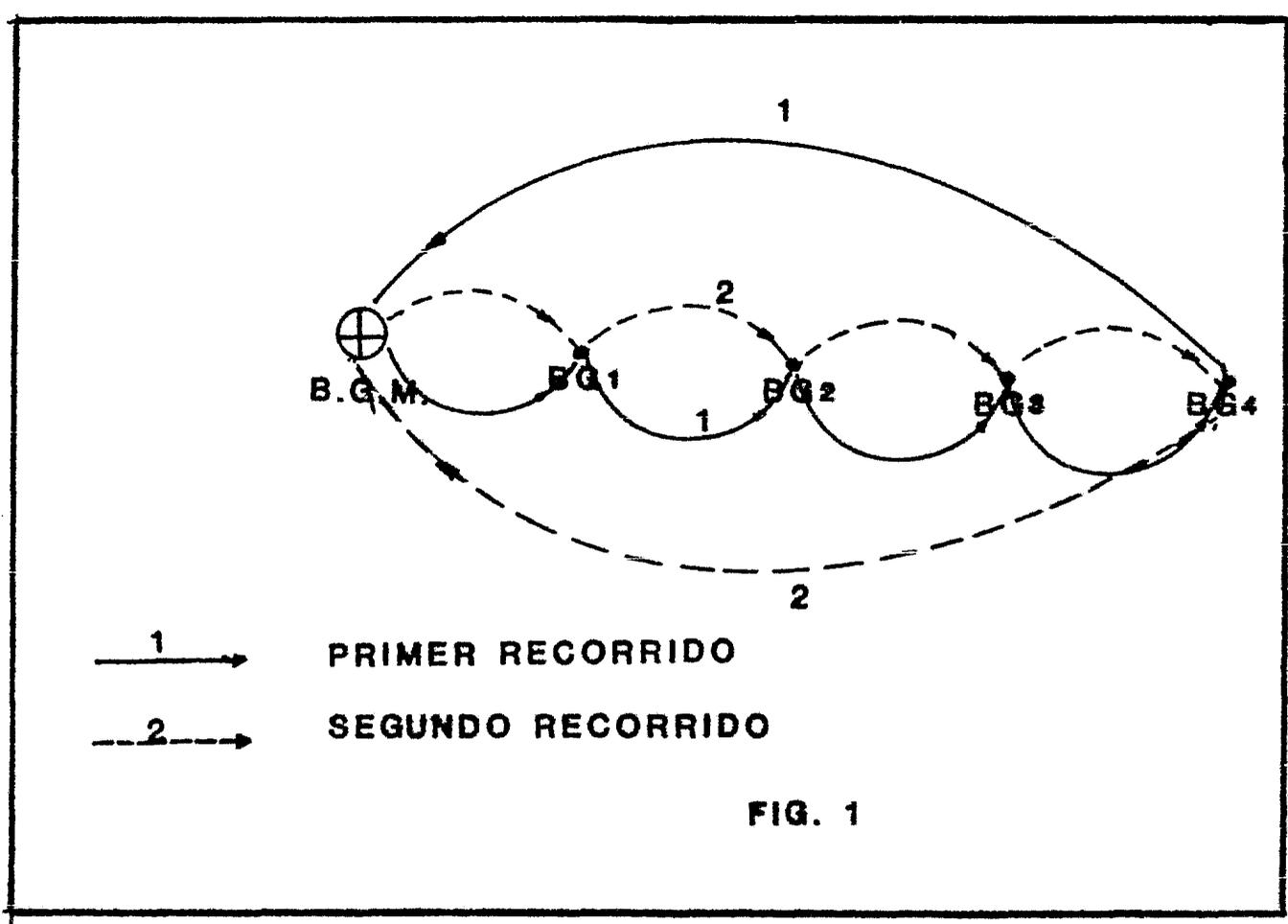
* Anemoscopio.

...

el campamento y el área de trabajo, esta sirvió para detectar cualquier falla en el equipo, así como para controlar los datos levantados, a esta base están ligadas las Bases Secundarias.

b) ESTACIONES BASES SECUNDARIAS: Estas estaciones fueron cuatro, las cuales quedaron distribuidas de manera estratégica en el área de estudio, a las cuales se refirieron todas las lecturas del levantamiento; estas bases están ligadas de forma directa a la Estación Base Maestra (de valor conocido).

La liga de Bases se efectuó mediante el siguiente proceso, (Como indica la Figura 1).

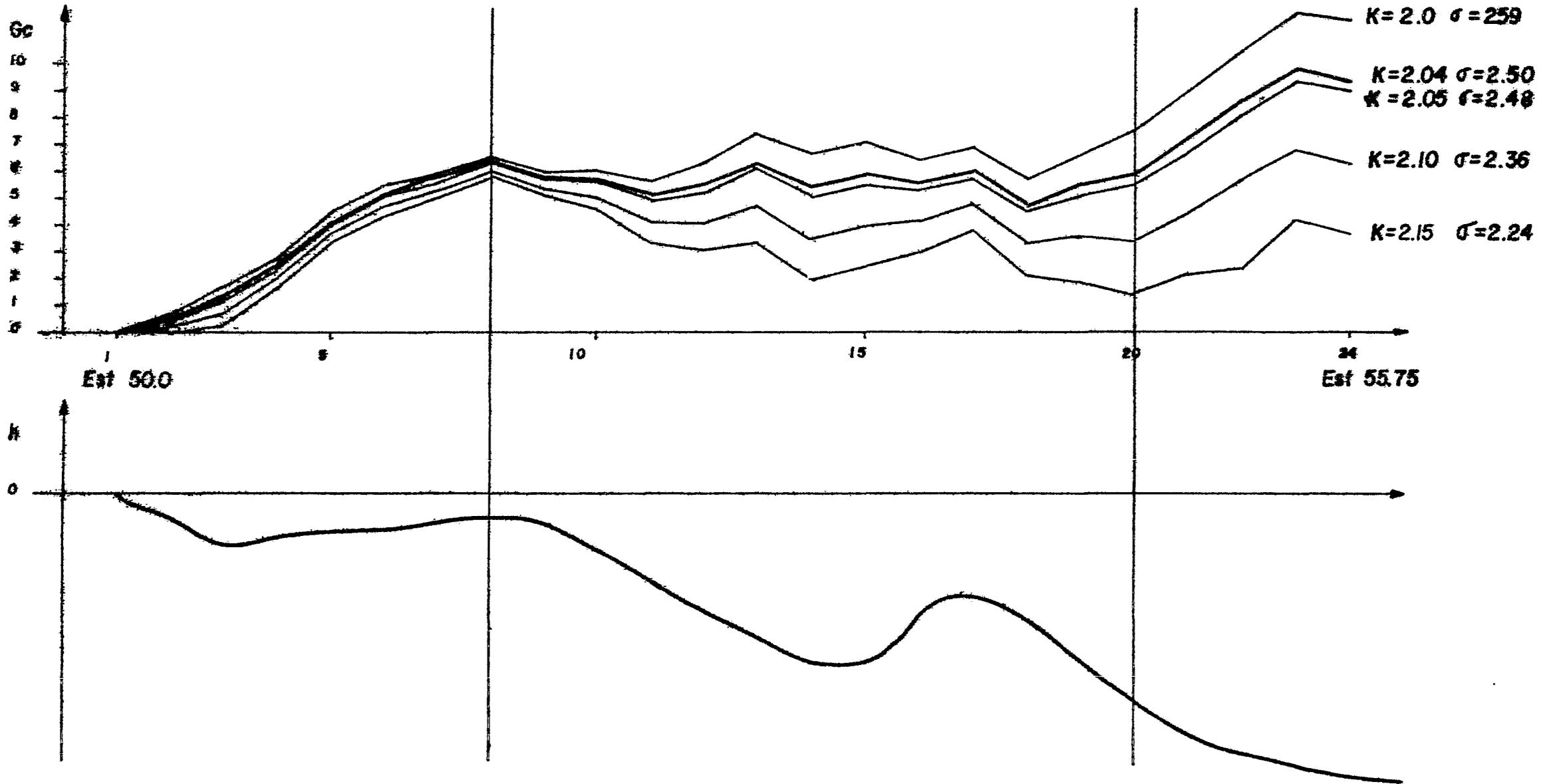


Para ello se hicieron recorridos con máximo de tiempo de cierre de 2:30 hs.

c) DETERMINACION DE LA DENSIDAD: El parámetro físico más determinante para el buen funcionamiento del Método Gravimético es la densidad, ya que su acertada elección, permitirá que la calidad de la información recabada en el campo, sea reducida y corregida, en forma tal que las anomalías detectadas puedan ser óptimamente relacionadas con los rasgos geológicos predominantes en la zona.

A continuación se presenta el cálculo de una línea de densidad por el Método de Nettleton.

POR LA TOPOGRAFIA, ESTE TRAMO PERMITE
MAYOR CONFIABILIDAD EN EL CALCULO DE LA
DENSIDAD.



EJEMPLO PARA EL CALCULO DE LINEA DE DENSIDAD

		K·h =								gc = K·h + go					
EST.	go mg	h mts.	K=20	K=2.05	K=2.1	K=2.15	K=2.20	K=2.04	K=2.0	K=2.05	K=2.1	K=2.15	K=2.2	K=2.04	
52.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	9.8	-4.57	-9.14	-9.37	-9.6	-9.83	-10.05	-9.32	0.66	0.43	0.2	-0.03	-0.25	0.48
	3	20.5	-9.42	-19.84	-19.31	-19.73	-20.25	-20.72	-19.22	1.66	1.19	0.72	0.25	-0.22	1.28
	4	18.4	-7.82	-15.64	-16.03	-16.42	-16.81	-17.20	-15.95	2.76	2.37	1.98	1.59	1.20	2.45
	5	19.2	-7.38	-14.76	-15.13	-15.50	-15.87	-16.24	-15.06	4.44	4.07	3.7	3.33	2.96	4.14
	6	19.1	-6.85	-13.7	-14.04	-14.39	-14.73	-15.07	-13.97	5.40	5.06	4.71	4.37	4.03	5.13
	7	16.9	-5.52	-11.04	-11.32	-11.59	-11.87	-12.14	-11.26	5.86	5.57	5.31	5.03	4.76	5.64
	8	16.0	-4.75	-9.5	-9.74	-9.98	-10.21	-10.45	-9.69	6.50	6.26	6.02	5.79	5.55	6.31
	9	17.3	-5.69	-11.38	-11.66	-11.95	-12.23	-12.52	-11.61	5.92	5.64	5.35	5.07	3.48	5.69
	10	26.2	-10.06	-20.12	-20.62	-21.13	-21.63	-22.13	-20.52	6.08	5.58	5.07	4.57	4.08	5.68
	11	36.5	-15.42	-30.84	-31.62	-32.38	-33.15	-33.92	-31.46	5.66	4.88	4.12	3.35	2.58	5.04
	12	49.3	-21.51	-43.02	-44.10	-45.17	-46.26	-47.32	-43.88	6.28	5.20	4.13	3.04	1.98	5.42
	13	60.6	-26.72	-53.44	-54.78	-56.11	-57.45	-58.78	-54.51	7.16	5.82	4.49	3.15	1.82	6.10
	14	70.1	-31.74	-63.48	-65.07	-66.65	-68.24	-69.83	-64.75	6.62	5.03	3.45	1.86	0.27	5.35
	15	69.0	-30.96	-61.92	-63.47	-65.02	-66.56	-68.11	-63.16	7.08	5.53	3.98	2.44	0.89	5.84
	16	52.4	-23.00	-46.00	-47.15	-48.30	-49.45	-50.60	-46.92	6.4	5.25	4.10	2.95	1.80	5.48
	17	46.4	-19.82	-39.64	-40.63	-41.62	-42.61	-43.60	-40.43	6.76	5.77	4.78	3.79	2.80	5.97
	18	53.3	-23.80	-47.60	-48.79	-49.93	-51.17	-52.36	-48.55	5.70	4.51	3.32	2.13	0.94	4.75
	19	69.9	-31.62	-63.24	-64.82	-66.40	-67.98	-69.56	-64.50	6.66	5.08	3.50	1.92	0.34	5.40
	20	86.9	-39.75	-79.5	-81.49	-83.48	-85.46	-87.45	-81.09	7.40	5.41	3.42	1.44	0.55	5.81
	21	99.7	-45.36	-90.72	-92.99	-95.26	-97.52	-99.79	-92.53	8.92	6.71	4.44	2.18	0.09	7.17
	22	107.1	-48.28	-96.56	-99.97	-101.39	-104.88	-106.22	-98.49	10.54	8.13	5.71	2.22	0.88	8.61
	23	113.0	-50.53	-101.16	-103.69	-106.22	-108.75	-111.28	-103.18	11.84	9.31	6.78	4.25	1.72	9.82
55.75	24	117.1	-52.75	-105.50	-108.14	-110.78	-113.41	-116.05	-107.61	11.60	8.96	6.32	3.69	1.05	9.49

