

# BOLETIN

de la

## Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

---

### S U M A R I O

#### ARTICULOS TECNICOS

Aspecto Sobre el Uso de Sismodetectores Múltiples.  
*Antonio C. Limón.*

El Comportamiento Sismológico del Atolón Conocido  
con el Nombre de Faja de Oro. Estado de Veracruz-  
México. *Armando Eguía II. - Juventino Islas Leal.*

Mensaje del Editor.

“Foro Abierto”

“Un Ejemplo de Reflejos Múltiplos”. *Mariano Hernández Moedano.*

Comentarios:

“Un Método Gráfico Preciso para Interpretación de Lí-  
neas Sísmicas de Refracción”. *Vladimir Olhovich.*

#### INFORMACION GENERAL.

Contribuyentes Técnicos.

Cambio de Mesa Directiva Para el Período 1961-1962.

Informe de la Tesorería. 1959-1960.

Socios Patrocinadores de la Asociación Mexicana de  
Geofísicos de Exploración.

Nuevos Socios.

Notas Necrológicas.



# CONSULTORES Y CONTRATISTAS DE EXPLORACIONES GEOFISICAS

•

PETROLEO

MINERALES

AGUA SUBTERRANEA

Y

APLICACION A LA INGENIERIA CIVIL

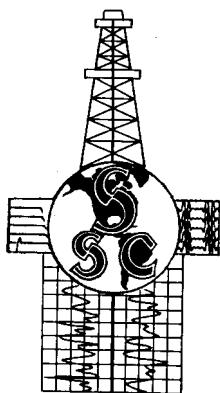
•

SERVICIOS GEOFISICOS, S. A. DE C. V.

AV. JUAREZ 97 DESPACHO 302

TELS. - 18-41-41 Y 12-89-70

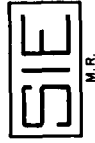
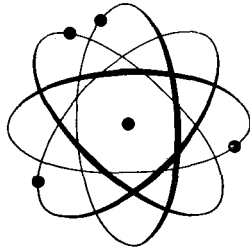
MEXICO 1, D. F.



*Seismograph Service Corporation of México*

AL SERVICIO DE  
PETROLEOS MEXICANOS

AV. JUAREZ 95 - 207  
MEXICO D.F.



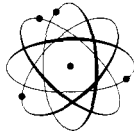
# REPRESENTACIONES

Una Sociedad Industrial Escamilla Establecida en 1953.

Servicio de Registros Eléctricos, Rayos Gama, Diámetro, Temperatura y Verticalidad en pozos hasta 1,000 metros de profundidad.

Alquiler y Venta de sismógrafos marca SIE, de equipos para registros eléctricos marca GEO LOGGER.

Venta de Barrenas de la Oil Tool Manufacturing Co. marca WILLIAMS.



## DISTRIBUIDORES INDUSTRIALES, S. A.

Una Sociedad Industrial Escamilla Establecida en 1959.

Proveedores de Equipo para la Exploración de Agua, Petróleo y Minerales.

Barrenas marca WILLIAMS. Equipo para Registros Eléctricos marca Geo-Logger.

Refacciones para sismógrafos, sondas eléctricas.

Oficinas en:

LAFRAGUA 13 DESPACHO 201

MEXICO 1, D. F.

Teléfonos: 35-24-07 46-45-20

EDISON 40-1

**F á b r i c a :**

**Próximamente en Tlalnepantla,**

**Estado de México.**

Carlos Alemán A.

EXPLORACION

y

PERFORACION

Avenida Juárez No. 100-209. Tel. 10-15-64

MEXICO 1, D. F.

## ASPECTOS SOBRE EL USO DE SISMODETECTORES MULTIPLES

Por Ing. ANTONIO C. LIMON \*

### R E S U M E N

La aplicación de sismodetectores múltiples en los trabajos de exploración sísmica, había sido llevada a cabo hasta hace pocos años por procedimientos empíricos, determinando tentativamente el número y distribución de los mismos. En algunos casos los resultados parecían ser favorables, pero generalmente eso ocurría solo en áreas reducidas.

En este artículo se presenta la teoría de los sismodetectores múltiples desde el punto de vista de lóbulos de recepción (semejante a la teoría de radiación de antenas), según los procedimientos de F. W. HALES y T. E. EDWARDS.

El mejoramiento de la calidad de un sismograma estriba en lograr un mejor carácter en los eventos correspondientes a reflejos, eliminando la presencia de interferencias que alteren la fidelidad y fase de los mismos. En otras palabras, el máximo aprovechamiento de la información sismológica depende del claro reconocimiento de los reflejos, en la mayoría de las trazas del sismograma.

El uso de un filtro apropiado puede mejorar grandemente la presentación de un sismograma, ya que algunos tipos de ruido quedan dentro de un rango de frecuencias que puede discriminarse. Así ocurre, por ejemplo, con los ruidos superficiales (ground roll) que son generalmente de muy baja frecuencia, y con los ruidos por viento o de disturbios secundarios que pertenecen a la región de alta frecuencia del espectro sísmico.

Otro tipo de ondas indeseables, como las producidas por energía lateral, pueden eliminarse mediante una adecuada selectividad direccional de los detectores, ya que las ondas que a ellos arriban difieren grandemente en su ángulo de incidencia a la superficie.

Muchos autores han tratado este interesante tema desde distintos puntos de vista (véase Bibliografía), pero el autor de este trabajo ha tomado principalmente las ideas de Hales y Edwards, en el que se considera el caso de un

---

\* Gerencia de Exploración, Petróleos Mexicanos.

grupo de detectores colocados en una línea recta dirigida hacia el punto de tiro, sobre los que llega una onda plana de igual intensidad a todos ellos.

Debido al fuerte contraste de velocidades de propagación de las ondas elásticas en la capa de intemperismo y en la inmediatamente inferior, (Fig. 1) el ángulo de emergencia es generalmente pequeño (del orden de  $20^\circ$ ). Por consiguiente puede utilizarse una combinación de varios sismodetectores interconectados, colocándose en línea recta, cuya respuesta direccional sea selectiva, con la cual, aún para fuertes echados de las capas del subsuelo podrá obtenerse una mejoría de la relación señal-ruido.

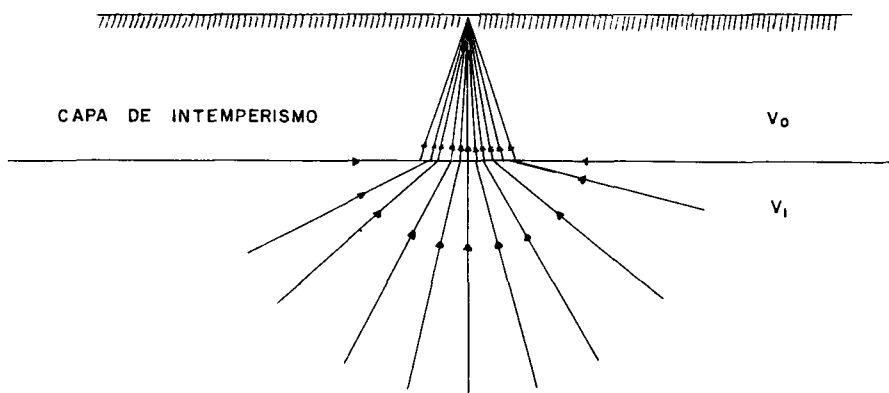


Fig. 1.—Trayectoria de los rayos que arriban a la superficie.

En un grupo de sismodetectores con espaciamientos  $\Delta x$  uniforme entre ellos, la onda que arriba a la superficie es recibida por cada sismodetector con una correspondiente diferencia de fase. Para el caso de dos detectores a los que arribe una onda de la forma:  $A \sin \omega t$ , la resultante será

$$\Sigma_2 = A \sin \omega t + A \sin \omega (t + \Delta t) \quad (1)$$

en donde  $\Delta t$  es la diferencia en el tiempo de llegada del frente de onda a cada detector. En la Fig. 2, se ilustra gráficamente esta condición, tanto espacial como vectorialmente para el caso de frentes de onda plana.

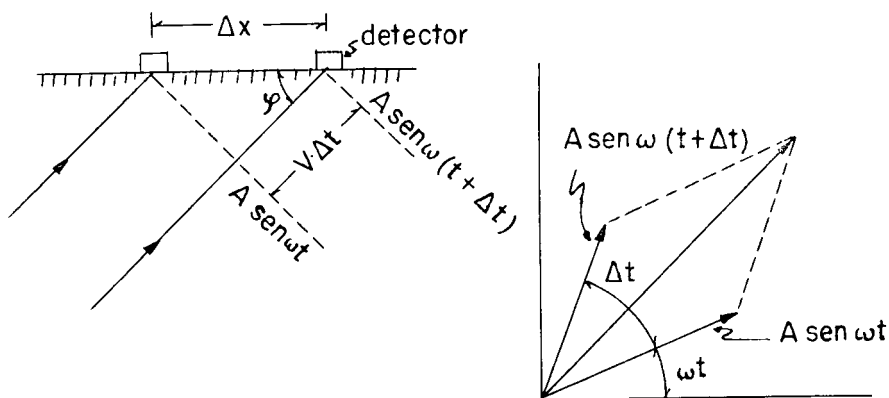


Fig. 2.—Representación espacial y vectorial del caso de dos detectores múltiples.

Si se efectúa la suma indicada en (1), se obtiene:

$$\Sigma_2 = A \frac{\text{sen } \omega \frac{\Delta t}{2}}{\text{sen } \omega \frac{\Delta t}{2}} \text{sen } \omega \left[ t + \frac{\Delta t}{2} \right] \quad (2)$$

Generalizando para un número  $m$  de detectores, se tiene:

$$\Sigma_m = A \left\{ \text{sen } \omega t + \text{sen } \omega(t + \Delta t) + \dots + \text{sen } \omega \left[ t + (m-1)\Delta t \right] \right\}$$

en donde haciendo la suma, se tiene:

$$\Sigma_m = A \frac{\text{sen } m \omega \frac{\Delta t}{2}}{\text{sen } \omega \frac{\Delta t}{2}} \text{sen } \omega \left[ t + (m-1) \frac{\Delta t}{2} \right] \quad (3)$$

Como en lo anterior se considera una amplitud uniforme  $A$ , la resultante pasará siempre por el eje de simetría de los vectores, que corresponde al punto medio de la cubierta, para una distribución simétrica de detectores. Por lo tanto, la expresión (3) puede simplificarse haciendo coincidir el eje de simetría con el eje de las abscisas, obteniendo:



$$\Sigma_m = A \frac{\text{sen } m \omega \frac{\Delta t}{2}}{\text{sen } \omega \frac{\Delta t}{2}} \text{sen } \omega t \quad (4)$$

Esta expresión es del tipo:

$$A \cdot K \text{ sen } \omega t$$

en donde el factor K es el siguiente:

$$K = \frac{\text{sen } m \omega \frac{\Delta t}{2}}{\text{sen } \omega \frac{\Delta t}{2}} \quad (5)$$

### *Selectividad Direccional*

De la Fig. 2 se ve que  $\Delta t = \frac{\Delta x \cos \varphi}{V}$ , siendo V la velocidad de propagación y  $\varphi$  el complemento del ángulo de incidencia.

Lo anterior, evidentemente, es una simplificación de las condiciones reales en los que  $\Delta t$  es función de la cubierta del grupo de múltiples, de la profundidad y echado de la capa reflectora y de la ley de velocidades en el área.

Por consiguiente K depende del número de detectores m, de la frecuencia de los eventos  $f = \frac{\omega}{2\pi}$ , del espaciamiento entre detectores  $\Delta x$ , de la velocidad V y del ángulo  $\phi$ .

Sustituyendo los valores correspondientes de  $\Delta t$  y  $\omega$  en la expresión (5) se tiene:

$$K = \frac{\frac{\pi m f \Delta x \cos \varphi}{\text{sen } \frac{\pi f \Delta x \cos \varphi}{V}}}{\frac{\pi f \Delta x \cos \varphi}{\text{sen } \frac{\pi f \Delta x \cos \varphi}{V}}} \quad (6)$$

Si llamamos  $D$  a la relación:

$$D = \frac{f \Delta x}{V} \quad (7)$$

Entonces, el coeficiente  $K$  queda como sigue:

$$K = \frac{\text{sen } (\pi m D \cos \varphi)}{\text{sen } (\pi D \cos \varphi)} \quad (8)$$

Tabulando  $K$  para diferentes valores de  $\varphi$  y para  $m = 10$  y  $D = 0.1$ , que resulta de considerar:  $f = 40$  c.p.s.,  $\Delta x = 5$  mts.,  $V = 2,000$  m/s, se obtiene la Tabla 1.

En la Fig. 3 se muestra un conjunto de lóbulos de recepción para valores de  $mD$  de 0.2 a 1 y  $D = 0.1$  en los que puede apreciarse la característica selectiva direccional en porcientos del valor máximo en cada caso, que ocurre cuando  $\varphi = 90^\circ$ . La solución a la indeterminación para este valor lleva a  $K_{\max} = m$ .

Por supuesto, los lóbulos serán modificados por las características direccionales propias de los sismodetectores que se empleen. En la misma figura 3 se ilustra con línea punteada el efecto combinado del grupo de múltiples y una respuesta exclusivamente vertical de los detectores.

$$k = \frac{\sin(mD \cos \varphi) \pi}{\sin(D \cos \varphi) \pi} ; \quad \frac{k}{k_{\max}} = \frac{1}{m} K$$

$$D = \frac{f \Delta x}{V} = \frac{40 \text{ c.p.s.} \times 5 \text{ m}}{2000 \text{ m/s}} = 0.1 ; \quad m = 10 \text{ detectores} \dots mD = 1$$

$\varphi^\circ$	$(mD \cos \varphi) 180^\circ$	$\frac{\sin(mD \cos \varphi)}{\sin(D \cos \varphi)} 180^\circ$	$(D \cos \varphi) 180^\circ$	$\frac{\sin(D \cos \varphi)}{\sin(180^\circ)}$	$k$	$\frac{k}{k_{\max}} \cdot 100$	$R \text{ vert.}$
0	180.00	0.0000	18.00	0.3090	0.000	0.0	0.0
10	177.26	0.0476	17.73	0.3046	0.156	1.6	0.3
20	169.15	0.1882	16.92	0.2910	0.647	6.5	2.2
30	155.88	0.4086	15.59	0.2686	1.521	15.2	7.6
40	137.88	0.6706	13.79	0.2383	2.814	28.1	18.1
50	115.70	0.9011	11.57	0.2005	4.494	44.9	34.4
60	90.00	1.0000	9.00	0.1564	6.394	63.9	55.3
70	61.56	0.8794	6.16	0.1074	8.188	81.9	76.8
80	31.25	0.5188	3.13	0.0547	9.484	94.8	93.4
90	0.0	0.0	0.0	0.0	10.000	100.0	100.0

Tabla 1.—Ejemplo de Tabulación de Selectividad Direccional y Respuesta vertical para un grupo de detectores, cuando  $m = 10$  y  $D = 0.1$ .

