

B O L E T I N

DE LA

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

**INTERPRETACION GRAVIMETRICA EN EL AREA
OCUAPAN-RIO PLAYAS AL SURESTE DE MEXICO**

Por:

**LFM. Roberto Moreno Castillo
Ing. Gabino Jiménez Hernández**

**PROCESO SEUDODECONVOLUTIVO PARA CORRECCION
TOPOGRAFICA DE DATOS GRAVIMETRICOS**

Por:

Ing. Pedro Silva Saldívar

MESA DIRECTIVA DE LA ASOCIACION MEXICANA
DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

BIENIO 1985-1986

Presidente	Ing. Antonio Camargo Zanoguera
Vicepresidente	Ing. Héctor Palafox Rayón
Secretario	Ing. Salvador Hernández González
Tesorero	Ing. Carlos López Ramírez
Pro-Tesorero	Ing. Jorge Uscanga Uscanga
Editor	Ing. Guillermo A. Pérez Cruz
Coordinador de Eventos Técnicos	Ing. Francisco J. Sánchez de Tagle
Coordinador de Eventos Sociales	Ing. Patricia Ocegüera de Romero

PRESIDENTES DE DELEGACIONES

Reynosa	Ing. Miguel A. Martínez Domingo
Tampico	Ing. Jorge Stanford Besst
Poza Rica	Ing. Salvador Maldonado Cervantes
Coatzacoalcos	Ing. Juan B. Rivera Jácome
Villahermosa	Ing. Quintín Cárdenas Jammet
Cd. del Carmen	Ing. Carlos Puerto Zapata
San Luis Potosí	Ing. Juan López Martínez
Córdoba	Ing. Sergio Figueroa Arias
Guaymas	Ing. Ramón García Gómez
Chihuahua	Ing. Justo Meza Díaz
Morelia	Ing. Jesús Arredondo Frago

VOCALES

I.M.P.	Ing. José Salinas Altés
I.P.N.	Ing. Raúl Santiago Valencia
U.N.A.M.	Ing. Rodolfo Marín Campos
MEXICO	Ing. Andrés Ramírez Barrera

ESTE BOLETIN NO SE HACE RESPONSABLE DE LAS IDEAS EMITIDAS EN LOS ARTICULOS QUE SE PUBLIQUEN, SINO SUS RESPECTIVOS AUTORES.

ESTE BOLETIN SE PUBLICA CADA TRES MESES Y SE DISTRIBUYE GRATUITAMENTE A LOS SOCIOS.

	MEXICO	OTROS PAISES
Cuota Anual para Socios	\$ 1,200.00	\$ 20.00 U.S. Dollars
Suscripción Anual (no Socios)	2,500.00	25.00 U.S. Dollars
Ejemplares Sueltos	600.00	5.00 U.S. Dollars

PARA TODO ASUNTO RELACIONADO CON EL BOLETIN COMO SON ENVIOS DE MANUSCRITOS, SUSCRIPCIONES, DESCUENTOS A BIBLIOTECAS, PUBLICACIONES, ANUNCIOS, ETC., DIRIGIRSE A:

GUILLERMO A. PEREZ CRUZ,
APARTADO POSTAL 57-275
MEXICO, D.F. C.P. 06501
MEXICO

INTERPRETACION GRAVIMETRICA EN EL AREA OCUAPAN-RIO
PLAYAS AL SURESTE DE MEXICO*

Por: LFM Roberto Moreno Castillo e
Ing. Gabino Jiménez Hernández
Superintendencia General de Exploración
Zona Sur
Petróleos Mexicanos

RESUMEN

De acuerdo con la reforma administrativa llevada a cabo recientemente por Petróleos Mexicanos, la Zona Sur quedó dividida en Zona Sur, Zona Sureste y Zona Marina. El límite que separa a las Zonas Sur y Sureste está definido por la coordenada geográfica $93^{\circ} 30'$, quedando ubicados dentro de la Zona Sur los campos petroleros Tecominoacán y Jujo y en la Zona Sureste, cerca de su límite occidental, los campos petroleros Mora, Cárdenas, Fénix, Iris, Giraldas, Copanó, Chiapás y Muspac.

El presente estudio corresponde a la porción sur del Area - Ocuapan y al Area Río Playas, ambas limítrofes con la Zona Sures

* Trabajo presentado en el 1er. Simposium de Geofísica de la A.M.G.E. (24 y 25 de noviembre de 1983).

te, teniendo como objetivo principal determinar aquellas localidades donde existen posibilidades de acumulación de hidrocarburos en condiciones similares a las encontradas en las rocas carbonatadas mesozoicas de las estructuras Copanó, Chiapas y Muspac.

Inicialmente se hace un análisis de los métodos geofísicos y geológicos aplicados en el área y se interpreta cualitativamente el mapa gravimétrico de Bouguer, obteniéndose gráficamente la separación regional-residual y determinándose las posibles estructuras mesozoicas.

Finalmente se hace una interpretación cuantitativa a partir de modelos geológicos bidimensionales, lográndose identificar y seleccionar dos posibles estructuras mesozoicas: Carmena y Abeto que corresponden con máximos gravimétricos y que se propone sean perforadas para establecer la continuación del área productora del Sureste hacia la Zona Sur.

INTRODUCCION

El área comprendida en este estudio se encuentra ubicada en el Sureste de la República Mexicana, en la región de confluencia de los Estados de Veracruz, Chiapas y Tabasco, cubriendo una superficie de 3,500 Km², Fig. No. 1. Geológicamente está ubicada

en dos provincias geológicas, el norte corresponde a las Cuencas Terciarias del SE. Area Ocuapan y el sur a la Sierra de Chiapas, Area Río Playas, Fig. No. 2.

En el Area Ocuapan, Tab., perteneciente a las Cuencas Terciarias del SE, se han efectuado numerosos trabajos sismológicos. La topografía suave del terreno y el gran espesor que alcanza la columna arcillo-arenosa Terciaria, han permitido obtener información de buena calidad, con lo cual se ha logrado definir el comportamiento estructural de los horizontes mesozoicos, descubriéndose dentro de la Zona Sur las grandes estructuras, anticlinales: Apompo, Encino, Cuatajapa, Ocuapan, Tecominoacán, Jujo y Encomendero, en correspondencia con las estructuras del Area Villahermosa de la Zona Sureste: Mora, Cárdenas, Tepeyil, Fénix, Iris, Giraldas, Copanó, Chiapas, Muspac, Nicapa y Chirimoyo, de las cuales son importantes campos productores de hidrocarburos provenientes de rocas mesozoicas: Tecominoacán, Jujo, Mora, Cárdenas, Fénix, Iris, Giraldas, Copanó, Chiapas y Muspac, tal como se observa en la Fig. No. 3.

En el Area Río Playas, Ver., perteneciente a la provincia de la Sierra de Chiapas, la topografía del terreno es sumamente accidentada y por lo tanto inaccesible para el método sismológico, por

lo cual únicamente se han efectuado dentro de ella trabajos exploratorios con los métodos de Geología Superficial y Gravimetría, definiéndose por el primero de ellos los anticlinales: Grama, Pedregal, Cerro Pelón y Río Playas, y dentro del Area Simojovel de la Zona "SE", los anticlinales Ostuacán, Malpaso, perforándose posteriormente los pozos: Pedregal 11, Grama 1, Río Playas 1 y 2, Cerro Pelón 1, Malpaso 1 y 2, todos los cuales resultaron improductivos a pesar de haber alcanzado las rocas mesozoicas. En la Fig. No. 4 se ilustran las condiciones topográficas del Area Río Playas y los pozos improductivos perforados dentro de ella.

OBJETIVO

El objetivo principal de este estudio consiste en determinar la prolongación y profundidad de las estructuras mesozoicas productoras de aceite ligero en la Zona SE (Copanó, Chiapas y Muspac) hacia el Area Río Playas de la Zona Sur, utilizando el método gravimétrico. Se pretende lograr el objetivo a través de la interpretación cualitativa y elaboración de modelos geológicos ajustados a los datos gravimétricos. De esta manera se determinan "Estructuras Gravimétricas" y la profundidad de las rocas mesozoicas en su cima, proponiéndose finalmente las localizaciones exploratorias: Carmena 1, Caletón 1 y Abeto 1, con el fin de investigar las posi

bilidades económico-petroleras de las rocas carbonatadas mesozoicas en un bloque comprendido entre el área estéril de Río Playas y el área productora de Villahermosa.

GEOLOGIA SUPERFICIAL

En la figura No. 5 se muestra la geología superficial del Area Río Playas, observándose numerosas estructuras anticlinales abiertas en sedimentos calcáreo-arcillosos del Cretácico Sup., dolomías y calizas arcillosas en el Cretácico Medio y dolomías y areniscas en el Cretácico Inferior y Jurásico Sup. Tectónicamente el área es bastante complicada y las estructuras se encuentran afectadas por fallas inversas, formando anticlinales recumbentes, como el anticlinal Cerro Pelón y en otros casos, como en las estructuras Grama y Pedregal, se ha sumado el empuje de la sal. Hacia el oriente las rocas mesozoicas no afloran, definiéndose una posible subcuenca Terciaria rellena por una columna de hasta 7500m de sedimentos lutito-arenosos y conglomerados. En el Area Simojovel, las rocas mesozoicas están sepultadas a menor profundidad, formando una serie de atractivas estructuras.

GEOLOGIA DE SUBSUELO Y ANTECEDENTES DE PRODUCCION DE HIDROCARBUROS

Como se ha mencionado, existen numerosos pozos perforados,

tanto en el área aún no productora de Río Playas como en el área productora de Villahermosa, pudiendo tomarse como ejemplo los pozos Cerro Pelón 1 y Muspac 41, respectivamente. El Pozo Cerro Pelón 1 cortó una columna arcillo-arenosa y conglomerática Terciaria de 3,235 m, sin impregnación de hidrocarburos, 839 de sedimentos de Cretácico Sup. Calcáreo-arcillosos y únicamente 66 m de calizas arcillosas y dolomías del Cretácico Medio, con 860 m.n.p. de sedimentos del Cretácico Inferior, todos sin impregnación comercial de hidrocarburos. El Pozo Muspac 41 cortó una columna arcillo-arenosa de 2,687 m de Terciario, sin impregnación de hidrocarburos, 338 de sedimentos del Cretácico Sup. con impregnación comercial de hidrocarburos en caliza bioclástica que en forma de brechas se alojan dentro de rocas calcáreo-arcillosas (tal como ocurre en Chiapas y Copanó), 920 m de sedimentos del Cretácico Medio constituidos por mudstone y packstone sin impregnación de hidrocarburos y 735 m del Cretácico Inferior constituidos por dolomías café claro compactas en partes fracturadas y 10% de mudstone también sin impregnación comercial de hidrocarburos.

En la Fig. No. 6 se indican las características lito-estratigráficas de las columnas geológicas penetradas en estos pozos.

SISMOLOGIA

Como mencionamos anteriormente, los trabajos sismológicos efectuados con el sistema P.R.C. Digital han llevado a determinar con precisión la configuración estructural en tiempo (seg.) de las rocas carbonatadas del Cretácico en gran parte del Area Ocuapan y en casi la totalidad del Area Villahermosa, estando limitada dicha configuración al sur por la Sierra de Chiapas y al occidente hasta las inmediaciones del Río Pedregal.

En el mapa sismológico-estructural de la Fig. No. 7 se muestran los extensos alineamientos estructurales orientados en dirección NW-SE; Nicapa-Muspac-Chiapas-Copanó-Huacano y Chiri - moyo-Encomendero, alcanzando las rocas mesozoicas las profundi-dades que se indican en las cimas de las estructuras anticlinales siguientes: Muspac 2,652 m (2.3 seg.), Chiapas 3,728 m (2.6 seg.), Copanó 3,623 m (2.6 seg.), Huacano 4,935 m (3.0 seg.) y teniéndose como probables profundidades de mesozoico las siguientes: Chirimoyo 1 4,500 m (3.0 seg.) y Encomendero 6,200 m (3.9 seg.), observándose la profundización gradual de estas rocas hacia Encomendero. En la configuración se aprecia el sistema de fallas existentes, predominando las que tienen un rumbo NW-SE paralelas a los ejes estructurales.

Es importante observar el ascenso general de las rocas mezozoicas hacia el occidente, después del alineamiento Encomendero-Chirimoyo y cuya culminación se desconoce por información sismológica muy pobre.

En la Fig. No. 8 se muestra la información sismológica típica de la zona definida como de buena calidad y como muy pobre.

MAGNETOMETRIA

En la Fig. No. 9 se muestra el mapa de intensidad magnética total del área y es una recopilación de los trabajos desarrollados por la Cía. Aerofoto, S. A. en el Area Salina del Istmo y por la Cía. Aeroservice en el Area Cintalapa Bachajón en los años de 1974 y 1979, respectivamente. Ambos fueron desarrollados con diferentes alturas de vuelo y las configuraciones no coinciden en valor pero sí en las tendencias de las curvas isoanómalas.

En el mapa de intensidad magnética se aprecia primordialmente un máximo magnético de grandes dimensiones que predomina en casi toda el área, ubicándose la Loc. Carmena 1 en su flanco sur oriental. Otro máximo de carácter local se localiza al norte de los Pozos Pedregal y otro paralelo al sur, que se interrumpe al NW bruscamente y cambia a un mínimo magnético al NE del Pozo

Grama, sugiriendo la existencia de una falla o un cambio de susceptibilidad magnética al NW.

El máximo magnético que se aprecia en el mapa de intensidad magnética total, posiblemente indica la presencia de un basamento magnético de mayor susceptibilidad que en los alrededores y las anomalías de orden menor quizás están ocasionados por cuerpos ígneos intrusivos intrasedimentarios o por las rocas de origen volcánico diseminadas dentro de la columna sedimentaria.

GRAVIMETRIA

a) Generalidades

El mapa de anomalías de Bouguer del Area Ocuapán Río Playas (Figura 10) es el resultado de la integración de dos levantamientos gravimétricos; el primero ocupa la porción norte del Area y fue levantado por la Compañía Servicios Geofísicos en el año de 1955 y el otro, de la porción sur, fue levantado por la Compañía COMESA entre los años de 1977 y 1978.

Este mapa muestra la superposición de anomalías de diferentes tamaños que fundamentalmente se clasifican en dos tipos: Regionales y Residuales. Las primeras son de un gran tamaño y am

plitud y ocultan a las segundas que son de orden menor y que muchas veces no se logran definir totalmente y sólo se manifiestan como inflexiones en las curvas isoanómalas y constituyen sobre todo los máximos, zonas de interés económico por su relación con posibles estructuras de rocas carbonatadas del Mesozoico.

Sobre el propio mapa de Bouguer, en forma cualitativa se puede obtener la separación de los efectos Regional y Residual, indicando sus límites a la mitad que separa un máximo de un mínimo.

b) Determinación de Densidades

El conocimiento de la densidad de las rocas del subsuelo del área en estudio permite reducir en gran parte la ambigüedad en la interpretación gravimétrica.

Dentro del área en estudio se han corrido registros de densidad compensada en los pozos: Grama 1, Pedregal 11-A, Cerro Pelón 1, Copanó 1, Chiapas 1-A y Muspac 1 y 41.

Como representativos del área, en la Figura 6 se aprecian las densidades determinadas en los pozos Cerro Pelón 1 y Muspac 41. En el primero se observan pocos datos de la densidad del

Terciario (sólo para el Eoceno Medio se tiene 2.50 g/cm^3), en cambio en el Muspac 41 sí se tienen datos de densidad del Terciario y puede establecerse en 2.45 g/cm^3 en promedio.

La densidad del Cretácico Superior y Medio es casi igual en ambos pozos, pudiendo establecer su valor en 2.70 g/cm^3 en promedio, aún cuando existen diferencias litológicas en ambas porciones del área.

Para el Cretácico Inferior-Jurásico Superior, formado principalmente por dolomías y cuya densidad es de 2.75 g/cm^3 .

El basamento del subsuelo del área se considera de origen metamórfico y se estableció en 2.85 g/cm^3 su densidad.

Dada la presencia de domos salinos en el área, se tomó la densidad de 2.10 g/cm^3 como representativa de la sal. Este dato se tomó del Registro de Densidad corrido en el Pozo Rabasa-1 ubicado cerca de la población de Agua Dulce, Ver. y que atravesó una columna de 1,000 m de sal.

c) Interpretación Cualitativa Regional.

Las anomalías regionales más destacadas del mapa de Bouguer son: el máximo Grama-Río Playas y el mínimo Encomen

dero, que se indican separadas cualitativamente en el mapa de Bouguer-Regional (Figura 11).

Estas anomalías están separadas por el efecto de una probable falla regional con caída hacia el oriente, que separa las estructuras mesozoicas superficiales del occidente, de posibles estructuras sepultadas en la subcuenca de Encomendero, que tiene 12,000 m o más de profundidad en su depocentro y que viene definida por el mínimo de Encomendero.

d) Interpretación Cualitativa Local.

Superpuestas a las anomalías regionales se aprecian las anomalías residuales y entre las principales se logran determinar las siguientes: máximo Abeto, el mínimo Chintul y el máximo Carmena en la Región Central y el máximo Amate-Cerro Pelón, mínimo de Enmedio, máximo Río Playas, máximo Grama, mínimo Pedregal y máximo Misho, entre otras de la Región Occidental.

Los límites de esas anomalías se indican en el mapa de Bouguer-Residual, Figura 12.

El máximo Chiapas-Muspac-Ostuacán corresponde a una serie de estructuras de rocas carbonatadas del Cretácico determinadas

por Sismología y que se encuentra entre los 2,000 m al sur y casi 4,000 m de profundidad al norte (Pozos Copanó-1 y Chiapas 1-A).

El máximo Carmena cuenta con una apariencia, amplitud y características similares a las del máximo Chiapas-Muspac-Ostucán que hacen suponer que está originado por una o más estructuras de rocas carbonatadas similares a las encontradas en las estructuras productoras de la región oriental del área.

Hacia el norte de Carmena se localiza el máximo Abeto, cuyo eje ligeramente orientado SW-NE es casi paralelo al de Carmena, perteneciente a una anomalía de grandes dimensiones y que pudiera corresponder en el subsuelo a una o más estructuras profundas (5,000 m ó más) de rocas carbonatadas del Mesozoico, de un gran interés económico petrolero.

Hacia el occidente, las anomalías residuales que se separan (Figura 12) corresponden en su mayoría con las estructuras mesozoicas superficiales de esa región y en el caso de los máximos Grama y Misho, corresponden a dos anticlinales originados posiblemente por el empuje de la sal, teniendo su máxima expresión en el domo Pedregal, que coincide con un mínimo.

El mapa gravimétrico-estructural (Figura 13) contiene una

interpretación estructural tentativa donde se muestran todas las estructuras mencionadas antes, separadas por fallas normales (o in - versas), asociadas con los bruscos cambios de pendiente en los - flancos de las anomalías (Fallas F-1 hasta F-10). También se in - terpretan aquí otras posibles fallas asociadas con las discontinuidadades de los ejes de las anomalías y que pueden tratarse de fallas normales (o inversas) y de desplazamiento (Fallas F-A hasta F-D)

Destacan en forma atractiva las siguientes "estructuras":

1. Anticlinal Abeto, limitado al norte y sur por sendas fallas e internamente dividido por la falla F-C en dos bloques, uno de menor profundidad a la cima del Cretácico donde se ubica la localización Abeto 1 y uno más profundo donde se encuentra la localización Caletón 1.
2. Anticlinal Carmena, limitado al norte por la falla F-7 e internamente dividido en dos posibles bloques separados por la falla F-C en el bloque más bajo se ubica la localización - Carmena 1.

Las "estructuras" interpretadas y separadas por fallas, en algunos casos pueden no corresponder propiamente a estructuras geológicas y sólo ser representativas de zonas de rocas de mayor -

densidad (máximos) diferenciadas de aquéllas donde las rocas son de menor densidad (mínimos). Las posibles fallas en este caso pueden sólo indicar un cambio de facies en las formaciones del subsuelo.

Para encontrar la profundidad de la cima de las estructuras determinadas con este método, es necesaria la separación real de los efectos Regional y Residual del mapa de Bouguer y que se comenta en el siguiente apartado.

e) Separación Regional-Residual.

A partir de la utilización de diversos métodos, tanto gráficos como analíticos, se han separado los efectos Regional y Residual dentro del Area Ocuapán-Río Playas.

En este trabajo se presenta el resultado obtenido en la construcción de un Regional gráfico, por tendencias de las curvas isonómalas y que considera a sólo dos anomalías con ese carácter: el Máximo Grama-Río Playas y el Mínimo Encomendero.

El mapa regional (Figura 14) contiene la definición de los dos grandes anomalías mencionadas, donde se tiene que el eje del máximo está orientado NW-SE y el eje del mínimo se orienta casi N-S.