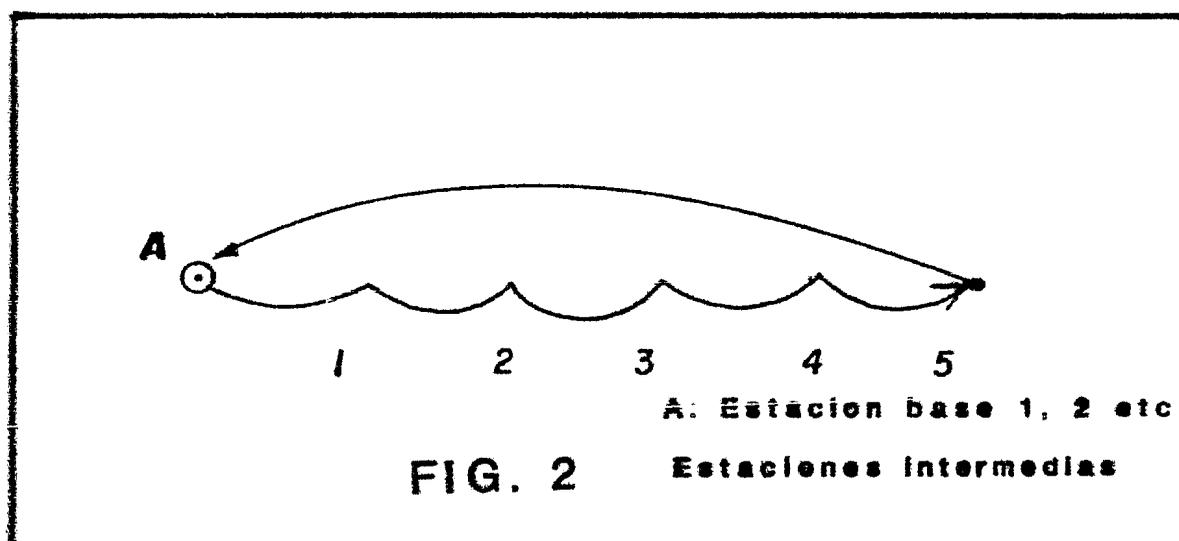
Por la Topografía este es el tramo más adecuado para calcular la densidad

K = 2.04

$\sigma = 2.50 \text{ gr/m}^3$

IV.2.3 Correcciones a los Datos de Campo

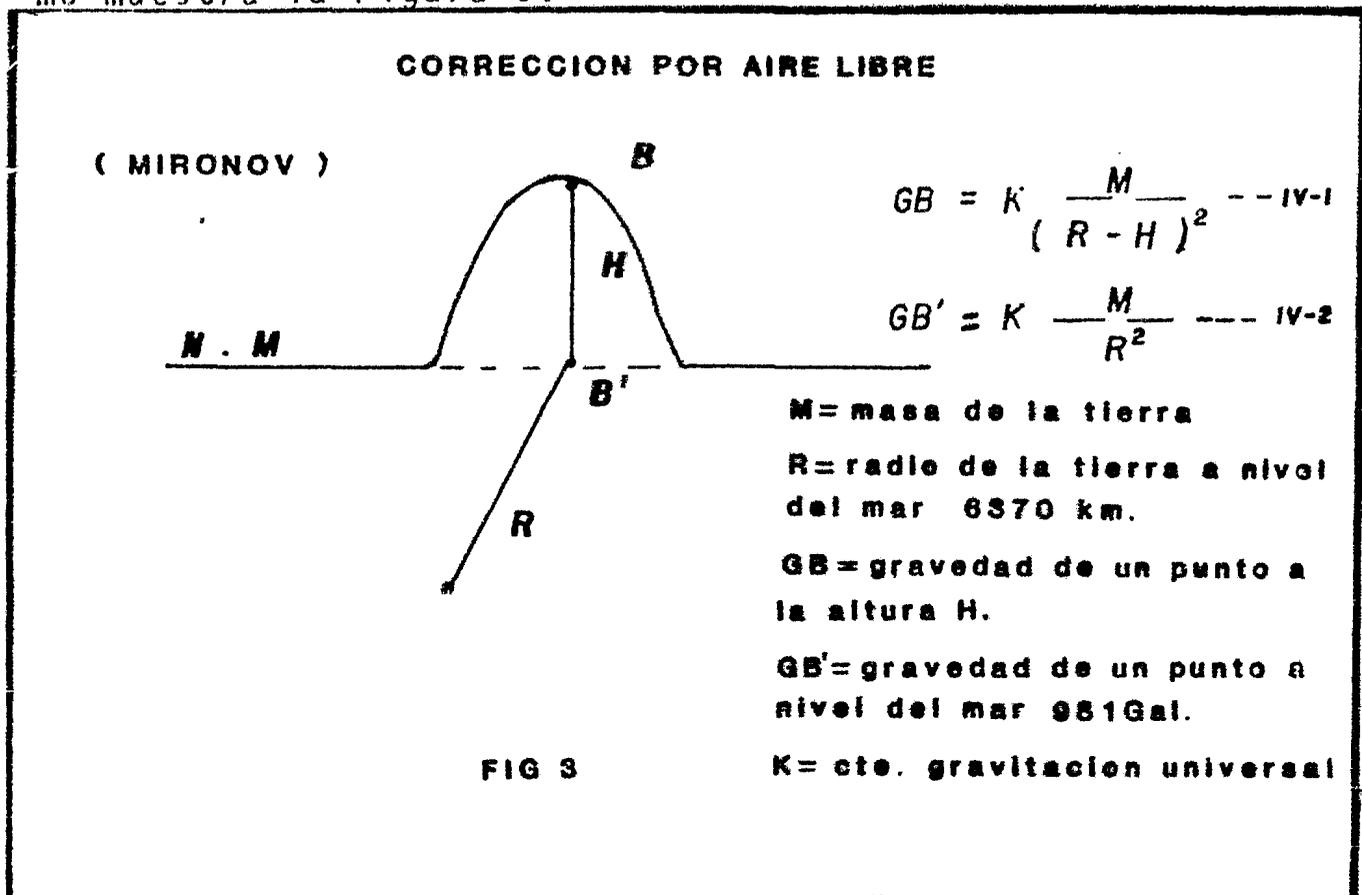
a) **CORRECCION POR DERIVA:** La variación en el valor de lectura con respecto al tiempo de cualquier estación gravimétrica se denomina Deriva. Para controlar estos cambios, se hace el levantamiento por medio de enlaces de estaciones bases secundarias a cada 2:00 Hrs. ó a 2:30 Hrs como máximo de tiempo de cierre, como se muestra en la Figura 2



Partiendo de la estación "A" se abre; leyendo dicha estación a un tiempo cualquiera, después se leerán las estaciones intermedias y en un tiempo mínimo de 2 Hrs. se lee nuevamente la estación "A" con lo cual se cierra el recorrido.

b) **CORRECCION POR AIRE LIBRE:** La corrección por Aire Libre nos dice que la atracción de un punto (B') se reduce con la altura (H), esto es; el efecto de un punto de baja

elevación es de mayor atracción tal como el punto (B') como muestra la Figura 3.



Esta correccion no toma en cuenta el material que esta comprendido entre el nivel del mar y la estación (B).

Se supone que la Tierra es una esfera dado que $H \ll R$ la corrección puede determinarse diferenciando con respecto a R. la ecuación (IV.2)

$$\frac{dGB'}{dR} = \frac{2kM dR}{R^3} = 2K \frac{M}{R^2} \frac{dR}{R} \dots (IV.3)$$

Además dado que H es muy pequeño con respecto de R se hace $dR=H$

de IV.2 se sabe que: $GB' = K \frac{M}{R^2}$

De (IV.3)

$$\therefore \frac{dGB}{dR} = \frac{2GB'H}{R}$$

Si hacemos que:

$$\frac{dGB'}{dR} = f_g$$

$$f_g = \frac{2GB'H}{R} \quad \dots \text{(IV.4)}$$

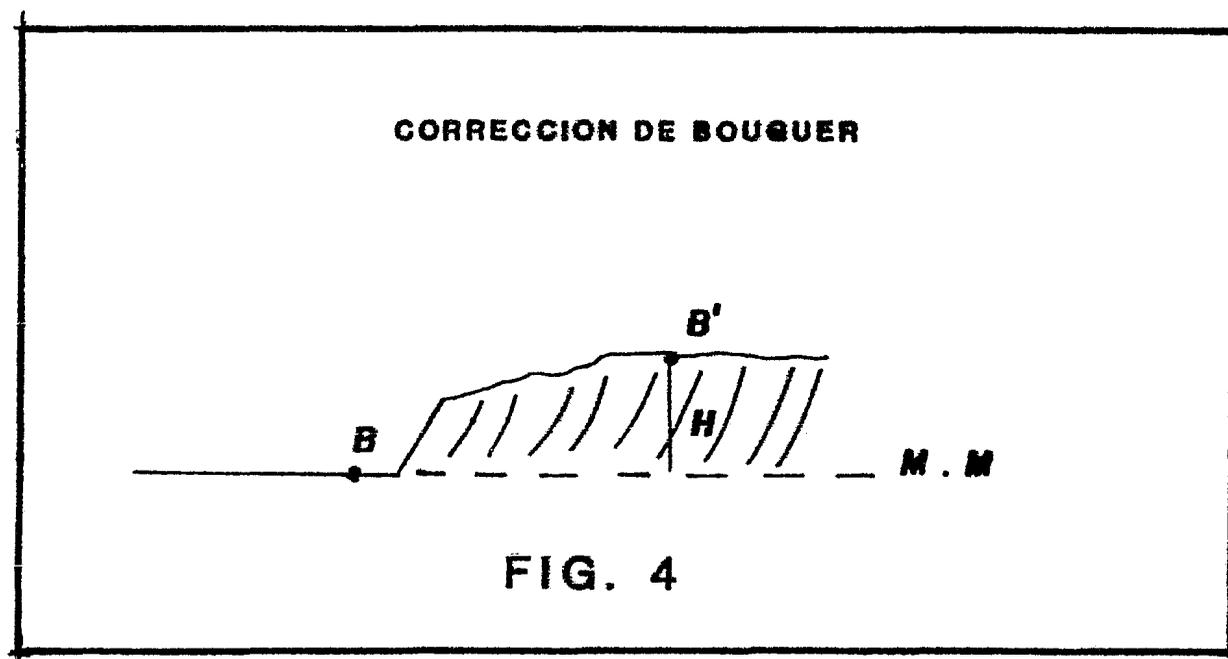
Sustituyendo los valores de:

$R = 6370 \text{ Km}$, $GB' = 981 \text{ Gales}$ en la expresión anterior tenemos:

$$f_g = \frac{2(981)H}{6370} = -0.3080 H$$

Finalmente la corrección por aire-libre o Anomalía de FAYE es: $f_g = 0.3080 H$

c) CORRECCION DE BOUGUER: Esta corrección toma en cuenta las masas situadas entre el nivel del mar y el punto de observación a la altura "H", esta corrección se calcula suponiendo que la acción de las masas citadas equivale a una capa horizontal infinita de espesor "H", cuyo efecto es igual a $2\pi\gamma\sigma H$, la corrección será igual a 0.04191 Miligales. (Figura 4)



El efecto que produce la masa de un cilindro en el punto P nos da también la corrección de Bouguer (Figura 5). La integral de volumen considera los límites

$$0 < A < 2\pi ; 0 < r < \infty \text{ y } 0 < z < h$$

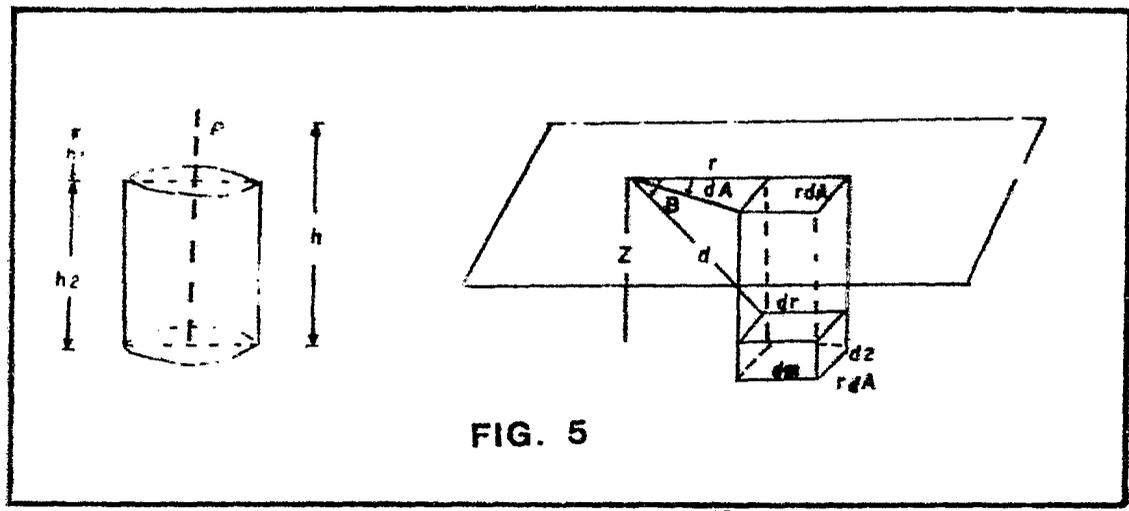


FIG. 5

En base a lo anterior tenemos:

La atracción del elemento de masa dm en P es:

$$dk = \frac{dm}{d^2} \dots \dots \dots (IV.5)$$

$$dm = r dr dA dz$$

$$dk = \frac{\gamma \rho r dr dA dz}{d^2} \dots \dots \dots (IV.6)$$

La componente de atracción dz es:

$$dz = dk \cos B \dots \dots (IV.7)$$

$$\cos B = \frac{z}{d} \dots \dots (IV.8)$$

Sustituyendo z y A en (IV.7)

$$dE = \frac{\gamma \delta dA z dz r dr}{d^3} \dots \dots \dots (IV.9)$$

De la Figura 5 se tiene:

$$d^2 = r^2 + z^2 \Rightarrow d = (r^2 + z^2)^{1/2}$$

$$d^3 = (r^2 + z^2)^{3/2}$$

Para la atracción de la ecuación (IV.9)

$$Z = \iiint \gamma \delta \frac{r dr dA z dz}{(z^2 + r^2)^{3/2}} \dots \dots \dots (IV.10)$$

$$Z = \underbrace{\gamma \delta \int_0^{2\pi} dA}_{\text{III}} \underbrace{\int_0^h z dz}_{\text{II}} \underbrace{\int_0^\infty \frac{r dr}{(z^2 + r^2)^{3/2}}}_{\text{I}}$$

$$I = \int_0^\infty \frac{r dr}{(z^2 + r^2)^{3/2}} = \int_0^\infty (z^2 + r^2)^{-3/2} r dr$$

$$U = z^2 + r^2 \Rightarrow dU = 2r dr$$

$$\therefore r dr = \frac{1}{2} dU$$

$$I = \int_0^\infty \frac{1}{2} U^{-3/2} dU = \frac{1}{2} \left[\frac{U^{-1/2}}{-1/2} \right]_0^\infty$$

$$I = \left[-\frac{1}{U^{1/2}} \right]_0^\infty$$

$$I = - \left[\frac{1}{(z^2 + \infty^2)^{1/2}} - \frac{1}{(z^2 + 0^2)^{1/2}} \right] = \frac{1}{(z^2)^{1/2}}$$

$$I = 1/z$$

$$II = \int_0^h \frac{z dz}{z} = \int_0^h dz = [z]_0^h$$

$$II = h$$

$$III = \int_0^{2\pi} h d\Delta = h [\Delta]_0^{2\pi} = 2\pi h$$

$$III = 2\pi h$$

El resultado final se obtiene sustituyendo (IV.7) en (IV.10)

$$z = 2\pi \gamma \delta h$$

$$\gamma = 6.67 \times 10^{-8}$$

$$z = 2(3.1416)(6.67 \times 10^{-8}) \delta h$$

$$z = 41.91 \times 10^{-8} \delta h$$

∴ La corrección de Bouguer es:

$$C.B. = 0.04191 \delta h \text{ mgal/m}$$

d) CORRECCION POR LATITUD: La fórmula internacional de la gravedad proporciona la variación de la gravedad en función de la latitud ϕ , esta es:

$$g_{\phi} = g (1 + A \sin^2 \phi - B \sin^2 2\phi) \text{ gales}$$

de donde

$$g = 978.049$$

$$A = 0.0052884$$

$$B = 0.0000059$$

La aceleración de la gravedad varía del Ecuador ($\phi=0^{\circ}$) a los Polos ($\phi=90^{\circ}$) unos 5.18 gales.

Los cambios de la intensidad de la gravedad a lo largo de una línea (N-S) se obtiene diferenciando la fórmula internacional de la gravedad.

$$\frac{dg_{\phi}}{d\phi} = g (2A \sin \phi \cos \phi - 4B \sin 2\phi \cos 2\phi)$$

$B \rightarrow 0$

$$2 \sin \phi \cos \phi = \sin 2\phi$$

$$\therefore \frac{dg_{\phi}}{d\phi} = g (A \sin 2\phi)$$

Sustituyendo los valores de g y A

$$\frac{dg_{\phi}}{d\phi} = 978.049 (0.0052884 \text{ sen } 2\phi)$$

$$\frac{dg_{\phi}}{ds} = \frac{1}{R_e} \overset{\text{ahora}}{\frac{dg_{\phi}}{d\phi}} = K_i$$

$$R_e = 6368.422 \text{ Km.}$$

$$K_i = \frac{5.17}{6368.442} \text{ sen } 2\phi \text{ gal/m}$$

$$K_i = 8.12 \times 10^{-7} \text{ sen } 2\phi \text{ gal/m}$$

$$K_i = 8.122 \times 10^{-4} \text{ Sen } 2\phi \text{ mgl/mt}$$

$$K_i = 0.0008122 \text{ Sen } 2\phi \text{ mgl/mt}$$

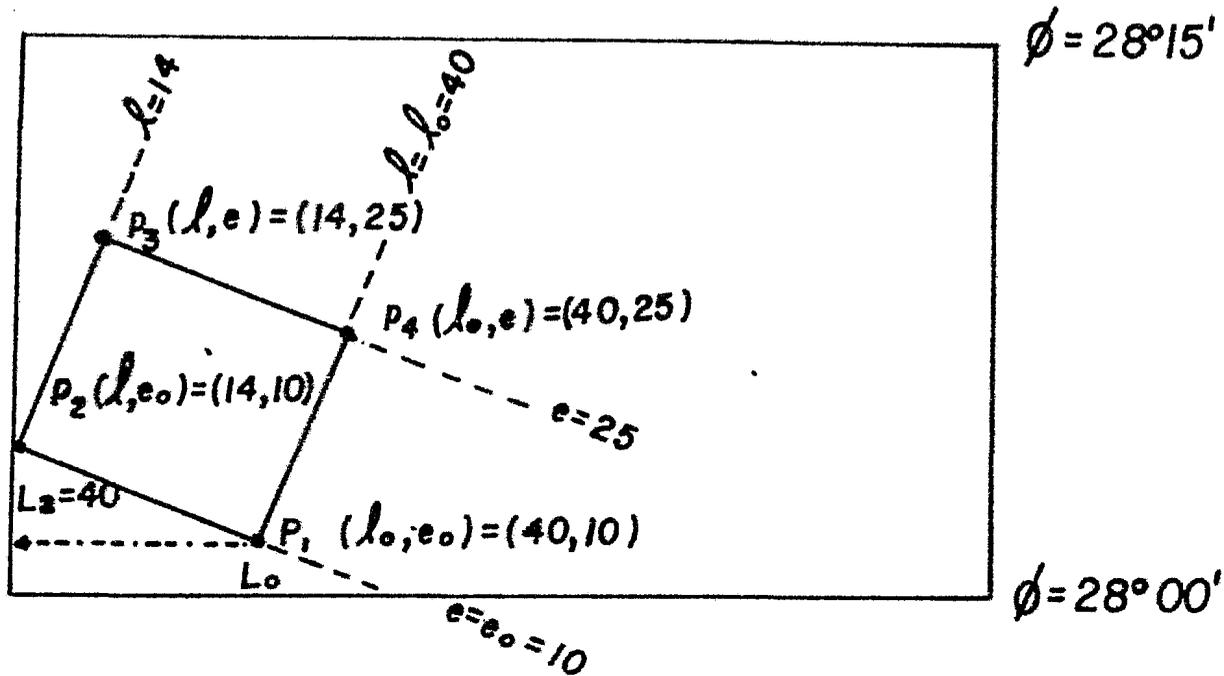
ϕ = Latitud a la cual se refirio el área, para nuestro caso $\phi = 28^\circ$ entonces tenemos que:

$$K_i = 0.8122 \text{ Sen } 2\phi \text{ mgl/Km}$$

$$K_i = 0.8122 (0.82904) \text{ mgl/Km}$$

$$K_i = 0.673 \text{ mgl/Km}$$

La corrección se efectuó utilizando este gradiente.



DATOS

$\alpha = 10^\circ$
 $e_0 = 10$
 $l_0 = 40$
 $L_0 = 68 \text{ m.}$
 $ki = 0.06741 \text{ mg/l} / 100 \text{ mt.}$
 $CL = (L_0 + L) ki$

CORRECCION POR LATITUD PARA P_1

$P_1(4,10) = \text{C.L.} = (68+0) 0.06741 = 4.58 \text{ mg/l.}$
PARA: $P_2(14,10) \rightarrow L_2 = 40 \text{ m.}$
 $\text{C.L.} = (L_0 + L_2) ki$
 $\text{C.L.} = (68+40) 0.06741 = 7.28$
 $\text{C.L.} = 7.28 \text{ mgls.}$

FIGURA . — 6

La latitud calculada y aplicada fue relativa, ya que se aplicó K_1 multiplicado por la distancia de latitud referida a la Estación considerada.

Además se usó la siguiente fórmula:

$$C.L. = (L_0 + L) K_L$$

Donde L , define la posición de la estación que se quiere calcular, así como el rumbo de la línea donde se localiza dicha estación. (Figura 6)

L_0 viene siendo la distancia de la Latitud de referencia (28°) al origen o principio del área (λ_0, e_0)

Siendo:

- λ = línea cualquiera
- λ_0 = línea origen
- α = rumbo de línea
- e = estación cualquiera
- e_0 = estación origen
- L_0 = distancia de la latitud referida al origen o principio del área (λ_0, e_0)

e) CORRECCION DE ALTITUD (ELEVACION)

Esta corrección es la combinación de la corrección por aire libre y la corrección de Bouguer. Se puede decir también que es el producto de Factor de Bouguer por la

altura de la estación:

$$C_{\epsilon} = \frac{(0.3086 - 0.4185 \delta) h}{K_B}$$

El factor de Bouguer (K_B) es variable para cada área, ya que depende de la densidad (δ) de la región.

para el área estudiada $\delta = 2.5$

El factor de Bouguer es $K_B = 0.204$

f) CORRECCION TOPOGRAFICA

Esta corrección toma en cuenta el efecto producido por las masas situadas por encima del nivel de la estación, el cual se opone a la gravedad; esta atracción debe sumarse para anular dicho efecto.

De la misma forma el material ocupado por los valles situados por abajo del nivel de la estación se debería restar de la corrección de Bouguer, pero dado que no existe dicho material se suma para compensar lo considerado en la corrección de Bouguer.

Por lo tanto, la corrección topográfica debe sumarse -- siempre; tratandose de montañas o valles.

Esta corrección se efectuó usando los círculos y tablas de John L. Bible 1962 (Círculos B a L cada 100 metros e interpolando para las estaciones intermedias).

El principio usado por Bible es el mismo establecido por Hammer (1939), modificando únicamente el número de compartimentos de los círculos de C a I para una mejor precisión en la corrección.

		ZONAS	COMPARTIMENTOS HAMMER	COMPARTIMENTOS JOHN. L. BIBLE	RADIO INTERIOR Km	RADIO EXTERIOR Km
C I R C U L O S	I N T E R I O R E S	B	4	4	2.0	16.6
		C	6	4	16.6	53.3
		D	6	8	53.3	170.1
		E	8	16	170.1	390.1
		F	8	16	390.1	895.1
		G	12	16	895.1	1529.5
C I R C U L O S	E X T E R I O R E S	H	12	16	1529.1	2616.0
		I	12	16	2616.0	4469.0
		J	16	16	4469.0	6652.5
		K	16	16	6652.5	9903.0
		L	16	16	9903.0	14742.0
		M	16	16	14742.0	21944.0

IV.2.4 Cálculo de Anomalía de Bouguer

La anomalía sería nula si la densidad de las rocas del subsuelo variasen exactamente lo mismo tanto a profundidad como lateralmente.

Una anomalía de Bouguer distinta de cero puede indicar un exceso o déficit local de la densidad.

La anomalía de Bouguer, si se han aplicado las correcciones de Aire Libre, Bouguer y Topográfica se define como sigue:

$$A = g_0 + C_e - K(\lambda) + C(T)$$

g_0 = Gravedad observada

C_e = Corrección por elevación
(Implica corrección aire libre y Bouguer)

$K(\lambda)$ = Corrección por latitud

$C(T)$ = Corrección topográfica

IV.3 MAGNETOMETRIA

IV.3.1 Generalidades

El método magnético de prospección tiene muchos puntos comunes con el método gravimétrico; ambos métodos buscan anomalías originadas por cambios de propiedades físicas de las rocas subyacentes.

La intensidad de magnetización tiene no solo magnitud, sino también dirección; mientras lo que gobierna al campo gravitatorio, es la masa que solo tiene magnitud.

Los efectos magnéticos de las rocas pueden estar influenciados por pequeños vestigios de ciertos minerales, mientras que los efectos gravimétricos dependen principalmente de los constituyentes fundamentales de las rocas.

IV.3.2 Técnica de Campo

Para el levantamiento magnetométrico se trazaron líneas base en cada una de las rocas con rumbo Este-Oeste.

El rumbo de las líneas para cubrir las áreas en estudio se establecieron con dirección Norte-Sur (astronómico) la separación entre líneas fue a cada 200 mts y cada 100 mts. en zona de interés, con estaciones separadas a cada 50 mts.

a) PRECAUCIONES QUE SE DEBEN CONSIDERAR EN EL LEVANTAMIENTO

El operador deberá poner a rango el equipo dependiendo del lugar en que vaya a desarrollar los trabajos (variación de la intensidad del campo total en función de la latitud en la República Mexicana es de 40 000 a 50 000 Gammas aproximadamente).

También tiene que evitar llevar cualquier fragmento magnético en la ropa, ya que afecta al equipo causando lecturas erróneas, así como establecerse un procedimiento rutinario con respecto a la posición y rumbo en que se deberá leer.

Los valores magnéticos obtenidos están afectados por los cambios periódicos del campo geomagnético, principalmente la "Variación Diurna" y "Deriva"

IV.3.3 Corrección por Variación Diurna y Deriva.

Debido a las características del levantamiento magnetométrico terrestre en las áreas propuestas, fue necesario colocar una estación Base Monitora con la cual se determinó la Variación Diurna y por Deriva del campo geomagnético, evitando así lo engorroso de los cierres de base cada intervalo fijo de tiempo, lo cual retardaba la exploración.

Esta corrección se hace con el fin de llevar todo el trabajo a un mismo plano de referencia.