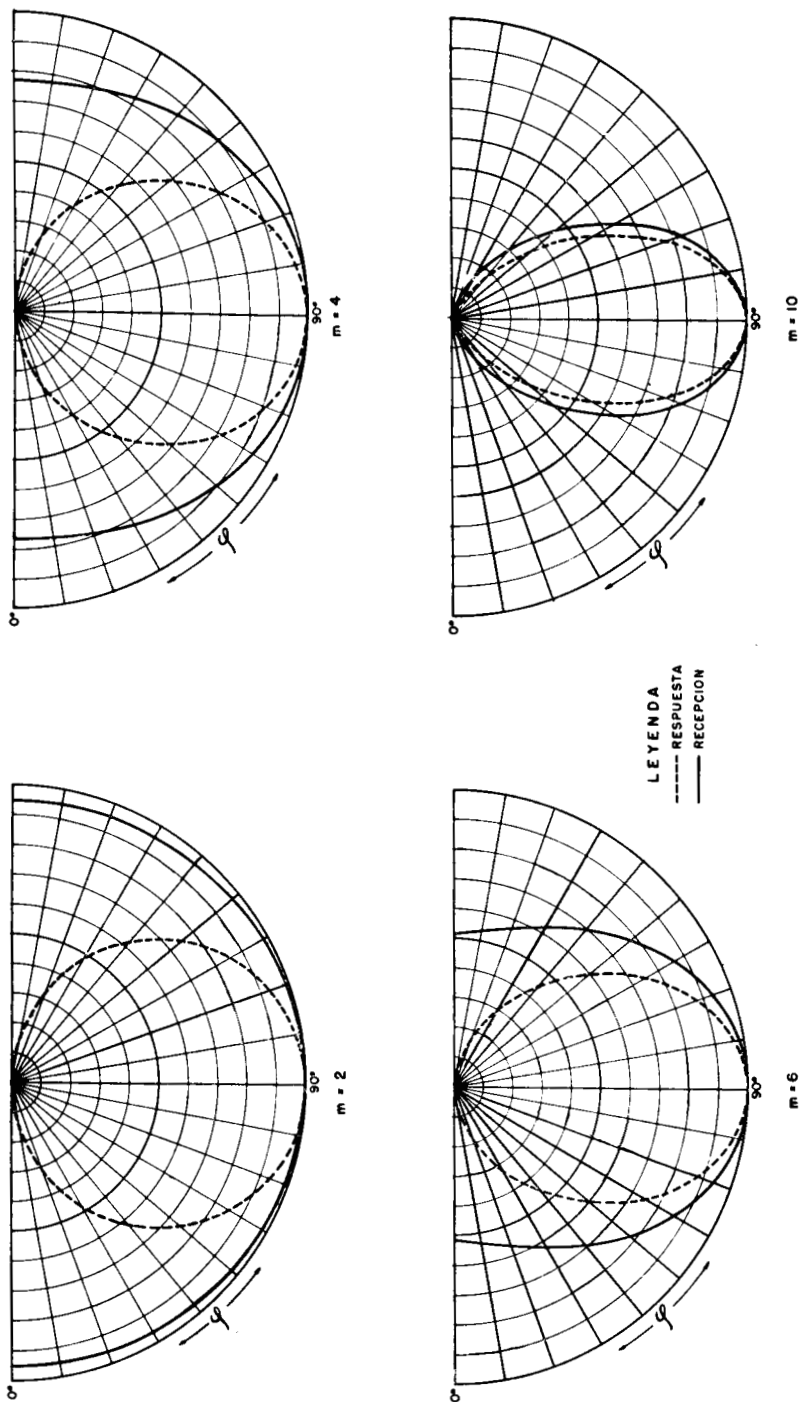


Fig. 3.—Lóbulos de recepción y respuesta de sismodetectores múltiples para  $D = 0.1$ .

*Selectividad de frecuencia:*

Además de las características de Selectividad direccional de un grupo de detectores múltiples, debe tomarse en consideración la selectividad de frecuencia del sistema, ya que determinadas combinaciones pueden alterar seriamente la respuesta de frecuencia del equipo si en la fórmula (6) hacemos:

$$C = \frac{\pi \Delta x \cos \varphi}{V} \quad (9)$$

y sustituímos este valor

$$K = \frac{\text{sen } m Cf}{\text{sen } Cf} \quad (10)$$

Tabulando K para diferentes valores de  $f$  y para los valores de  $\varphi$  ( $0^\circ$  y  $70^\circ$ ), y tomando para cada caso  $m = 4.6$  y 10 detectores, se obtiene la Tabla 2.

En la figura 4 se muestra la familia de curvas de selectividad direccional para los valores calculados, en las que puede apreciarse que la discriminación de altas frecuencias se acentúa para arribos horizontales ( $= 0^\circ$ );  $\varphi$  llegando hasta tener inversiones de fase; en tanto que para incidencia normal a la superficie ( $\varphi = 90^\circ$ ), la respuesta es completamente plana para cualquier número de detectores.

Si se considera que entre  $\varphi = 0^\circ$  y  $\varphi = 70^\circ$  no se reciben ondas longitudinales, solo habrá recepción de energía entre  $\varphi = 70^\circ$  y  $\varphi = 90^\circ$  en donde el conjunto de detectores actúa como un filtro de paso de bajas frecuencias. Esta característica se acentúa al aumentar el número de detectores.

*SELECTIVIDAD RESULTANTE DE FRECUENCIA*

La selectividad resultante de frecuencia del canal formado por el grupo de detectores múltiples, el filtro del amplificador y el galvanómetro, se ha

f c.p.s	$\frac{K}{K_{\max}}$ , 100 ; para $\varphi = 0^\circ$			$\frac{K}{K_{\max}}$ , 100 ; para $\varphi = 70^\circ$		
	m = 4	m = 6	m = 10	m = 4	m = 6	m = 10
	$K_{\max}$	$K_{\max}$	$K_{\max}$	$K_{\max}$	$K_{\max}$	$K_{\max}$
0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
10	98.5	96.3	90.1	99.8	99.2	98.5
20	94.0	86.2	63.9	99.5	98.5	95.9
30	86.0	70.5	30.3	98.5	96.7	90.6
40	77.0	51.3	0.0	97.5	94.1	83.8
50	65.3	30.8	— 18.5	96.0	90.9	75.2
60	52.3	11.3	— 22.0	94.3	86.9	65.6
70	38.8	5.0	— 13.5	92.3	82.5	55.1
80	25.0	— 16.7	0.0	90.0	77.3	44.1
90	12.0	— 22.8	10.9	87.5	72.0	33.0
100	0.0	— 23.5	14.1	84.5	66.0	21.8

Tabla 2.—Ejemplo de Tabulación de Selectividad de Frecuencia para  $\Delta x = 5$  m. y  $v = 2.000$  m.p.s.

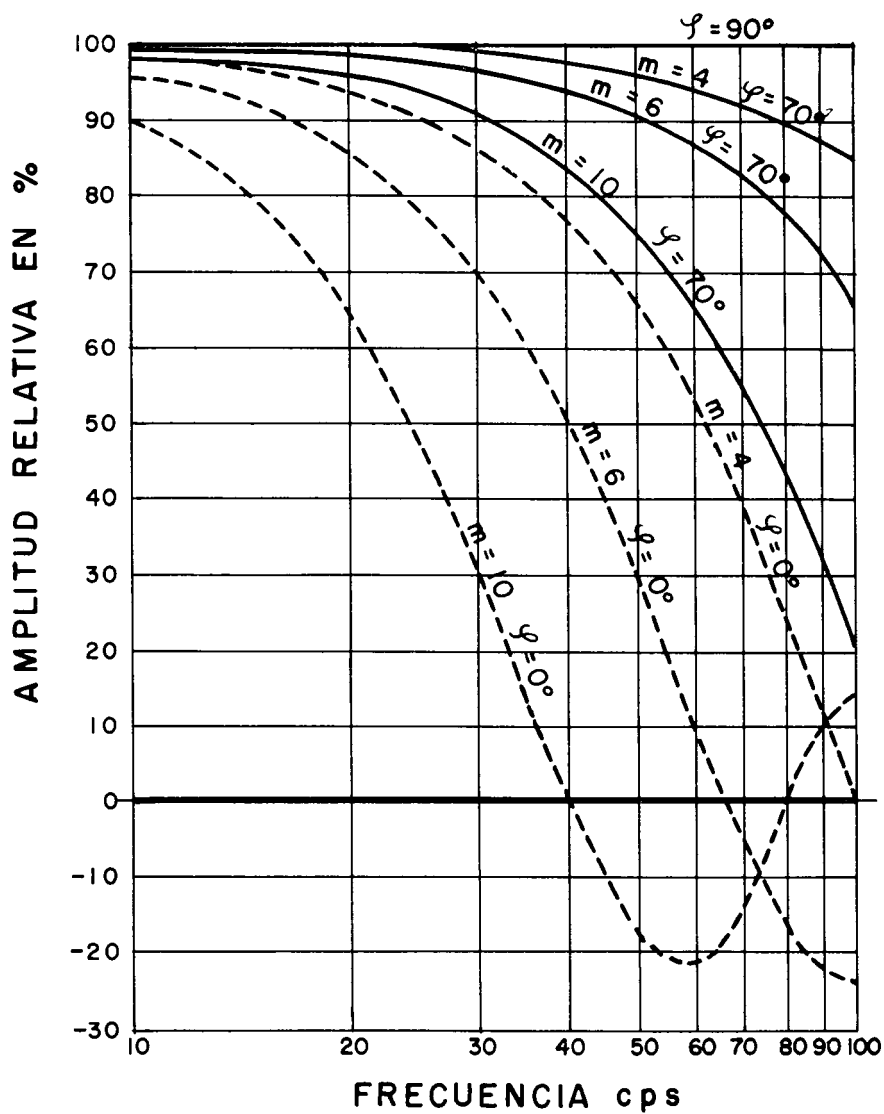


Fig. 4.—Curvas de selectividad de frecuencia para diferentes ángulos de arribo y diferente número de detectores.

calculado en la Tabla 3, en la cual se consideran  $m = 10$ ,  $\Delta x = 5$  metros  $\varphi = 70^\circ$ ,  $V = 2000$  m.p.s., y las características de detectores amplificadores y galvanómetros típicos, usados en exploración sísmológica.

En la Fig. 5 pueden apreciarse fácilmente las características individuales de los componentes de un canal sísmográfico y su influencia en la respuesta resultante.

### *RESPUESTA ELECTRICA*

Desde el punto de vista de respuesta eléctrica de los detectores, se presentan algunas limitaciones para la interconexión de sismodetectores en serie. Al ir aumentando el número de detectores, la respuesta resultante se incrementa, sin embargo, simultáneamente se va presentando el efecto de desacoplamiento de impedancias, que se traduce en pérdida de transferencia de energía. Por consiguiente existe un límite del número de detectores empleados, a partir del cual la respuesta resultante es prácticamente constante, como se ilustra en la Fig. 6; en la cual se puede observar que para la combinación serie, un máximo de 10 detectores por traza será suficiente para obtener la máxima sensibilidad del sistema.

### *CONCLUSIONES*

La finalidad del empleo de detectores múltiples es incrementar la relación señal-ruido en cada canal sísmológico, sin embargo, por lo anteriormente analizado podrá observarse que este incremento se logrará, cuando exista una diferencia apreciable entre el ángulo de arribo de las señales de ruido y el correspondiente a las señales de reflexión. En general, podemos considerar que las ondas que viajan superficialmente prácticamente no son detectadas, dadas las características direccionales del propio detector, por consiguiente los ruidos indeseables que pueden ser cancelados mediante detectores múltiples, son aquellos que viajan por el contacto de la capa de intemperismo y la inmediatamente inferior. En estas condiciones, los resultados obtenidos pueden ser satisfactorios, principalmente si los echados de las capas reflectoras son muy suaves.

El número de detectores por grupo que puedan emplearse está sujeto a algunas limitaciones, como se explica a continuación:

a).—Cuando se aumenta el número de detectores (permaneciendo constante el espaciamiento y los demás parámetros), se acentúa la discriminación de las altas frecuencias y las características direccionales del sistema son más críticas. Sin embargo, para fuertes echados, se corre el peligro de cancelar



$f$	Respuesta detector	Característica de filtro del grupo de detectores	Respuesta amplificador	Respuesta galvanómetro	Respuesta resultante
10	35.0	98.5	0	99.0	0
20	92.0	95.9	25	99.0	21.8
30	99.5	90.6	94	99.0	83.9
40	99.0	83.8	93	99.0	76.4
50	98.0	75.2	65	96.0	46.0
60	96.5	65.6	30	92.5	17.6
70	95.0	55.1	11	87.5	5.0
80	93.6	44.1	0	81.0	0
90	92.5	33.0	0	76.0	0
100	91.0	21.8	0	70.0	0

Tabla 3. --Tabulación de Respuestas Individuales y de Conjunto de un canal.

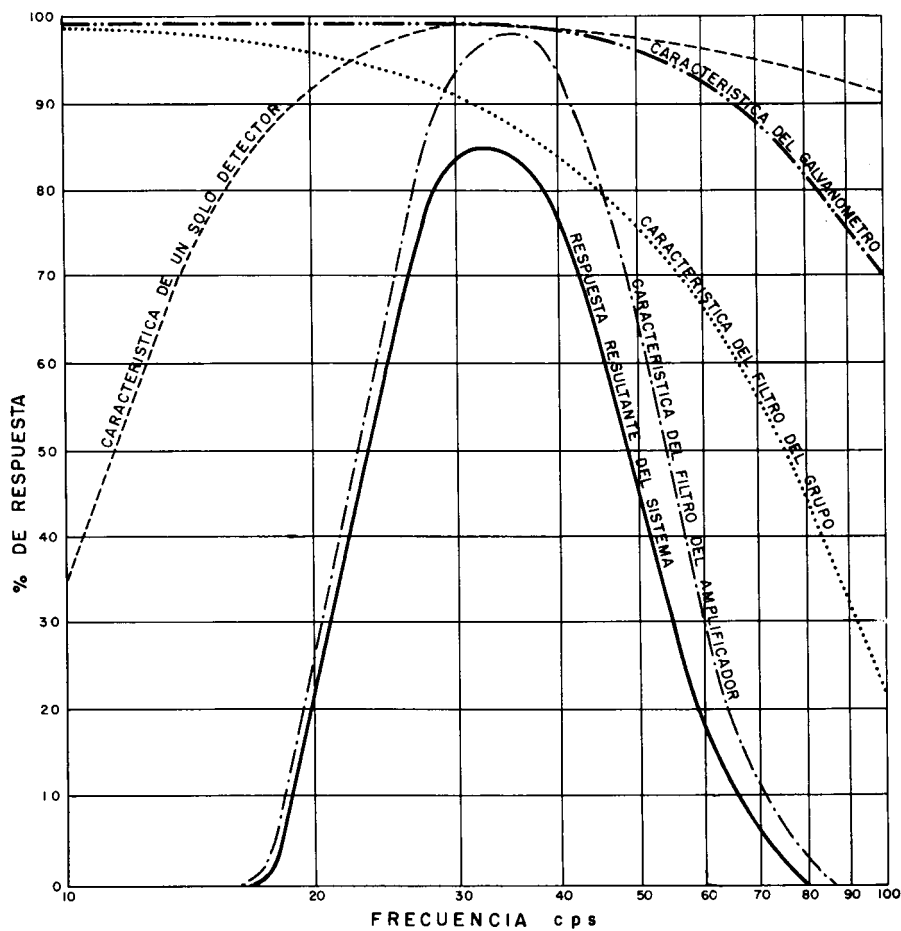


Fig. 5.—Respuestas individuales y resultante de un canal sismográfico.

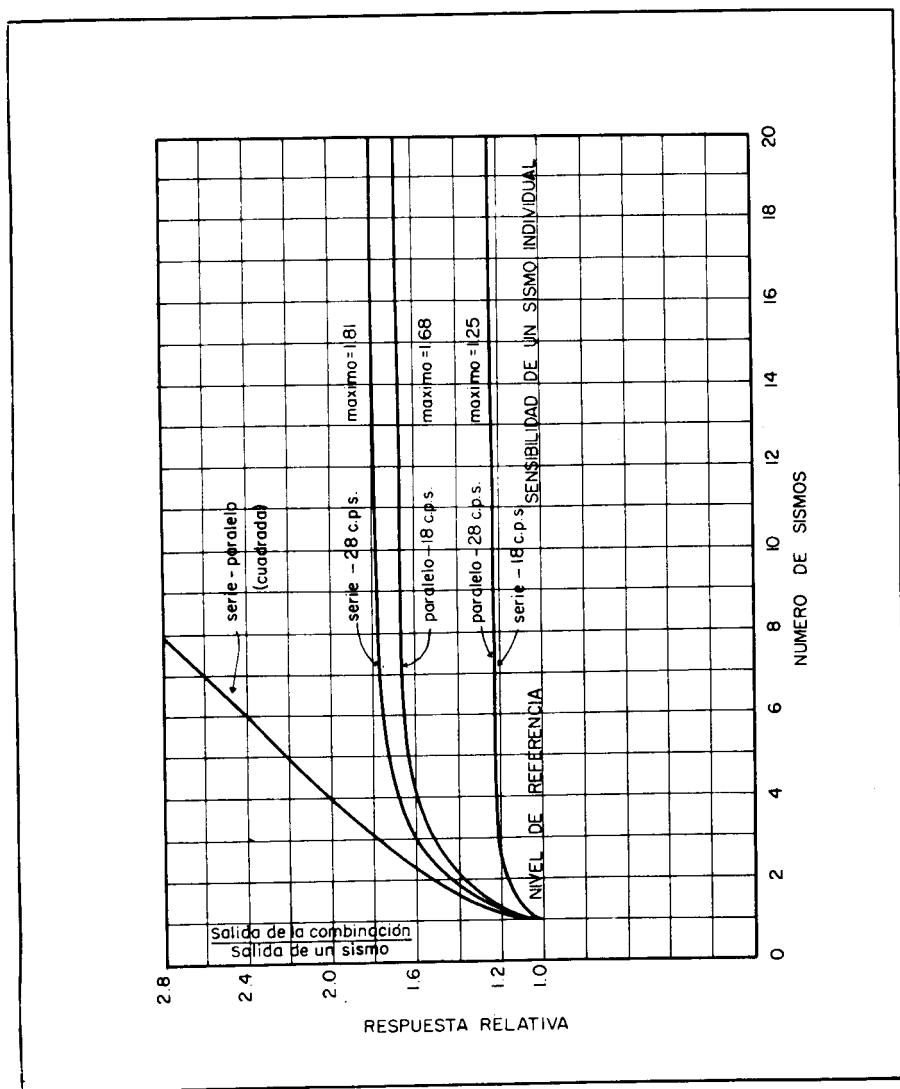


Fig. 6.—Curvas de respuesta de sismodetectores con diferentes agrupamientos eléctricos.

la información en algunos canales o de alterar su fase, dependiendo del ángulo de arribo.

b).—Un número reducido de sismodetectores, prácticamente no presenta características de selectividad de frecuencia y el lóbulo de recepción se aproxima a la respuesta direccional de un detector. En este caso, su aplicación se limita al aspecto eléctrico, o sea un incremento de señal por suma de voltajes.

c).—Un número apropiado de detectores por traza para fines prácticos, sería entre 6 y 12 y la cubierta no debe excederse de 2 veces la distancia entre grupos.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Some theoretical considerations on the use of multiple geophones arranged linearly along the line of traverse. F. W. HALES y T. E. EDWARDS.
2. Steady state polar sensitivity curves. C. H. JOHNSON.
3. The moveout filter. SAVIT, BRUSTAD, SIDER.
4. Noise analysis and multiple seismometer theory. MARK K. SMITH.
5. Notes on the use of multiple geophones. LEONARD LOMBARDI.
6. Determinación de velocidades en el Pozo Río Conchos No. 1. ING. FABIAN C. CHAVIRA.