Como ya se había mencionado anteriormente, la primera de ellas corresponde a la presencia cercana a la superficie de todas las estructuras mesozoicas de la región occidental del área y en el otro caso corresponde a una subcuenca terciaria rellena de sedimentos terrígenos.

Al substraer del mapa de Bouguer el efecto Regional, se construyó el mapa de anomalías residuales, Figura 15.

En esta figura se definen tres zonas:

1. Zona de Máximos que comprende a Abeto, Misho y Amate-Cerro Pelón.
2. Zona de Mínimos que comprende a Encomendero y Chintul.
3. Zona de Máximos; Chiapas-Muspac y Carmena.

Dentro de esos alineamientos destaca el máximo Abeto que se define claramente con un cierre gravimétrico de 45 U.G. y donde se propone las perforaciones exploratorias Abeto 1 y Caletón 1. Por sus características de amplitud y longitud de onda, aunados a los datos de sismología y de perforación del Pozo Encomendero 2 (que terminó en sedimentos del Eoceno Inferior a los 5,900 m), es posible que la cima del anticlinal Abeto sea profunda y se estima se encuentra entre los 5,000 y 6,000 m de profundidad b.n.m.

Otro máximo sumamente destacado en este mapa corresponde a Carmena y donde se propone la perforación exploratoria Carmena 1 y donde se espera encontrar la cima del Cretácico como a los 3,000 m de profundidad b.n.m.

f) Interpretación Cuantitativa.

Para determinar con mayor precisión la profundidad de la cima de las estructuras mencionadas antes, se elaboraron y calcularon con el programa GRAVI del Depto. de Nuevas Técnicas, Z.S., tres modelos geológicos bidimensionales, cuyos resultados se comentan a continuación:

1. El perfil gravimétrico Cerro Pelón-Abeto-Copanó (Figura 16), corresponde a anomalías de Bouguer y su posición se aprecia en la Figura 10.

El modelo geológico se construyó con los datos sismológicos y de perforación del Pozo Copanó 1 y que determinan la conformación estructural de la cima del Cretácico. Este modelo se continuó hacia el occidente con los datos de geología superficial y de subsuelo.

En este perfil se logró determinar que la cima del Mesozoico se encontrará a 5,200 m b.n.m. en la proposición Abeto 1 y

a 5,500 m en la proposición Caletón 1, por lo que se propone la perforación de ambos hasta los 7,000 m con el objetivo principal de explorar las posibilidades económico-petroleras de esta porción del área.

Se determina en este perfil que el basamento varía de 7,500 m al occidente hasta alcanzar como 12,000 m b.n.m. en la porción de la subcuenca de Encomendero y elevándose como a 9,000 m b.n.m. hacia el oriente.

Se observa en la Figura 15 que existe un gran ajuste entre la anomalía calculada con el modelo resultante y la anomalía observada.

2. El perfil residual Abeto-Carmenta (Figura 17) se encuentra ubicado en la porción central del área (Figura 15).

Aquí en este perfil se calculó la profundidad de la cima del Cretácico para la estructuras Abeto y Carmenta que corresponden a anticlinales del tipo "Horst" como se observa en el modelo geológico calculado.

Los resultados que se encuentran son los siguientes: En la perforación de la Loc. Abeto 1 se espera encontrar la cima del Cretácico a los 5,200 m b.n.m. y en la Loc. Carmenta 1

se espera que la cima del Cretácico se encuentra como a -
3,500 m b.n.m.

La anomalía calculada para este modelo se aprecia también en la Figura 17 y se observa que se ajusta bastante bien a la anomalía residual observada.

3. El perfil residual Caletón-Carmena (Figura 18) se encuentra situado en la Figura 15.

Aquí, en este perfil se estimó la cima del Cretácico para la estructura Caletón 1 a los 5,500 m b.n.m. y se determinó como a 3,000 m b.n.m. en Carmena 1.

La anomalía calculada para este modelo se aprecia también - en la Figura 18 y se observa un buen ajuste con la anomalía residual observada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de esta interpretación, se concluye:

1. Los datos sísmológicos del oriente del área han llevado al - descubrimiento de los campos petroleros de Iris, Giraldas, Copanó, Chiapas y Muspac y muestran indicios de existencia

de posibles estructuras en la porción central del área, pero la información tan pobre obtenida con este método no permite determinar completamente su configuración.

2. A partir de la interpretación gravimétrica se determina la existencia de dos máximos residuales: Abeto y Carmena. El primero de ellos cuenta con una amplitud de 160 U.G., tiene 25 Km aprox. de largo y 13 Km aprox. de ancho. El otro máximo tiene una amplitud de 140 U.G., 20 Km de largo y como 8 Km de ancho.

Estas características las convierte en anomalías sumamente atractivas y de acuerdo con la interpretación y el análisis cuantitativo a que se someten los datos gravimétricos, se determina que ellas están asociadas a anticlinales de rocas carbonatadas del Mesozoico que posiblemente cuentan con las mismas propiedades de porosidad y fracturamiento que las rocas cretácicas de la región productora de Chiapas-Tabasco.

3. Con el objeto de encontrar yacimientos de hidrocarburos de gran magnitud, se propone en este trabajo la perforación de tres pozos exploratorios: Abeto 1, Caletón 1 y Carmena 1, los primeros dos ubicados sobre la cima del anticlinal Abeto y donde se determinó alcanzar la cima del Cretácico Superior

a los 5,200 m b.n.m. con la Loc. Abeto 1 y a los 5,500 m b.n.m. en la Loc. Caletón 1. El pozo exploratorio Carmena 1 queda situado en el anticlinal del mismo nombre y de acuerdo con el análisis cuantitativo se calculó en 3,000 m b.n.m. la cima del Cretácico.

4. Recientemente se iniciaron trabajos de prospección sísmológica en el área por medio de la Brigada SS-25 de PEMEX, lográndose observar algunas líneas que actualmente se encuentran bajo proceso. Han existido algunas dificultades en la observación debidas a la abrupta topografía que caracteriza a esta zona.
5. Es conveniente continuar insistiendo con trabajos de detalle en el área, tanto sísmológicos como gravimétricos, ya que con ello se lograría una mejor interpretación de las estructuras atractivas de Abeto y Carmena.

REFERENCIAS

- Telford, Geldart, Sheriff Applied Geophysics, Cambridge University Press, 1978.
- Cantos Figuerola J. Tratado de Geofísica Aplicada, Litoprint, 1974.
- Sánchez B. y González J. Interpretación Sismológica
Area: Villahermosa, Prosp. Copanó.
Archivo Pemex, Z.S. Enero 79
(Inédito).
- Juárez S.J. y Moreno C.R. Evaluación Geofísica-Geológica del
Area Río Playas.
Archivo Pemex, Z.S. Mayo 81
(Inédito).
- Quezada Muñetón J.J. Informe Geológico del Area: Río
Playas.
Archivo Pemex, Z.S. Agosto 77
(Inédito).
- SERVICIOS GEOFISICOS Informe Gravimétrico del Area:
Minatitlán-Pichucalco.
Archivo Pemex, Z.S. Mayo 65
(Inédito).
- COMESA Inf. Grav. Area Malpaso, Chis.
Archivo Pemex, Z.S. 1977
(Inédito).

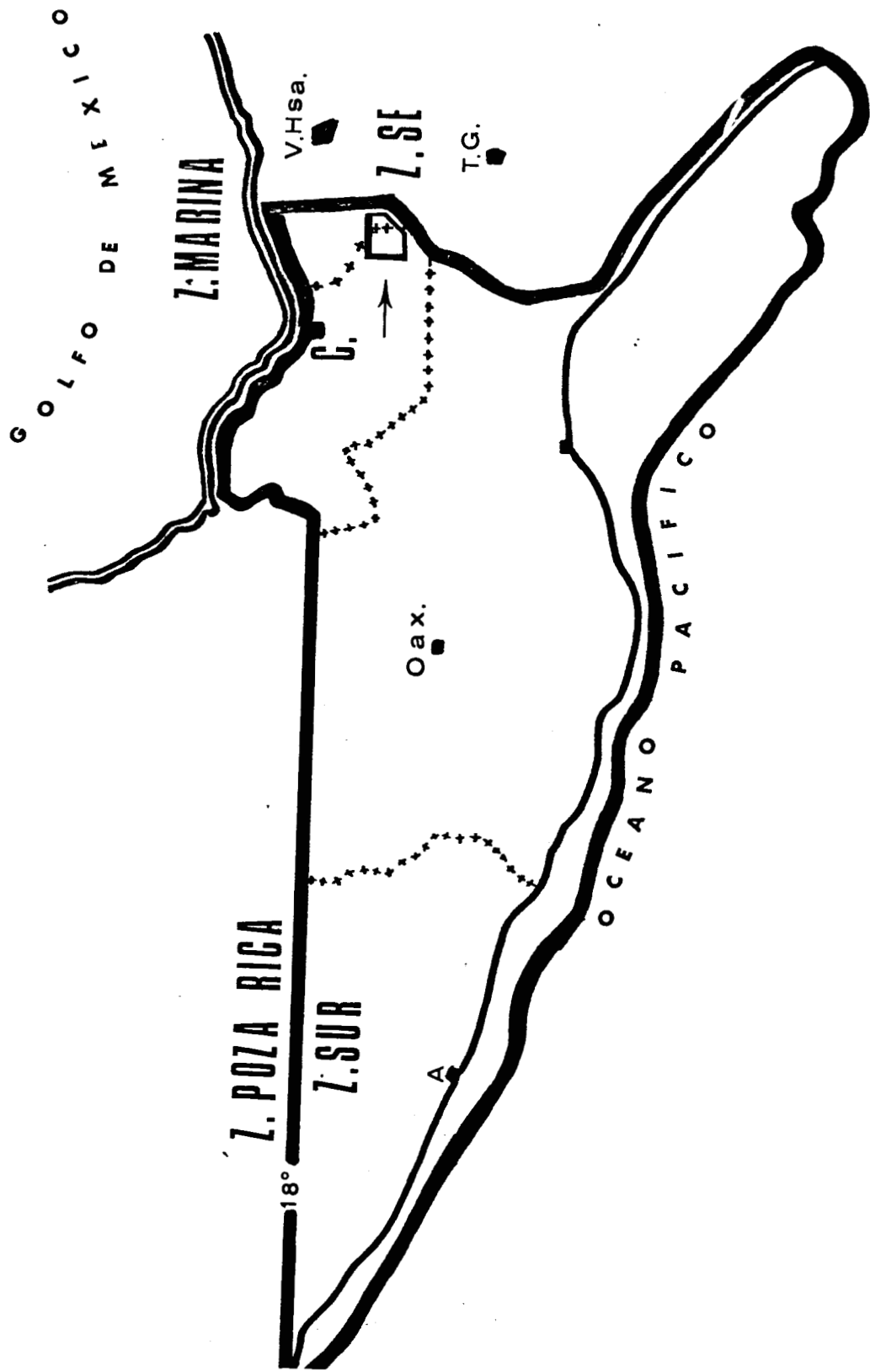


Fig. 1. Mapa índice mostrando la Zona Sur.

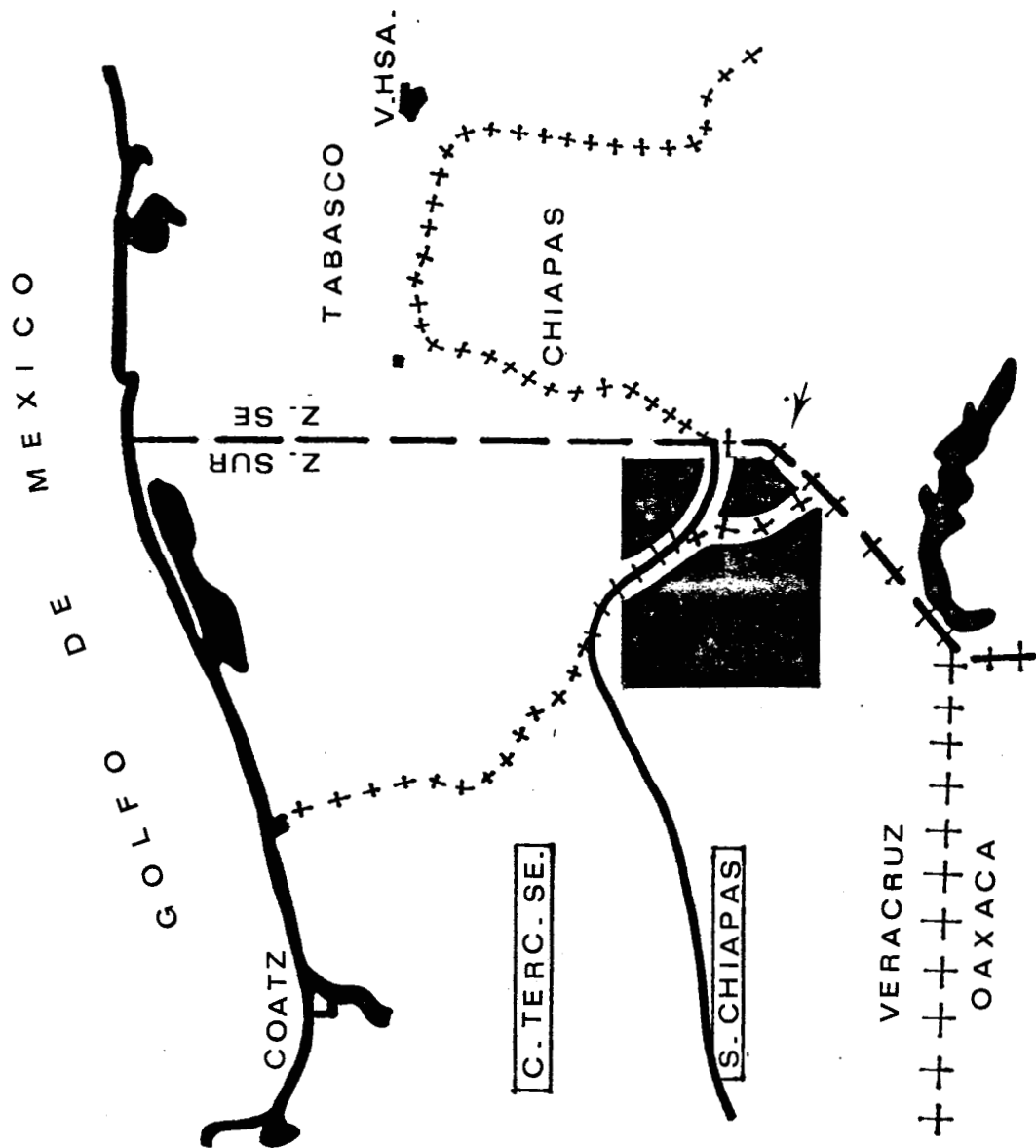


Fig. 2. Localización de la área estudiada. Límites de las provincias Geológicas.

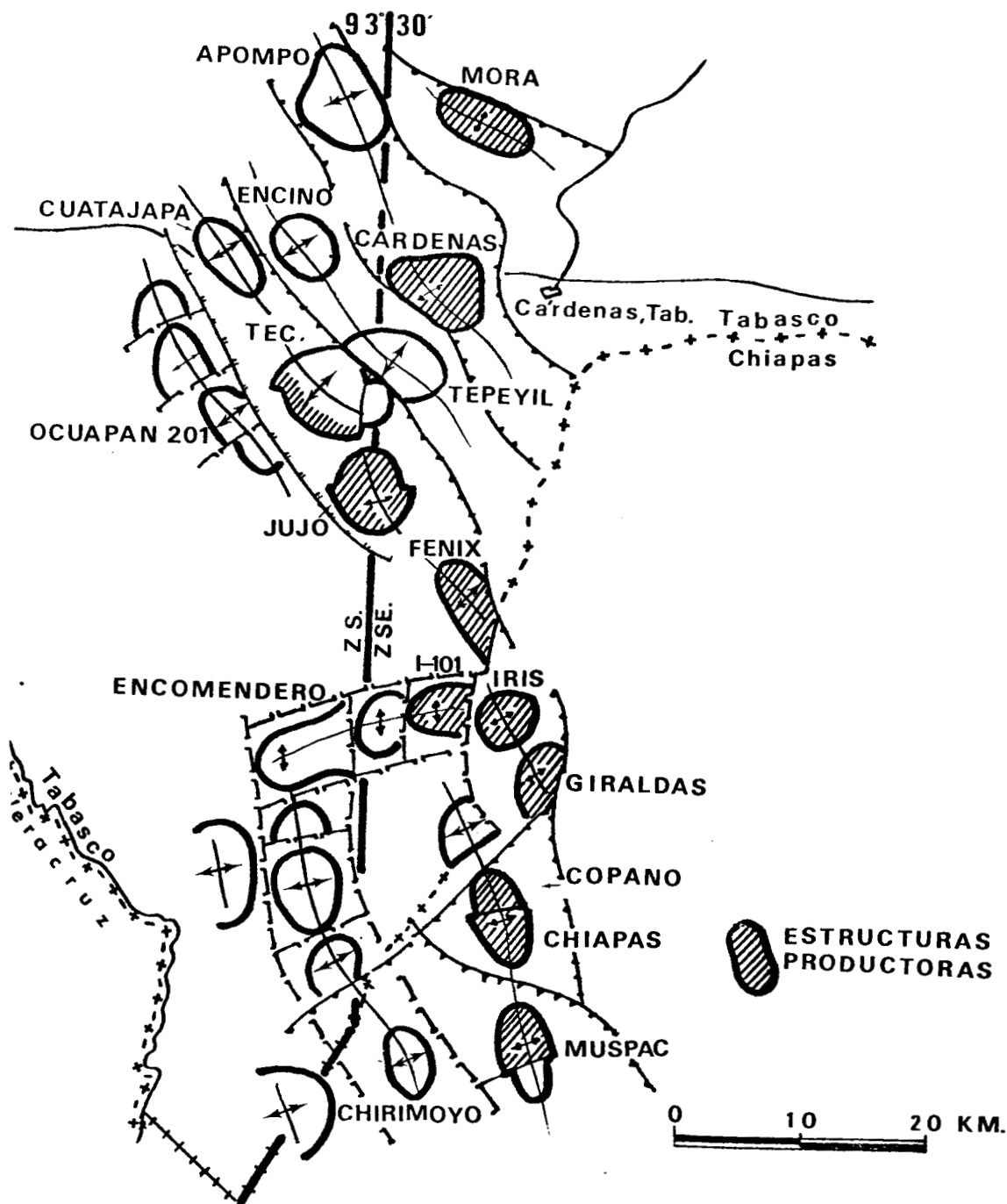


Fig. No. 3.- Plano sismológico-Estructural, Areas: Ocuapan, Z.S. y Villahermosa, Z. SE.