Una vez corregidos los datos levantados, se pasan a un plano para configurarlo y analizarlo posteriormente.

Cabe mencionar que la información magnetométrica recabada no fue analizada como se debiera, ya que la interpretación se basó principalmente, en los resultados gravimétricos tomando en cuenta que la mineralización que presenta esta zona es de tipo hematítico.

V ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS

V.1 Interpretación Cualitativa

a) Gravimetría

Del plano de Anomalía de Bouguer (Lám. 3), se considera que el gradiente que se presenta en la parte Norte del área de estudio se debe a la posición a profundidad de las calizas de la Formación Aurora y nos limita el contorno de la misma, presentándose dentro de este gradiente distorsiones producidas tal vez por un cuerpo de mayor densidad que la caliza o que ésta se encuentra más somera en esta región.

La distorsión de mayor interés se localiza entre las Líneas 51N a la 61N, entre las Estaciones 35 a 50 y, de acuerdo a su interés, se le denominó como anomalía de Orden I.

Con respecto a la parte central, se observa que la anomalía es más intensa porque la caliza en esta zona aflora, e inclusive aparecen estructuras de caliza en forma de anticlinales.

En la región sur de la Anomalía de Bouguer aparece un gradiente menor, debido a que la caliza en esta área posiblemente tiende a profundizarse. Superficialmente se tienen rocas volcánicas cubriendo parcialmente esta zona, sin que la respuesta gravimétrica sea de mayor interés.

b) Magnetometría

Con respecto al Plano Magnetométrico (Lám.8), se puede decir que el dipolo que aparece entre las Líneas 52N a 54N y Estaciones 40 y 44 es causado aparentemente por rocas de

origen volcánico, según evidencias superficiales tales como andesitas, ignimbritas, traquitas, etc. En general, la respuesta magnética en el área, con excepción del dipolo mencionado, no presenta información sobresaliente para los fines que se persiguen.

Hacia la parte Sur se tienen dos altos y se atribuyen a las rocas volcánicas aflorantes.

Con el fin de hacer una mejor correlación con los Planos Residual y Segunda Derivada, el Plano Magnetométrico (Lám. 8) se fraccionó, como se muestra en la Lámina 9, con las dimensiones de la anomalía denominada como de Orden I a escala 1:5 000

V.2 Interpretación Cuantitativa

a) Gravimetría

Con el propósito de separar los efectos profundos, intermedios y someros, se procesó la información para obtener los planos de regional y residual aplicando el Método de Aproximación Polinomial por Mínimos Cuadrados, así como el Operador de Segunda Derivada Vertical diseñada por Elkins.

Para aislar los efectos producidos por cuerpos con mayor densidad de todo el contexto mostrado en el Plano de Anomalía de Bouguer (Lám. 3), se generó el Plano Regional con una aproximación polinomial de grado dos y mediante la resta de estos datos con los de la Anomalía de Bouguer se obtuvo el Plano Residual correspondiente (Lám. 4 $G_{Res} = G_B - G_{Reg}$), que por sus características sobresale el efecto producido por un cuerpo de alta densidad a profundidad, como lo muestran las Láminas 5, 6 y 7, consideradas con posi-

bilidades económicas a futuro en caso de ser de Fierro.

Esta área anómala, de casi 1.5 miligales de intensidad, denominada como de Orden I, localizada en la zona Santiago I, entre las Líneas 52N a 57N y Estaciones 40 a la 47, se correlaciona en parte con una anomalía magnética (Lám. 9) de más de 600 gammas, provocada por un cuerpo magnético.

Con el propósito de hacer resaltar los efectos someros presentes dentro de la zona enmarcada por el área como anomalía de Orden I, se le aplicó al Plano de Anomalía de Bouguer el Operador de Segunda Derivada Vertical diseñado por Elkins, por medio de la técnica de convolución, cuyo resultado se muestra en la Lámina 6, en la cual se puede observar que sobresale un efecto superficial importante e indica que el cuerpo generador de esta anomalía tiene su parte más somero en la región sur, sobre las Estaciones 43 y 44 y las Líneas 52N y 53N, la cual tiende a profundizarse hacia la parte noreste.

V.3 Correlación e Interpretación

Con la serie de planos obtenidos a lo largo de la etapa de análisis de anomalías y en correlación con la Geología del área, mostrada en la Lámina 2, se hicieron las siguientes consideraciones:

La presencia de rocas calizas del Cretácico Inferior hacían suponer que, a profundidad, pudieran estar suprayaciendo un cuerpo con alto contraste de densidad (determinado por el residual gravimétrico), que además contaba con propiedades magnéticas (Plano Magnetométrico), con lo cual se infirió que era factible contar con un cuerpo mineralizado por Fierro emplazado a profundidad. Debido a esas ca-

racterísticas, se trató en un principio de estimar su profundidad y posicionamiento de la forma siguiente:

Se tomó como base, por ser el más representativo, el perfil gravimétrico a lo largo de la Estación 43; a partir de él y por el Método Bidimensional de Talwani, se hizo el modelado correspondiente hasta lograr el ajuste obtenido, teniendo como resultados lo mostrado en la Lámina 10, donde se evidencia un cuerpo de alta densidad situado a más-menos 300 m a partir de la superficie, asociado con una falla ajustada en forma de escalón.

Para confirmar la interpretación preliminar de esta anomalía, se programaron tres barrenos de diamante en la Línea 53N, sobre las Estaciones 42 (Barreno 3), 43 (Barreno 1) y 45 (Barreno 2), los cuales alcanzaron una profundidad total de 177.25 m, 151.60 m y 99.60 m, respectivamente. Estos no cortaron mineral de Hierro, por lo que supone que si el cuerpo existe, debe estar más profundo.

V.4 Conclusiones y Recomendaciones.

Dado que los barrenos programados no cortaron ningún tipo de roca suficientemente densa como para provocar una anomalía de la intensidad mostrada en la Lámina 11, se sugiere que estos barrenos se continúen mínimo 60 m cada uno, para tratar de comprobar o justificar esta anomalía.

No se recomiendan los métodos eléctricos debido a que existe en la parte superficial una capa de roca de baja resistividad que no permite la penetración de la corriente eléctrica a mayor profundidad, lo cual se comprobó con varios sondeos eléctricos verticales, que se hicieron con anterioridad a la barrenación.

A P E N D I C E

APENDICE I

METODOS ANALITICOS DE INTERPRETACION.

Estos métodos son actualmente utilizados de manera sistemática con el auxilio de una computadora digital y van enfocados a obtener el máximo de información del plano de Anomalía de Bouguer.

De ellos se puede desprender lo siguiente:

A) DETERMINACION DE RESIDUALES GRAVIMETRICOS:

Esto se logra calculando cual es el efecto producido por -- las rocas que forman el contexto geológico del área estudiada (regional) para restarse al plano de Anomalía de Bouguer considerado mediante la siguiente formula:

$$\Delta g_{res} = \Delta g_B - \Delta g_{reg}$$

Las técnicas analíticas más usuales para ese propósito son:

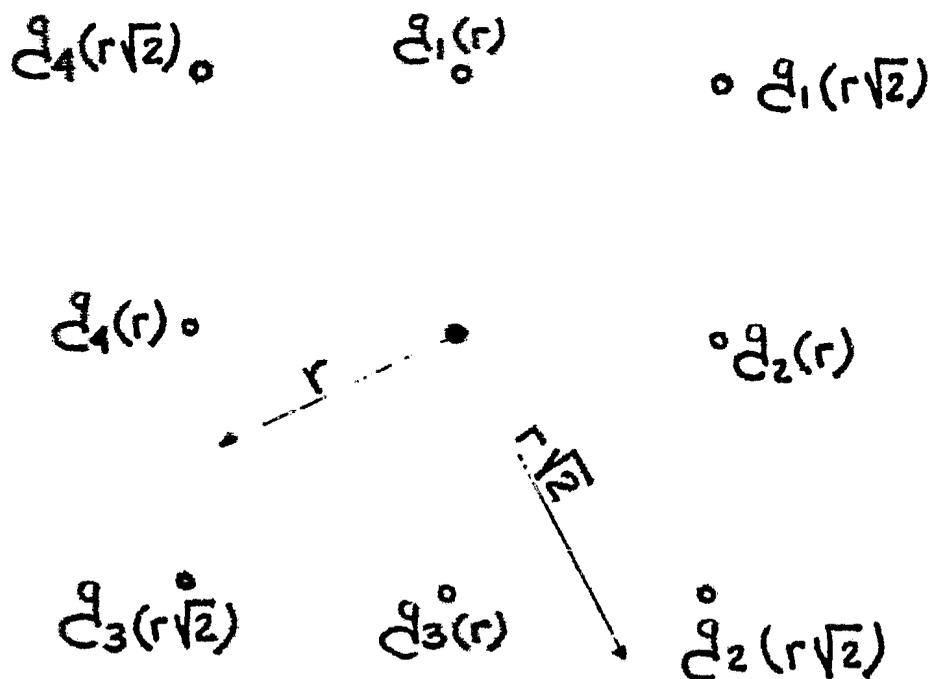
a) METODO PROMEDIOS DE 9 PUNTOS:

Este método es una variante del Método de Griffin (quien considera un poliedro regular de 8 lados inscrito en un círculo cuyo centro se sitúa en la estación para calcular mediante la siguiente ecuación:

$$g_r = \frac{g_1(r) + g_2(r) + \dots + g_n(r)}{n}$$

pero que para nuestro caso se aplica mediante la técnica de convolución como un operador concéntrico para círculos $S=0$, $S=r$ y $S=r\sqrt{2}$
 Donde r es el intervalo de muestreo utilizada y coeficientes equipesados de $1/9$.

La siguiente figura ilustra el caso:



La expresión para la gravedad promedio es:

$$\Delta g = g_e - \frac{g_e \sum_1^1 g(r) + \sum_1^1 g(r\sqrt{2})}{9}$$

...

- Δg : Gravedad residual
 $g(\sigma)$: Valor de la gravedad en la estación considerada
 $g(r)$: Valor medio de la gravedad dentro de un círculo de radio r

- b) METODO DE APROXIMACION POLINOMIAL POR MINIMOS CUADRADOS
 Este método consiste en que a partir de las coordenadas (x,y) de los puntos de observación y de su valor correspondiente de Anomalía de Bouguer en cada uno de ellos - se genera una superficie polinomial de grado "n" del tipo:

$$G(x,y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} C_{ij} x^i y^j$$

Logrando esto mediante la resolución analítica de un -- sistema matricial de n ecuaciones de la fórmula

$$[C_{kl}] = \left[\sum_P x^{k+i} y^{l+j} \right]^{-1} \left[\sum_P g x^i y^j \right]$$

Donde:

C : son los coeficientes de la polinomial

x,y : las coordenadas del punto considerado

g : valor gravimétrico determinado para dicho punto

$G(x,y)$: Valor regional para cada punto calculado.

El grado de la polinomial va a depender principalmente de las características geológicas imperantes en el área de estudio y se puede determinar en forma estadísticas de acuerdo al rango de error que se le considere permisible respecto al plano de Anomalía de Bouguer.

SEGUNDA DERIVADA:

La segunda derivada vertical de la gravedad indica la relación del cambio de variación de la gravedad respecto a la profundidad y es una técnica con la que se hace resaltar -- los efectos de pequeñas estructuras someras con respecto a las masas grandes situadas a profundidades mayores. Esto quiere decir que las cualidades locales se muestran en el plano resultante.

Las expresiones matemáticas con que esto se representa son

ELKINS

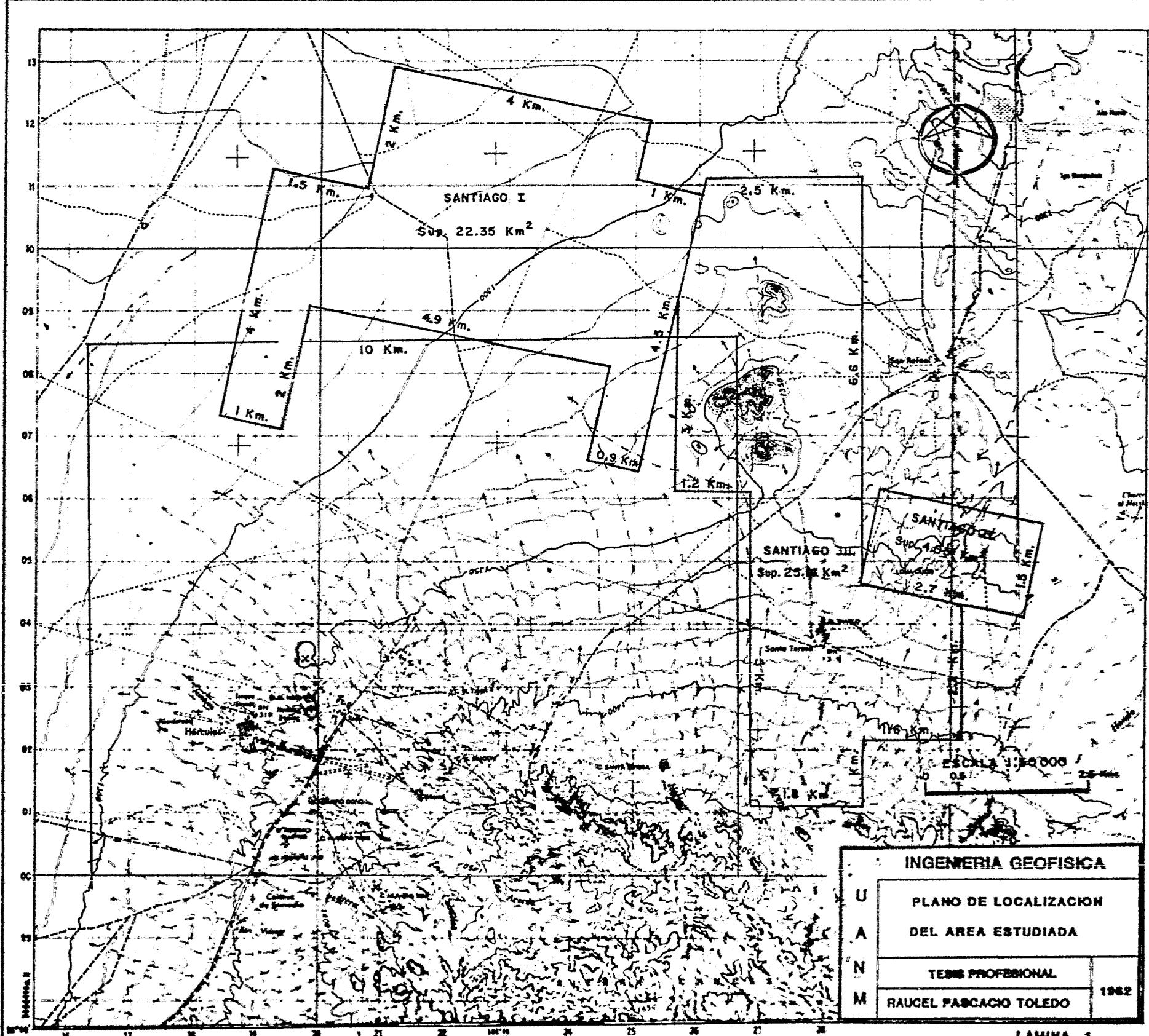
$$\frac{\partial^2 G}{\partial z^2} = \frac{1}{62r^2} \left[44\Delta_0 + 4 \sum \Delta(r) - 3 \sum \Delta(r\sqrt{2}) - 6 \sum \Delta(r\sqrt{5}) \right]$$