# EL COMPORTAMIENTO SISMOLOGICO DEL ATOLON CONOCIDO CON EL NOMBRE DE "FAJA DE ORO", ESTADO DE VERACRUZ, MEXICO \*

JUVENTINO ISLAS LEAL \*\*

ARMANDO EGUIA HUERTA \*\*

## R E S U M E N

En este trabajo se hace una breve exposición del conocimiento geológico que se tenía antes de 1938, del arrecife conocido con el nombre de Faja de Oro, localizado en el Estado de Veracruz, México.

Se muestra en una forma objetiva el comportamiento del arrecife a través de secciones sismológicas observadas transversalmente a su eje, en diversos lugares, así como la técnica de interpretación seguida que dió origen al descubrimiento de la Nueva Faja de Oro y de la extensión del arrecife en aguas del Golfo de México.

Finalmente se analizan los problemas que se presentaron en las exploraciones marinas desarrolladas en aguas del Golfo de México, al registrarse energía perturbante.

Se concluye demostrando que la Faja de Oro se extiende bajo la plataforma continental, en la forma de un atolón de grandes proporciones.

Dos de los distritos petroleros mexicanos de los que se ha obtenido una mayor producción de aceite, son los conocidos con los nombres de "Faja de Oro" y de "Nueva Faja de Oro". Ambos forman parte de un sólo cuerpo geológico constituido por una gran masa de arrecifal la que aparentemente está compuesta por una serie de biohermas de grandes proporciones, superpuestos, de edad meso-cretácica. En ella se localiza una sucesión de campos productores muy prolíficos los que, en su conjunto, forman la llamada FAJA DE ORO.

---

\* Este trabajo fue presentado en la 28a. sesión anual internacional de la SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS, efectuada en San Antonio, Texas, en octubre de 1958.

\*\* Geofísicos de la Gerencia de Exploración de PETROLEOS MEXICANOS.

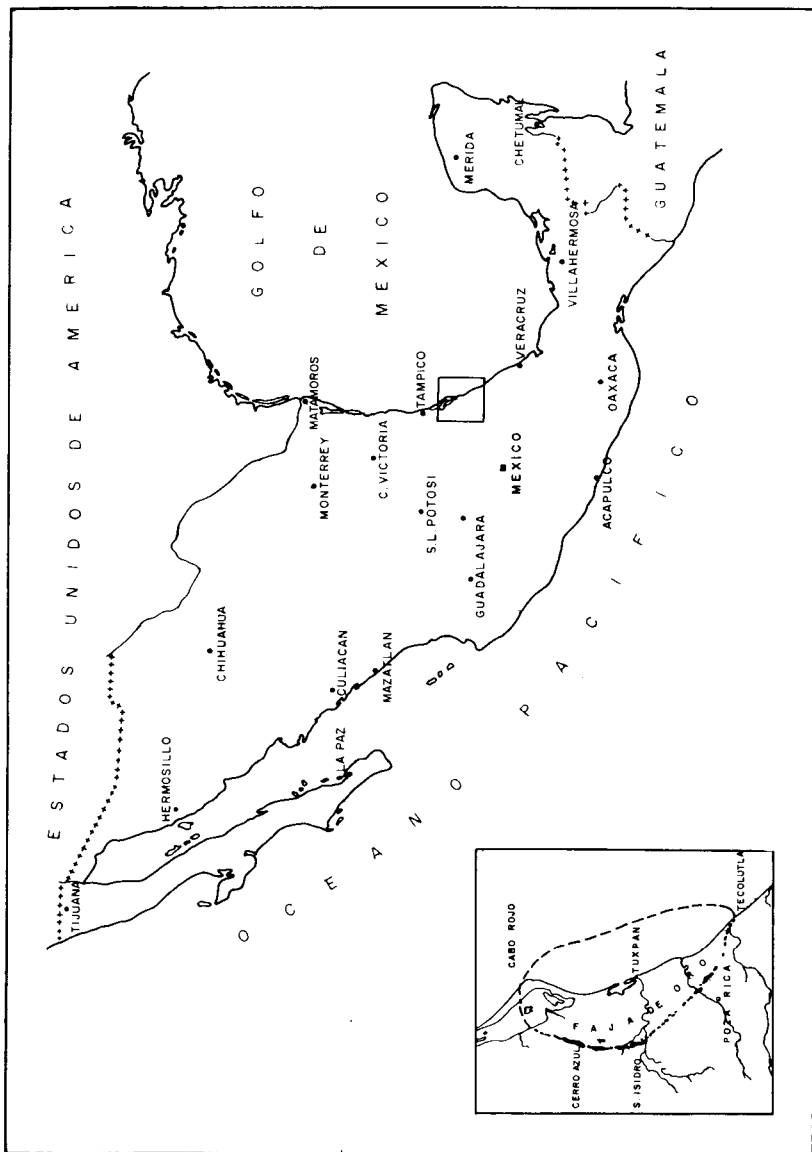


Fig. 1—Localización de la Faja de Oro.

Esta zona productora de hidrocarburos está situada en la mitad norte del Estado de Veracruz, dentro de la planicie costera del Golfo de México, tal como puede apreciarse en la Fig. 1. La parte conocida hasta la fecha va desde Cabo Rojo hasta Tecolutla; tiene una longitud de 180 Kms. y una anchura media del orden de un kilómetro (desde un mínimo de 300 m hasta un máximo de 2700 m). Con respecto a la geología regional, se sitúa en la parte media de la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla, una cuenca marina que contiene sedimentos desde el Jurásico Inferior, hasta el Terciario.

A la fecha, y según los resultados de estudios sismológicos llevados a cabo en aguas del Golfo de México, entre Cabo Rojo y Tecolutla, existe la posibilidad de que este crecimiento orgánico se prolongue bajo la plataforma continental, formando un atolón de enormes dimensiones\*\*\*, y es de creerse que en esta parte oriental del arrecife se mantengan las mismas características petrolíferas de la parte conocida, por lo que es lógico esperar que se tenga en el futuro un desarrollo de campos productores de aceite semejantes a los que actualmente se explotan en la parte occidental.

### EXPLORACION SISMOLOGICA

El programa de exploraciones sismológicas que dió lugar al conocimiento actual que se tiene del arrecife, se apoyó inicialmente en el análisis de los datos geológicos que se obtuvieron sobre la parte conocida hasta antes de 1938, y, más tarde, en la experiencia que se fue adquiriendo sobre el comportamiento sismológico del arrecife, a través de varios años de estudios geofísicos.

La aplicación de técnicas apropiadas, de acuerdo con los problemas específicos que se presentaron, y la interpretación de los datos sismológicos en términos de la geología local, dieron como resultado:

- 1o.—El descubrimiento de una prolongación de 98 Kms. de arrecife, localizados en la parte emergida del continente, cuya presencia ha sido comprobada por las perforaciones de pozos petroleros.
- 2o.—El descubrimiento de una reserva adicional de la cual se han obtenido más de 100 millones de bls. de aceite en los primeros cinco años.

---

\*\*\* Generalmente los atolones típicos tienen dimensiones mucho menores y están asociados a crecimientos de caliza sobre rocas volcánicas.

3o.—La probable extensión del arrecife bajo las aguas del Golfo de México hasta cerrarse en forma de atolón con la parte terrestre ya descubierta. La comprobación de este estudio solo espera el concurso de la barrena.

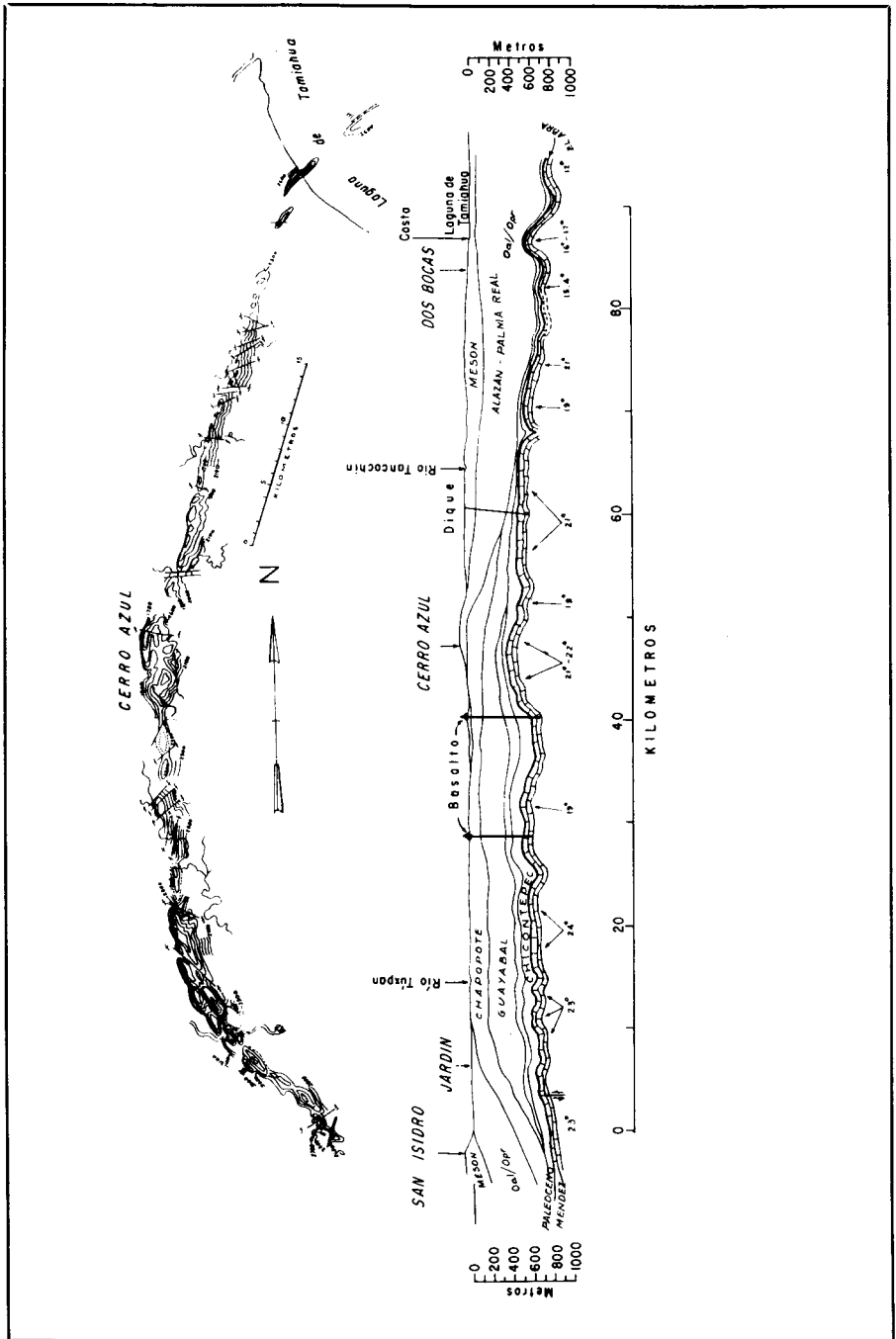
Los antecedentes, la técnica aplicada, sus resultados y la experiencia obtenida con los estudios sismológicos que se llevaron a cabo en busca de este crecimiento orgánico, pueden resumirse en cuatro capítulos.

### I.—*Características Geológicas.*

La geología de subsuelo proporcionó la información necesaria para que pudieran aplicarse las técnicas sismológicas adecuadas en su etapa inicial, pues de esta manera fue posible conocer, debido al gran número de pozos perforados en ella, que el arrecife presentaba las características que se aprecian en la Fig. 2. a saber:

- a).—La parte conocida de la “Faja de Oro” correspondía a un crecimiento orgánico de grandes dimensiones, el que fue identificado por la presencia de restos orgánicos representados por moluscos, bivalvos, gasterópodos, rudistas y restos de corales.
- b).—El cuerpo principal del arrecife podía tener espesores mayores de 2000 m, dato que se obtuvo de los pozos que cortaron más de 2500 m de caliza arrecifal sin poder atravesarla (pozo Jardín No. 35.—2537 m).
- c).—La actitud regional del cuerpo del bioherma que estando a 342 m bajo el nivel del mar en Cerro Azul, buza de este punto a lo largo de su eje longitudinal encorvado, hacia el noreste y hacia el sureste.
- d).—La secuencia y la extensión, más o menos uniforme, de los yacimientos determinados por el crecimiento y la erosión diferencial, en la cresta del arrecife.
- e).—Las pendientes de 12 a 45 grados del flanco exterior del arrecife (pre-arrecife), característica de los crecimientos orgánicos.
- f).—La pendiente moderada, de 2 a 5 grados, en el flanco interior del arrecife (postarrecife).
- g).—La existencia de anhidritas dentro del postarrecife.
- h).—La posibilidad, indicada en los mapas paleogeográficos del Jurásico Superior, de que el arrecife se hubiese formado en la margen exterior de una cierta área que se designó por “Isla de Tuxpan”, y que se mantuvo emergida, posiblemente hasta parte del Cretácico Inferior, dentro de un mar donde prevalecieron condiciones ecológicas favorables para el desarrollo de calizas biogénicas.





i).—La actividad de movimientos a lo largo de la “Faja de Oro”, posteriores a su formación, desde el Paleoceno hasta el Oligoceno.

## II.—Comportamiento Sismológico del Arrecife.

El comportamiento sismológico del arrecife puede apreciarse de una manera objetiva en las figuras 3 a 9, las que corresponden a sendas secciones sismológicas observadas transversalmente al eje, en diversos lugares y con diferentes técnicas.

La sección de la figura 3. fue observada con miras a conocer la respuesta sismológica del arrecife, en una área donde su existencia era ya conocida. En ese lugar, la masa de caliza se encuentra a 524 m abajo de la superficie (342 m bajo el nivel del mar) y fue posible correlacionar la información sismológica, con los datos de pozos perforados sobre el núcleo, (Cerro Azul) y hacia el prearrecife (Moralillo).

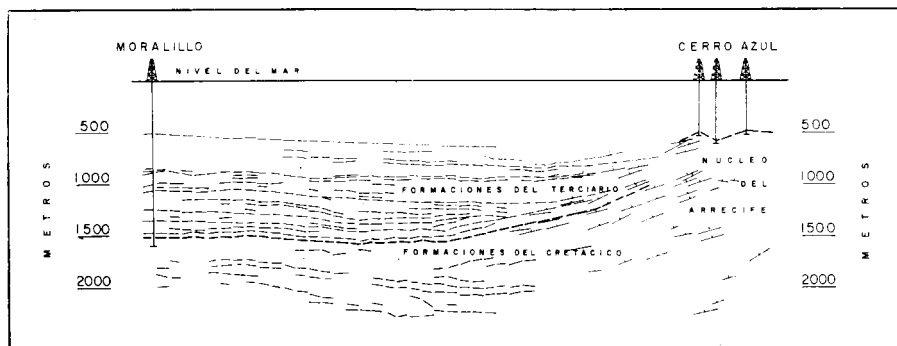


Fig. 3.—Sección Sismológica entre Moralillo y Cerro Azul.

En la sección se aprecian desde luego, las características apuntadas por la geología de subsuelo, lo que permitió además, obtener conclusiones que posteriormente fueron aplicadas a las secciones que cruzaron el arrecife por lugares donde no se tenía el control de los contactos geológicos que proporcionan los pozos.

Estas conclusiones, derivadas del análisis de las secciones sismológicas, son las siguientes

1a.—La posibilidad de obtener información sismológica de los sedimentos superyacentes a las capas productoras, representadas por las calizas del Cretácico Medio, Cenomaniano-Turoniano, en sus facies Tamabra hacia el prearrecife y Abra en la parte correspondiente al núcleo.