17°45'

17°30'

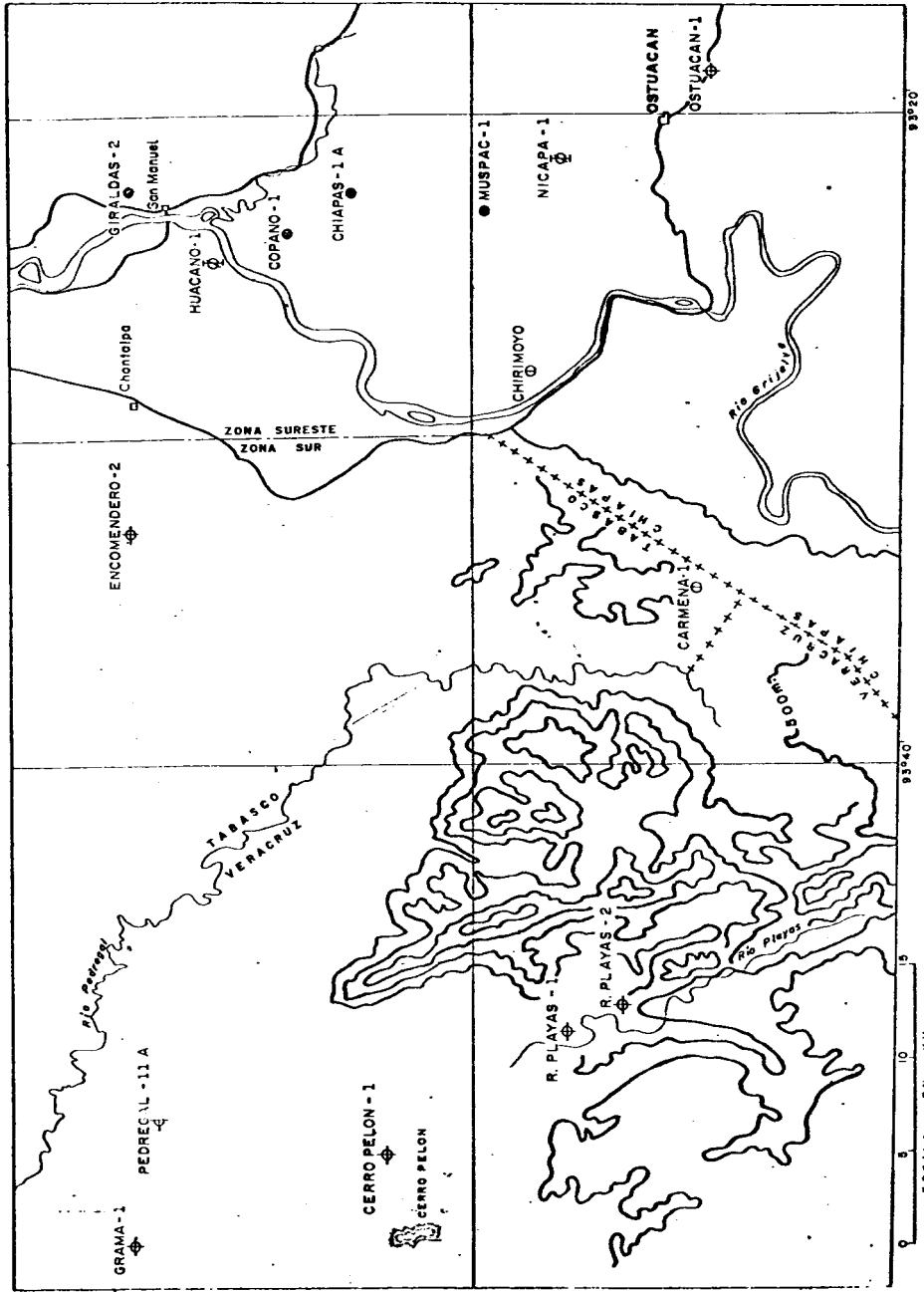


Figura No. 11.- Area Río Playas, Z.S., mostrando condiciones topográficas (m.) y los pozos Gramo 1, Pedregal 11A, Cerro Pelón 1 y Río Playas 1 y 2.

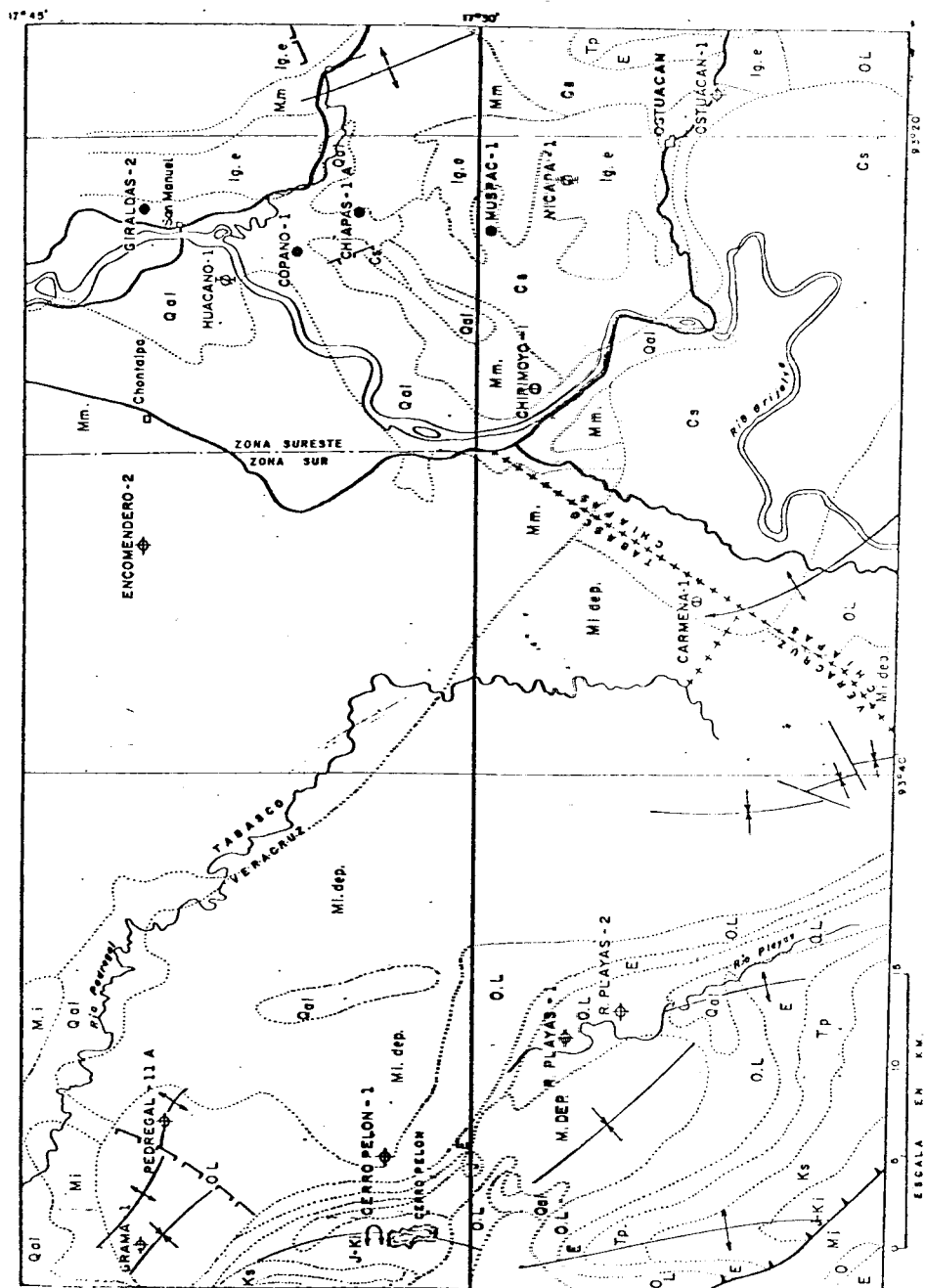


Figura No. 5.- Geología Superficial, Áreas: Río Pánuco, Z.S. y Simojovel, Z. SE. & Terciario, Mioceno, I-Igneo Ext.

REGION OCCIDENTAL
CERRO PELON 1

MUSPAC 41 REGION ORIENTAL
COPANO 1

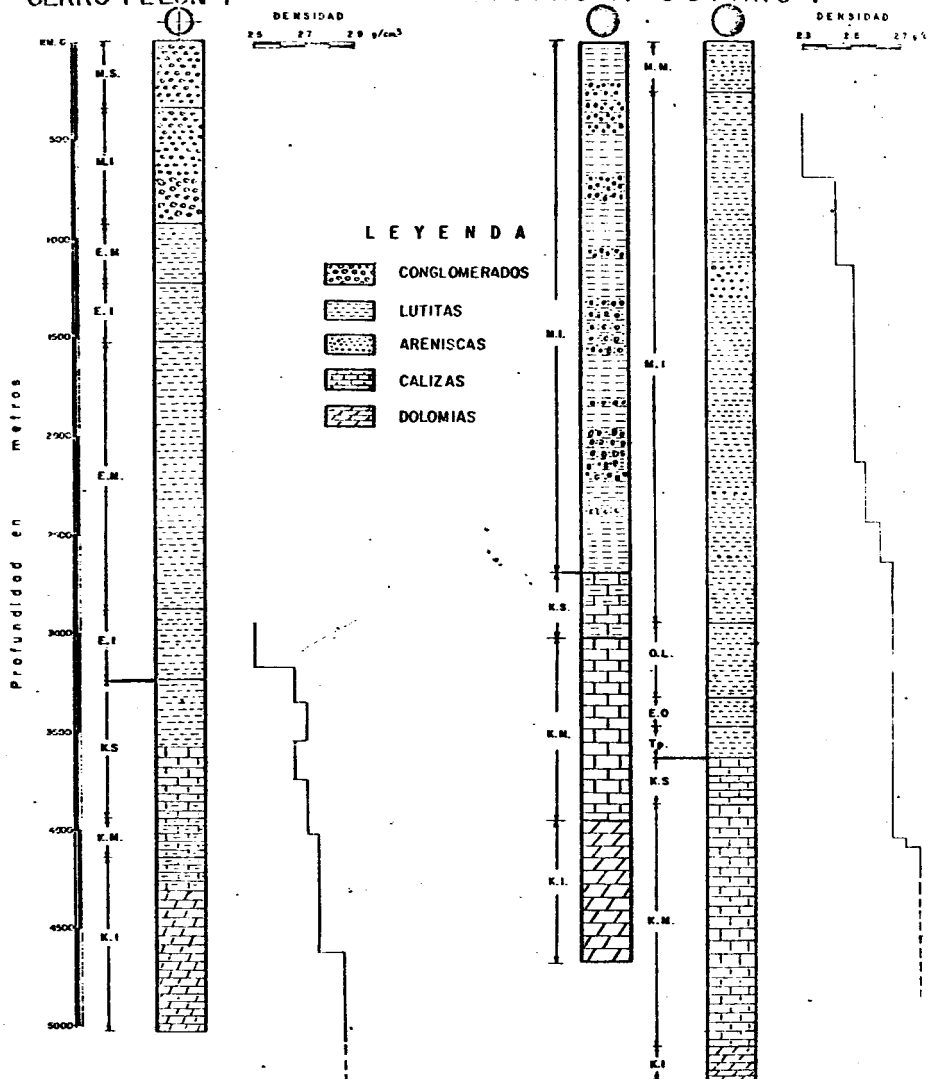
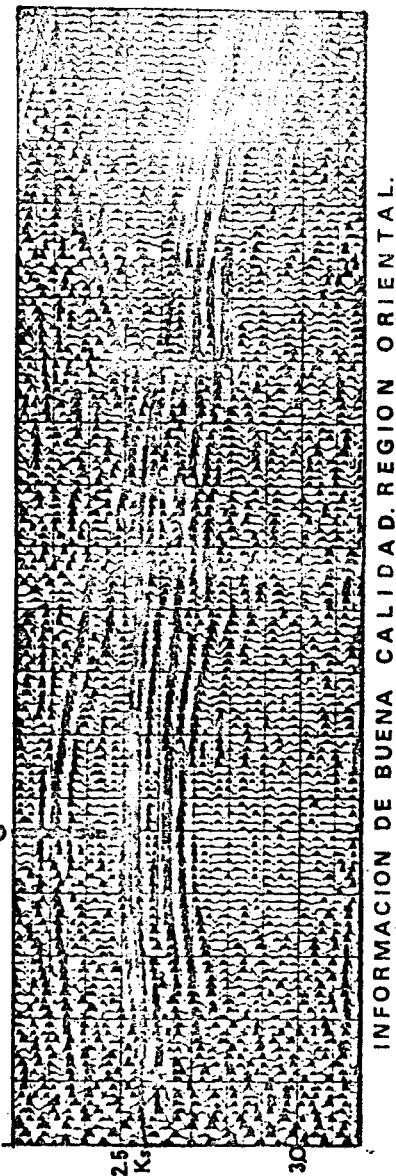
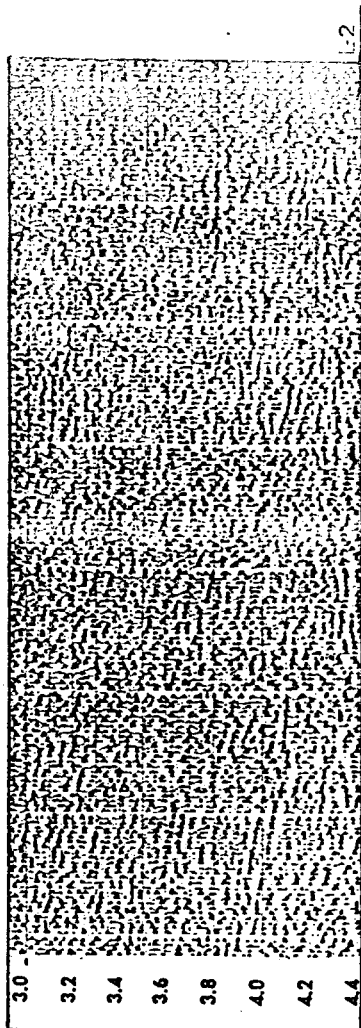


FIG.6 COLUMNAS GEOLOGICAS TÍPICAS DEL AREA
OCUAPAN-RIO PLAYAS.Y GRAFICAS DE DEN-
SIDADES.

COPANO 1



INFORMACION DE BUENA CALIDAD. REGION ORIENTAL.



INFORMACION DE POBRE CALIDAD. REGION OCCIDENTAL.

Fig. No. 8.- Calidad de la Información Sísmológica , Area: Villahermosa, Z.SE. y Ocuapan - Río Playas, Z.S.

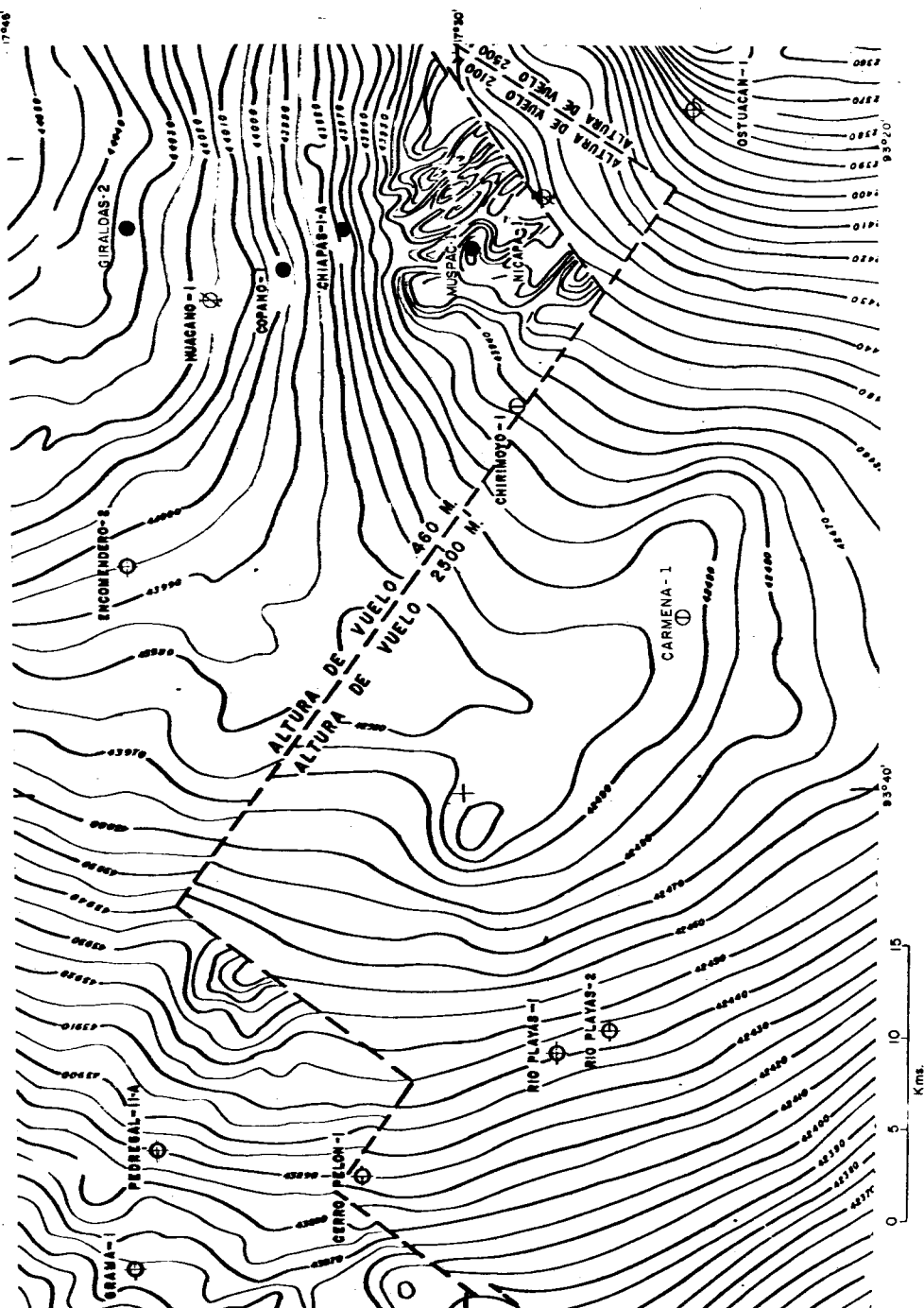


Fig. No. 9.- Mapa Aeromagnético del Area: Ocuapan-Río Playas. La configuración aparece en Gamas (Intervalo entre curvas cada 5 gamas).

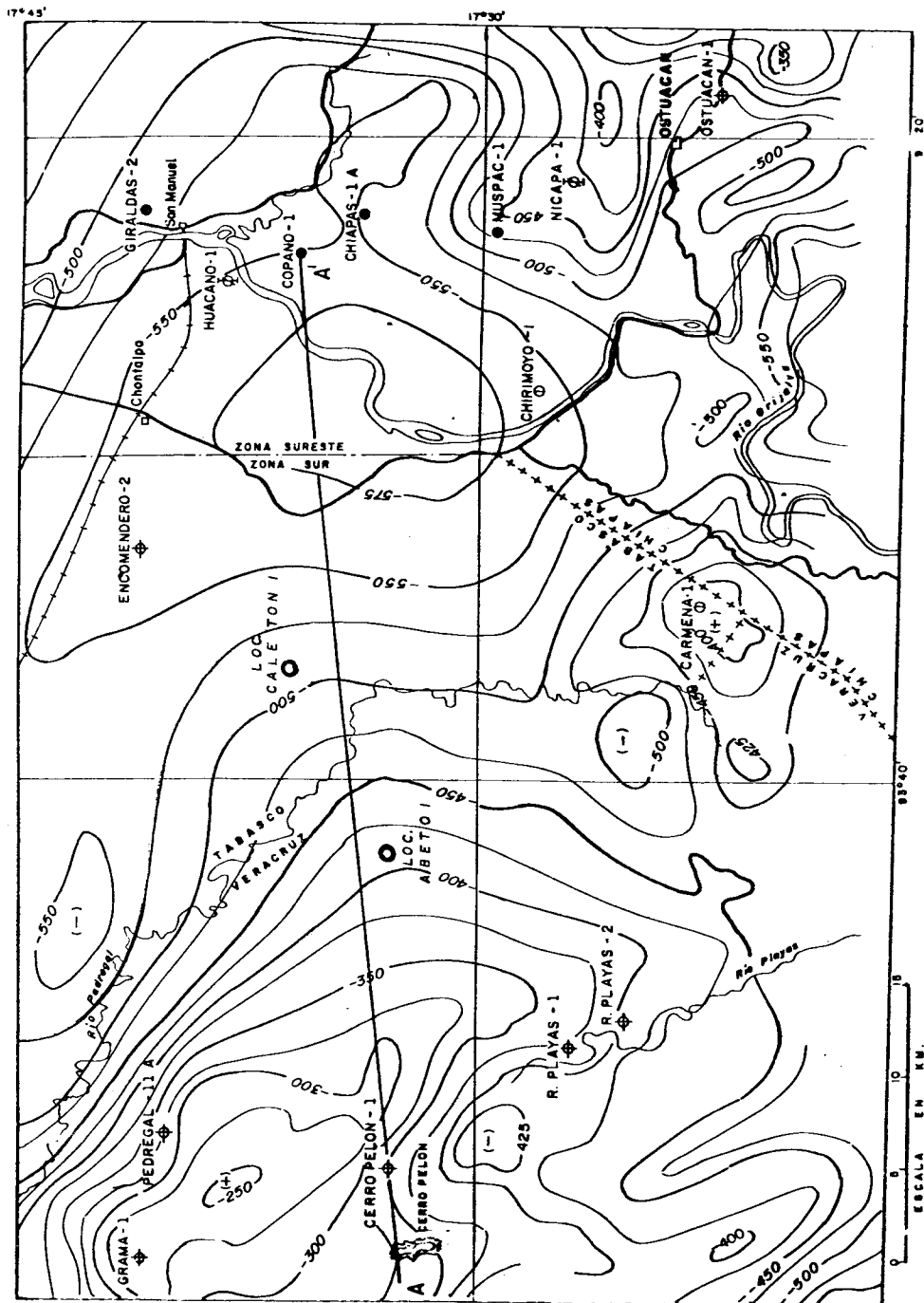


Figura No. 10.- Mapa de Anomalias de Bouguer del Area: Ocuapan-Rio Playas. La configuración aparece en U.G. (Intervalo entre curvas: - 25 U.G.).