HENDERSON

$$\frac{\partial^2 G}{\partial z^2} = \frac{1}{3r^2} \left[8\Delta_0 - 4\Delta(r) - 4\Delta(r\sqrt{2}) \right]$$

B I B L I O G R A F I A

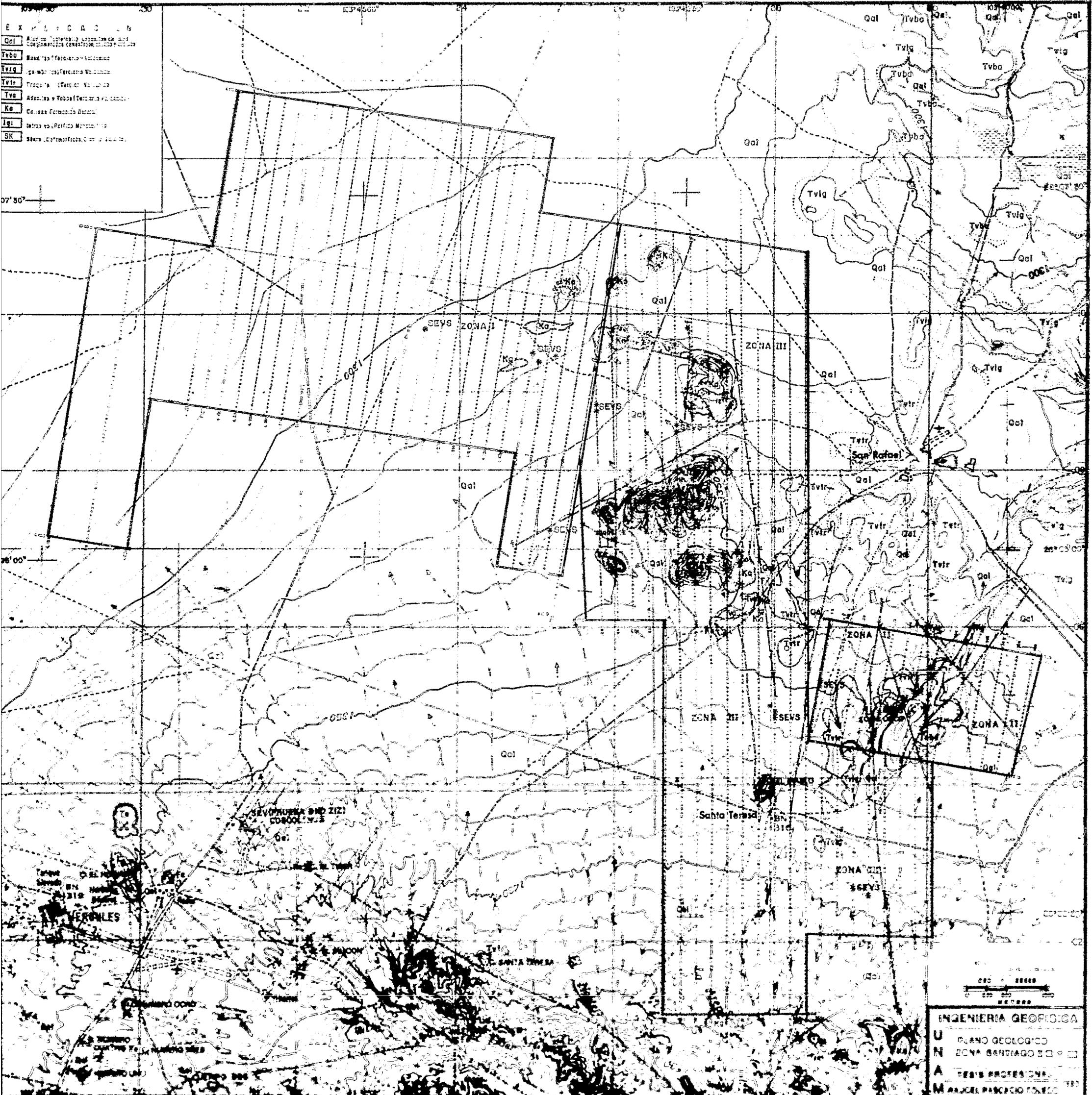
1. MIRONOV, V.S. Prospección Gravimétrica
Editorial Reverté, S.A. 1977
2. F.S. GRANT &
G.F. WEST Interpretation Theory in applied Geophysics.
Mc Graw Hill. 1965
3. DOBRIN, M.B. Introduction to Geophysical Prospecting
Mc Graw Hill. 1976
4. NETTLETON, L.L. Gravity and Magnetism in Oil Prospecting.
Mc Graw Hill. 1976
5. CANTO FIGUEROLA
JOSE. Tratado de Geofísica Aplicada
2a. Edición, Cia. Industrial S.L. 1974
6. PARASNIS, D.S. Geofísica Aplicada
Paraninfo, Madrid 1971.
7. TELFORD, N.M.,
GELDART, L.P.
& KEMS. Applied Geophysics.
Cambridge University Press. 1977
8. BACA U.
MANUEL Introducción a la Geofísica
Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración
(AMGE). 1971
9. CONSEJO DE RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES. Estudios Geológicos y Geofísicos de los
Yacimientos Ferríferos de Hércules, Coah.
Boletín 68. 1964.



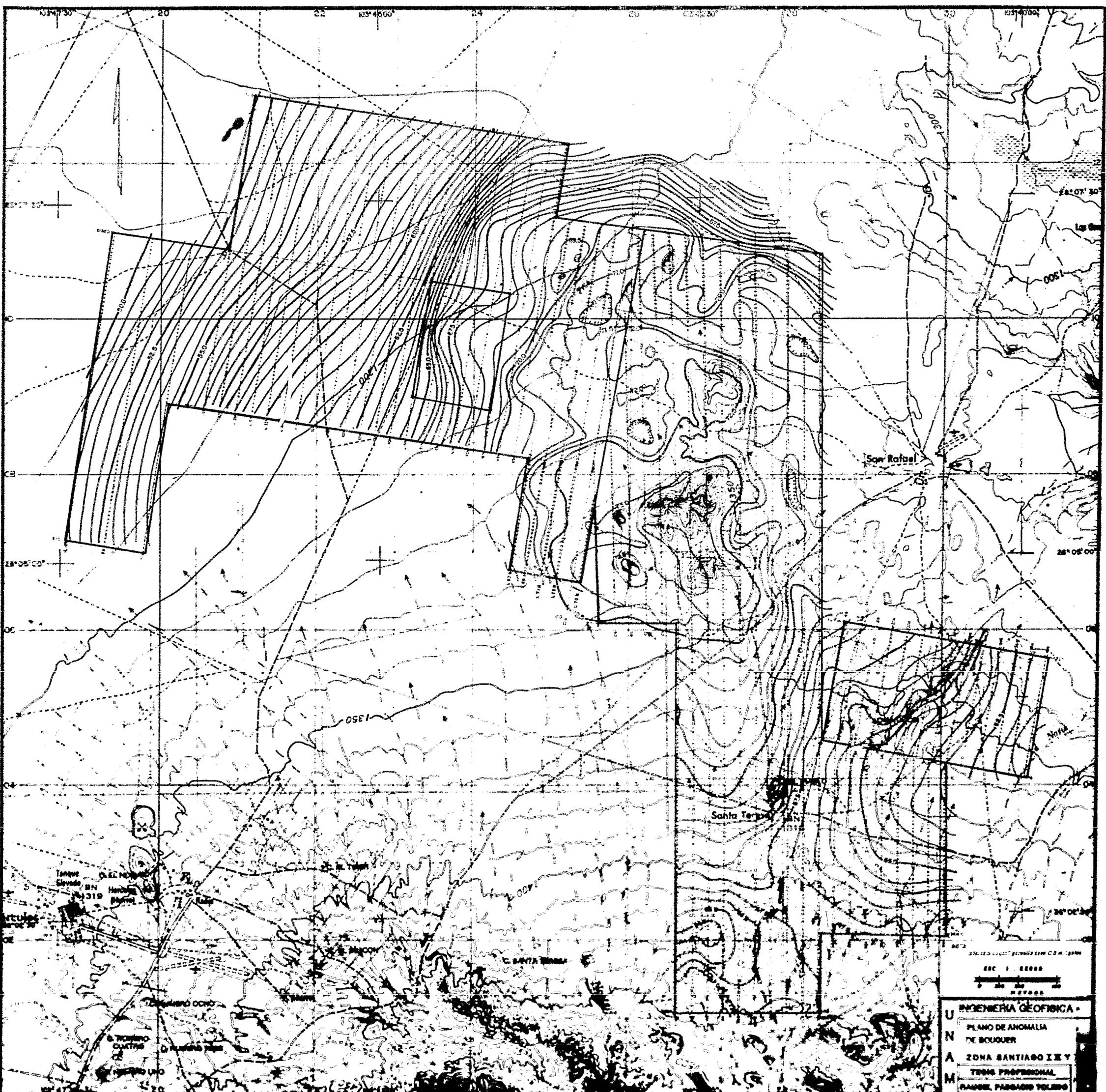
INGENIERIA GEOFISICA	
U A N M	PLANO DE LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA
	TEMA PROFESIONAL
	RAUCEL PASCACIO TOLEDO
	1962