- 2a.—La presencia de tres bandas características de reflejos que se identificaron como procedentes de los contactos reflectores siguientes: estratos arcillosos del Eoceno Medio conocidos con el nombre de formación Guayabal, calizas Tamabra-Abra, del Cretácico Medio, y calizas y lutitas bituminosas del Jurásico.
- 3a.—El peligro de correlacionar reflejos procedentes de la superficie arrecifal, con reflejos provenientes de formaciones terciarias (Guayabal-Chi-contepec), debido al acuñamiento de éstas contra el arrecife.
- 4a.—El cese brusco de esos reflejos de la formación Guayabal, que podía ser indicativo de la posición aproximada del frente arrecifal.

A la sección de la figura 4, que fue observada a 42 Kms. al sureste del último punto conocido (ranchería de San Isidro), se le da crédito, en gran parte, por el descubrimiento de la prolongación del arrecife hacia el sureste (campo Ezequiel Ordóñez).

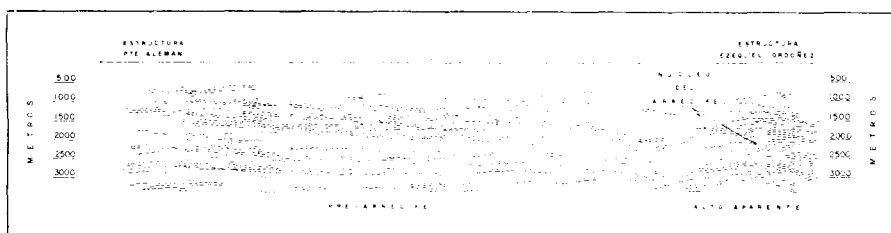


Fig. 4—Sección Sismológica entre las estructuras de Pte. Alemán y de Ezequiel Ordóñez.

Como puede observarse, la sección muestra características propias de arrecife y un alto aparente, en horizontes inferiores a la masa de caliza (formaciones del Jurásico).

La sección de la figura 5 fue observada en el área de Tecolutla, en el extremo sureste del arrecife, en un lugar donde su culminación se encuentra a profundidades del orden de 2250 m bajo el nivel del mar. En esa parte, las formaciones del Eoceno Superior descansan en discordancia sobre la caliza arrecifal, y las columnas del Oligoceno y del Mioceno se encuentran depositadas, completas, hasta las formaciones recientes que se encuentran aflorando.

Tales condiciones sólo afectaron a la información sismológica en lo que se refiere a la variación de velocidades de propagación, pero los reflejos y el tipo de resultados fueron semejantes a los obtenidos en otras áreas donde el arrecife estaba menos profundo.

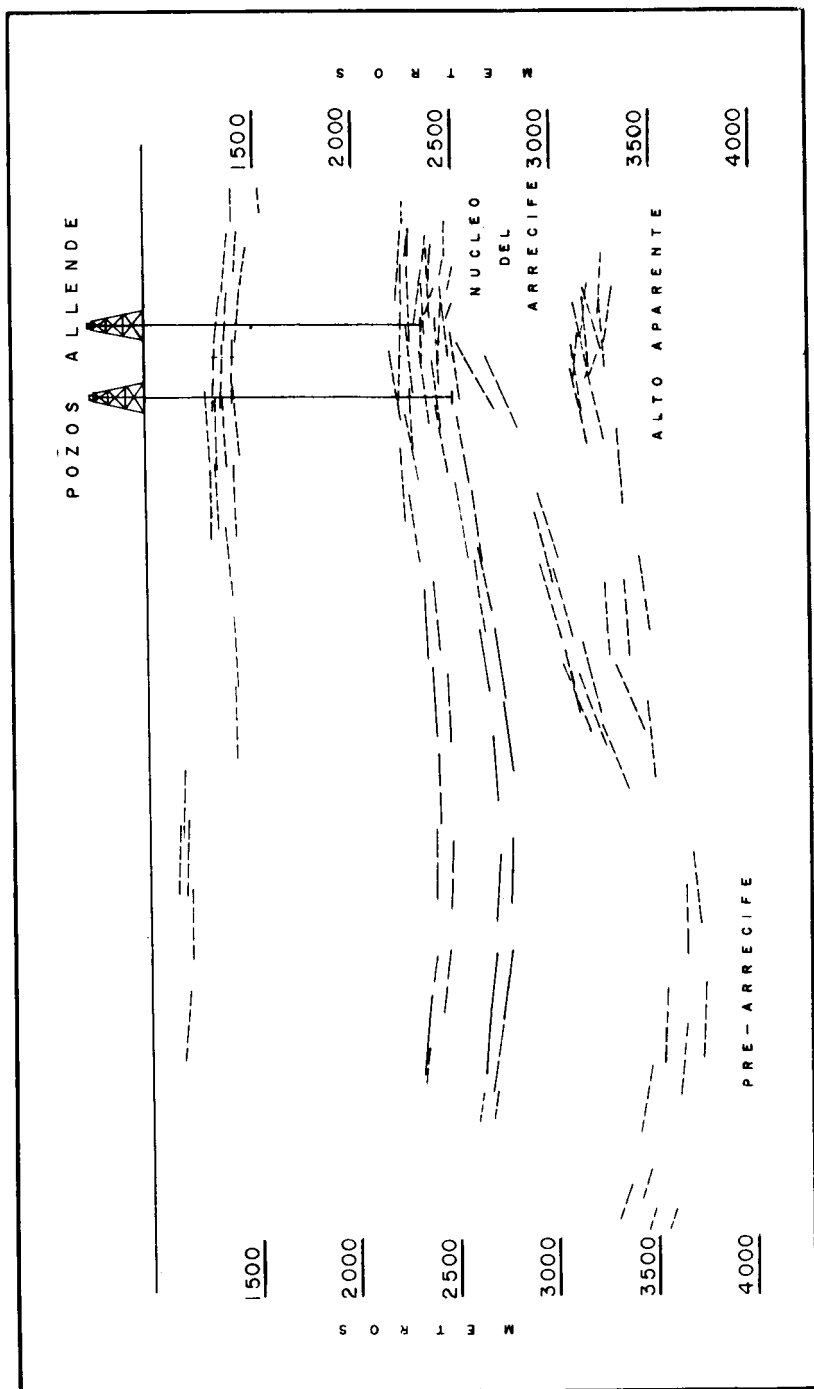


Fig. 5—Sección Sismológica observada en el Area de Tecolutla.

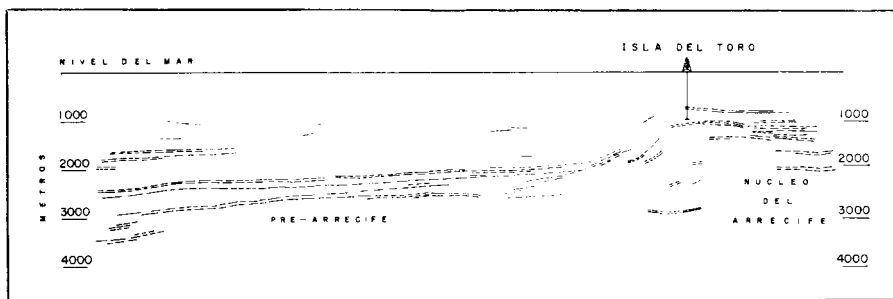


Fig. 6—Sección Sismológica observada en aguas de la Laguna de Tamiahua.

La sección de la figura 6, fue observada en el extremo noreste del arrecife, en una localidad cubierta por las aguas de la Laguna de Tamiahua y donde las profundidades de esta varían de 2.5 m a 3.1 m. Los datos registrados que se ven en la sección, hicieron posible que se tuviera conocimiento de la posición del arrecife en ese lugar.

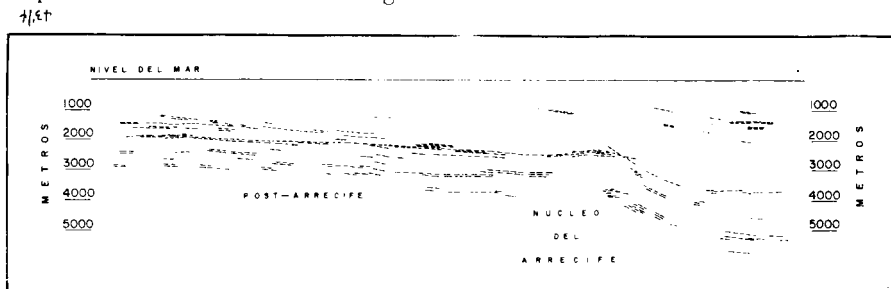


Fig. 7—Sección Sismológica Observada en Aguas del Golfo de México.

La figura 7 muestra observaciones en aguas del Golfo de México, en un lugar cercano a la Isla de Lobos.

Las figuras 8 y 9 dan, con la vista de los propios sismogramas, mejor idea sobre el tipo de información que se obtuvo.



Fig. 8—Sección de Sismogramas Observada en la Parte Subcontinental.

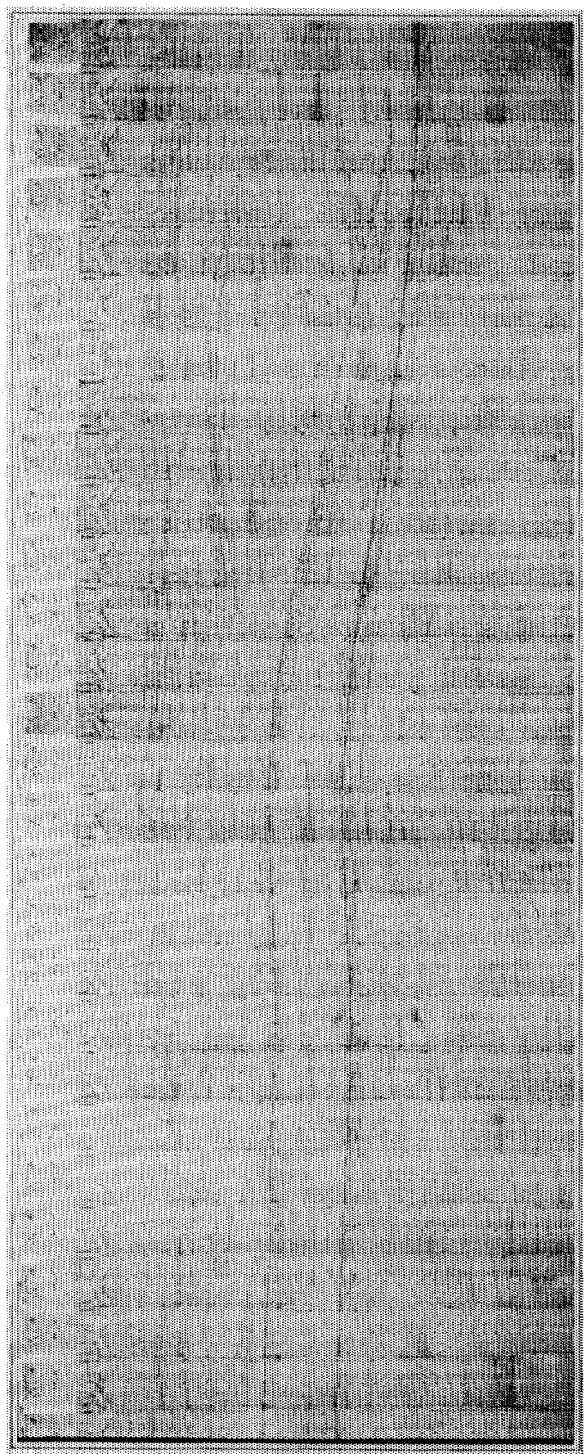


Fig. 9.—Sección de Sismogramas Observada en Aguas del Golfo de México.

Estas figuras son características del tipo de sismogramas obtenidos en la parte continental y dentro de las aguas del Golfo de México.

Como se ve en esta última figura, la información procedente de los contactos estratigráficos del subsuelo, se encuentra mezclada con reflejos espurios que se registran con un carácter semejante al de los reflejos útiles y que, de no ser eliminados cuidadosamente, podrían ser usados y conducir a interpretaciones erróneas.

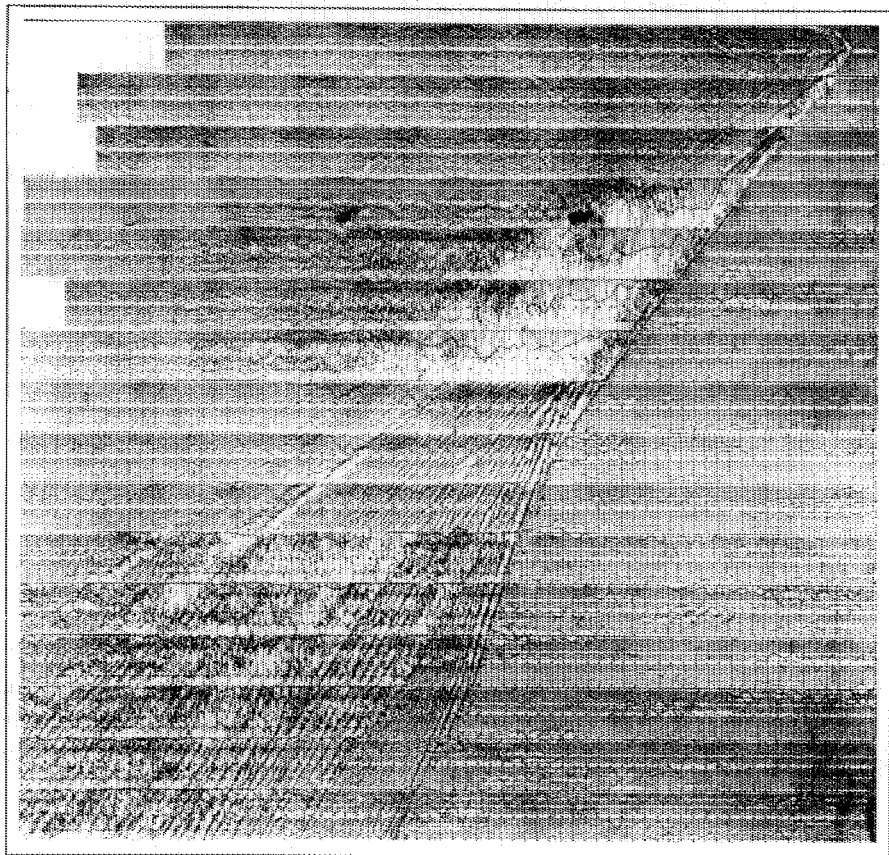


Fig. 10—Sección Marina de refracción.

La figura 10 es el facsímil de una de las secciones marinas de refracción que fueron observadas en una área en donde la sismología de reflexión no proporcionó datos útiles, debido a que la abundancia de reflejos espurios borraba la información procedente del subsuelo. Esta sección fue observada teniendo como objetivo la determinación aproximada de la cima del arrecife, tirando la sección en un sólo sentido.

### III.—*Técnica de Interpretación.*

La técnica de interpretación que fue seguida en este estudio, utilizó el análisis apropiado de la información sismológica, con base en el conocimiento de la Geología local.

Las secciones sismológicas transversales al eje del cuerpo del debioherma fueron de primordial importancia, pues mediante éstas fue posible identificar el arrecife y localizar su cruce en varios puntos; en muchos casos, fue necesario hacer también un análisis tendiente a utilizar alguna de las evidencias negativas, propias o aparentes, que fueron indicativas de la presencia del arrecife. Cuando la columna superyacente al mismo, estuvo constituida de lutitas, fue posible, debido a la compactación diferencial de éstas, obtener reflejos procedentes de los sedimentos contiguos a la superficie arrecifal. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se obtuvieron reflejos, ni de estos sedimentos, ni de la superficie arrecifal, y en tales circunstancias el problema fue resuelto haciendo uso de ciertas condiciones que pudieron ser advertidas y que por su persistencia, sirvieron como guía para la interpretación, a saber:

- 1.—La posición del frente prearrecifal se manifestaba por una interrupción de los reflejos del Terciario, generalmente de buena calidad. Por otro lado, los datos del postarrecife volvían a aparecer como información de regular calidad, con echado contrario, después del tramo en que el núcleo principal del arrecife se manifestaba con ausencia de datos y con reflejos esporádicos erráticos.
- 2.—Los arqueamientos aparentes en horizontes correspondientes a la base del núcleo del arrecife, que permitieron conocer indirectamente la posición de la parte culminante del mismo. En algunos casos, apoyándose en este arqueamiento, se localizaron pozos que comprobaron la posición del arrecife.
- 3.—El alineamiento de los yacimientos ya descubiertos, con características geológicas semejantes, tales como: echado regional, dimensiones de cierre, formas de erosión y separación regular; interpretados con los datos esporádicos provenientes de la superficie arrecifal, fueron factores determinantes en la configuración de la topografía del bioherma. Por lo tanto, es evidente que el éxito en esta clase de estudios, depende de la adecuada interpretación de los datos sismológicos, en términos de la Geología del lugar. Un ejemplo de interpretación tal se muestra en la figura 11.