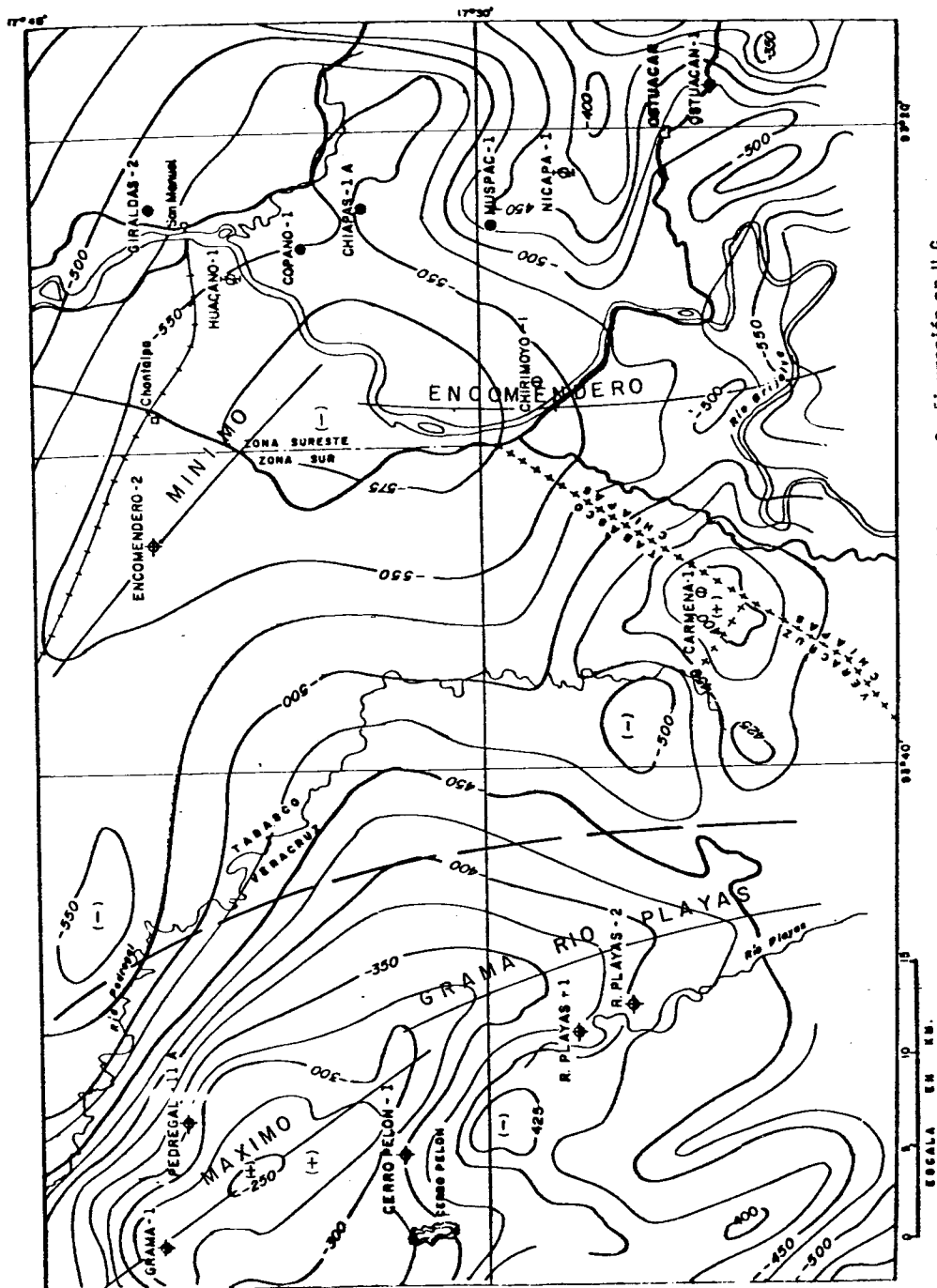


Figura No. 11.- Anomalías Regionales del Mapa de Bouguer. Configuración en U.G.
Intervalo entre curvas: 25 U.G.

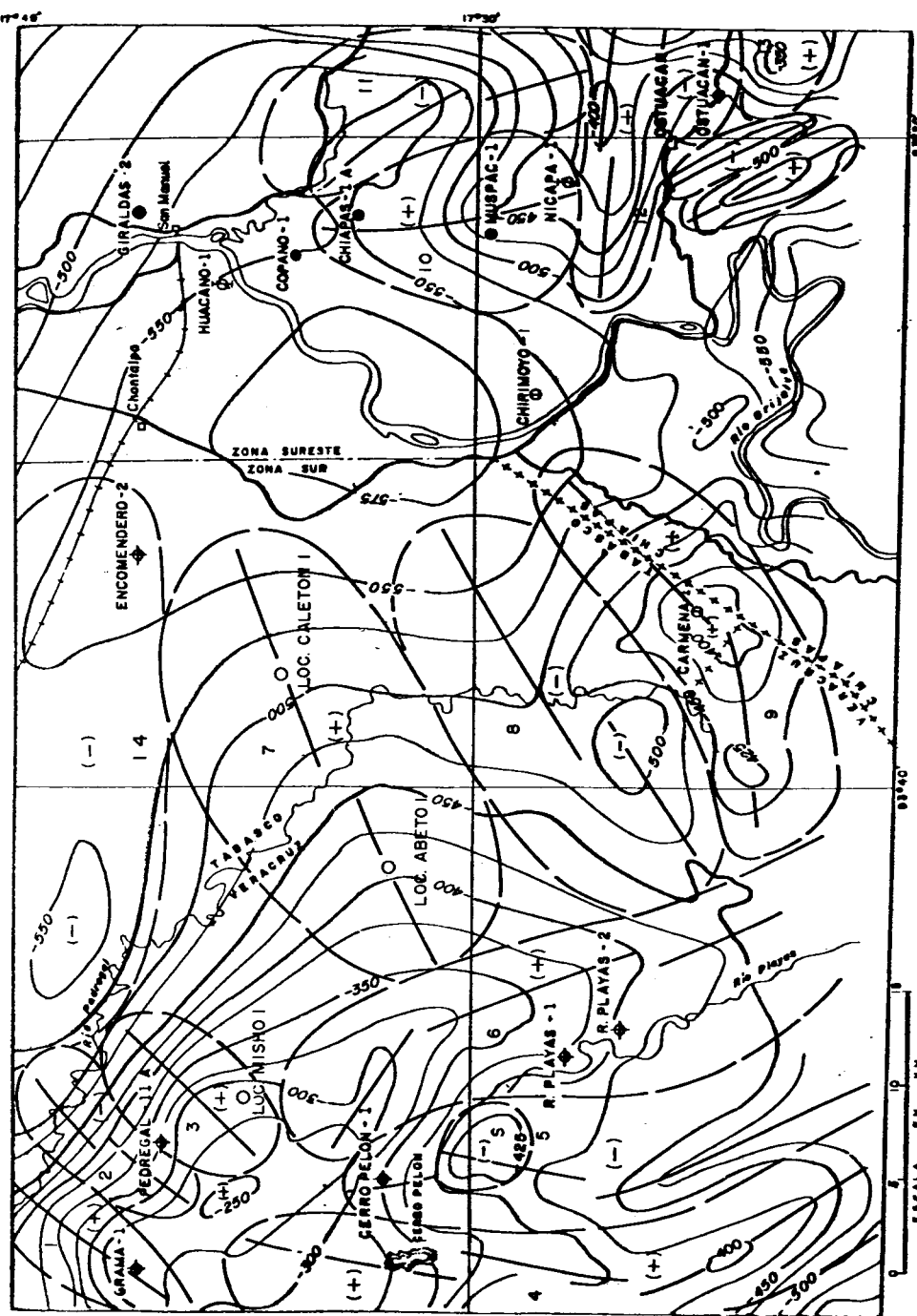


Figura No. 12.- Separación cuasitativa local. 1) Máx. Grama, 2) Mfn. Pedregal, 3) Máx. Nisho
 4) Máx. Amate-Cape Ton, 5) Mfn. de Enmedio, 6) Máx. R. Playas, 7) Máx. Abeto, 8) Mfn.
 Chintul, 9) Máx. Carmenta, 10) Máx. Chimalpa-Muspac, 11) Mfn. Sunape, 12) Máx. Nica
 ca, 13) Máx. Ostucan, 14) Mfn. Encomendero, 15) Mfn. El Jabón.

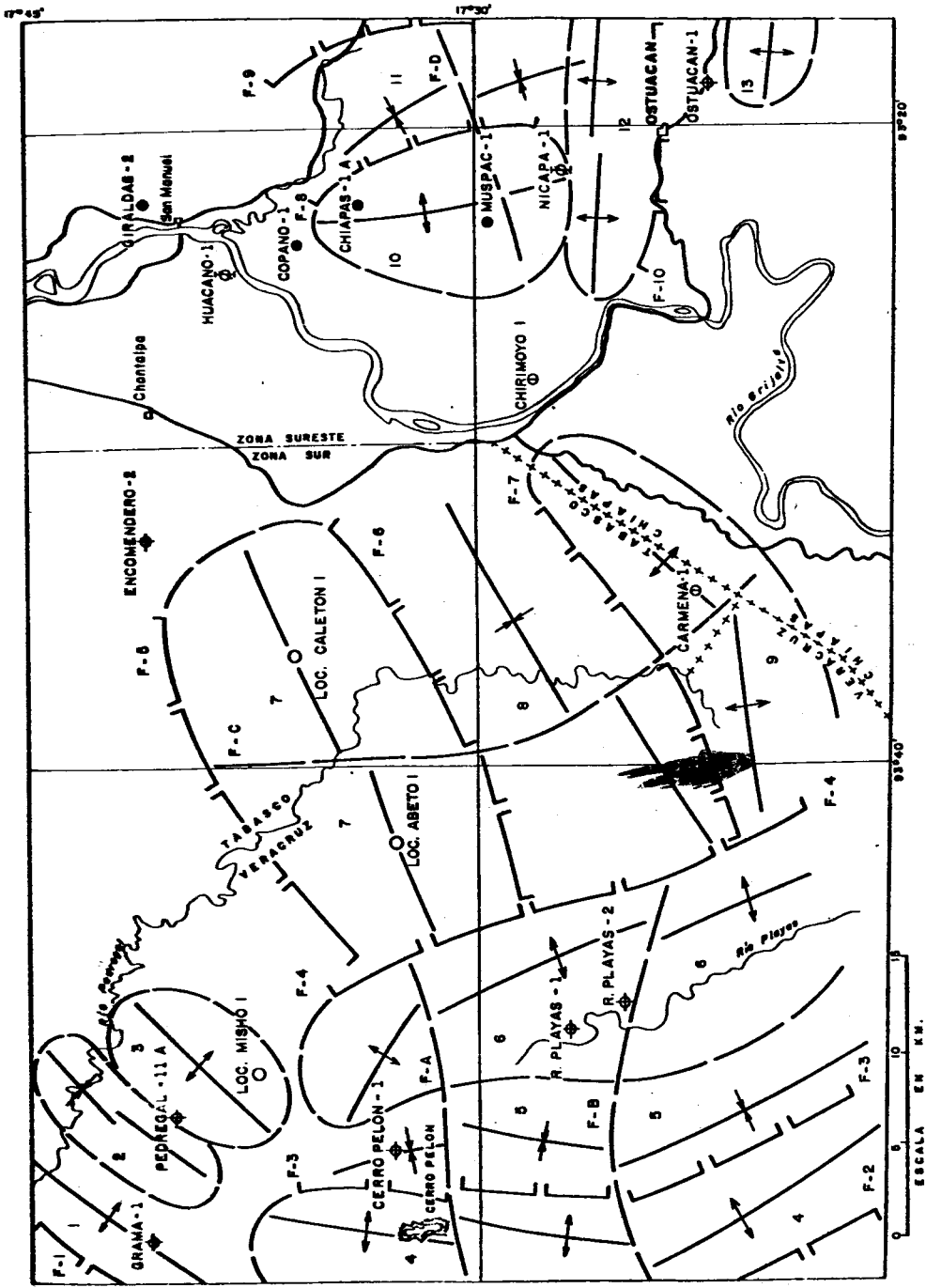
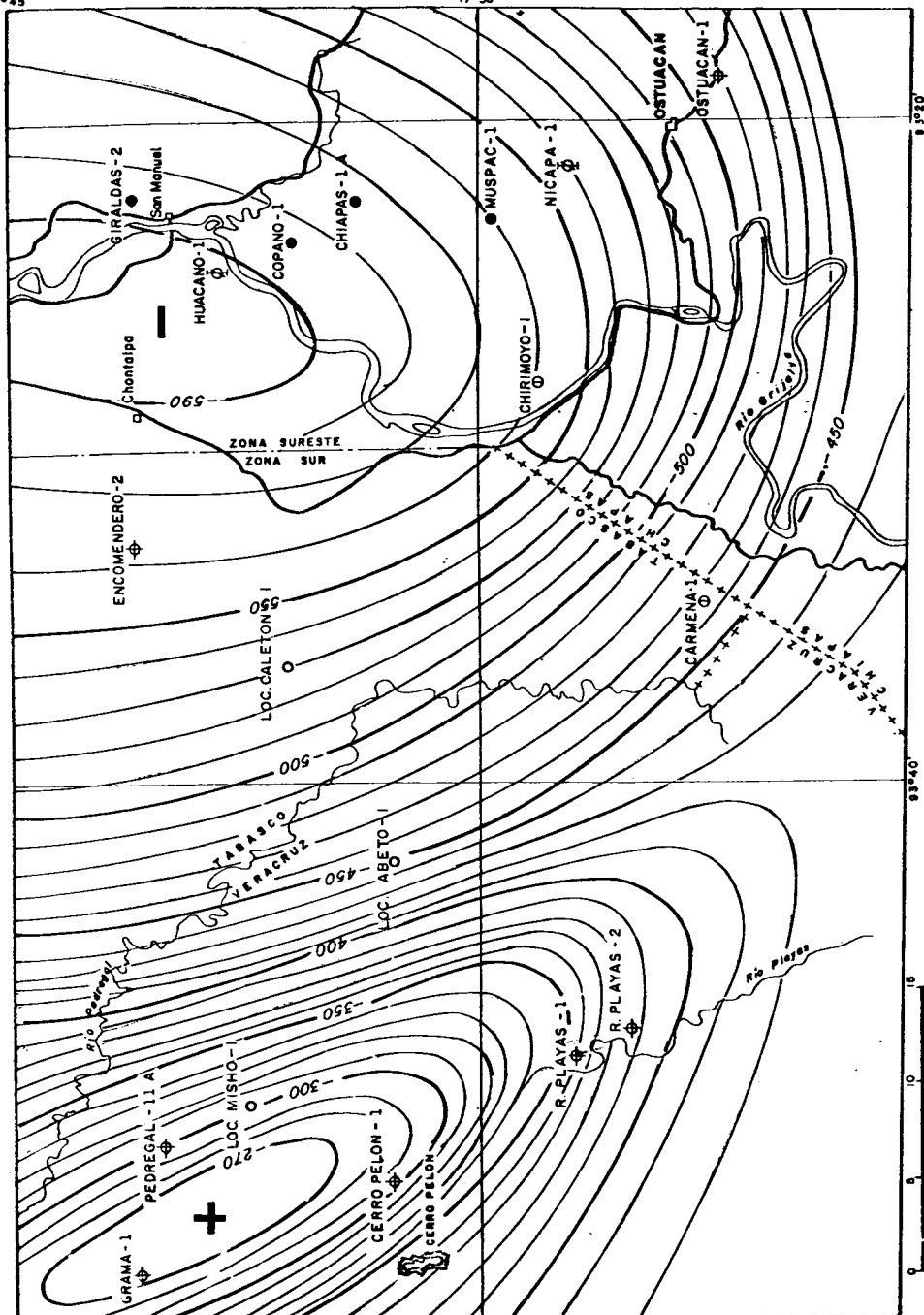


Figura No. 13.- Mapa Geométrico Estructural. 1) Anticline Grama, 2) Domo Pedregal, 3) Ant. Misho, 4) Ant. Amate-C. Pelón, 5) Sincl. de Enmedio, 6) Ant. R. Playas, 7) Ant. Abeto, 8) Sincl. Chintu, 9) Ant. Carmana, 10) Ant. Muspac, 11) Est. Sunuapan, 12) Ant. Nicapa y 13) Ant. Ostugan.

17°45'

17°30'



15°20'

93°40'

Figura No. 14.- Mapa de Anomalías Regionales. La Configuración aparece en U.G.
(Intervalo entre curvas: 10 U.G.).

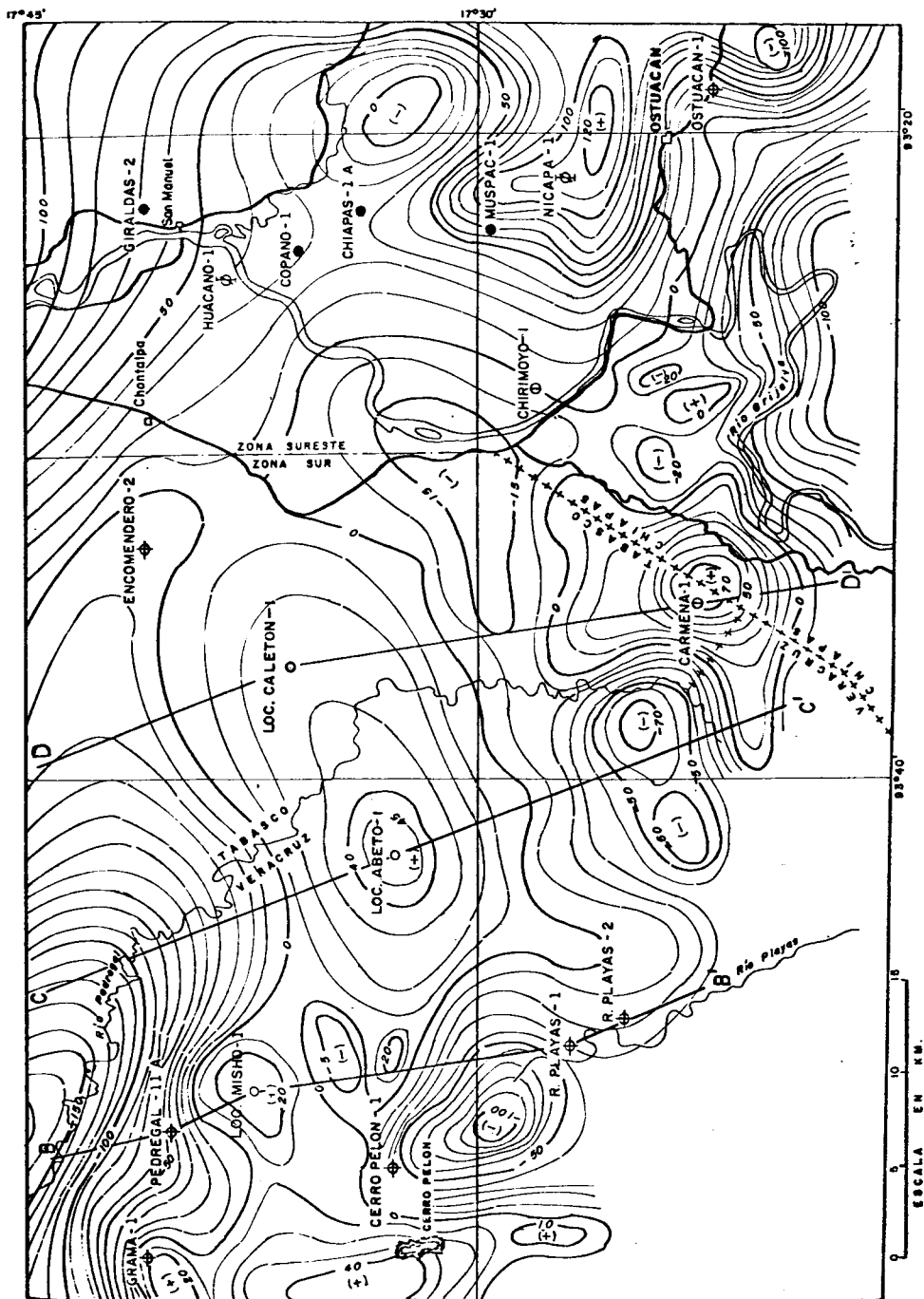


Fig. No. 15.- Anomalías Residuales. Intervalo entre curvas: 10 U.G.
Localización de perfiles.