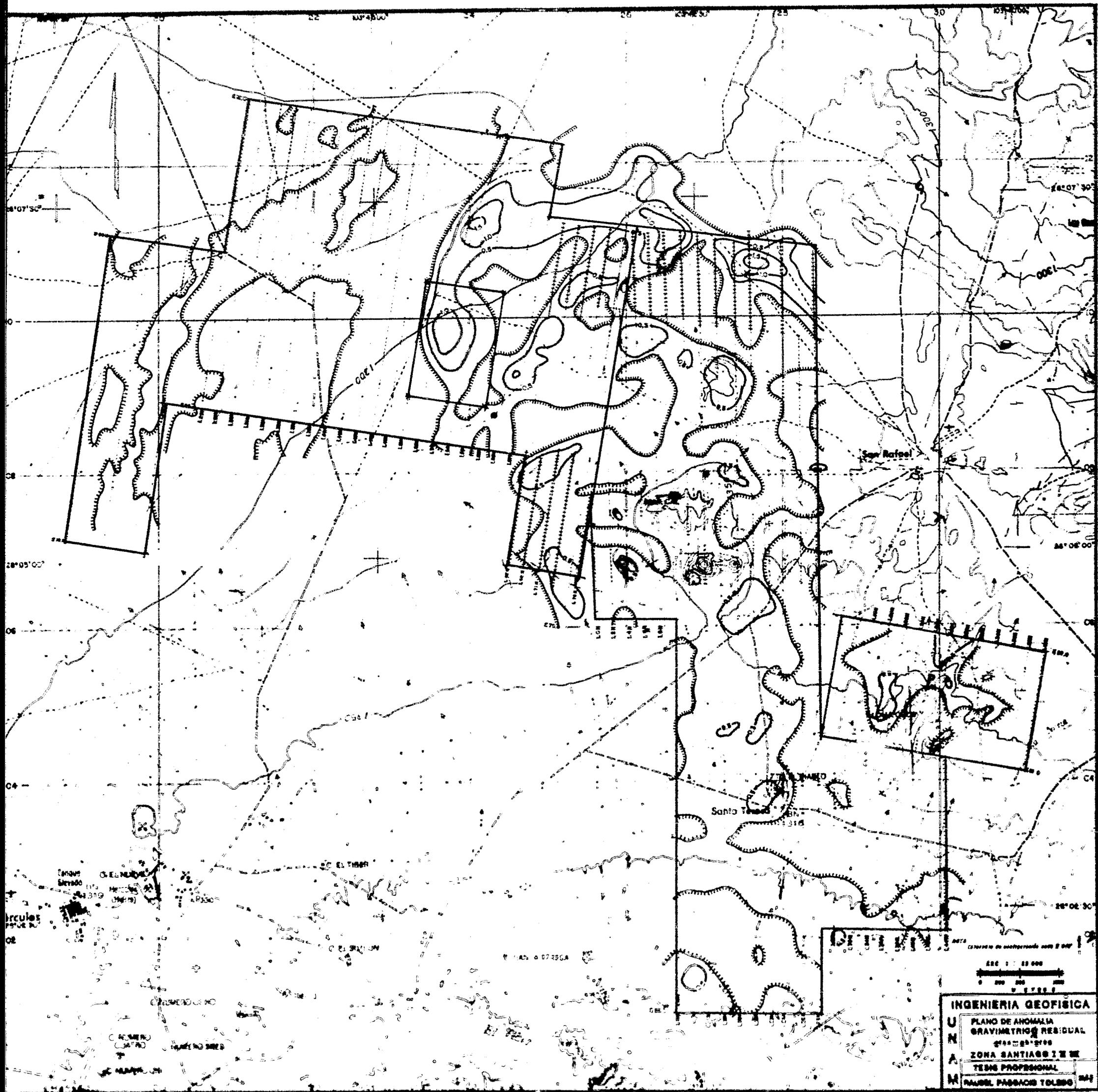
EXPOSICION

Qal	Aluvion de Tercera y Cuarta Orden con gravas y arenas de mediana y gruesa tamano
Tvbo	Basaltos Terciarios y Cuaternarios
Tvlg	Gravillas terciarias y cuaternarias
Tvir	Trochilina (Fosfor. Volcanica)
Tva	Adelantos y Volcanoclastos de Tercera y Cuarta Orden
Ka	Calizas terciarias de Tercera y Cuarta Orden
lgl	Letras y Perforacion Minerales
SK	Serie de Estratigrafia, Cuaternario

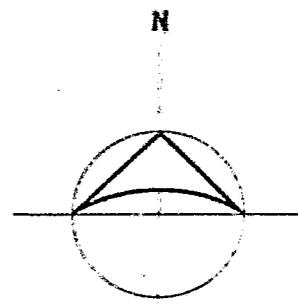
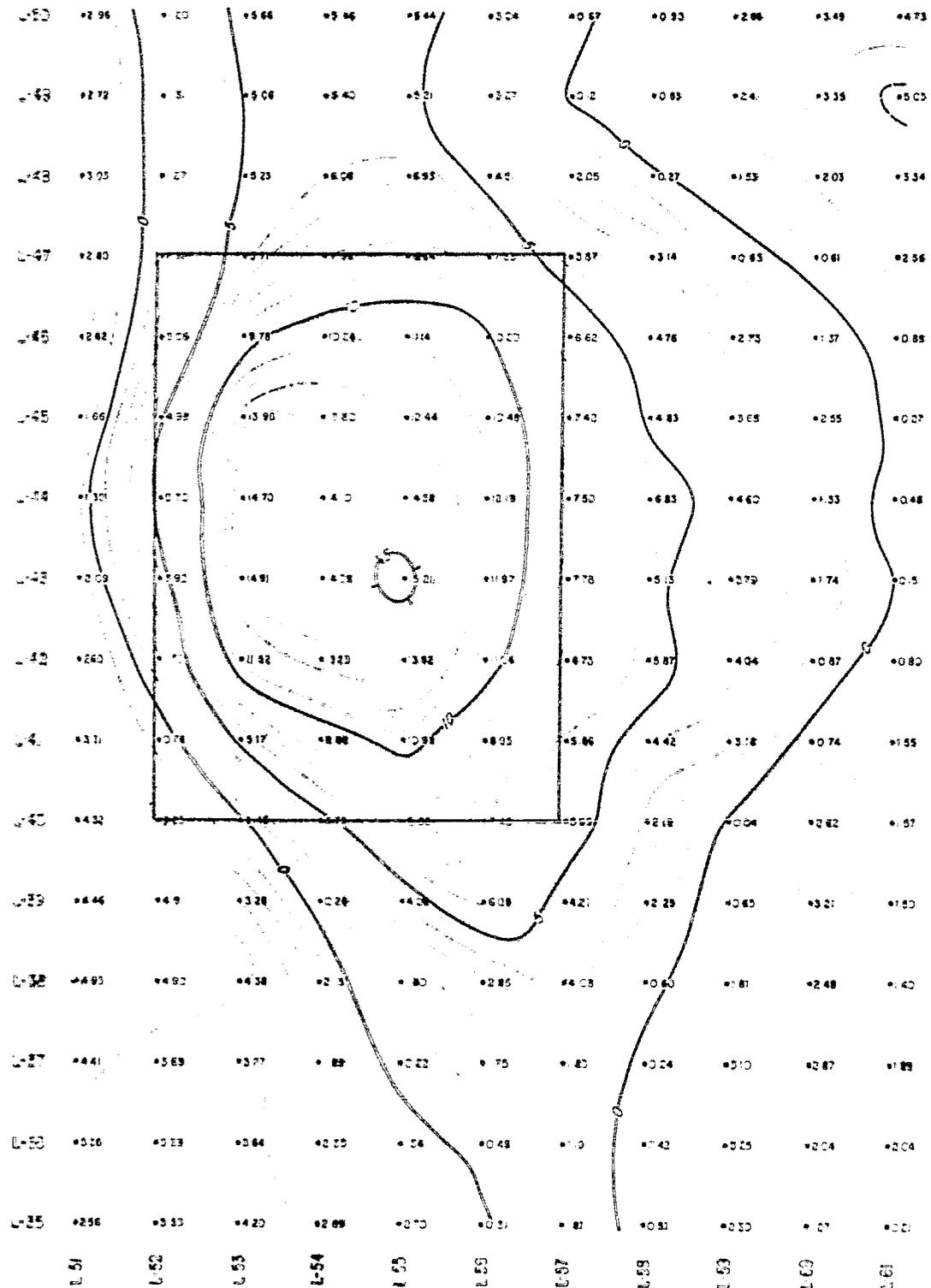


INGENIERIA GEOPISICA
 U PLANO GEOLOGICO
 N ZONA SANTIAGO II y III
 A TESIS PROFESIONAL
 M RAJCEL PABLO TOLEDO





INGENIERIA GEOFISICA
 U N A M
 PLANO DE ANOMALIA
 GRAVIMETRICA RESIDUAL
 ZONA SANTIAGO DE
 TESIS PROFESIONAL
 RAFAEL PARRACIS TOLEDO

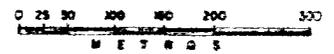


LEYENDA

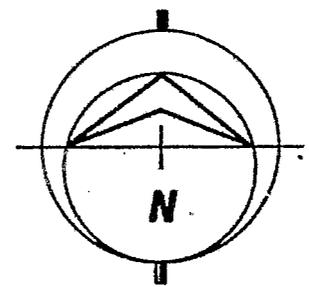
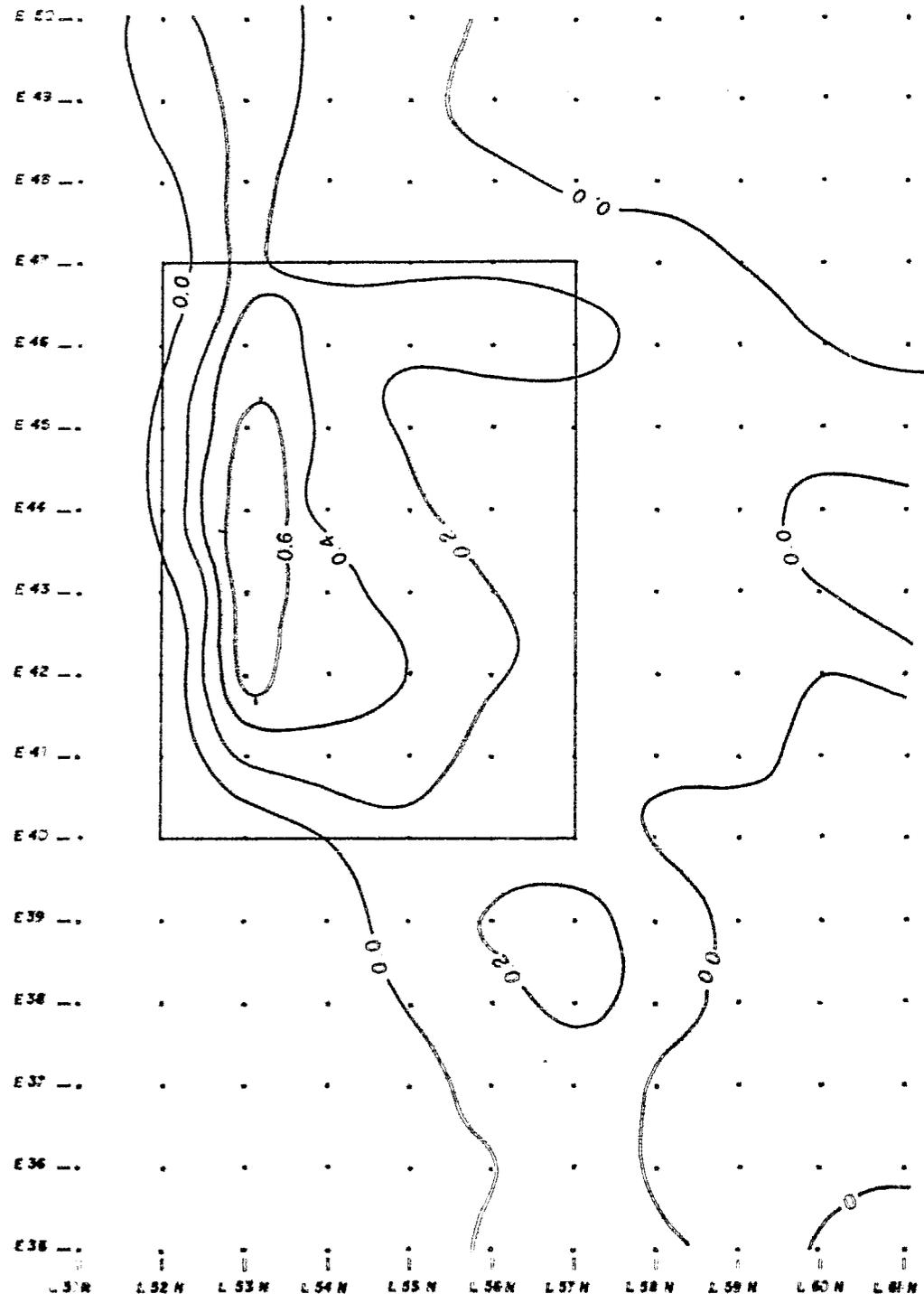
MAXIMO GRAVIMETRICO

INTERVALO DE CURVAS A CADA 5 mg

ESCALA 1:5000



INGENIERIA GEOFISICA	
RESIDUAL GRAVIMETRICO	
OPERADOR 9 PUNTOS	
ANOMALIA ORDEN 1	
UNAM	TEMA PROFESIONAL
	RAUCEL PASCACIO TOLEDO
	1982