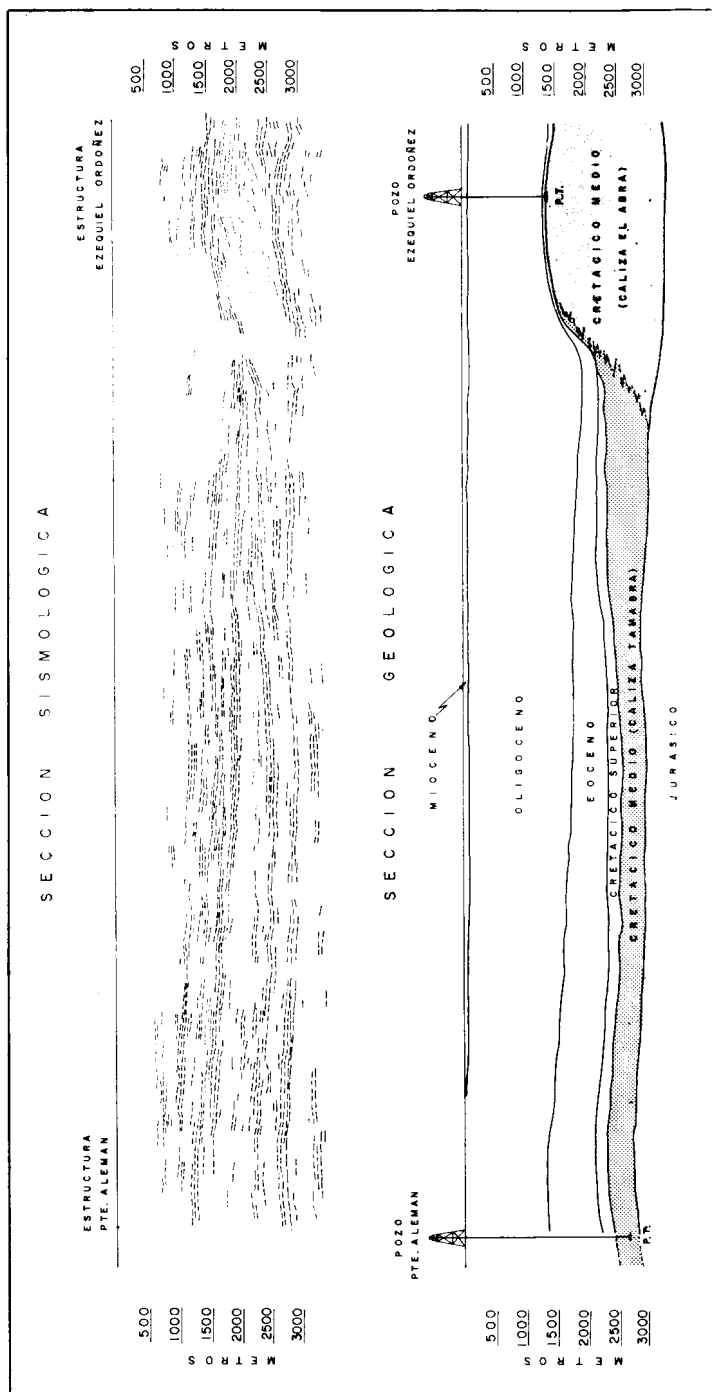


Fig. 11—Interpretación geológica de una sección de sismología transversal al arrecife.

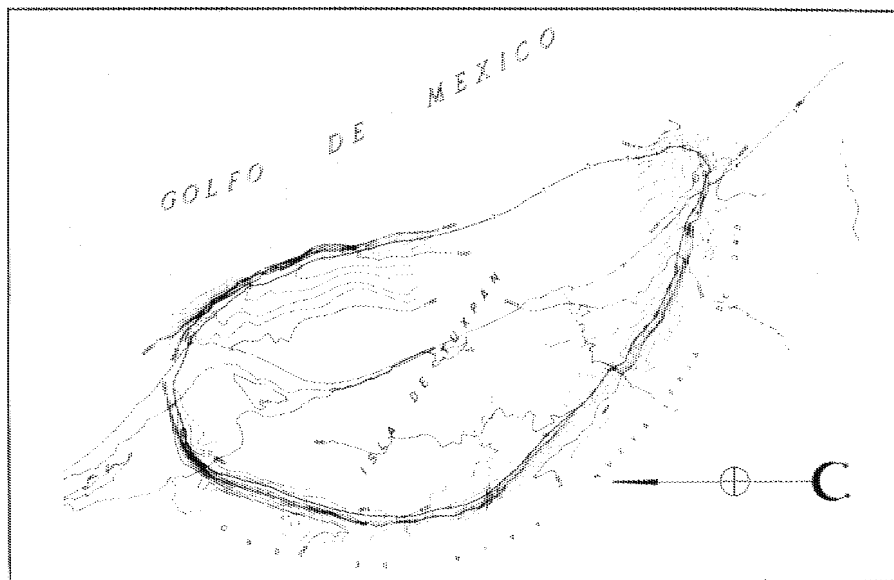


Fig. 12—Configuración Estructural del Atolón.

La figura 12 representa la configuración estructural del atolón de acuerdo con los resultados de la exploración sísmológica y la figura 13, es la fotografía de la maqueta del boherma, en la que se ha exagerado la escala vertical.

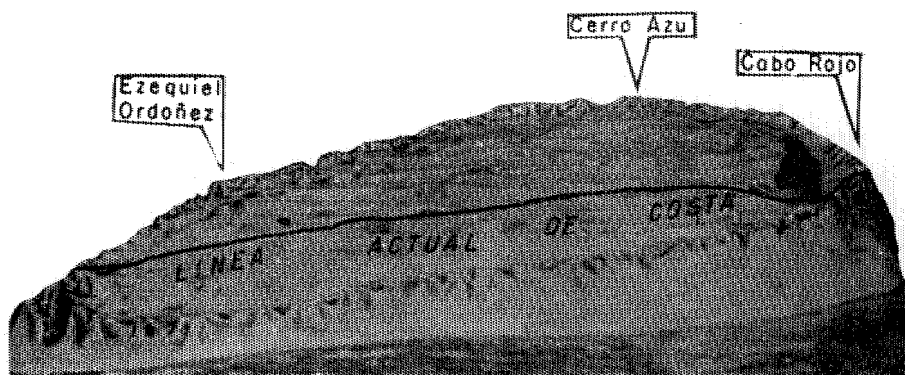


Fig. 13—Interpretación del Atolón en relieve (escala vertical exagerada).

#### IV.—*Problemas que se presentaron en las exploraciones marinas.*

En el trabajo marino de sismología de reflexión se registraron reflejos que no provenían de las formaciones del subsuelo, los cuales obscurecían los reflejos útiles y en algunos casos, de hecho impedían su registro.

En general, esta energía de interferencia se pudo clasificar en dos tipos bien distinguibles:

- a) Por una parte, los que se deben a energía lateral, que viajó a través del agua y cuyo registro definía en la sección sismológica. un reflector aparente en forma de arco.
- b) Por otra parte, la energía multi-reflejada, presentando todas las características de los reflejos múltiples o reflejos-eco, los cuales aparecían principalmente cuando la profundidad del mar era del orden de unos 45 m.

La presencia de estos dos tipos de reflejos espurios, dió lugar a que se hiciera un análisis cuidadoso de los sismogramas para eliminarlos y poder usar solamente los útiles. A continuación se hace un resumen breve del tipo de análisis que se hizo.

*Energía reflejada lateralmente.*—Los reflejos de estaciones contiguas que definen un reflector en forma de arco (Fig. 14), sugirieron la idea de que podían corresponder a energía reflejada desde puntos fijos localizados lateralmente a la línea de observación, representando el arco el lugar geométrico de los reflejos emanados de un punto (área restringida) fijo y viajando a una velocidad constante, cuando la energía incidente-reflejada viaja a través del agua. Estos puntos fijos pueden ser pequeñas salientes o depresiones en el fondo del mar, o bien puntos móviles que se desalojan con lentitud durante el tiempo de observación de una línea (cardúmenes?).

Los reflejos en arco se presentaron siempre con fuerte energía y con una frecuencia de 40 a 50 ciclos, cuya amplitud iba creciendo al aumentar el tiempo de reflejo; su velocidad promedio resultó ser de 1520 m/seg., valor que corresponde a la velocidad de la onda propagada a través del agua. Esta velocidad se obtuvo de una serie de gráficas de  $t^2$  versus  $x^2$ .

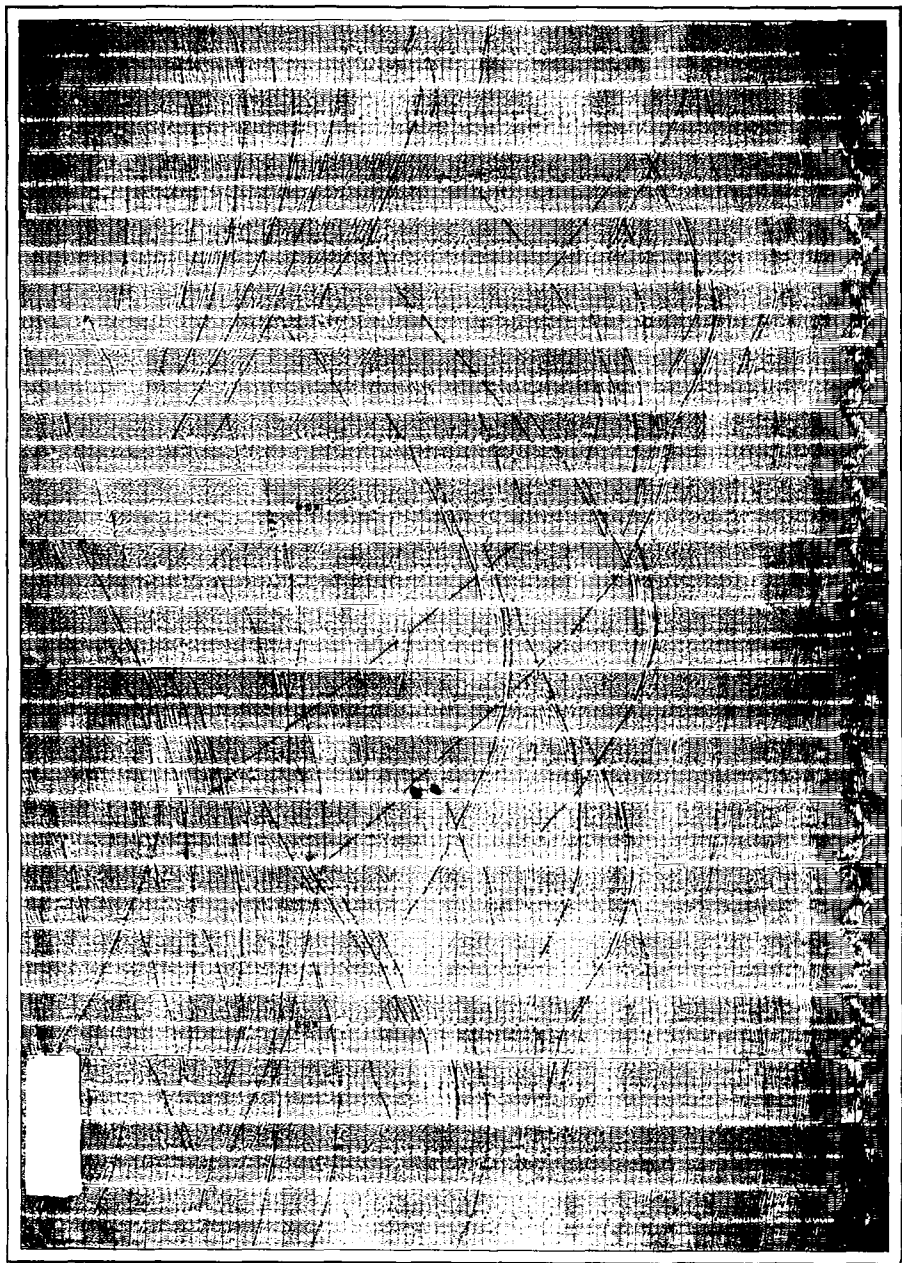


Fig. 14—Sección de sismogramas mostrando la presencia de energía reflejada lateralmente.

*Reflejos repetidos o "múltiplos".*—De acuerdo con la teoría de la elasticidad, la energía elástica generada en el punto de explosión se propaga en todas direcciones y, cuando alcanza un contacto entre materiales de diferentes características elásticas, es parcialmente reflejada hacia la superficie.

En nuestro caso particular de la exploración marina, se tiene en primer término los contactos agua-aire y agua-fondo del mar, entre los que existe un contraste de velocidades de propagación de las ondas elásticas, por lo que la onda generada en el contacto inferior puede ser reflejada desde la superficie, o bien desde la base del mar hacia abajo. En condiciones favorables, este proceso puede repetirse varias veces, hasta que por las pérdidas sucesivas de energía, la onda repetida no es susceptible de percibirse por los sismo-detectores. Cuando esta energía es registrada por los instrumentos, da lugar a reflejos que usualmente se conocen como "repetidos" o "múltiplos" (Fig. 15); en su aspecto general, son iguales a los verdaderos y su aparición constituye un serio problema en los trabajos de reflexión. Es generalmente difícil identificar esos reflejos y si se utilizan, pueden dar lugar a la postulación de horizontes reflectores que no existen. Tal cosa puede suceder también entre dos contactos profundos, en cuyo caso la identificación de los reflejos múltiples es prácticamente imposible.

Sin embargo, tal como es conocido, por medio de un análisis cuidadoso y en ciertas circunstancias, es posible diferenciar los reflejos múltiples de los reflejos verdaderos.

Los reflejos-eco o múltiples pueden reconocerse atendiendo principalmente a las siguientes características que les son inherentes y que en ciertos casos, son fáciles de notar:

- 1.—La periodicidad de su aparición con disminución del intervalo de tiempo entre los reflejos sucesivos (Fig. 15).
- 2.—La  $\Delta t$  debida al echado aumenta con el tiempo de reflejo (en este caso el tiempo de los reflejos sucesivos). Esto se debe a que la onda viaja a la misma velocidad, la cual es inferior a la que le correspondería para el aumento del tiempo de reflejo.
- 3.—La aparición periódica del reflejo está acompañada de una disminución de energía.

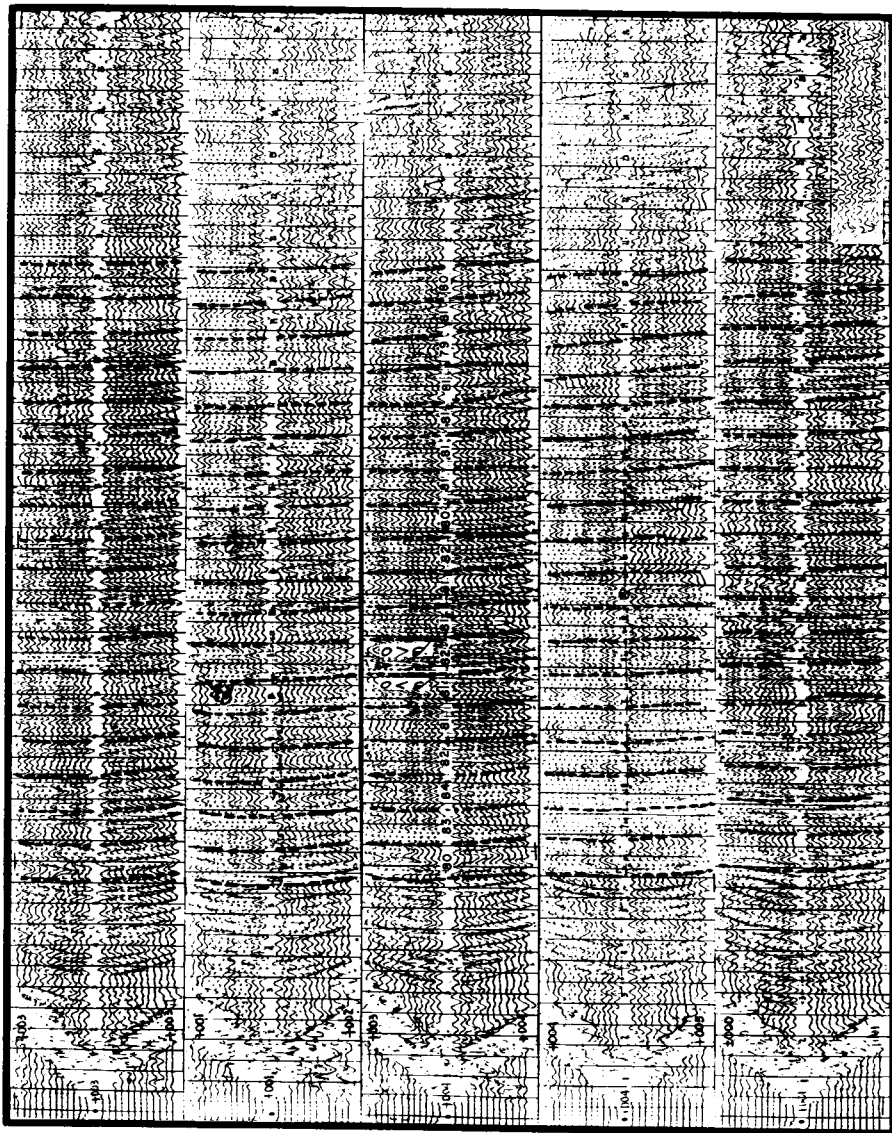


Fig. 15—Sección de sismogramas mostrando la existencia de reflejos múltiples.