PERFIL GRAVIMETRICO CERRO PELON - COPANO

W → A'

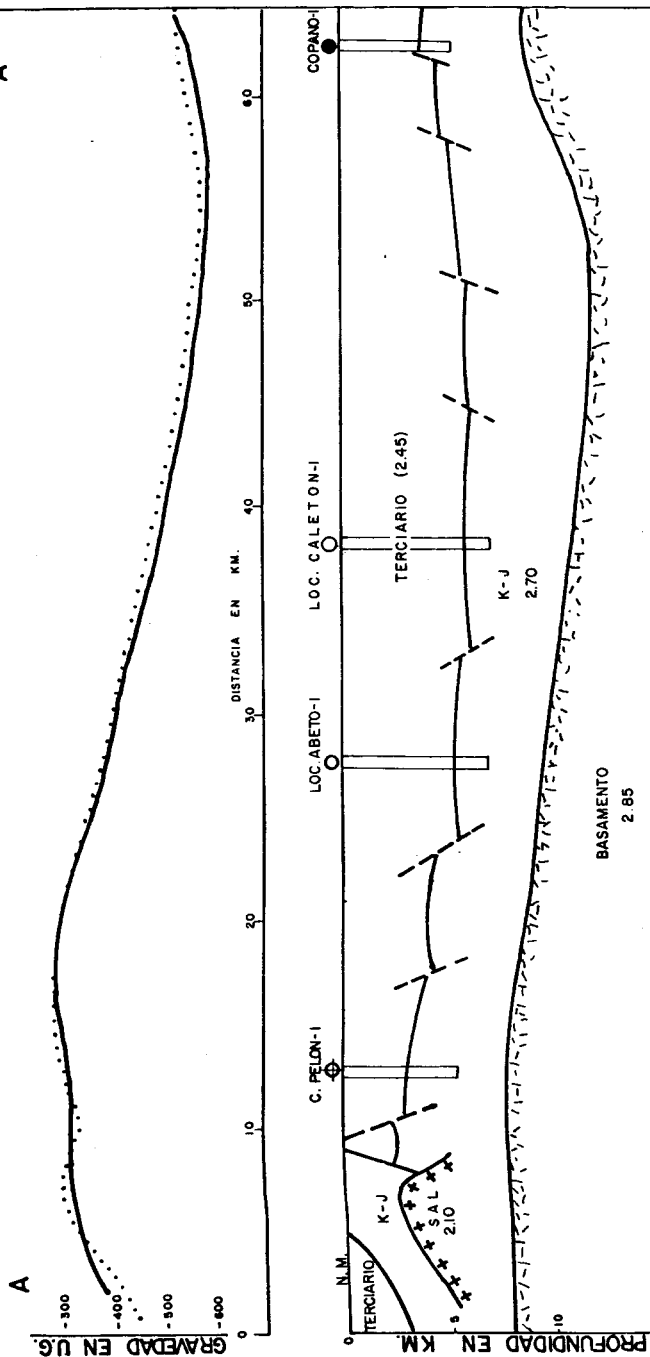


Fig. No. 16.- Perfil Cerro Pelón-Copano. Trazado sobre anomalías de Bouguer.

PERFIL GRAVIMETRICO ABETO - CARMENA

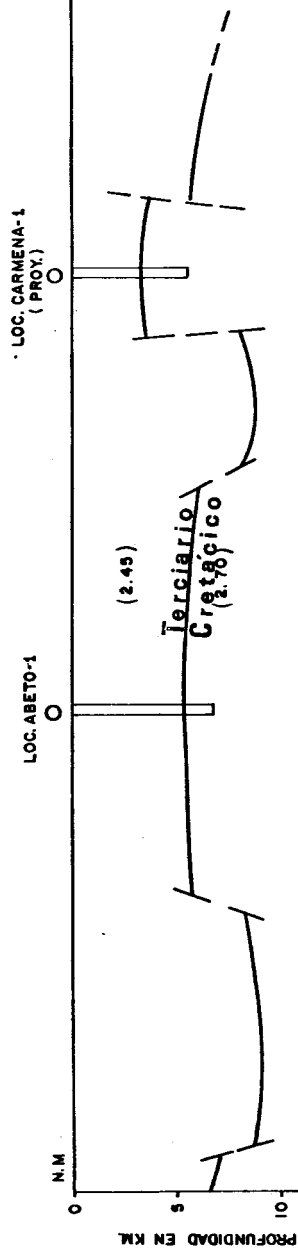
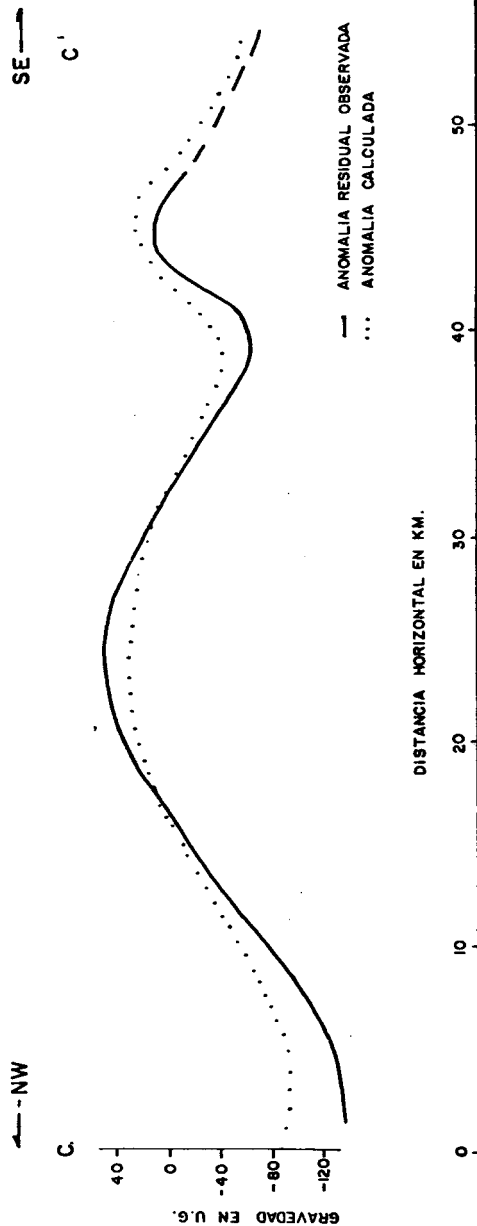


Fig.No. 17.- Perfil residual Abeto-Carmena.

PERFIL CALETON-CARMENA

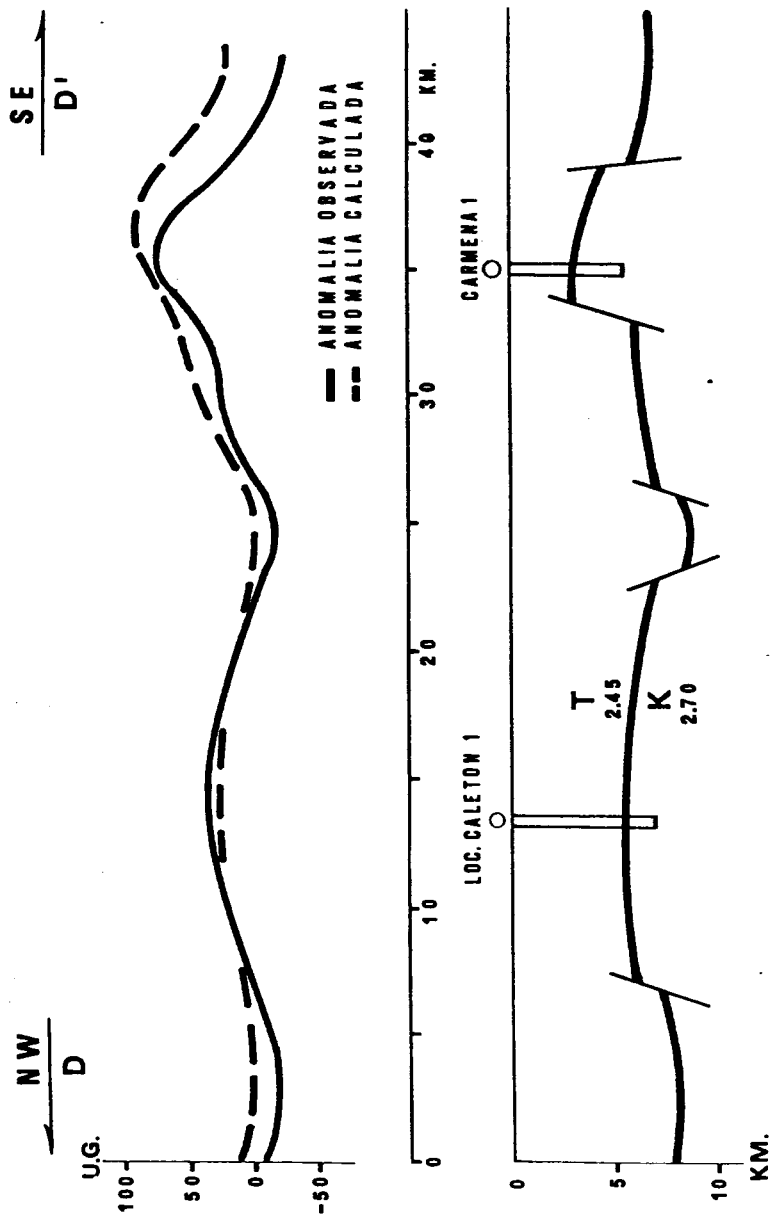


Fig. No. 18. Perfil residual Caledón-Carmena.

PROCESO SEUDOCONVOLUTIVO PARA CORRECCION
TOPOGRAFICA DE DATOS GRAVIMETRICOS

Por: Ing. Pedro Silva Saldívar
Superintendencia de Exploración
Distrito Córdoba
Petróleos Mexicanos

RESUMEN

Como las planicies costeras de los continentes ya están en su mayoría suficientemente estudiadas con el Método Gravimétrico, los nuevos reconocimientos utilizando esta técnica en la exploración petrolera, se realizan con más frecuencia en zonas montañosas, en donde las observaciones están notablemente afectadas por influencia de masas laterales, por lo que los valores de Anomalías de Bouguer deben ser corregidas por rugosidad del terreno. Esta corrección es muy importante, pero también es sumamente laborioso su cálculo, requiriendo muchas horas-hombre para obtenerla con una precisión aceptable.

En este trabajo se presentan dos aspectos principales, con los que se intenta mejorar el cálculo de la corrección por rugosidad a los datos de un reconocimiento gravimétrico. El primero

es reducir el tiempo de máquina (computadora) y el segundo es - aumentar su precisión. Asimismo, el trabajo puede ser realizado simultáneamente a la operación de campo; esto último ya lo hacen algunas compañías que laboran para Petróleos Mexicanos, logrando así adelantar el proceso de corrección para que las brigadas gravimétricas presenten en los informes respectivos la configuración de Anomalías de Bouguer totalmente corregida.

Se describe ampliamente: su significado, la fórmula empleada, el procedimiento seguido para la preparación de los datos, el operador y los programas digitales utilizados para obtenerla. Por último, se presentan los resultados del ejemplo de aplicación a un conjunto de datos pertenecientes al Distrito Exploratorio (PEMEX) de Córdoba, Ver.

I. INTRODUCCION

Si la superficie del terreno perteneciente a un reconocimiento gravimétrico no es horizontal y plana, es necesario realizar la corrección por rugosidad. Esta tiene por objeto anular el efecto - gravimétrico debido a cerros o depresiones cercanos al punto de observación (estación gravimétrica); ambos provocan una disminución en el valor de la gravedad como está indicado en la Figura 1, por esa razón las cantidades calculadas de corrección por rugosidad

se suman a los valores correspondientes de Anomalías de Bouguer.

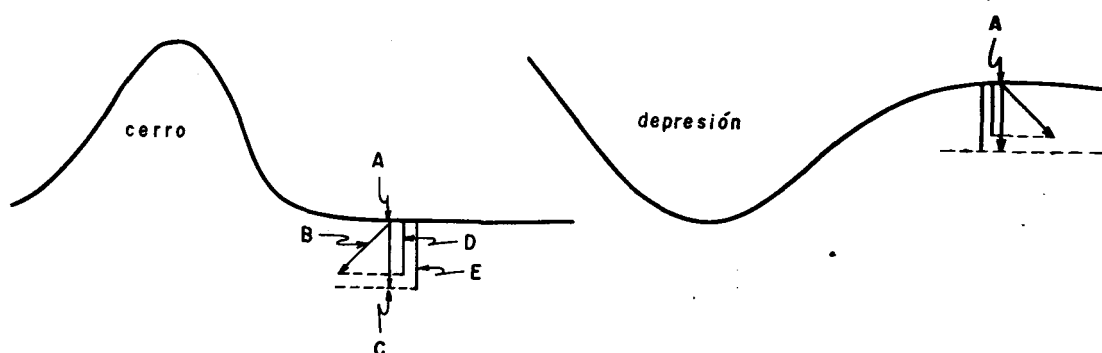


Fig. 1.- Esquema que muestra la distorsión gravimétrica debida a cerros y depresiones.

EXPLICACION

- A. Estación gravimétrica.
- B. Dirección real de la gravedad; se desvía hacia donde hay exceso de masa.
- C. Dirección que debería tener la gravedad.
- D. Componente vertical medida con el gravímetro (Anomalía de Bouguer sin corrección del terreno).
- E. Componente vertical corregida por rugosidad.

Antes de la aparición de las calculadoras electrónicas, la corrección por rugosidad era obtenida en forma manual, en base a una plantilla con circunferencias concéntricas divididas en sectores

que se sobreponía al plano topográfico haciendo centro en la estación gravimétrica que se deseaba corregir. De acuerdo a su altura media, cada sector tiene una corrección, ésta es leída de un nomograma que contempla todas las alturas posibles para cada sector; una de esas plantillas y nomogramas fue diseñada y calculada por Sigmund Hammer, Dobrin M.N., 1969.

Los Departamentos de Nuevas Técnicas, dependientes de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos, disponen actualmente de dos programas de cómputo para efectuar la corrección de terreno, pero tienen problemas cuando la estación por corregir está cerca del punto central de la cara superior de un prisma (el valor calculado es muy grande porque fallan los algoritmos utilizados), además, no corrigen la influencia del prisma al que pertenece la estación, hay necesidad de incluir las coordenadas de ésta junto con los demás datos y requieren hasta 10 ó más minutos para corregir una sola estación en una de las computadoras de mayor capacidad con que cuenta actualmente Petróleos Mexicanos.

A diferencia de los anteriores, el procedimiento empleado en este estudio incluye un operador de radios de influencia. El operador hace que el proceso de cálculo sea una pseudoconvolución de los datos con él mismo. Otro aspecto importante es el hecho de que

no intervienen las coordenadas de las estaciones, por lo tanto, el trabajo se realiza en forma independiente al reconocimiento gravimétrico y por consiguiente tiene algunas ventajas sobre los anteriores.

La densidad (ρ) usada para calcular la corrección es la densidad media del material de que están constituidos los cerros y las zonas aledañas a las depresiones (ver Figura 1). Para corregir topográficamente todo un prospecto gravimétrico, puede emplearse la densidad promedio del material comprendido desde un plano horizontal que pase por el punto más bajo de las depresiones que afecten a los datos gravimétricos del prospecto, hasta el punto más alto de los cerros que también afecten a esos datos. En este trabajo se estimó una densidad de 2.3 gr/cm^3 para efectos locales, los cuales se calculan con la ayuda de una calculadora programable, y 2.4 gr/cm^3 para los efectos topográficos regionales, los cuales se calculan mediante un programa digital en lenguaje FORTRAN, un operador de radios de influencia y una máquina computadora.

II. JUSTIFICACION DE FORMULAS

1).- El desarrollo de la fórmula usada en los programas digitales es el siguiente: La atracción gravimétrica de una partícula

de masa m a una distancia R está dada por $\Delta g = \gamma m/R^2$, donde γ es la constante de la gravitación universal. La fórmula sigue siendo totalmente válida si la partícula se sustituye por un cuerpo esférico y se calcula la atracción en un punto cualquiera fuera del mismo, es decir, el cuerpo esférico se comporta como si toda su masa estuviera concentrada en el centro.

Si el cuerpo no es esférico, en general no es válido el uso de la fórmula anterior; sin embargo, si la distancia R es suficientemente grande puede emplearse con muy buena aproximación (al suponerse que toda la masa está concentrada en el centro de gravedad). De acuerdo a lo anterior y al esquema de la Figura 2, se presenta el desarrollo de la fórmula empleada para el cálculo de la corrección por efecto de un prisma rectangular de sección transversal cuadrada.

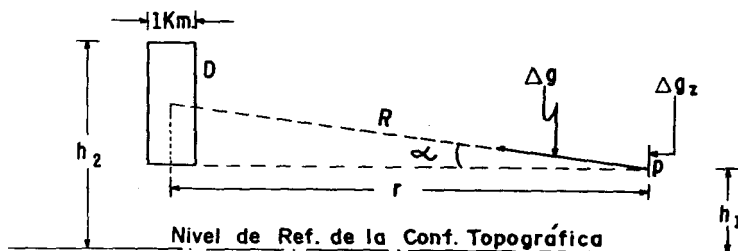


Figura 2.

D = Vista lateral de un prisma rectangular de sección transversal cuadrada.

h_2 = Altura media del prisma.

h_1 = Altura de la "estación" P.

r = Distancia del punto central de la base del prisma a la "estación" P en la que va a calcularse la componente vertical de la atracción (Δg_z).

R = Radio que une el centro de gravedad del prisma con el punto P.

$$\Delta g \approx \gamma \frac{m}{R^2} \approx \gamma \frac{\rho v}{R^2} \approx \gamma \rho \frac{H \times 10^6}{r^2 + \left(\frac{H}{2}\right)^2} \text{ m/seg.}^2$$

ρ = densidad; $H = h_2 - h_1$, $R^2 = r^2 + \left(\frac{H}{2}\right)^2$,

v = volumen; H y r en metros, y $\Delta g_z = \Delta g \sin \alpha$

$$\Delta g_z = \Delta g \frac{H}{2 \sqrt{\left(\frac{H}{2}\right)^2 + r^2}} = \Delta g \frac{H}{\sqrt{H^2 + 4r^2}}$$

$$\Delta g_z \approx \gamma \rho \left[\frac{H}{H^2 + 4r^2} \right] \left[\frac{H}{\sqrt{H^2 + 4r^2}} \right] \times 10^6 \approx \gamma \rho \frac{4H^2 \times 10^6}{(H^2 + 4r^2)^{1.5}} \text{ m./seg.}^2$$

$$\Delta g_z \approx \gamma \rho \frac{4H^2}{(H^2 + 4r^2)^{1.5}} \times 10^{12} \text{ unidades gravimétricas (1)}$$

Esta expresión aproxima el efecto de cualquier prisma en el punto P considerado, excepto para el prisma al que pertenece ese

punto.

2).- Analíticamente, un prisma como el de la Figura 3 produce en el origen de coordenadas un efecto gravimétrico Δg_z dado por:

$$\Delta g_z = \gamma \rho \int_0^1 \int_0^2 \int_0^1 \frac{z \, dz \, dy \, dx}{(x^2 + y^2 + z^2)^{1.5}}$$

Coord. del centro de masa. - (.5, 1.5, .5)
Unidades en Kilómetros.

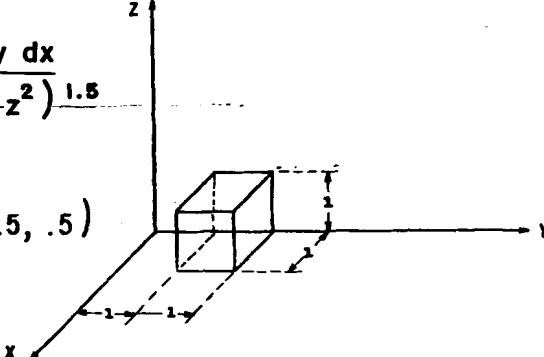


Figura 3.

Integrando con respecto a Z queda

$$\Delta g_z = \gamma \rho \int_0^2 \int_0^1 \left[\frac{1}{(x^2 + y^2)^{0.5}} - \frac{1}{(x^2 + y^2 + 1)^{0.5}} \right] dx \, dy$$

Integrando con respecto a x se obtiene

$$\Delta g_z = \gamma \rho \int_0^2 \ln \frac{\sqrt{y^2 + 1} + y^2 + 1}{y(1 + \sqrt{y^2 + 2})} dy \quad (2)$$

Esta integral es difícil resolverla analíticamente, por esa

razón se optó por la integración numérica (ver Tabla 1).

TABLA I

y	A $[\sqrt{y^2+1} + (y^2+1)]$	B $y(1 + \sqrt{y^2+2})$	$\ln \frac{A}{B}$	S
1	3.41421	2.73205	.22656	
1.1	3.69661	3.07082	.18547	
1.2	4.00205	3.42566	.15551	
1.3	4.33012	3.79722	.13133	
1.4	4.68047	4.18596	.11166	
1.5	5.05278	4.59233	.09555	
1.6	5.44680	5.01667	.08226	
1.7	5.86231	5.45926	.07123	
1.8	6.29913	5.92038	.06201	
1.9	6.75709	6.40023	.05426	
2	7.23607	6.89898	.04770	
				.108283

Area total

El área total (S) se obtuvo por medio de la Regla de Simpson de integración numérica. En la Figura 4 se muestra la gráfica de la función $\ln A/B$, siendo evidente que la Regla de Simpson es la

mejor opción de integración numérica.