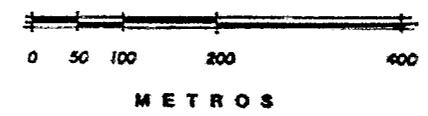


LEYENDA

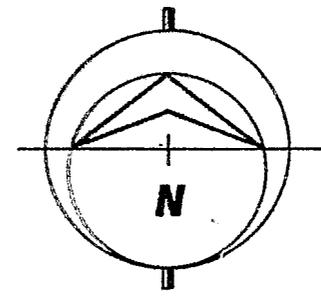
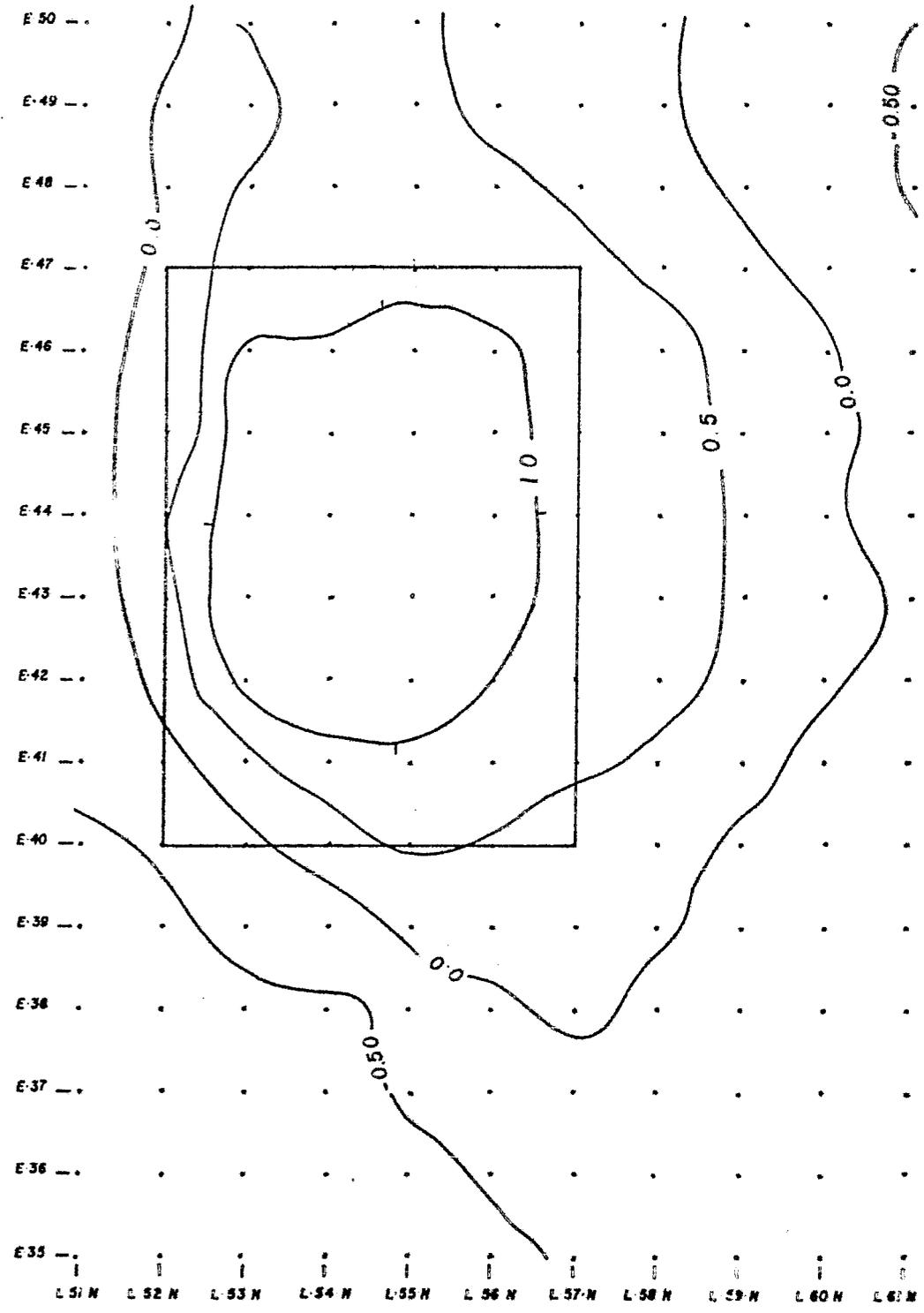
 MAXIMO GRAVIMETRICO

INTERVALO DE CURVAS A CADA .2 mlg.

ESCALA 1:5000



U N A M	INGENIERIA GEOFISICA	
	PLANO DE SEGUNDA	
	DERIVADA DE ELKINS.	
	ANOMALIA ORDEN 1	
	TESIS PROFESIONAL	1982
	RAUCEL PASCACIO TOLEDO	

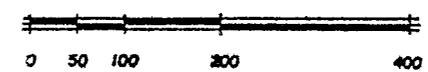


LEYENDA

 MAXIMO GRAVIMETRICO

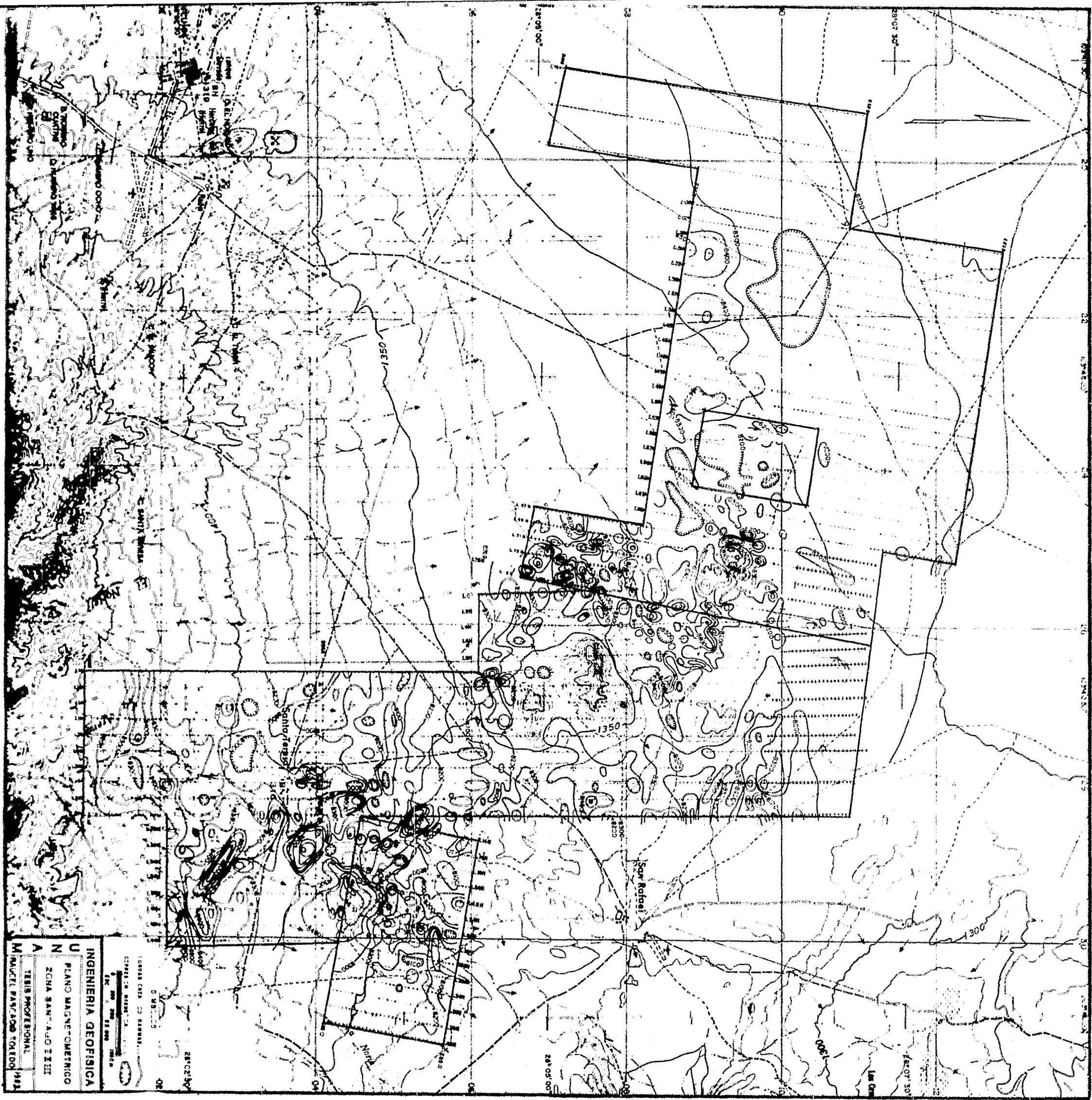
INTERVALO DE CURVAS A CADA .5 mg.

ESCALA 1:5000



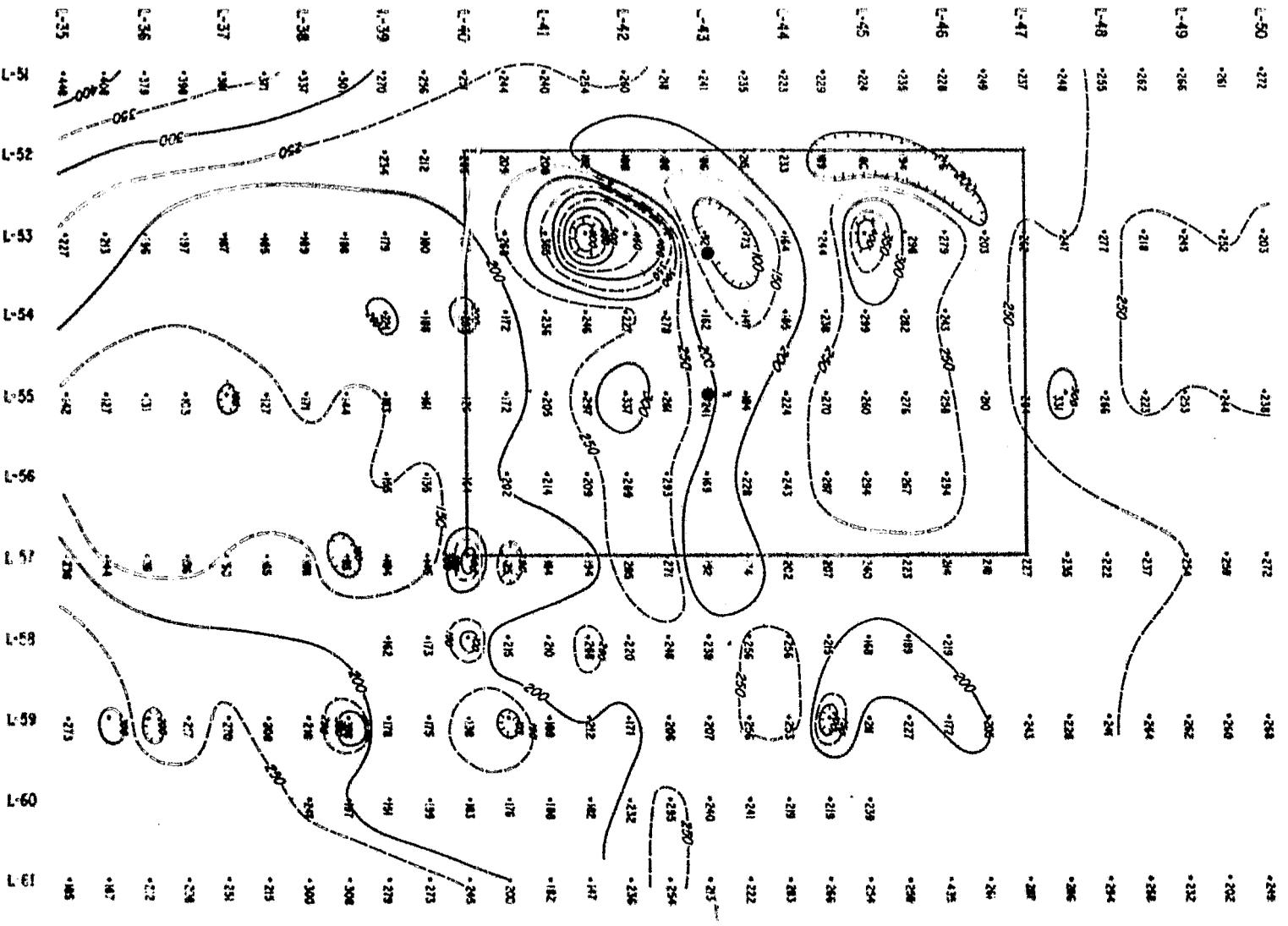
T

U N A M	INGENIERIA GEOFISICA	
	RESIDUAL GRAVIMETRICO PARA UNA APROX. POLINOMIAL GRADO 2	
	ANOMALIA ORDEN 1	
	TESIS PROFESIONAL	1982
	RAUCEL PASCACIO TOLEDO	

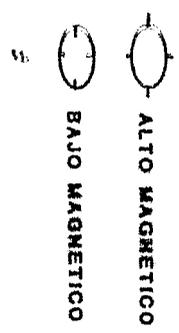


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
INGENIERIA GEOFISICA
PLANO MAGNETOMETRICO
ZONA SAN AGUSTIN
TRABAJO PROFESIONAL
MARCELO PASACABAN FOLIO 10

ESCALA: 1:50,000
 COORDENADAS UTM
 DATOS DEL TERRENO
 1985



LEYENDA



INTERVALO DE CURVAS A CADA 50 GAMMAS

NOTA:
CONFIRMACION DE LOS
VALORES MAGNETICOS
OBTENIDOS (SEM FILTRADO)