- 4.—La inversión de la fase de un reflejo con respecto a la del precedente (Fig. 15). Esto se deduce de la teoría ondulatoria de la que se tiene la expresión del coeficiente  $\beta$  de reflexión:

$$\beta = \frac{v'd' - v d}{v'd' + v d}$$

donde  $v$ ,  $d$ , son la velocidad y la densidad, en un medio isótropo

$v'$ ,  $d'$ , son la velocidad y la densidad en otro medio isótropo;

cuando:

$$v' d' > v d$$

el reflejo se produce sin cambio de fase.

cuando:

$$v' d' < v d$$

el reflejo se produce con cambio de fase.

Y como los reflejos repetidos o múltiples son reflejados sucesivamente del contacto superior al inferior y viceversa, se tiene alternativamente  $\beta > 0$  y  $\beta < 0$ , lo cual significa que la fase de cada reflejo-eco se invierte con respecto a la del anterior.

*Interpretaciones erróneas.*—El problema principal, cuando los reflejos espurios no son analizados adecuadamente y eliminados, estriba en que usarlos puede conducir a interpretaciones erróneas.

Estas equivocaciones serán comunes cuando la información obtenida sea de tal calidad que no permita discriminar con certeza los reflejos-eco de los reflejos verdaderos.

En el caso de que los reflejos múltiples provengan de un reflector superficial que presente poco relieve, el error consistirá en interpretar una estructura con un cierre que será tanto mayor que el real, cuanto mayor sea la profundidad a que se encuentre el horizonte configurado.

En los trabajos marinos el problema será más grave, cuando el contacto agua-tierra, aparentemente el principal origen de los reflejos múltiples, muestre un pequeño arqueamiento que no tenga relación con la actitud es-

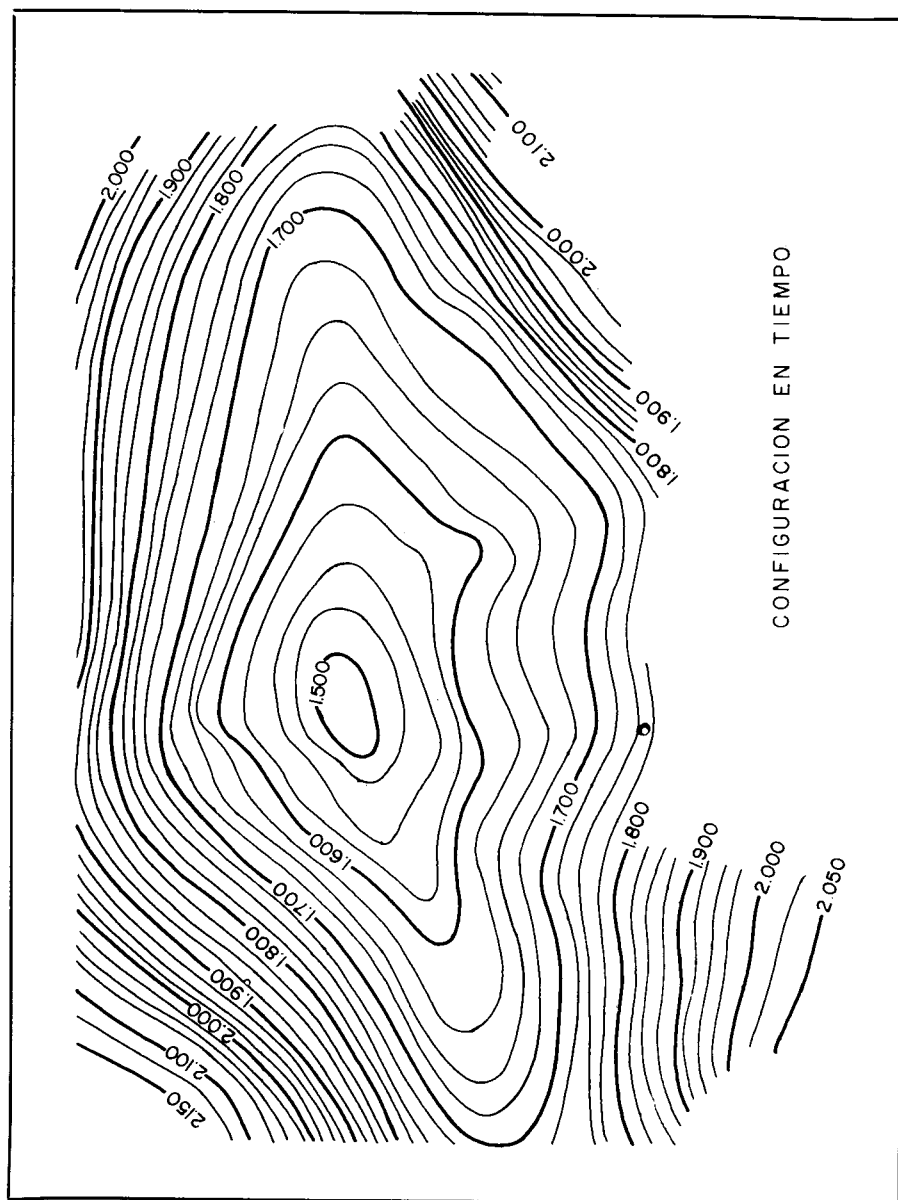


Fig. 16—Estructura aparente basada en la correlación de reflejos múltiples.



tructural de las capas de subsuelo. En este caso, la interpretación resultante será una estructura que no existe, como la que se ve en la Fig. 16, que fue configurada basándose en los datos de secciones sismológicas como la que muestra el ejemplo de la Fig. 17. Puede verse que la interpretación fue basada en reflejos múltiples originados en el fondo del mar, y también que el cierre estimado dependerá de la profundidad a que se encuentre el horizonte que se configure.

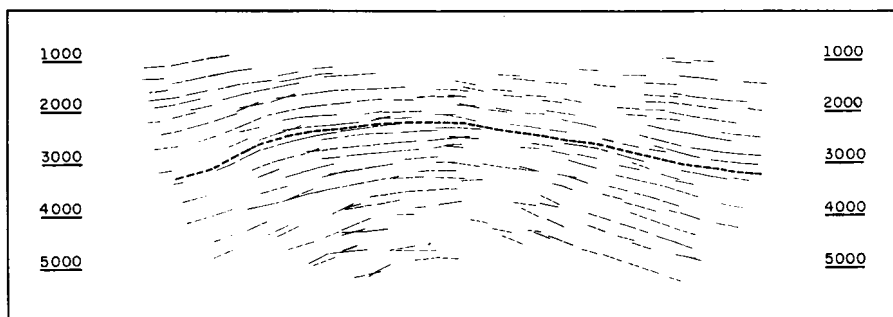


Fig. 17—Sección sismológica basada en reflejos múltiples.

En el caso no recomendable de que la interpretación preliminar se apoye en secciones de sismogramas o de tiempos y cuando en estos sismogramas aparezcan reflejos laterales, se corre el peligro de correlacionar los arcos originados por ellos, con reflejos provenientes de capas del subsuelo, tal como se ve en la Fig. 9, dando lugar a interpretaciones erróneas.

En tales casos es preferible seguir los métodos convencionales de situar los puntos de reflejo en su lugar verdadero, pero haciendo un análisis previo de los sismogramas, a fin de diferenciar los reflejos espurios de los reales y entonces poder emplear la velocidad adecuada para cada clase de reflejos.

### CONCLUSIONES

Las exploraciones sismológicas llevadas a cabo en busca de la “Nueva Faja de Oro”, en sus ramas subcontinental y submarina han representado para Petróleos Mexicanos un importante éxito económico y una valiosa experiencia técnica aprovechable en futuros estudios de esta clase.

Entre las conclusiones de interés que se obtuvieron, pueden ser anotadas las que siguen:

- a).—Cuando la información sismológica proviene de sedimentos próximos al arrecife, el relieve mostrado por aquellos no revela las irregularidades que pueda tener la superficie arrecifal, las cuales son de gran importancia desde el punto de vista de la acumulación de aceite.
- b).—Los altos aparentes en capas inferiores a la masa de caliza definen la posición del eje principal del arrecife.
- c).—En las exploraciones marinas los sismo-detectores colocados a pocos metros bajo la superficie del agua, dan lugar a que se registre energía lateral que oscurece la información procedente del subsuelo; por lo tanto es recomendable que en aquellos lugares donde el fondo del mar lo permita, se coloquen sobre el piso marino.
- d).—Aparentemente existe una relación definida entre los reflejos múltiples y la profundidad del agua. En nuestro caso la profundidad mínima fue del orden de 45 m y, a profundidades mayores, la información del subsuelo fue substituida por los reflejos múltiples.
- e).—Las exploraciones sismológicas llevadas a cabo en aguas del Golfo de México indican la presencia de un cuerpo cuya sección transversal tiene la figura de un anticlinal asimétrico y que está constituido por materiales a través de los cuales, las ondas sísmicas se propagan con velocidades del orden de 5000 m/seg. (velocidad que corresponde a calizas).
- f).—Por la expresión sismológica del cuerpo detectado y por su situación con respecto a la parte comprobada por los pozos entre Cabo Rojo y Tecolutla, es de creerse que se trata de la rama oriental del arrecife, la cual puede cerrarse bajo las aguas del Golfo y tener una extensión semejante a la de la parte conocida (Figs. 12 y 13).
- g).—De lo anterior se deduce que la “Faja de Oro” puede corresponder a un crecimiento orgánico de enormes proporciones y del tipo de atolón, con su rama occidental bajo el continente (parcialmente explotada) y su rama oriental bajo las aguas del Golfo de México, la que solamente en parte fue definida por los trabajos marinos (Fig. 12).
- h).—La rama oriental presenta formas erosionales semejantes a las encontradas en la parte que está bajo el continente y es de suponerse lógicamente que, con posibilidades de almacenar hidrocarburos en cantidades del mismo orden a las contenidas en la rama occidental, factibles de explotarse en aquellos lugares que sean accesibles a la barrena.

- i).—Con los excelentes resultados que se han obtenido en la “Nueva Faja de Oro” se comprueba plenamente que la sismología es la herramienta más eficaz con que se cuenta en la actualidad para la determinación de estructuras arrecifales, siempre y cuando las respuestas sísmicas del bioherma y de las formaciones que lo encajonan, sean interpretadas con un criterio geológico adecuado.

#### BIBLIOGRAFIA

Exploraciones sismológicas en busca de la “Faja de Oro” por A. Eguía H. y J. Islas Leal.

La exploración gravimétrica y sismológica en estructuras arrecifales tipo “Faja de Oro”, por A. Eguía H.

Coordination of Seismic and Geologic Data in Poza Rica Golden Lane Area, Mexico.  
By D. W. Rockwell and Antonio García Rojas.

Informes internos de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos.

Curso de Sismología, por V. A. Olhovich.

## *MENSAJE DEL EDITOR*

### **“FORO ABIERTO”**

Al empezar nuestro segundo año y el segundo volumen del Boletín de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, deseamos a todos los miembros de ella un próspero y venturoso año y al mismo tiempo, hacemos una cordial invitación para que participen de manera más activa en los trabajos de nuestro Boletín.

Para tal finalidad y con el objeto de incrementar las actividades de todos los miembros, abrimos una nueva sección que se denominará “Foro Abierto” para que en ella puedan participar en forma sencilla, todos quienes deseen hacerlo, especialmente la joven generación de geofísicos. Muchos de ellos, sin duda tendrán ideas nuevas o alguna experiencia interesante que por temor de que sean estimadas de poca utilidad, o por simple timidez, las consideran inadecuadas para su publicación en un artículo de fondo, pero las cuales pueden ser, sin embargo, de valor tanto técnico como práctico.

Además, servirá “Foro Abierto” para la polémica constructiva en preguntas y discusiones sobre los artículos publicados en el Boletín. Se cree que con esto se puede dar mayor impulso tanto a las actividades de los miembros, como al enriquecimiento de nuestros conocimientos y experiencias.

Esperamos que la nueva sección sea bien acogida por nuestros asociados y para iniciar sus actividades, presentamos el artículo del Ing. Mariano Hernández Moedano titulado “Un Ejemplo de Reflejos Múltiplos”.

EL EDITOR.

## UN EJEMPLO DE REFLEJOS MÚLTIPLOS

A continuación se expone un caso real encontrado en el análisis de un "Perfil de Velocidades" en el cual se demuestra con un porcentaje muy alto de probabilidades la existencia de reflejos múltiples y el peligro que representan en la interpretación.

El perfil antes mencionado se tiró empleando el plan de tiro convencional de usar 5 pozos de tiro y cambiar la dirección de los cables en tal forma de cubrir en el subsuelo una distancia de 360 m. El perfil mostró 6 posibles reflectores, los cuales se corrigieron por elevación e intemperismo cada dos trazas y se dibujaron para su análisis junto con las primeras entradas en una gráfica "T-X". Las primeras entradas registraron una capa de alta velocidad a una profundidad de 200 m. En la Fig. No. 1 se ilustran esquemáticamente los reflectores antes mencionados así como sus principales datos encontrados.

De los datos mostrados en la Fig. No. 1 se deduce la posibilidad de que los reflejos E y F sean múltiples de combinación mostrada en la Fig. No. 2. En efecto, el razonamiento siguiente con ayuda de la Fig. No. 3 nos conduce a demostrar que los reflejos E y F son una combinación de los múltiples mostrado en la Fig. No. 2 con un error de 1 milisegundo en tiempo y de 1.5% en las velocidades medias entre valores observados y valores calculados. En la Fig. No. 3 el posible reflejo múltiple E se ha descompuesto en tres diferentes posibles trayectorias con el objeto de encontrar los máximos errores posibles tanto en tiempo como en velocidad media.

El cálculo del tiempo del posible múltiple es:

- 1)  $0.865 + 0.478 = 1.343 \text{ seg.}$
- 2)  $0.613 + 0.478 + 0.252 = 1.343 \text{ seg.}$
- 3)  $0.135 + 2 \times 0.478 + 0.252 = 1.343 \text{ seg.}$

Como se ve el error entre el tiempo observado y el tiempo calculado en este caso es cero. El cálculo de las velocidades medias se planteó en la siguiente forma:

- 1)  $0.865 \times 4850 + 0.478 \times 4500 = 1.343 \bar{V}$
- 2)  $0.613 \times 4130 + 0.478 \times 4500 + 0.252 \times 6650 = 1.343 \bar{V}$
- 3)  $0.135 \times 2800 + 2 \times 0.478 \times 4500 + 0.252 \times 6650 = 1.343 \bar{V}$

NR	_____			
	2800 m/s			
A	_____	0.135 Seg.	Determinado por refracción	
	$t_i = 0.478$ Seg. — $V_i = 4500$ m/s			
		Tiempo de reflejo	Velocidad media	Calidad
B	_____	0.613 Seg.	$\bar{V} = 4130$ m/s	Regular
	$t_i = 0.252$ Seg. — $V_i = 6650$ m/s			
C	_____	0.865 Seg.	$\bar{V} = 4850$ m/s	Bueno
	$t_i = 0.140$ Seg. — $V_i = 5900$ m/s			
D	_____	1.005 Seg.	$\bar{V} = 5000$ m/s	Pobre
E	_____	1.343 Seg.	$\bar{V} = 4800$ m/s	Bueno
	$t_i = 0.134$			
F	_____	1.477 Seg.	$\bar{V} = 4630$ m/s	Bueno
G	_____	1.615 Seg.	$\bar{V} = 5710$ m/s	Dudoso

FIG. Nº 1

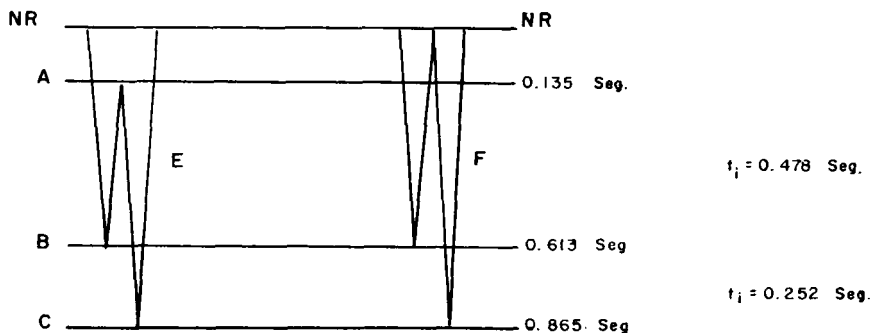


FIG. Nº 2

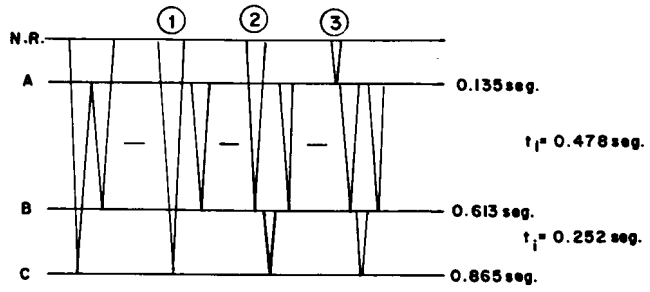


FIG. 3.