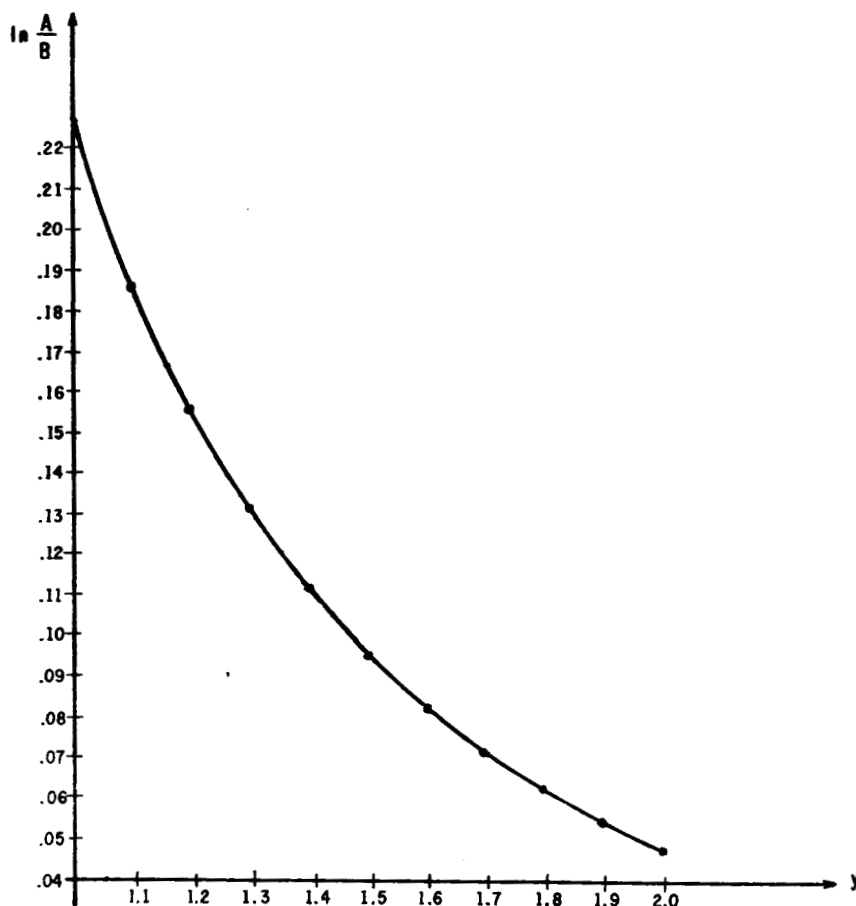


Figura 4.

Como resultado de la última integración Δg_z toma el valor,

$$\Delta g_z = \gamma \rho (.1083) \times 10^9 \text{ unidades gravimétricas} \quad (3)$$

Si se emplea la fórmula (1) para el bloque de la Figura 3, resulta $\Delta g_z = \gamma \rho (.1096) \times 10^9$ u.g. (4)

Este último valor sobrepasa a (3) en aproximadamente 1.2%, es decir, usar (1) para calcular el efecto del bloque de la Figura 3 en el origen de coordenadas, implica una sobrecorrección del 1.2% con respecto al efecto real. Es oportuno aclarar que el bloque que se ha considerado a propósito exageradamente alto y es de los más cercanos al punto en donde va a calcularse el efecto de la rugosidad del terreno; los demás bloques están a distancias hasta de 30.5 kilómetros. Para mayor seguridad se compararán otra vez los efectos de (1) y (2) para un bloque idéntico al de la Figura 2, pero ahora situado entre 10 y 11 kilómetros en el eje Y.

La Tabla II, semejante a la Tabla I, muestra los valores calculados.

TABLA II

y	A $[\sqrt{y^2+1} + (y^2+1)]$	B $y(1 + \sqrt{y^2+2})$	$\ln \frac{A}{B}$	S
10	111.04988	110.99500	.000494	
10.1	113.15938	113.10515	.000479	
10.2	115.28890	115.23521	.000466	
10.3	117.43843	117.38529	.000453	
10.4	119.60800	119.55538	.000440	
10.5	121.79751	121.74551	.000427	
10.6	124.00707	123.95555	.000416	
10.7	126.23663	126.18564	.000404	
10.8	128.48620	128.43576	.000393	
10.9	130.75578	130.70582	.000382	
11	133.04536	132.99594	.000372	
				.0004292 Area total

Δg_z es ahora igual a:

$$\Delta g_z = \gamma \rho (.0004292) \times 10^9 \text{ u.g.} \quad (5)$$

Usando (1) se obtiene:

$$\Delta g_z = \gamma \rho (.0004290) \times 10^9 \quad (6)$$

A semejanza de (3) y (4), (6) es menor que (5) en aproximadamente 0.05%, pero ahora hay una subcorrección.

Las diferencias tan pequeñas entre los valores reales y los calculados a partir de la fórmula (1), y el hecho de que estos últimos oscilan (y por lo tanto se compensan) alrededor de los valores reales, es decir, son mayores para prismas cercanos al punto de corrección y menores para prismas lejanos, justifican el uso de la fórmula (1) para realizar los cálculos de corrección por rugosidad.

III. PREPARACION DE DATOS

La configuración topográfica debe reticularse para formar prismas con sección transversal de un kilómetro cuadrado. Con el fin de abatir el error de estimación de la altura media en cada prisma, puede usarse una plantilla de papel transparente con las líneas y puntos de la Figura 5.

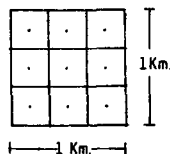


Figura 5

Cada uno de los puntos que aparecen en la plantilla representa la altura media del cuadrado, y muchas veces esa altura media coincide con el valor de la curva que pasa por el punto (cuando el gradiente es aproximadamente constante dentro del cuadrado). Si en lugar de los 9 valores se tomaran 16 ó más, aumentaría la precisión de la estimación, pero aumentaría también el tiempo de cálculo manual.

Los mismos puntos de la Figura 5 intervienen para calcular el efecto local del prisma al que pertenece la "estación" por corregir; esto permite obtener el efecto topográfico desde la zona E de Hammer. El cálculo se ejecuta con la ayuda de una calculadora de bolsillo programable, como está explicado en el punto V (Programas Digitales).

IV. OPERADOR DE CORRECCION

Debido a que en la fórmula (1) aparece (r^2), el operador lo constituyen los cuadrados de las distancias, expresadas en kilómetros, de cada prisma al punto central. Esto simplifica la codificación de los coeficientes porque la gran mayoría de las distancias son números irracionales (la raíz cuadrada de una cantidad); además, al tomar las distancias al cuadrado se elimina el error por

truncamiento.

De acuerdo a la fórmula (1), a la precisión del levantamiento gravimétrico y a la topografía del área, se estimó un radio máximo de influencia de 30.5 kilómetros; este es el máximo radio que puede usarse para calcular efectos gravimétricos sin tomar en cuenta la curvatura de la Tierra. Mironov, V.S., 1977. El operador consta de 61 x 61 elementos, y para que no tenga características direccionales, todos los radios mayores de 30.5 kilómetros quedaron excluidos; todos ellos, junto con el punto central del operador se igualaron a cero para que no participen en el cálculo. En la Figura 6 están indicados los elementos del primer cuadrante del operador; la obtención de los demás elementos es inmediata porque es simétrico.

Es importante aclarar que pueden considerarse operadores con radios máximos de influencia mayores o menores al usado en este trabajo, dependiendo de la topografía del área de estudio y de la capacidad de la computadora utilizada. Sin embargo, para la República Mexicana no hay necesidad de aumentar las dimensiones del operador, dado que la topografía del área estudiada es de las más abruptas del país.

[illegible]

V. PROGRAMAS DIGITALES

Para realizar el trabajo hubo necesidad de elaborar tres programas digitales. Los dos primeros, hechos para una calculadora TI59, podrían integrarse en uno solo; sin embargo, se optó por manejarlos separadamente.

El Programa I, listado a continuación, sirve para calcular las alturas medias (mts.) de las hojas circundantes al Prospecto Gravimétrico.

PROGRAMA I

000	76	LBL
001	11	A
002	42	STO
003	09	09
004	91	R/S
005	78	$\leq +$
006	97	DSZ
007	09	09
008	00	00
009	04	04
010	79	\bar{x}
011	99	PRT
012	47	CMS
013	09	9
014	42	STO
015	09	09
016	61	GTO
017	00	00
018	04	04

En la etiqueta A se introduce una sola vez el número 9, lue-

go hay que teclear una a una las 9 cantidades a promediar (obtenidas empleando la plantilla de la Figura 5). Terminado esto, se imprime la cantidad promedio y la máquina está lista para leer otras 9 y así sucesivamente, mientras no se apague o se borre el programa.

El Programa II calcula el efecto gravimétrico de cada prisma en el punto central de su cara superior y la altura promedio; utiliza los valores leídos con la plantilla de la Figura 5, la fórmula 1 y la altura central del prisma. Se presenta el listado y un ejemplo.

PROGRAMA II

000	76	LBL	039	43	RCL	078	06	06
001	11	R	040	05	05	079	97	DSZ
002	42	STO	041	85	+	080	03	03
003	01	01	042	04	4	081	00	00
004	91	R/S	043	87	IFF	082	17	17
005	76	LBL	044	01	01	083	86	STF
006	12	B	045	00	00	084	01	01
007	42	STO	046	60	60	085	97	DSZ
008	02	02	047	65	x	086	04	04
009	04	4	048	02	2	087	00	00
010	42	STO	049	02	2	088	17	17
011	03	3	050	02	2	089	43	RCL
012	05	5	051	02	2	090	06	06
013	42	STO	052	02	2	091	22	INV
014	04	04	053	02	2	092	44	SUM
015	53	(	054	93	.	093	06	06
016	53	(	055	02	2	094	99	PRT
017	91	R/S	056	02	2	095	53	(
018	44	SUM	057	61	GTO	096	53	(
019	08	08	058	00	00	097	43	RCL
020	99	PRT	059	70	70	098	08	08
021	75	-	060	65	x	099	22	INV
022	43	RCL	061	01	1	100	44	SUM
023	02	2	062	01	1	101	08	08
024	54	)	063	01	1	102	85	+
025	33	X ²	064	01	1	103	43	RCL
026	42	STO	065	01	1	104	02	02
027	05	05	066	01	1	105	54)
028	65	x	067	93	.	106	55	-
029	43	RCL	068	01	1	107	09	9
030	01	01	069	01	1	108	54)
031	65	x	070	54	)	109	99	PRT
032	06	6	071	45	Y ^x	110	22	INV
033	22	INV	072	01	1	111	86	STF
034	28	LOG	073	93	.	112	01	01
035	54	)	074	05	5	113	61	GTO
036	55	:	075	54	)	114	00	00
037	53	(	076	95	=	115	04	04
038	53	(	077	44	SUM			

En la etiqueta A se introduce el valor de $4 \gamma \rho$ (111111.11); la cantidad entre paréntesis es el área de un cuadrado de 333.33333 metros de lado. En la etiqueta B se introduce la elevación central del prisma.

Ejemplo: Para $\rho = 2.30 \text{ gr./cm}^3$, $A = 0.06818222$ y si $B = 900$ mts. resulta.

890.
750.
845.
985.
850.
815.
850.
940.
5.726881315
869.4444444

Las primeras 4 cantidades son las elevaciones medias de los prismas más alejados (ver Figura 5), las 4 siguientes son las elevaciones medias de los cuatro más cercanos, la penúltima es la atracción en U.G. de los 8 prismas en el punto central del prisma grande, y la última es el promedio (mts.) de las 8 primeras junto con el valor de B. Después de esto la calculadora está lista para leer otra B, repitiéndose el proceso para otro prisma y así sucesivamente; para ahorrar papel, la instrucción 20 puede cambiarse por NOP con lo que imprime sólo las dos últimas cantidades.

Finalmente el Programa III, en lenguaje FORTRAN, sirve para obtener el efecto topográfico regional. Este programa reduce el tiempo de máquina a casi la quinta parte respecto al programa digital que actualmente tiene en uso la Superintendencia General de Nuevas Técnicas, dependiente de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos; el ahorro considerable de tiempo de ejecución lo hace más ventajoso para aplicarlo en los trabajos de corrección topográfica, a los datos que obtienen o han obtenido las brigadas gravimétricas de Petróleos Mexicanos en diferentes partes de la República. Se incluye el listado y una pequeña parte de los datos; la operación pseudoconvolutiva citada en el título del escrito queda implícita en las instrucciones de este programa digital. En él intervienen tres matrices de datos, las cuales se explican a continuación.

1. Matriz de elevaciones centrales.

La forman los valores de elevación del punto central de la cara superior en cada uno de los prismas del rectángulo interior de la Figura 7. Cada uno de estos valores simula una estación gravimétrica y solamente en ellos se calcula el efecto gravimétrico de la rugosidad del terreno, es decir, la matriz de elevaciones centrales abarca exactamente el área que será corregida por rugosidad.

2. Matriz de elevaciones medias.

La forman las elevaciones medias calculadas con los programas I y II de todos los prismas del rectángulo mayor de la Figura 7.

3. Matriz del operador.

La forman los valores de las distancias elevadas al cuadrado (r^2), desde los nodos de una malla rectangular separados un kilómetro (unidad de retícula), hasta el punto central de la malla; ésta cabe exactamente en un cuadrado de 60 Kms. de lado.

[illegible]

Los datos se ordenan como sigue:

- Tarjeta 1. - Valor de la densidad (ρ) y el título de acuerdo al formato 100 (ver la parte inferior del listado del programa).
- Tarjeta 2. - N1 y N2, número de renglones y columnas, respectivamente, de la matriz de elevaciones centrales; N3 y N4, número de renglones y columnas, respectivamente, de la matriz de elevaciones medias; N5, número de renglones (igual al de columnas) del operador. Todos estos parámetros se codifican de acuerdo al formato 110.

Debe notarse que, si el área estudiada es muy grande, muy probablemente no podrá cubrirse en una sola corrida del programa, por lo tanto, los parámetros N1, N2, N3 y N4, se preparan de acuerdo a la cantidad de datos que intervengan en cada corrida.

El programa corrige un área máxima de $27 \times 44 \text{ Km}^2$ en cada corrida (AC (28, 45) en la instrucción DIMENSION); sin embargo, puede aumentarse o disminuirse de acuerdo a la capacidad de la máquina utilizada.

- Tarjeta 3.- Forman la matriz de elevaciones centrales, codificadas de acuerdo al formato 120; las últimas 5 columnas de cada tarjeta sirven para identificar el número de renglón y el número de tarjeta del mismo. Por ejemplo, los números 541, 542 y 543 en la parte inferior del listado, significan las tarjetas 1, 2 y 3 del renglón 54, respectivamente.
- Tarjeta 4.- Forman la matriz de elevaciones medias, codificadas también de acuerdo al formato 120.
- Tarjeta 5.- Forman la matriz del operador, codificadas de acuerdo al formato 130.

VI. SECUENCIA DEL PROCESO

El trabajo obedece el orden siguiente:

1. Recabar todas las hojas Mercator, escala 1:50,000, del Proyecto en estudio, incluidas las adyacentes. El cálculo de elevaciones medias es más preciso si se dispone del plano topográfico a escala más grande, por lo menos 1:25,000.
2. Estimar el radio máximo de influencia (punto IV, 2do. párrafo) y la densidad P .

3. Recortar o ampliar las dimensiones del operador conforme a (2).
4. Reticular las hojas Mercator con líneas cada kilómetro (punto III). La Figura 7 ayuda a explicar los siguientes pasos.

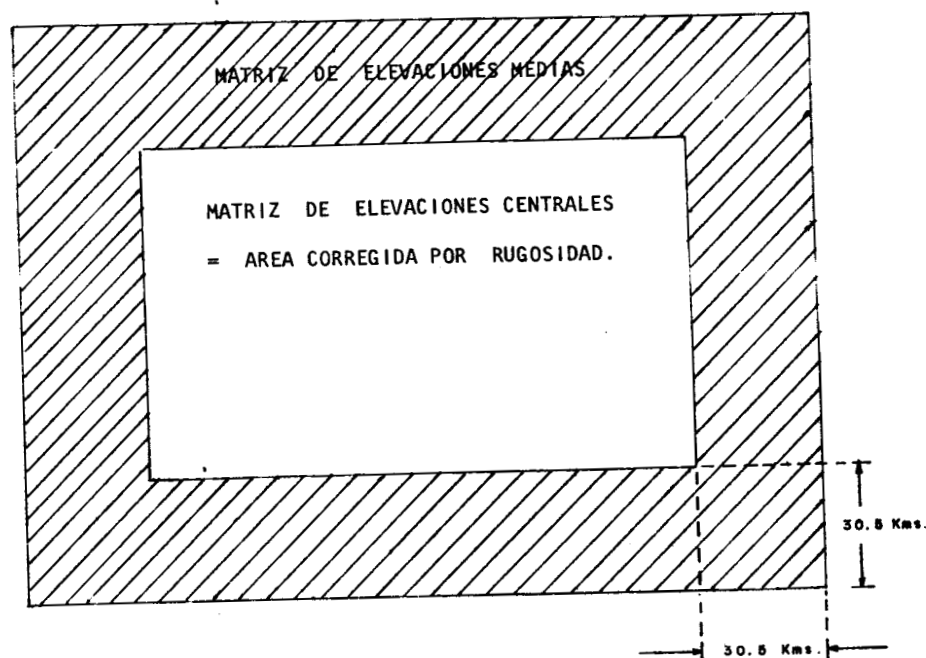


Figura 7

5. Obtener las elevaciones medias de la zona sombreada con la plantilla y el Programa I.

6. Obtener el efecto topográfico local (u.g.) y las elevaciones - medias en cada prisma del rectángulo menor con la plantilla y el Programa II. Las elevaciones medias pueden calcularse con el Programa I, pero el uso del Programa II evita leer - dos veces los 9 valores de cada prisma en el rectángulo menor; una para calcular el efecto topográfico y otra para obtener las elevaciones medias.
7. Aplicar el Programa III para obtener el efecto topográfico regional.
8. Sumar a cada valor de la matriz de resultados del paso anterior el correspondiente de (6).
9. Configurar los valores obtenidos de (8).
10. Sobreponer la configuración de Anomalías de Bouguer (o los caminamientos) de la hoja Mercator en cuestión, a la de (9) y sumar a cada estación lo que le corresponde de corrección por rugosidad.
11. Reconfigurar los nuevos valores de Anomalías de Bouguer - para la presentación final.

VII. APLICACION

Para realizar el estudio se emplearon hojas de la C.U.T.M. (Cuadrícula Universal Transversa de Mercator), escala 1:50,000, con curvas de nivel cada 20 metros, la mayor parte elaboradas por DETENAL. Asimismo, las hojas utilizadas fueron copias heliográficas de las originales, por esa razón hubo necesidad de retocar con diferentes colores todas las curvas múltiples de 100 metros para facilitar la captura de datos.

La Figura 8 muestra el área estudiada cuya superficie es de 1,650 km²; comprende parte de los Estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz. También está indicada como referencia la posición geográfica de las Ciudades de Córdoba, Ver., Orizaba, Ver. y Tehuacán, Pue.

La Figura 9 es un plano topográfico con curvas de nivel cada 500 metros; se incluye con el objeto de ilustrar en forma aproximada la topografía existente en el área estudiada.

La Figura 10 muestra el diagrama de las hojas Mercator empleadas en el proceso de corrección topográfica. Únicamente el área comprendida en el rectángulo interior se corrige por rugosidad.

La Figura 11 es el plano geológico superficial del área estudiada y regiones aledañas.

La Figura 12 es el plano de Anomalías de Bouguer sin la corrección topográfica.

Las Figuras 13a y 13b (tablas) son parte de la salida del programa en lenguaje FORTRAN que calcula el efecto regional; a cada uno de esos valores se le suma el correspondiente efecto local obtenido mediante una calculadora programable. (Programa II).