ESCALA 1:5000
0 25 50 100 150 200 250 300
M E T R O S

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

INGENIERIA GEOFISICA

PLANO MAGNETOMETRICO

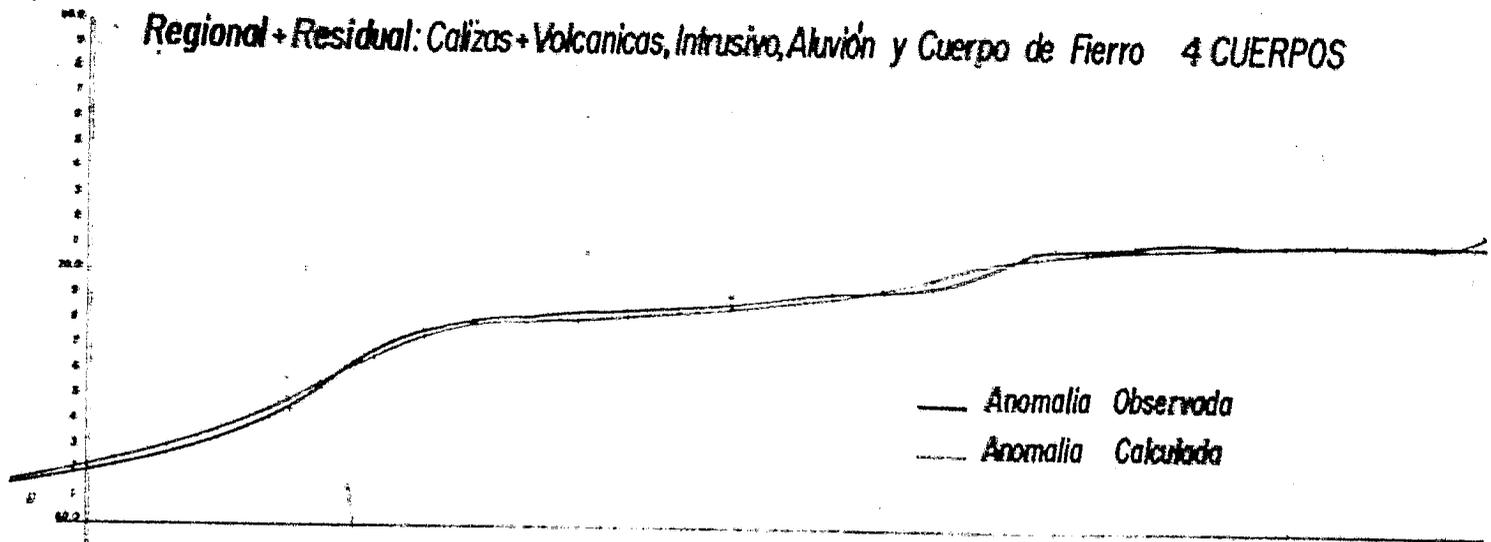
ANOMALIA ORDEN 1

TRABAJO PROFESIONAL

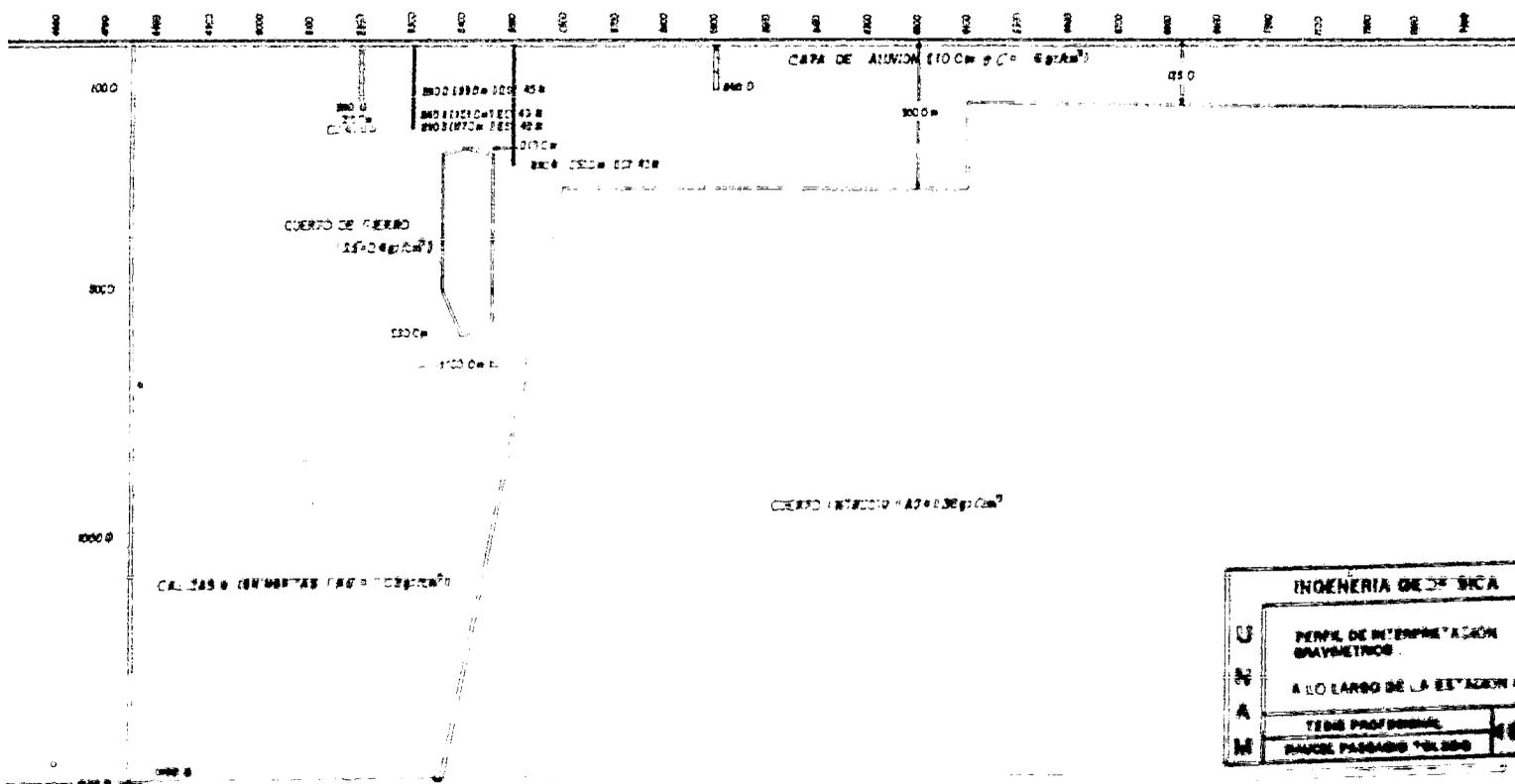
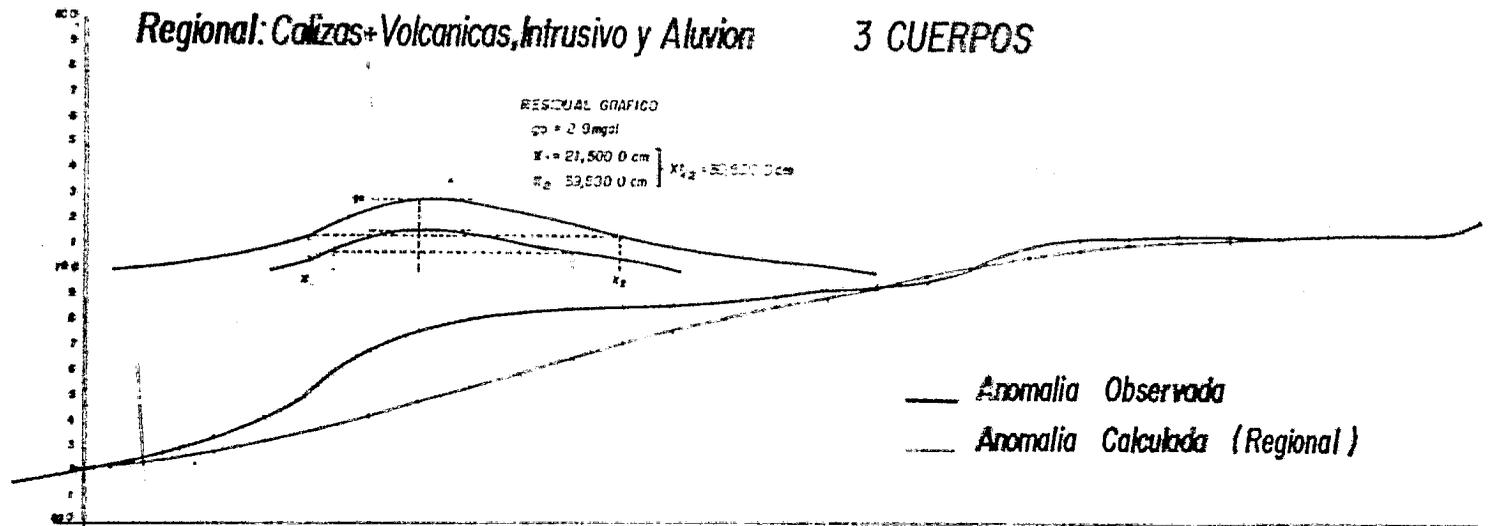
1982

RAUCEL PASCAJO TOLEDO

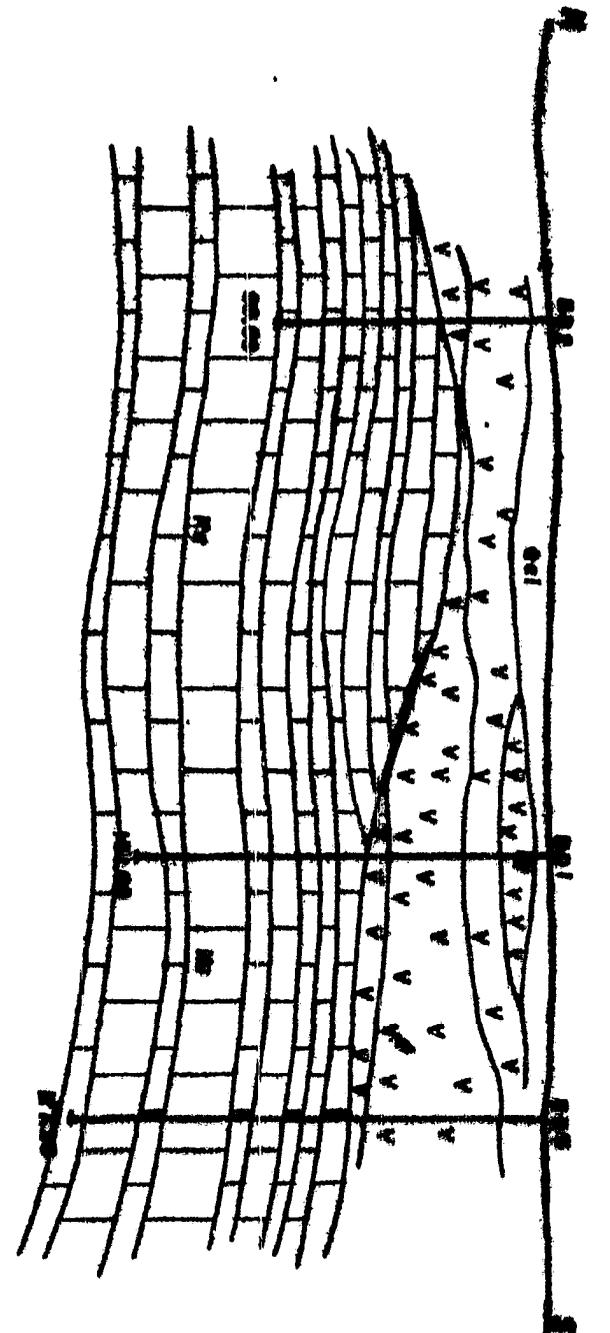
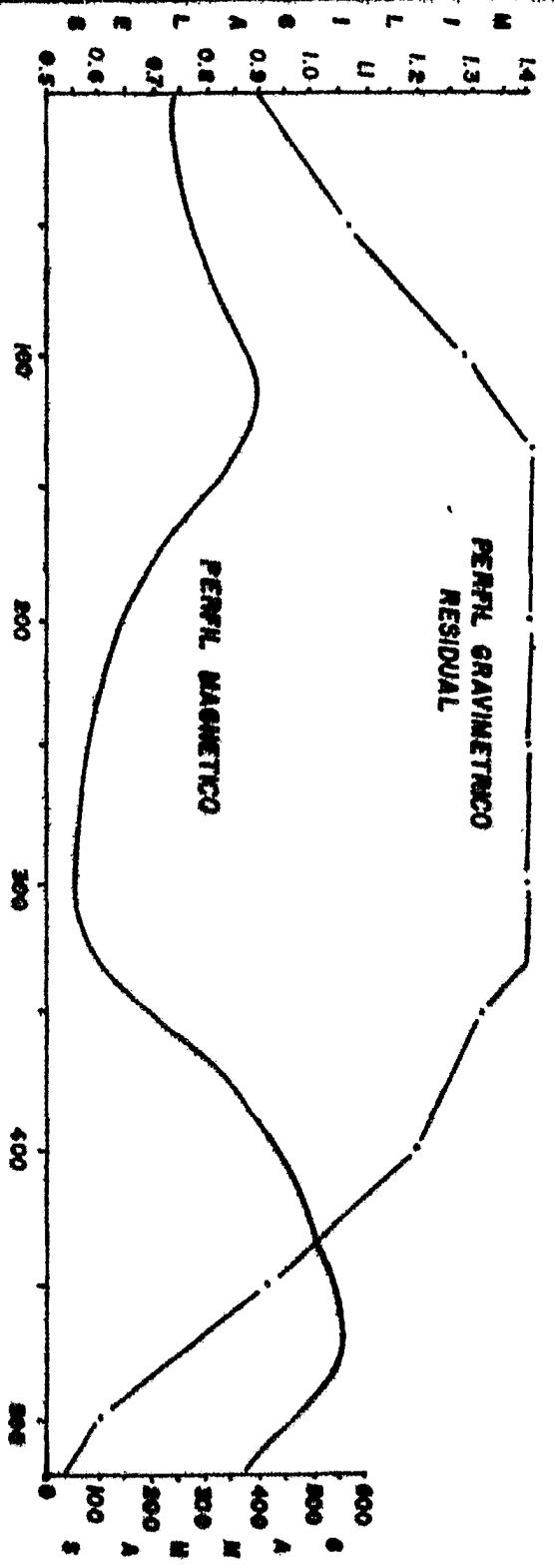
Regional + Residual: Calizas + Volcanicas, Intrusivo, Aluvión y Cuerpo de Hierro 4 CUERPOS



Regional: Calizas + Volcanicas, Intrusivo y Aluvion 3 CUERPOS



INGENIERIA GEOLÓGICA	
PERFIL DE INTERPRETACION GRAVIMETRICA	
A LO LARGO DE LA ESTACION 48	
FECHA PROFESIONAL	1962
PAIS DE PASADIS FOLIOS	



BARRENO SOBRE ANOMALIA
OMDEN I

- Aluvion
- Toba Andesitica Ancillosa
- Andesita
- Caliza (Form. Barro)
- BD Barreno de Diamante

U N A M	
INGENIERIA GEOFISICA	
SECCION	
GEOLOGIA MAGNETOMETRICA GRAVIMETRICA NORTE SUR.	
TESIS PROFESIONAL	1983
RAUCEL PASCACIO TOLEDO	