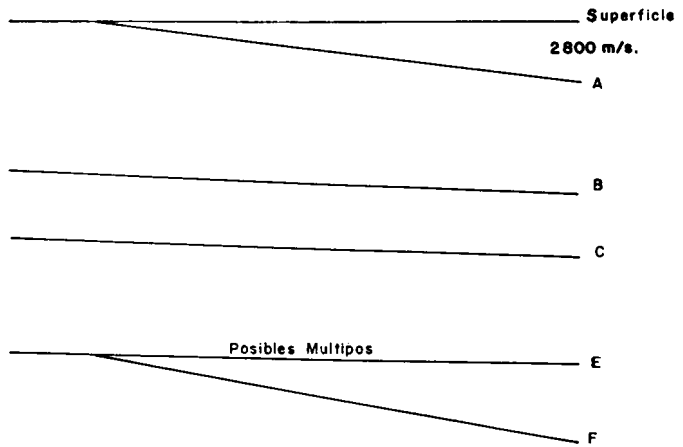


FIG. 4.

los resultados obtenidos fueron los siguientes:

$$\bar{V} = \begin{cases} 1) = 4726 \text{ m./seg.} \\ 2) = 4735 \text{ m./seg.} \\ 3) = 4733 \text{ m./seg.} \end{cases}$$

La velocidad media observada para el reflejo E fue de 4800 m./seg. por lo que el error máximo en la calculada apenas si llega a 1.5%.

De una manera similar se analiza el múltiplo F y se encuentra que el error en tiempo es apenas de 1 milisegundo y en la velocidad media de escaso 1.5%. La última reflexión G a un tiempo 1.615 seg. es de calidad dudosa, por lo tanto sus características son inciertas y por la misma razón su existencia lo será.

En conclusión parece probable, aunque no puede demostrarse en un 100%, que cuando menos las dos mejores reflexiones abajo de 1.0 seg. pueden ser combinación de múltiplos.

## PELIGRO DE LA INTERPRETACION

Nótese que el tiempo de intervalo  $t_i = 0.134$  seg. entre los posibles múltiplos observados representa el extratiempo para viajar en la capa superficial de alta velocidad (2800 m./seg.). En efecto, estos dos múltiplos nos indican el comportamiento de dicha capa superficial. Si la base de la capa de 2800 m./seg. es inclinada, ambos múltiplos serán también inclinados, pero el segundo más que el primero, y si dicha capa de baja velocidad desaparece, también desaparecerá el segundo múltiplo, tal como se ilustra en la Fig. No. 4.

En forma general se puede establecer que si la capa de baja velocidad tiene algunas irregularidades, éstas serán reproducidas en los múltiplos, ocasionando así echados falsos, discordancias aparentes y creando falsas estructuras.



## COMENTARIOS

### “UN METODO GRAFICO PRECISO PARA LA INTERPRETACION DE LINEAS SISMICAS DE REFRACCION”

(An Accurate Graphical Method for Interpreting Seismic Refraction Lines)  
(“Geophysical Prospecting”, Sept., 1958, Vol. IV, No. 3).

Por V. A. OLHOVICH

El método citado de interpretación que había sido publicado en varias revistas geofísicas, ha sido empleado en diversas ocasiones por compañías geofísicas, entre ellas por Petróleos Mexicanos, por lo que cabe investigar hasta qué punto puede este método considerarse preciso, como pretende serlo.

Por primera vez el método fue propuesto y publicado en su forma original por G. A. Gamburtzev en 1938 (I. I. Gurvitch, “Exploración Sísmica”), como un método aproximado, lo que realmente es.

El método trata de encontrar la distancia crítica (donde las ondas refractada y reflejada coinciden) gráficamente, y es aquí precisamente donde se introduce una aproximación injustificada. La aproximación consiste en que se considera la velocidad del refractor constante y conocida aproximadamente, y se desprecia el ángulo del echado.

Aunque la última aproximación no es importante en muchos casos, la primera si lo es: la velocidad del refractor es una incógnita variable que se busca conjuntamente con el ángulo del echado y la profundidad para cada punto del refractor.

Al suponer que la velocidad del refractor se conoce, se cambia todo el cuadro interpretativo y la solución es necesariamente forzada. Por consiguiente, el método no es preciso como se pretende, sino es uno de tantos métodos aproximados, conocido ya desde hace más de 20 años.

La distancia crítica puede determinarse exactamente de las velocidades aparentes y del tiempo de llegada de la onda para cada punto de la línea de

refracción, que son los únicos datos conocidos (V. A. Olhovich, "Curso de Sismología Aplicada", pág. 205) y la velocidad, que no es necesariamente constante, es obtenida *después* de que sean determinadas las profundidades y los echados del refractor. Existen otros métodos exactos (op. cit.) en los cuales el conocimiento de la velocidad del refractor no es necesario.

El método tendría cierto valor si fuera más rápido y de más fácil aplicación que los métodos exactos; sin embargo es todo lo contrario. Si existe, además, más que un contacto, su aplicación se vuelve muy laboriosa y aún menos precisa.

Si la velocidad del refractor fuese conocida, la profundidad en cada punto de la línea podría determinarse con aproximación más que suficiente de una manera rapidísima y sin ninguna clase de manipulaciones gráficas directamente de la curva  $T(V)$  por la fórmula 7-9 (op. cit.).

**Armando Eguía Huerta.**

Terminó la carrera de Ingeniero Petrolero en el Instituto Politécnico Nacional de la Ciudad de México, en el año de 1944. Ingresó a Petróleos Mexicanos en 1945, habiendo desempeñado diferentes puestos dentro de la Superintendencia de Exploración de la Zona Norte. Actualmente es Geofísico de la Gerencia de Exploración en la Ciudad de México.

**Antonio C. Limón.**

Terminó sus estudios de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional de la Ciudad de México, en 1953. De 1951 a 1953 trabajó como técnico de televisión en diferentes compañías y en 1954 inició sus actividades como Geofísico en Petróleos Mexicanos. Actualmente desempeña el puesto de Supervisor de Instrumentos Sismológicos de la Gerencia de Exploración.



**Vladimir A. Olhovich.**

Hizo sus estudios en la Escuela de Ingenieros de la Universidad Nacional Autónoma de México, los que terminó en 1929 con el título de Ingeniero Petrolero, siendo el primero que se recibiera en México.

Se dedicó a la Geofísica y trabajó durante 24 años con la Cía. Royal Dutch Shell, desempeñando varios puestos en México, Europa, Indonesia y en varios países de la América del Sur.

Actualmente trabaja como Geofísico con Petróleos Mexicanos. Es editor del Boletín de la A.M.G.E.

**Juventino Islas Leal.**

Hizo sus estudios de ingeniero petrolero en la Universidad de México. Desde diciembre de 1928 a la fecha ha estado trabajando en exploraciones geofísicas. Actualmente es Ayudante Técnico en la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos y es profesor de Métodos Geofísicos en la Universidad de México y el Instituto Politécnico.



## CAMBIO DE MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1961-1962

Por medio de la Circular No. 13 de diciembre 6 de 1960, se dió a conocer a todos los socios los candidatos para ocupar los puestos de la Mesa Directiva para el período de 1961-1962, enviando con la circular las boletas de votación respectivas. No fue posible por falta de tiempo, consultar previamente con cada uno de los candidatos su postulación, pero todos los candidatos electos han aceptado su elección.

Se enviaron 129 boletas de votación y se recibieron al 30 de diciembre de 1960, fecha en la que se reunió el Comité de Elecciones para hacer el cómputo de votos, 84, teniendo que eliminar una por faltarle una hoja de votación, quedaron solo 83 votos útiles.

Los resultados de la votación fueron los siguientes:

### Candidatos para Presidente:

Santos Figueroa Huerta .....	71	votos
Robert F. Aldredge .....	11	..
Antonio García Rojas .....	1	..

### Candidatos para Vice-Presidente:

Guillermo Hernández Moedano .....	70	..
Julián Adem .....	13	..

### Candidatos para Secretario:

Alfonso Cornejo Toledo .....	52	..
Carlos Castillo Tejero .....	31	..

### Candidatos para Tesorero:

Thomas Ortiz .....	44	..
John F. Donna .....	25	..
Robert R. Aldredge .....	9	..
Víctor Cué Ahuja .....	2	..
Luis Morones Calzadías .....	1	..
Alberto Villagómez .....	1	..
Voto en blanco .....	1	..

### Candidatos para Vocal de Petróleo:

Jesús Basurto García .....	61	..
José Coffin Otero .....	12	..
Alfonso Cornejo Toledo .....	10	..

### Candidatos para Vocal de Minas:

Guillermo P. Salas .....	51	..
Javier Esquivel Morales .....	29	..
Votos en blanco .....	3	..

## Candidatos para Vocal de Ingeniería Civil:

Juventino Islas Leal .....	59	„
Gustavo Bello Orta .....	20	„
Enrique del Valle T. ....	2	„
Jorge Franco Páez .....	1	„
Voto en blanco .....	1	„

## Candidatos para Editor:

Vladimir Olhovich .....	69	„
Manuel Alvarez y Alvarez .....	14	„

## Candidatos para Coeditor:

Roberto Oñate Espinosa .....	28	„
Antonio Cordero Limón .....	53	„
Felipe Neri España .....	1	„
Voto en blanco .....	1	„

## Candidatos para Coeditor:

Armando Eguía Huerta .....	63	„
Enrique del Valle T. ....	10	„
Jorge Franco Páez .....	8	„
Votos en blanco .....	2	„

De los resultados anteriores, la Mesa Directiva para el período 1961-1962 quedará integrada de la forma siguiente:

Presidente: Santos Figueroa Huerta.

Vice-Presidente: Guillermo Hernández Moedano.

Secretario: Alfonso Cornejo Toledo.

Tesorero: Thomas Ortiz.

Vocal de Petróleo: Jesús Basurto García.

Vocal de Minas: Guillermo P. Salas.

Vocal de Ingeniería Civil: Juventino Islas Leal.

Editor: Vladimir A. Olhovich.

Coeditor: Antonio Cordero Limón.

Coeditor: Armando Eguía Huerta.

Presidente Directiva anterior: Antonio García Rojas.

## EL COMITE DE ELECCIONES:

Enrique del Valle Toledo, Armando Eguía Huerta, Jorge Franco Páez.

## INFORME DEL SECRETARIO

Las actividades principales de la secretaría consistieron: en tramitar junto con el tesorero, la legalización de la Asociación en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público; enviar a los miembros las circulares ordenadas por el presidente, para informarles de las actividades de la Asociación; enviar las invitaciones para las sesiones que hubo en el período que se informa y en levantar las actas correspondientes a esas sesiones; el registro de nuevos socios; el envío de los boletines de la Asociación, y atender la correspondencia general.

Las actividades se iniciaron propiamente el 8 de Abril de 1958, con la Convocatoria (Circular No. 1) para darle forma a la Asociación. Esta circular se envió a todas las personas que se juzgó podrían formar parte de la Asociación.

La asamblea de constitución se efectuó el 5 de Junio de 1958 y en ella se nombró al primer Comité Ejecutivo. Los resultados de esta asamblea se dieron a conocer por medio de la Circular No. 3.

La toma de posesión se efectuó en la sesión-cena verificada el día 21 de Noviembre de 1958 y se acordó que el Comité Ejecutivo nombrado debiera funcionar hasta el 31 de Diciembre de 1960.

Los estatutos quedaron formulados por el Comité Ejecutivo el 5 de Agosto de 1958 y a fin de acreditar la existencia legal de la Asociación se protocolizó el acta de la asamblea de constitución y los estatutos, en la Notaría Pública No. 108, del Sr. Lic. Jorge Sotelo Regil, el 8 de Noviembre de 1958, quedando anotados en el Registro Público de la Propiedad y de Comercio del Distrito Federal Sección Cuarta, el día 7 de Enero de 1959, en el libro 1496 de Sociedades y Asociaciones Civiles, Folio 245 No. 149.

Hasta el 31 de Diciembre de 1960 habían sido registrados en la Asociación 131 miembros, pero solamente 102 habían legalizado su inscripción.

Durante el período de actividades del 1er. Comité Ejecutivo se efectuaron 5 sesiones-técnicas, de las cuales dos de ellas se hicieron junto con la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros y la Asociación de Ingenieros Petroleros de México.

Se nombraron dos comisiones, una de estatutos, para revisar y redactar un reglamento para la aplicación de los mismos, que aún no se ha reunido, por lo que no se incluye el informe, y la Comisión o Comité de Elecciones, cuyo informe se da por separado.

EL SECRETARIO.

Guillermo Hernández Moedano.



## INFORME DE LA TESORERIA 1959-1960

La Asociación inició tentativamente sus actividades el 31 de Marzo de 1958 y siendo necesario hacer gastos menores para la elaboración de avisos y circulares, y su envío por correo, se recogieron cuotas preliminares que ascendieron a \$ 320.00.

Para manejar los fondos que ingresaron y para cubrir los gastos que fueran necesarios, se abrió la cuenta corriente No. A-22139 en la Sucursal Alameda del Banco Nacional de México, lo cual se hizo mediante un préstamo por la cantidad de \$ 1,000.00.

Durante 1959 se continuaron más intensamente los trabajos de la Asociación y se preparó el material técnico para la publicación del Boletín. Al finalizar este año se hicieron gestiones, ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para que la Asociación en su carácter de sociedad civil, sin finalidades de lucro, fuera eximida del pago de impuestos, lo cual fue logrado.

Durante 1960, en que la Asociación entró de lleno a cumplir con el compromiso de realizar la edición del Boletín, se publicaron los 4 números correspondientes al primer volumen. Esto trajo problemas económicos que no pudieron ser afrontados exclusivamente con las cuotas de socios y los ingresos por anuncios, siendo necesario solicitar préstamos adicionales que elevaron el adeudo a un total de \$ 22,273.50. Durante 1960 se abonó la suma de \$ 7,000.00 a nuestros acreedores, teniéndose al finalizar el año un saldo pendiente de pago de \$ 15,273.50.

Desgraciadamente el costo de publicación del Boletín fue en aumento por dos causas principales: el aumento por página que nos requirió el impresor, obligado por el alza en salarios a sus trabajadores; y el aumento en el tamaño y el número de dibujos en los trabajos técnicos publicados.

Según puede apreciarse en el Estado de Recursos y Aplicaciones, anexo, que cubre el período del 31 de Marzo de 1958 al 31 de Diciembre de 1960, los gastos de la Asociación se pueden resumir como sigue:

Gastos de publicación Boletín en 1960 (Vol. I, Nos. 1, 2 y 3) ..	\$ 47,069.90
Gastos de Escritura Constitutiva .....	374.50
Gastos de material de oficina y correo .....	1,741.35
Gastos de mecanografía . . . . .	1,000.00
Gastos menores . . . . .	300.00

Para cubrir el adeudo que tenía la Asociación al terminar el año de 1960, así como para pagar el costo del 4o. número del Boletín del mismo año, y para estar preparados para las erogaciones iniciales de 1961, se consideró conveniente solicitar de diferentes empresas conectadas con trabajos exploratorios de Petróleos Mexicanos, e interesadas en el avance técnico de la Geofísica Aplicada, una colaboración económica. Al terminar el mes de Febrero de 1961, las siguientes compañías habían respondido con su generosa aportación para el fin anterior, en la suma total de \$ 35,500.00:

CARLOS ALEMAN

CIMA (Mexican American Independent Co.)

CIA. MEXICANA DE EXPLOSIVOS

EXPLORACIONES, S. A.

GEOEXPLORACIONES, S. A.

GEOPHYSICAL SERVICE INC.

PERFORACIONES, S. A.