La Figura 14 muestra la configuración de Anomalías de Bouguer corregida por rugosidad. Desgraciadamente, debido a la escala y a lo angosto del área estudiada, no se pueden apreciar muy bien las diferencias respecto a la configuración de Bouguer no corregida; aún así se aprecia que: En la vecindad de los pozos Tezonapa hay un mayor quiebre de los contornos en la configuración corregida, hacia el NW; en la porción occidental los contornos tienden a alinearse en la dirección norte-sur y la configuración toma gradualmente (de este a oeste) valores mayores. Para mayor abundamiento acerca de este punto, consultar la tesis profesional del Ingeniero Geofísico Leonardo Fidel Morales Torres (Q.E.P.D.), titulada Corrección Topográfica de Datos Gravimétricos usando Prismas Finitos. E.S.I.A., I.P.N., 1984.

VIII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten asegurar que el procedimiento seguido y los programas digitales elaborados, son adecuados para calcular la corrección por rugosidad a datos gravimétricos con mayor precisión y menor tiempo de máquina que los usados hasta ahora en Petróleos Mexicanos para ese propósito.

La expresión de la fórmula (1), como se indicó, aproxima el efecto gravimétrico real de un prisma rectangular de base igual a 1 Km^2 y permite la aplicación de un operador de radios de influencia constituido por todos los posibles valores de r^2 , de acuerdo con la estimación previa del radio máximo de influencia del relieve topográfico en las estaciones gravimétricas.

En general pueden señalarse las ventajas siguientes:

1. El proceso se realiza en forma independiente al reconocimiento gravimétrico, por lo tanto puede realizarse, incluso, una carta de corrección topográfica para toda la República Mexicana a semejanza de las cartas elaboradas por DETENAL.
2. Mediante el Programa I se estima con mayor precisión la elevación promedio de cada kilómetro cuadrado en el plano topográfico con curvas de nivel.

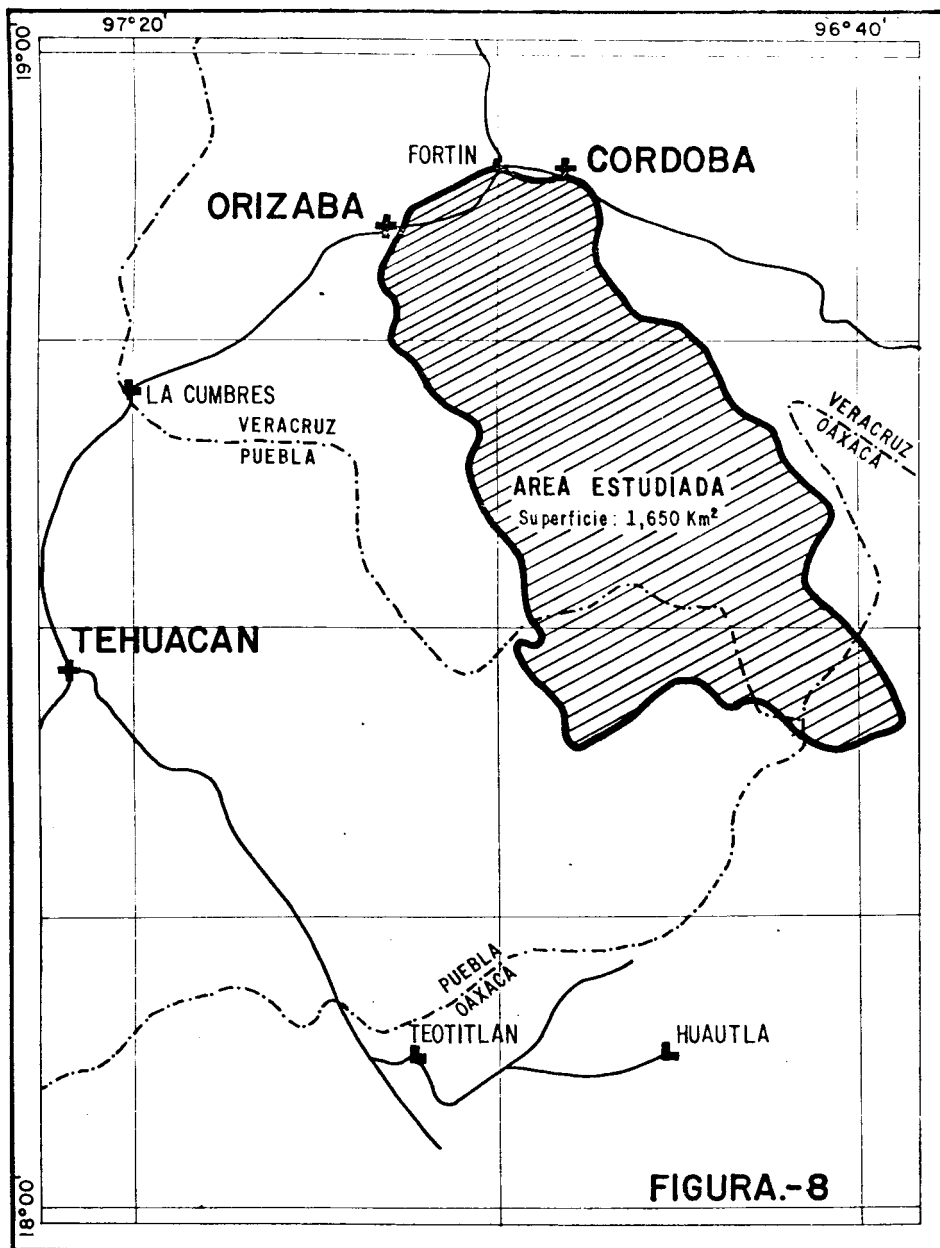
3. El Programa II corrige topográficamente los datos gravimétricos desde la zona E(170 a 390 m) de Hammer, utilizando solo el plano escala 1:50,000.
4. El Programa III, equivalente a los que actualmente están en uso en Petróleos Mexicanos, reduce cuantiosamente el tiempo de ejecución y proporciona resultados más precisos.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. DOBRIN M.N., 1969. Introducción a la Prospección Geofísica. Traducido del Inglés por Ediciones Omega, S. A.
2. Gradsheteyn I. S. and I.M.RYZHIK, 1965. Table of Integrals, Series and Products. Traslated from Russian by Scripta Technica, Inc., Academic Press, New York and London.
3. JAMES M. L., G.M.SMITH y J.C.WOLFORD, 1967. Métodos Numéricos aplicados a la Computación Digital con FORTRAN. Traducido del Inglés por Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. International Texbook Company, México.
4. MIRONOV V.S., 1977. Curso de Prospección Gravimétrica. Traducido del Ruso por Editorial Reverté, S. A.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron para la realización de este artículo y a Petróleos Mexicanos por las facilidades otorgadas para publicarlo.



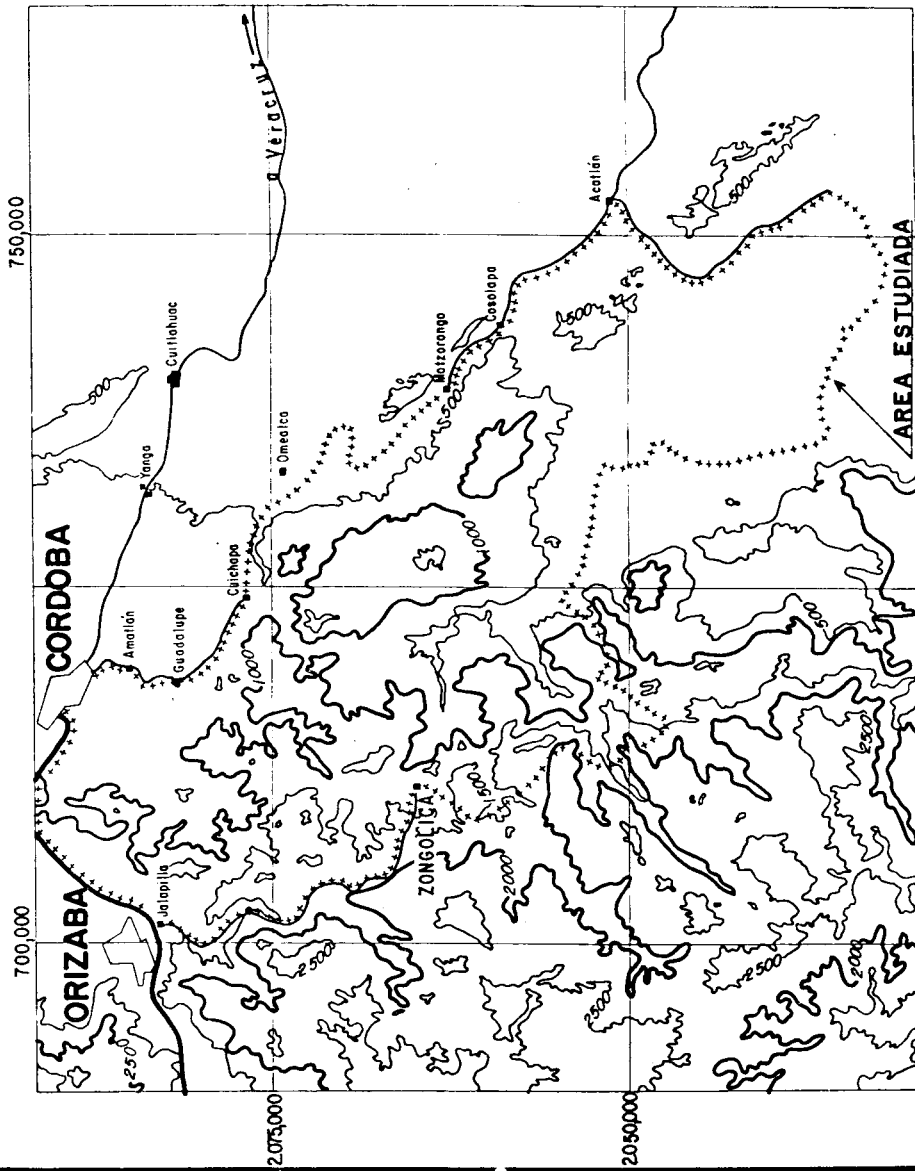
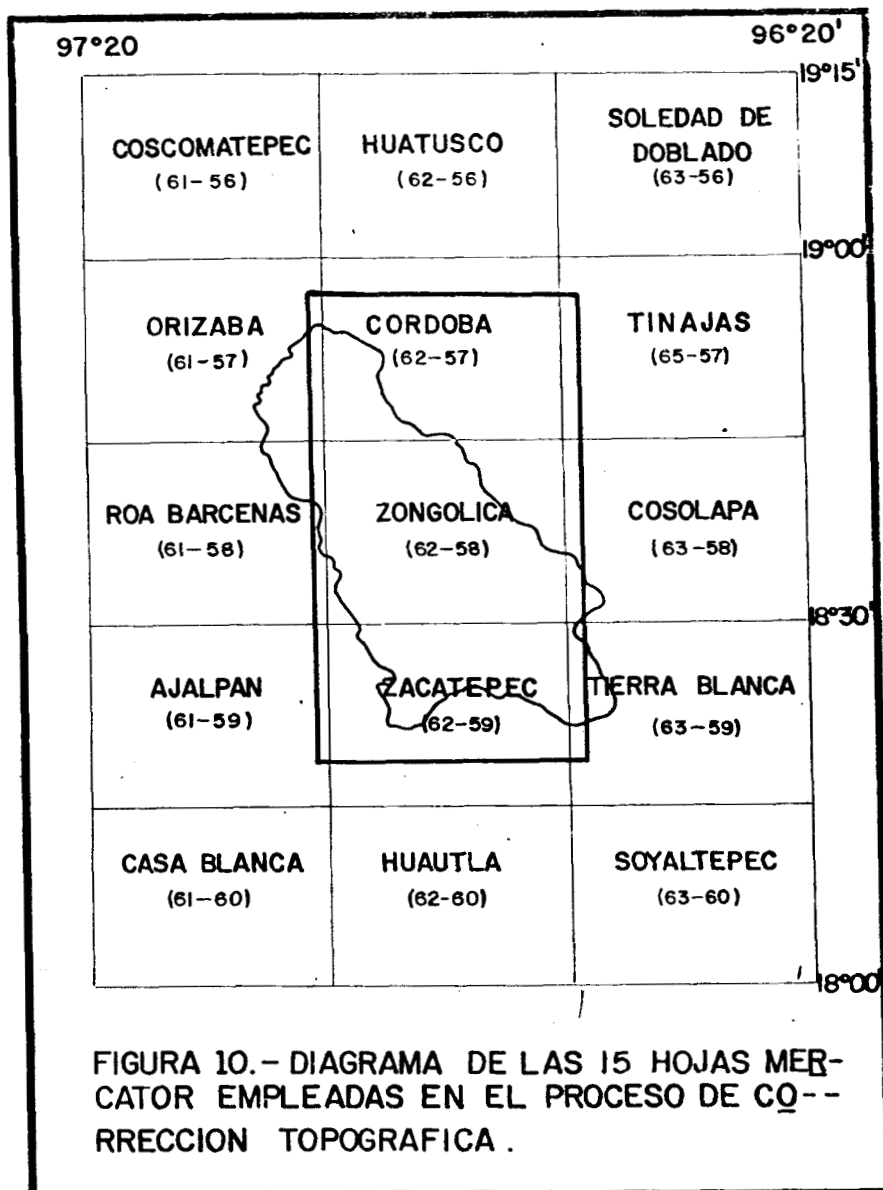


FIGURA 9.- PLANO TOPOGRAFICO (CONFIG. EN MTS.)



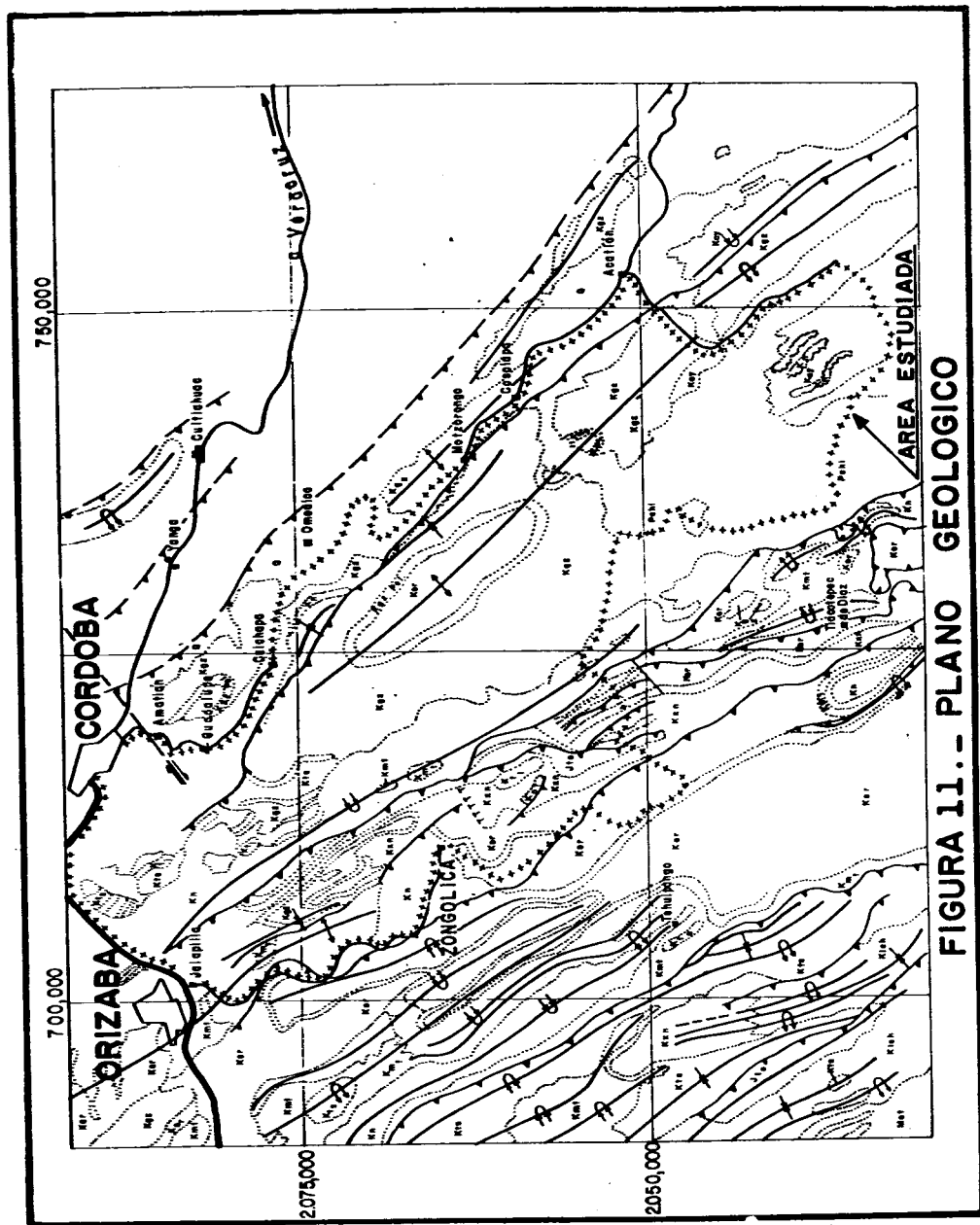
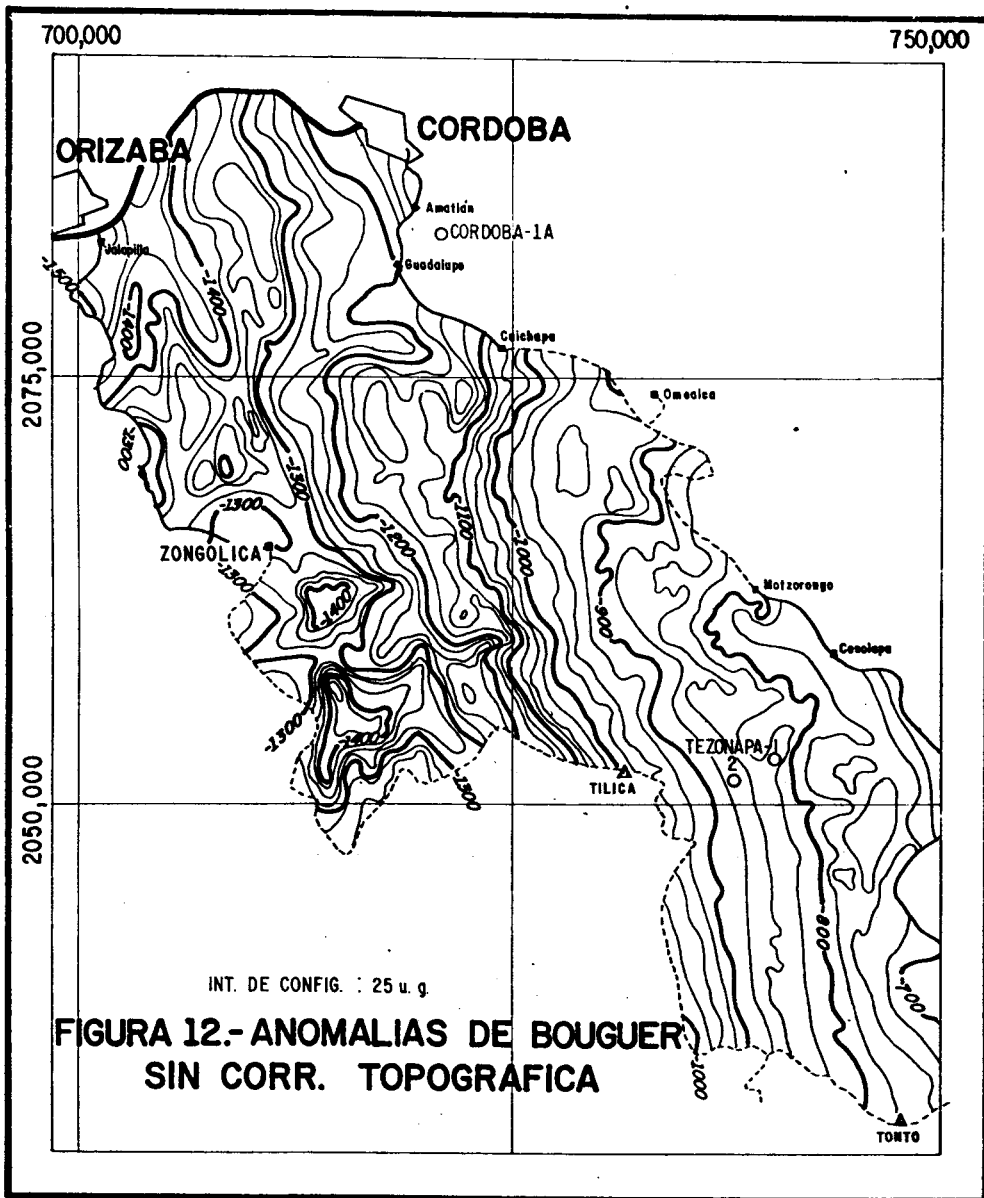


FIGURA 11.- PLANO GEOLOGICO



CORRECCION TIPOGRAFICA PROSPECTO CONSUMA--TIERNA BLANCA

PENGUN

MATRIZ DE CORRECCION POR RUGOSIDAD EN U.G.

1^{er} N° 1

1	66.2	36.1	25.3	22.0	19.9	14.6	19.5	22.0	25.7	29.5	34.1	29.6
	22.9	16.7	16.7	51.9	81.8	94.1	52.6	49.4	33.3	29.3	22.9	18.5
	13.6	18.4	26.1	28.4	28.4	94.1	7.4	6.2	5.4	4.8	4.3	3.9
2	3.6	3.3	3.1	2.6	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9			
	33.8	43.8	23.5	21.0	19.1	18.7	19.6	19.7	28.4	26.8	33.0	33.9
	23.9	33.6	33.9	50.8	51.3	48.5	58.7	46.8	29.4	26.7	19.4	17.9
	26.9	24.1	23.0	20.1	13.9	9.5	7.5	6.2	5.4	4.8	4.3	3.9
3	3.6	3.2	3.0	2.6	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9			
	31.7	26.8	23.2	20.4	18.7	19.5	17.6	17.5	19.1	19.5	38.0	26.7
	32.7	42.5	34.0	44.8	50.6	54.4	44.8	51.3	27.3	22.7	20.0	17.2
	20.4	21.3	23.0	17.2	15.1	9.6	7.5	6.3	5.4	4.8	4.3	3.9
4	3.6	3.3	2.9	2.7	2.7	2.3	2.1	1.9	1.8			
	61.3	28.0	26.5	20.1	18.4	17.2	16.4	16.3	16.2	16.7	23.2	27.0
	39.8	32.4	30.6	30.3	40.1	44.3	35.9	52.2	29.1	23.5	35.2	17.9
	23.4	19.4	17.2	14.2	12.6	11.4	7.5	6.2	5.4	4.7	4.3	3.9
5	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.2	2.1	1.9	1.7			
	47.1	26.8	23.4	19.7	17.9	16.7	15.5	15.0	15.1	15.4	16.5	18.1
	21.4	25.1	20.5	25.3	41.7	35.6	29.8	35.4	48.2	44.5	22.6	18.4
	21.0	22.4	16.5	13.7	11.3	10.9	7.9	6.3	5.4	4.7	4.3	3.9
6	3.5	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7			
	32.4	27.6	27.7	19.6	17.5	16.6	15.9	14.4	15.9	13.7	17.4	14.6
	18.5	16.9	14.2	28.7	37.3	41.1	23.1	24.8	42.3	23.4	29.2	25.1
	28.0	22.4	25.6	19.9	16.7	11.6	7.2	6.6	1.9	4.8	4.6	4.1
7	3.6	3.3	3.0	2.7	2.5	2.2	2.1	1.9	1.8			
	29.5	24.9	21.5	20.6	17.2	15.7	14.9	13.7	13.4	12.9	12.7	12.9
	14.5	13.5	15.6	17.6	13.1	14.1	24.3	19.7	13.6	18.2	20.3	17.6
	35.0	18.0	11.2	13.4	19.1	12.1	9.5	8.6	5.7	4.9		4.6
8	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7			
	34.8	28.0	21.6	17.3	15.2	14.1	13.2	13.4	12.9	12.5	12.3	12.1
	15.1	12.5	12.9	15.2	16.8	20.9	15.7	16.6	13.8	12.4	13.2	15.0
	19.1	13.2	10.8	9.1	9.8	27.0	12.0	9.2	7.1	5.1	4.3	3.9
9	3.4	3.1	2.8	2.7	2.5	2.1	1.9	1.8	1.6			
	24.5	21.7	20.5	18.5	15.9	14.3	13.4	12.6	12.2	11.7	12.1	12.1
	13.5	11.8	11.5	15.3	14.3	12.3	11.4	10.6	10.1	9.6	10.2	10.2
	9.8	9.3	8.6	7.9	6.8	20.4	14.9	18.2	8.9	5.7	4.6	4.0
10	3.4	3.4	3.0	2.9	2.6	2.1	1.9	1.8	1.6			
	24.4	44.0	23.6	19.7	16.9	14.8	14.8	13.4	12.8	12.0	11.6	11.2
	11.9	11.3	11.6	15.8	11.6	11.6	11.9	10.1	9.3	6.9	8.3	7.9
	7.6	7.4	6.8	6.5	7.4	11.2	45.5	19.9	14.1	6.8	4.9	4.2
11	3.6	3.2	3.0	3.4	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7			
	32.6	24.1	26.4	21.1	20.4	19.5	15.9	16.5	12.8	12.1	11.7	11.3
	10.8	11.4	10.4	10.9	10.8	10.0	9.3	8.7	8.3	7.9	7.2	7.2
	6.9	6.4	6.1	6.1	7.6	10.6	24.9	58.3	17.7	9.2	5.5	4.4
12	3.7	3.3	3.2	3.7	2.4	2.1	2.0	1.9	1.8			
	23.6	24.7	26.1	17.9	14.9	13.9	17.9	15.6	13.4	12.4	11.7	11.1
	10.7	10.4	10.1	10.2	9.7	9.2	4.9	8.3	7.0	7.4	7.0	6.6
	6.3	6.2	5.6	5.6	6.2	9.4	12.0	23.5	19.6	14.3	7.1	4.7
13	3.9	3.4	3.2	3.1	2.4	2.2	2.1	2.2	1.8			
	23.0	29.1	26.1	30.1	30.3	25.0	19.1	15.6	14.0	12.6	12.1	11.4
	15.1	10.4	9.8	9.6	9.2	8.7	8.7	8.3	7.7	7.3	6.8	6.4

FIGURA 13a.

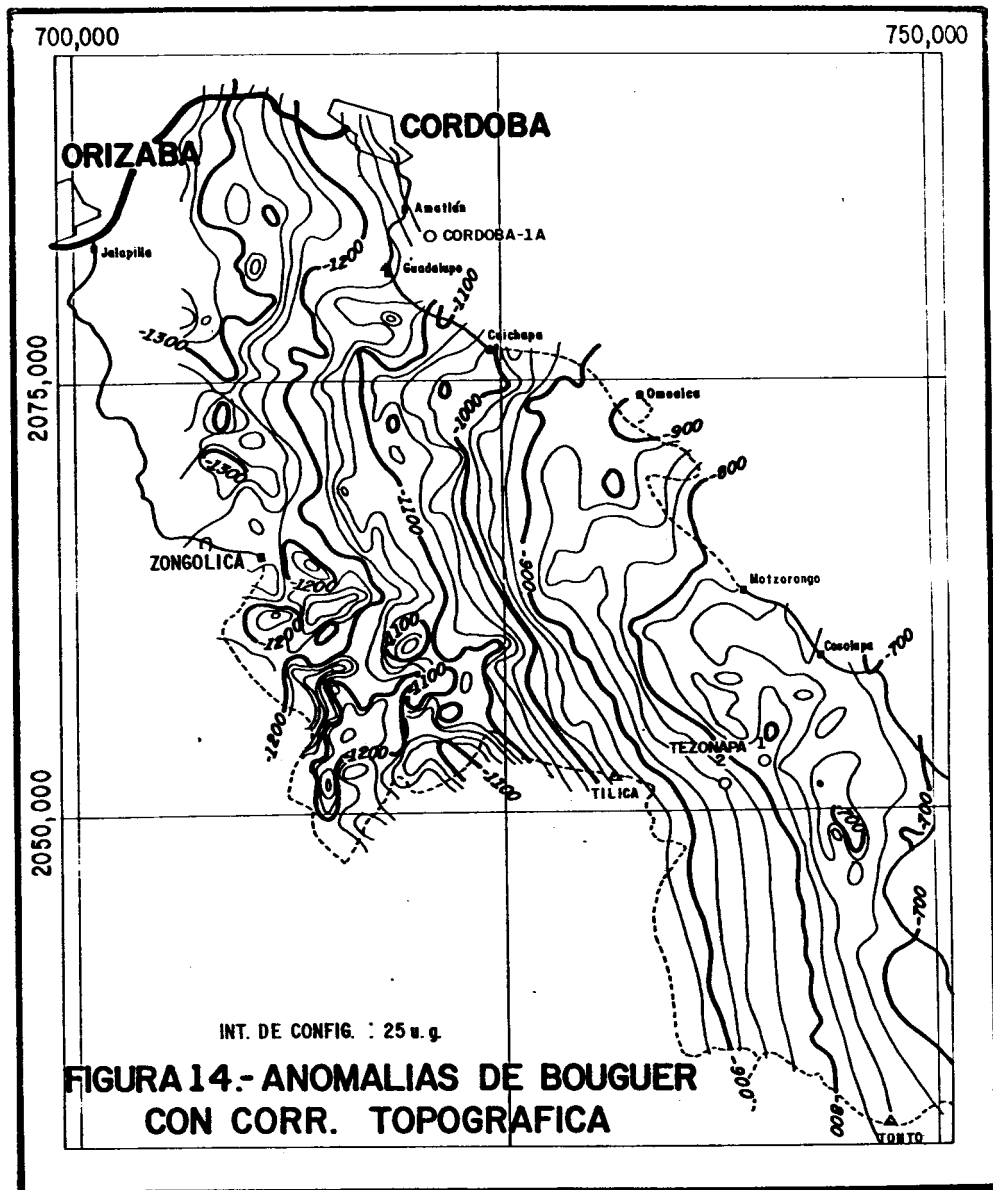
CORRECCION TOPOGRAFICA PROSPECTO CONRUBA--TIERRA BLANCA

RENGLON

MATRIZ DE CORRECCION POR RUGOSIDAD EN U.G.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
46.2	70.9	127.2	74.6	67.1	55.6	38.1	33.3	30.1	27.0	27.5	26.6	
38.5	49.4	127.2	49.6	45.4	44.7	52.1	40.1	37.1	34.1	31.1	30.6	
23.7	23.2	16.0	12.5	10.5	8.5	7.3	5.2	5.0	4.8	4.3	3.9	
3.9	48.3	127.4	42.7	42.5	21.5	20.4	18.1	16.6	15.0	13.4	12.1	
25.7	46.5	127.4	42.7	42.5	21.5	20.4	18.1	16.6	15.0	13.4	12.1	
36.2	33.2	19.2	15.6	11.6	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	
36.7	33.2	19.2	15.6	11.6	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	
47.7	58.3	127.2	49.6	45.4	44.7	52.1	40.1	37.1	34.1	31.1	30.6	
28.1	48.3	127.4	42.7	42.5	21.5	20.4	18.1	16.6	15.0	13.4	12.1	
53.2	33.2	19.2	15.6	11.6	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	
41.3	42.5	52.9	48.7	47.1	36.4	35.4	32.1	30.1	27.9	26.2	26.6	
51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3	
35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	
47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	47.5	
48.0	41.5	26.1	23.9	17.3	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	
47.9	66.1	41.8	47.9	62.2	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	
43.9	31.7	37.7	44.9	38.2	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	
45.9	37.7	36.7	30.1	21.0	16.4	12.4	14.1	13.3	11.2	8.1	6.2	
5.2	4.5	3.2	3.2	2.8	2.8	2.2	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	
61.4	49.1	42.9	50.4	42.3	47.9	105.2	100.3	45.3	40.4	51.5	54.6	
36.1	36.1	55.0	55.0	53.1	54.5	53.8	41.1	51.4	49.4	57.7	52.2	
40.2	74.7	55.8	37.0	22.3	20.9	13.0	13.3	12.8	11.7	11.1	7.2	
5.8	4.9	4.4	3.8	3.0	2.6	2.3	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	
54.8	44.5	42.0	51.5	56.0	45.3	70.4	78.6	56.4	42.0	73.9	46.3	
44.8	41.0	40.9	55.0	57.0	67.0	72.8	54.4	53.2	54.4	68.6	55.5	
62.3	47.1	38.9	38.7	32.2	24.9	17.5	24.6	16.4	12.4	14.1	8.7	
6.8	5.6	5.0	4.3	3.1	2.7	2.4	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	
60.7	47.2	45.4	39.7	47.0	49.7	95.4	68.2	54.9	59.0	107.4	99.4	
44.3	40.9	40.9	69.3	65.7	74.2	71.4	72.9	76.3	81.5	83.4	52.9	
47.1	41.1	39.0	34.0	28.8	35.1	31.1	18.2	28.4	25.4	12.9	12.8	
6.3	6.2	5.3	4.6	3.4	3.0	2.6	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	
70.0	52.2	43.4	50.7	49.8	58.5	67.8	174.1	98.9	85.9	87.3	78.2	
63.2	51.2	63.6	61.3	58.6	71.1	67.4	174.1	98.9	85.9	87.3	78.2	
46.8	39.1	34.0	34.0	29.2	31.0	36.9	39.4	35.4	30.6	25.0	14.3	
10.9	7.8	5.8	4.6	3.8	3.2	2.6	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8	
55.0	55.0	77.5	45.3	46.6	53.8	104.1	103.7	100.2	100.1	82.0	101.3	
91.7	74.3	63.2	59.3	73.0	68.5	68.5	100.6	119.3	89.5	99.6	99.6	
48.9	36.1	34.0	33.9	33.2	35.9	35.9	41.4	34.4	24.8	23.2	12.2	
12.9	10.9	7.0	5.2	4.2	3.9	3.1	2.5	2.2	2.2	2.2	2.2	
72.4	63.1	69.3	59.5	54.2	61.1	67.8	94.8	83.9	87.4	113.9	72.2	
93.5	85.2	57.1	60.1	63.7	83.3	69.1	83.8	77.5	80.7	86.7	62.7	
40.3	33.2	39.3	39.4	37.6	32.4	32.4	33.0	28.1	40.1	23.9	15.4	
16.0	16.0	10.0	14.3	4.6	4.0	3.3	2.6	2.2	2.2	2.2	2.2	
59.5	59.5	50.3	48.0	92.1	152.7	105.4	73.4	66.6	113.3	167.4	78.2	
60.0	91.8	64.3	57.2	56.4	93.0	85.1	69.7	61.2	85.1	62.4	51.9	
131.3												

FIGURA 1.3b.





perforadata, s. a.

SERVICIOS DE EXPLORACION

- **GRAUMETRIA**
- **SISMOLOGIA**
- **PERFORACION**
- **GASOMETRIA**
- **DELTA CARBONATOS**
- **POZOS DE AGUA**

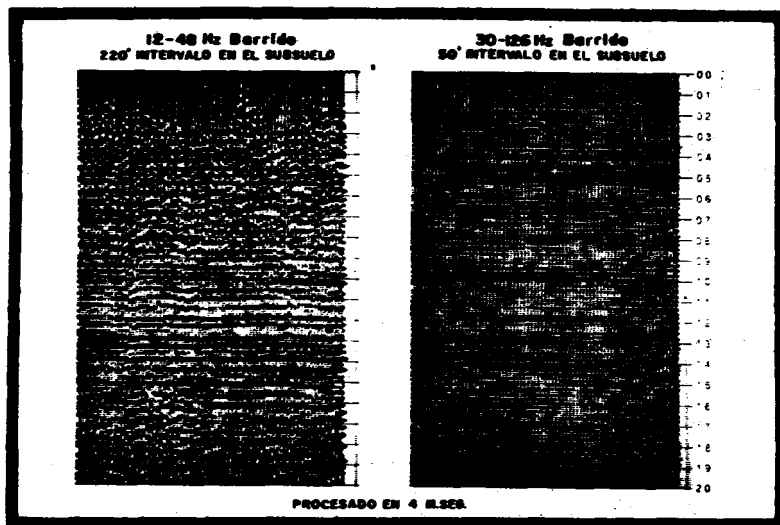
CON LA EXPERIENCIA DE 32 AÑOS AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA PETROLERA MEXICANA.

**AV. JUAREZ 117 6o. PISO
MEXICO 1, D.F.**

TEL. 566-44-11

Mayor energía para usted!

**MAYOR ENERGIA
MEJOR PENETRACION Y RESOLUCION
DEL VIBRADOR DE ESPECTRO AMPLIO
MAS POTENTE EN LA PRODUCCION
DE HOY**



El vibrador estandar de GSI, de alto poder no tan solo desarrolla la más alta energía sino que además es el más flexible el de mayor precisión y el mas digno de confianza.

POTENCIA: De 30,240 libras de fuerza' pico permite el uso de menos maquinas en el campo.

FLEXIBILIDAD: El vibrador de GSI puede barrer hacia abajo o hacia arriba con la misma potencia entre 5 y 200 Hz con acoplamiento excelente a la baja frecuencia.

PRECISION: Los circuitos electrónicos patentados permiten un control de acoplamiento de fase que reduce enormemente la distorsión armónica y permite barridos hacia arriba o hacia abajo a plena fuerza sobre el rango completo de frecuencias.

Los inicios están sincronizados con precisión mediante señales de radio codificadas para mayor eficiencia en el campo.

CONFIANZA: El diseño mecánico con mayor resistencia minimiza descomposturas y mantenimiento, reduciendo de esta manera el equipo extra que se tiene para repuesto.

A disposición inmediata.

Para mayor información, llamar o escribir a:
GSI DE MEXICO, S.A. DE C.V. RIO RHIN No. 22
7° piso MEXICO S.F. TEL. 566-92-44.



GSI DE MEXICO, S.A. DE C.V.

SUBSIDIARIA DE

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED

**GEOFISICOS CONSULTORES PARA
PETROLEOS MEXICANOS**



Seiscor Corporation of Mexico

**RIO TIBER 50-101 MEXICO 5, D.F.
TELEFONOS : 514-47-94 514-47-96**

**SUBSIDIARIA DE
SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION
6200 East 41st. St. • Box 1590 • Tulsa, Oklahoma, U.S.A.**

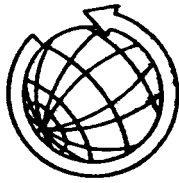
ESPECIALIZADOS EN :

SERVICIO DE GEOFISICA

- Levantamientos :**
- Sismológicos
 - Gravimétricos
 - Magnetométricos
 - Procesado de Datos Magnéticos
 - LORAC-Levantamiento Electrónico

SERVICIO DE REGISTRO DE POZOS

- Registros para Evaluación de Formaciones
- Registros de Pozos de Producción
- Servicio de Terminación Permanente
- Registro Continuo de Velocidad



GEOEVALUACIONES, S.A.

AV. AMACUZAC 615 MEX. 13, D.F. Tel. 5-32-39-19 5-72-09-92

- Servicios de Gravimetría Terrestre
- Geología Superficial
- Métodos Eléctricos para Geohidrología y Geotecnia
- Métodos Sísmicos para Geohidrología y Geotecnia
- Servicios de Registros Geofísicos para pozos de agua
- Servicios de Interpretación
- Análisis Químicos de agua para fines Geohidrológicos e Industriales.



EMPRESA 100% MEXICANA
AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA
PETROLERA



BRUSELAS 10-3^{er} PISO
COL. JUAREZ
MEXICO 6, D.F.

566 41 44
TELS. 566 43 90
566 42 37

Síntesis de Información inegi Geográfica por Estados neq

A través de la Síntesis de Información Geográfica por Estados, se pretende ofrecer una visión integrada de la geografía física de cada entidad, señalando, además, en función del análisis de ella, cuáles son las posibilidades para el aprovechamiento de los recursos en las actividades agrícolas, ganaderas y forestales.

		Costo de envío	
		Nacional	Internacional
• Aguascalientes	\$ 1 600.00	\$100.00	USCY 7.00
• Coahuila	\$ 2 800.00	\$100.00	USCY 9.00
• Guayaqueto	\$ 1 200.00	\$100.00	USCY 9.00
• Jalisco	\$ 2 200.00	\$175.00	USCY 12.00
• México	\$ 1 900.00	\$100.00	USCY 9.00
• Morelos	\$ 1 700.00	\$100.00	USCY 7.00
• Nayarit	\$ 1 800.00	\$100.00	USCY 9.00
• Nuevo León	\$ 2 500.00	\$100.00	USCY 9.00
• Tlaxcala	\$ 2 000.00	\$100.00	USCY 7.00
• Zacatecas	\$ 2 000.00	\$100.00	USCY 10.00

Informes, Consulta y Ventas en Balderras No. 71-P.B.
y en Insurgentes Sur No. 795-P.B.

Tels.: 521-42-51, 687-46-91 y 510-47-75

Para el Interior de la República anexas cheque certificado a favor de INEGI-SPP, Dirección General de Integración y Análisis de la Información, Centro No. 670, 3er. piso, Col. Granjas México, Delegación Iztacalco, 08400 México, D. F. Tel. 557-89-44, Ext. 214



SPP

programación y presupuesto
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA

La información estadística y geográfica es un servicio público y su difusión es comunicación social