ROTARY ENGINEERING DE MEXICO

SCHLUMBERGER SURENCO

SERVICIOS GEOFISICOS, S. A.

SEISMOGRAPH SERVICE CORP.

SHARMEX

SIE REPRESENTACIONES

Como consecuencia de las contribuciones anteriores, al entregar la Tesorería con fecha 28 de Febrero, al Sr. Thomas Ortiz, quien fungirá en la Mesa Directiva en el bienio 1961-62, las finanzas de la Asociación se encuentran en el estado siguiente:

1.—Se ha pagado el costo del No. 4 Vol. I - 1960 del Boletín, así como los gastos menores de oficina de Enero y Febrero de 1961.

- 2.—Se han cubierto todos los adeudos pendientes.
- 3.—Se tienen en almacén ejemplares del Boletín, del año de 1960, que representan un valor considerable. De cada número se tiene la siguiente cantidad:  
  
Vol. I — No. 1 — 1960 — 759 ejemplares.  
Vol. I — No. 2 — 1960 — 789 ejemplares.  
Vol. I — No. 3 — 1960 — 815 ejemplares.  
Vol. I — No. 4 — 1960 — 858 ejemplares.
- 4.—Se tiene un depósito en la cuenta bancaria de la Asociación por la cantidad de \$ 17,870.22.

Se considera indispensable continuar la campaña para incrementar el número de socios activos de la Asociación y el número de anunciantes del Boletín, a fin de tener una mejor base financiera que permita cumplir con la edición de publicaciones y las futuras actividades técnicas de nuestra sociedad.

Atentamente,

Ing. Jesús Basurto García

Tesorero (1959-1960).

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION  
ESTADO GENERAL DE RECURSOS Y APLICACION DEL 31 DE MARZO  
DE 1958 AL 31 DE DICIEMBRE DE 1960

RECURSOS

Cuotas Socios

Cuotas preliminares \$ 320.00

Cuotas 1959, 1960 y 1961 (recibos  
0001 a 0145) deducidos los descuent  
os por situaciones 13,795.82

Anuncios en el Boletín 24,287.20

Préstamos Diversos 22,273.50

                     \$ 60,676.52

APLICACIONES

Publicación Boletín

Vol. I No. 1, 1960 \$ 11,577.20

Vol. I No. 2, 1960 17,219.20

Vol. I No. 3, 1960 18,273.50

                     \$ 47,069.90

Escritura Asociación \$ 374.50

Papelería, correo y gastos varios oficina 1,741.35

Trabajos mecanografía 1,000.00

Otros gastos 300.00

Abonos a acreedores 7,000.00

Saldo en Banco 3,190.77

                     \$ 60,676.52

México, D. F., a 31 de Diciembre de 1960.

El Tesorero,

Ing. Jesús Basurto García.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION  
ESTADO PARCIAL DE RECURSOS Y APLICACIONES DEL 1o. DE  
ENERO AL 28 DE FEBRERO DE 1961

RECURSOS

Cuotas Socios.		
Cuotas 1960 y 1961 (Recibos 0146 a 0174)	\$ 2,648.40	
Anuncios en el Boletín	3,237.20	
Préstamos Diversos	10,890.00	
Contribuciones Patrocinadores	35,500.00	
Saldo en Banco	3,190.77	
	<hr/>	\$ 55,466.37

APLICACIONES

Publicación Boletín		
Vol. I No. 4, 1960	\$ 10,890.00	
Papelería, correo y gastos varios oficina	122.65	
Saldo cubierto a acreedores	26,163.50	
Otros gastos	420.00	
Saldo en Banco	17,870.22	
	<hr/>	\$ 55,466.37
		<hr/>

México, D. F., a 28 de febrero de 1961.

El Tesorero,  
Ing. Jesús Basurto García.

# ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION BALANCE GENERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 1960.

## A C T I V O

### Disponibles:

Bancos de depósito

### Circulante:

Deudores diversos:

Anunciantes

Socios (cuotas pendientes de pago 1959 y 1960)

Publicaciones en almacén al costo:

Boletín Vol. I No. 1, 1960

Boletín Vol. I No. 2, 1960

Boletín Vol. I No. 3, 1960

Boletín Vol. I No. 4, 1960

SUMA EL ACTIVO: .....

\$ 7,272.20

2,700.00

\$ 8,787.09

13,585.95

14,892.90

9,343.62

\$ 46,609.56

\$ 56,581.76

\$ 59,772.53

## P A S I V O

### Flotante:

Arreadores diversos

Pago pendiente al impresor por Boletín Vol. I, No. 4, 1960

### Diferido:

Anuncios pendientes de publicarse

Cuotas cobradas a socios por anticipado por 1960

SUMA EL PASIVO.....

## S U P E R A V I T

Cantidad que resultaría de la venta de publicaciones en almacén al realizarse totalmente al costo

SUMAN PASIVO Y SUPRAVIT: . . . . .

\$ 28,991.53

\$ 59,772.53

Todos los documentos que prueban el balance anterior obran en poder de la Asociación y pueden ser revisados libremente por cualquier socio que lo solicite.

México, D. F., a 28 de Febrero de 1961.

El Tesorero, Ing. Jesús Basurto García.

Conforme:

El Presidente, Ing. Antonio García Rojas.

Conforme:

El Secretario, Ing. Guillermo Hernández Moedano.

**SOCIOS PATROCINADORES DE LA "ASOCIACION MEXICANA  
DE GEOFISICOS DE EXPLORACION"**

La Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, agradece la colaboración económica que le han prestado las siguientes empresas:

CARLOS ALEMAN

CIMA (Mexican American Independent Co.)

CIA. MEXICANA DE EXPLOSIVOS

EXPLORACIONES, S. A.

GEOEXPLORACIONES, S. A.

GEOPHYSICAL SERVICE INC.

PERFORACIONES, S. A.

ROTARY ENGINEERING DE MEXICO

SCHLUMBERGER SURENCO

SERVICIOS GEOFISICOS, S. A.

SEISMOGRAPH SERVICE CORP.

SHARMEX

SIE REPRESENTACIONES

**NUEVOS SOCIOS**

Ing. Carlos Puertas Fabila.  
Texcoco No. 228.  
Col. Las Mitras.  
Monterrey, N. L.

Ing. Juan Rendón Castañeda.  
Apartado Postal No. 13379.  
México, D. F.

Ing. Luis del Castillo García.  
Bajío No. 227 Depto. 1.  
México 7, D. F.

Ing. José Ponce de León Garnica.  
Edificio Maracán Desp. 107.  
Av. Juárez y Allende.  
Monterrey, N. L.

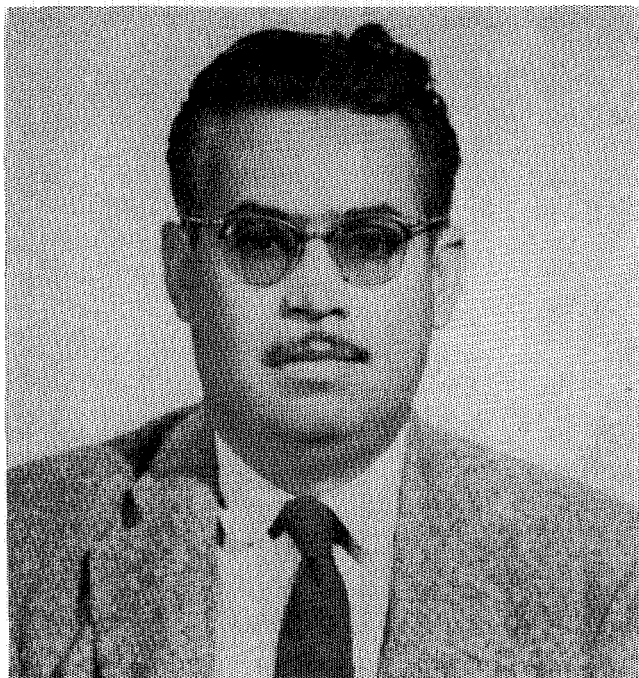
Ing. Isaías Pinto Pérez.  
Morelos 210.  
Col. Campbell.  
Tampico, Tamps.

Ing. Carlos González Calderón.  
Brasil 605 Ote.  
Cd. Madero, Tamps.

Ing. Rodolfo Mendivil Sánchez.  
2a. Privada de la Prolongación de Rosa  
de Bengala No. 25.  
Col. Molino de Rosas, Mixcoac.  
México 19, D. F.



## NOTAS NECROLOGICAS



El día 25 de enero pasado falleció en la Ciudad de Coatzacoalcos, Ver., de un síncope cardíaco el Sr. Ing. Hugo Contreras Velásquez, Superintendente General de Exploración en la Zona Sur de Petróleos Mexicanos.

El Ing. Contreras nació en Zinapécuaro, Mich., el 5 de septiembre de 1917. Hizo sus primeros estudios en esa localidad y posteriormente en la Universidad Autónoma de México. Siguió en la Escuela Nacional de Ingenieros las carreras de minas y geólogo, graduándose en 1945 como Ingeniero de Minas.

Hugo Contreras prestó sus servicios en el año de 1941 en las minas de Angangeo, Mich., y a partir del próximo año, en trabajos de geología de campo de Petróleos Mexicanos. Ocupó sucesivamente puestos de Jefe de Brigada Geológica, Jefe de Geólogos de la Zona Sur y Superintendente de Exploración en el mismo distrito.

El Ing. Hugo Contreras fue un experto en la geología petrolera de México, representó a Petróleos Mexicanos en las Sesiones XX y XXI del Congreso Geológico Internacional, celebradas respectivamente en la Ciudad de México y en Copenhague. Escribió numerosos artículos principalmente relacionados con los domos salinos del Istmo de Tehuantepec.

La Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración lamenta la irremediable pérdida de tan valioso elemento y magnífico amigo.



Robert F. Aldredge dejó de existir el día 23 de enero de 1961 mientras trabajaba en su oficina de la Ciudad de México. Su muerte repentina fue originada por una insuficiencia coronaria.

Bob Aldredge nació en Martin Ferry, Ohio, el día 12 de octubre de 1895. Recibió su primera instrucción en escuelas públicas en Wheeling, West Virginia, y en Bellaire, Ohio. Durante la primera guerra mundial prestó sus servicios en la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. Para completar su educación, después de la guerra, trabajó en la industria siderúrgica y en los servicios aduanales de los Estados Unidos.

Recibió su grado de Bachiller (B.S.) en Geología, en la Universidad del Estado de Ohio y sus grados de Maestro (M.S.) y Doctor (Ph.D.) en Geofísica, en Colorado School of Mines.

Inició su actividad como geofísico en la ciudad de Pittsburgh, en el laboratorio de la Gulf Oil Co. y trabajó con la misma compañía dos años en Venezuela.

Regresó a Colorado School of Mines como profesor de Matemáticas y Geología, donde permaneció hasta 1937 en que ingresó a la Seismograph Service Corp., de Tulsa, Oklahoma. Al ocurrir su muerte aún trabajaba con esta compañía en el cargo de Vicepresidente Consultor en México.

En sus puestos anteriores, fue Jefe de Brigada Sismológica, Supervisor y Representante de la Seismograph Service Corp., en Irán, Argentina, Colombia, Venezuela, Trinidad y México, en donde finalmente vivió sus últimos 15 años.

Sobre sus rasgos profesionales relevantes, resaltó el carácter de Bob, por su integridad, y su personalidad por su fineza, humildad y desprendimiento. En su gran estimación por México, dejó numerosas amistades durante su estancia en este país.

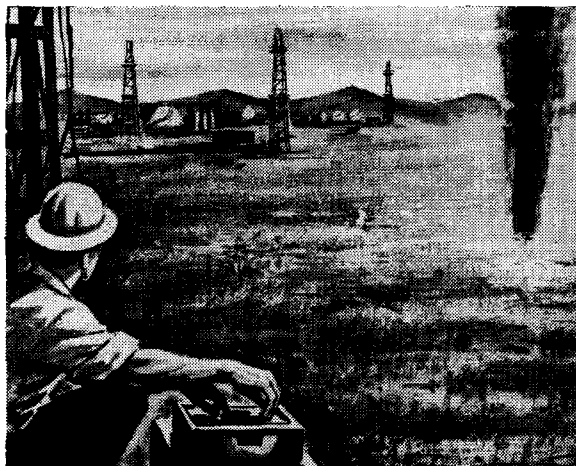
La Sociedad Mexicana de Geofísicos de Exploración rinde tributo a quien fuera uno de sus más apreciados socios.

# EL ORO NEGRO SE DESCUBRE CON DINAMITA "GEOMEX 60%"

OTRA VALIOSA CONTRIBUCION DE LA CIA. MEXICANA DE  
EXPLOSIVOS, S. A., AL PROGRESO INDUSTRIAL MEXICANO.

La progresista industria petrolera de México tiene uno de sus más valiosos aliados en los explosivos especiales, como el "Geomex 60%" de la Cia. Mexicana de Explosivos, S. A.

El "Geomex 60%" es una dinamita gelatinosa especialmente preparada para los delicados trabajos de exploración sísmológica previa a la perforación del pozo petrolero.



Está especialmente recomendada para trabajos en que se usen barrenos profundos, o cuando el explosivo permanecerá por largo tiempo en el agua, y también para trabajos donde estará sujeta a un prolongado almacenamiento o bajo adversas condiciones de calor o humedad.

Para cada necesidad, hay un explosivo industrial C.M.E. que cumple todos los requisitos de seguridad y eficiencia. Pida informes más detallados a:

**CIA. MEXICANA DE EXPLOSIVOS, S. A.**

Ave. Juárez 117, 6o. Piso

México 1, D. F.

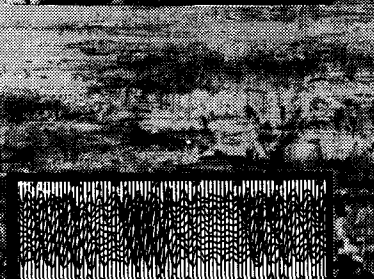


Cosas mejores para vivir mejor... gracias a la Química



*Por brechas abiertas en pleno monte, los explosivos de la Cia. Mexicana de Explosivos, llegan hasta el sitio preciso para la exploración sísmológica.*

*La dinamita "Geomex 60%" viene en cartuchos rígidos y resistentes, que facilitan la carga en los barrenos profundos; los cartuchos se unen entre sí cuando se requiere una larga columna continua.*



*La explosión de cada carga produce vibraciones que el sísmógrafo capta y registra, indicando las condiciones geológicas características de los mantos petrolíferos.*





SOCIOS  
\$ 100.00  
NO SOCIOS  
\$ 150.00

ADQUIERA UD. SU VOLUMEN CON  
LOS 4 BOLETINES DEL AÑO 1960,  
EMPASTADO EN KERATOL, CON SUS  
INICIALES GRABADAS EN ORO

PEDIDOS A LA  
ASOC. MEX. DE GEOF. DE EXPL.

# GEOEXPLORACIONES, S. A.

SERVICIOS:

GEOFISICOS

GEOLOGICOS

RADIATIVOS

TOPOGRAFICOS

FOTOGEOLOGICOS

AVE. JUAREZ 117 - 502 TEL. 46 - 11 - 81

APDO. 20902 MEXICO 1. D. F.

# EXPLORACIONES, S. A.

AVE. JUAREZ 100

DESP. 316

TEL. 10 - 15 - 64

MEXICO 1, D. F.

# PERFORACIONES, S. A.

Av. Juárez 119 Desp. 53    Tel.    21-36-42

México I. D.F.

## "ROTENCO"

ROTARY ENGINEERING DE MEXICO, S.A.

AL SERVICIO DE PETROLEOS MEXICANOS

Av. Juárez 119 Desp. 31-32

Tels. 46-44-19  
21-58-36

México I. D.F.

**...SISMOLOGIA... GRAVIMETRIA... GEOQUIMICA... MAGNETOMETRIA...**

**...SUE \***

**...PROCESADO DE DATOS**

**MAE\*\***

**AREAS:**—Grandes o pequeñas, marinas o terrestres.

**PROBLEMAS:**—Técnicos u operacionales.

**INFORMACION:**—Superficial o profunda.

**FORMA:**—Utilizando los métodos y equipos más modernos  
compatibles con áreas y presupuestos.

**GEOFYSICAL**

**SERVICE**

**INCORPORATED**

Exchange Bank Bldg.,  
100 Exchange Park North,  
DALLAS 35, TEXAS.  
Tel. Fleetwood 7-4311

Avenida Juárez No. 119,  
Despacho 42,  
Tels. 46-37-20 - 21-74-67  
MEXICO 1, D. F.

\* Seismic Underwater Exploder

\*\* Multiple Analyzer Eliminator.

# CURSO DE SISMOLOGIA APLICADA

Por el Ing. V. A. OLHOVICH



En las principales librerías

o directamente en la

**ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION**

**Av. Juárez 97. Desp. 302.**

**México 1, D. F.**