

# 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.

# COMPAÑIA MEXICANA AEROFOTO, S. A.



## ESPECIALIDADES

Cartografía  
Catastro urbano y rural.  
Cálculo electrónico.  
Diseño fotogramétrico electrónico  
de obras de Ingeniería.  
Estudios preliminares.  
Fotointerpretación.  
Fotografía aérea: pancromática.  
Infrarroja y a color.  
Fotografía comercial aérea  
Fotomurales.  
Levantamientos fotogramétricos.  
Localización de obras.  
Mosaicos fotográficos.  
Programación electrónica.  
Topografía

132 empleados especializados.

## EQUIPO

|   |   |
|---|---|
| 1 Avion Queen Air A-80 Mat. XB-XAK        | 4 Camaras de Reproduccion                             |
| 1 Avion Riley Rocket, Mat. XB-SAR         | 3 Unidades de Telurometro MRA-1                       |
| 1 Avion Beech Craft Mat. XB-VIG           | 4 Teodolitos Wild T-2                                 |
| 2 Aviones Piper Astec Mat. XB-MOJ y NOO   | 2 Niveles automáticos Wild NAK 2                      |
| 1 Avion Cessna 185 Mat. XB-TIS            | 4 Camionetas doble traccion                           |
| Unidad Central de Proceso IBM, 1131       | 2 Autografos Wild A-7 con Registradora de coordenadas |
| Lectora-perforadora de tarjetas IBM, 1442 |   |
| Unidad Impresora, IBM, 1132               | 1 Estéreo cartógrafo Wild A-8                         |
| 1 Camara Fotogrametrica Zeiss MRK-A       | 1 Autógrafo Wild A-9                                  |
| 1 Camara Fotogrametrica Wild RC-9         | 4 Aviografos Wild B-8                                 |
| 1 Camara Fotogrametrica Wild RC-8         | 1 Baisplex 760, de 7 proyectores                      |
| 1 Camara Fotogrametrica Wild RC-5         | 2 Kelsh K-5, de 4 proyectores c. u.                   |
| 3 Camaras Fairchild                       | 3 Kelsh K-1, de 2 proyectores c. u.                   |
| 4 Camaras para fotografia oblicua         | 2 Multiplex de 8 proyectores c. u.                    |
| 6 Camaras Rectificadoras                  |   |

## DIRECCION

Av. Obrero Mundial Num. 239 esq. con Postalozzi.  
Teléfonos 43-36-36 con tres líneas directas y 13-87-45  
Cable: AEROFOTO, MEXICO MEXICO 12, D. F.  
Servicios Aéreos: Ave. Santos Dumont Num. 212

**SCHLUMBERGER**

# SCHLUMBERGER SURENCO, S. A.

## AGENCIA EN MEXICO

Av. Morelos 98, Desp. 306

Tels.: 46-85-25 y 46-13-85

MEXICO 6, D. F.

**GEOFISICOS CONSULTORES PARA  
PETROLEOS MEXICANOS**



***Seismograph Service Corporation  
of Mexico***

**AVE. JUAREZ 95 - 207 • MEXICO I, D.F.  
TELEFONOS : 18-27-25 • 18-56-33**

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

**ESPECIALIZADOS EN :**

**SERVICIO DE  
GEOFISICA**

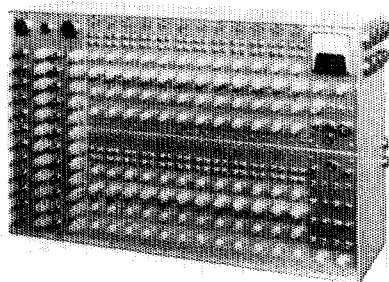
- Levantamientos :**
- Sismológicos
  - Gravimetricos
  - Magnetométricos
  - Procesado de Datos Magnéticos
  - LORAC - Levantamiento Electrónico

**SERVICIO DE  
REGISTRO DE POZOS**

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

# INSTRUMENTAL GEOFISICO . . . . .

DA MEJOR  
RENDIMIENTO,  
MAYOR DURACION  
Y A UN COSTO MENOR



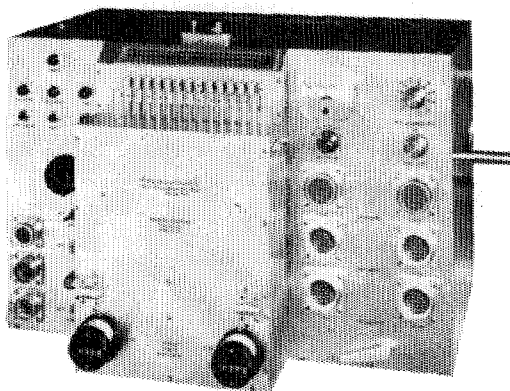
## FORTUNE T-1. SISTEMA DE AMPLIFICADORES SISMICOS TRANSISTORIZADOS PARA TRABAJOS DE REFLEXION Y REFRACCION.

**BAJO COSTO** — El modelo T-1 es el amplificador transistorizado más barato en el mercado.

**POCO PESO Y TAMAÑO REDUCIDO** — El equipo T-1 de 24 canales, completo, pesa únicamente 73 libras (33.1 Kgs.) y está contenido en una sola caja, cuyas dimensiones son: 25 3/8" de largo, 15 3/4" de alto y 8" de fondo.

**ALTA SENSIBILIDAD** — Como el ruido propio del equipo es muy bajo, es posible operarlo con altas ganancias. La relación de señal a ruido, en los amplificadores, es de 20 db a 0.5 microvolts de entrada.

**POTENCIA REQUERIDA** — 2 amperes, a 12 volts de corriente directa.



## FORTUNE DC-2B. SISTEMA DIRECTO DE GRABACION Y REPRODUCCION. COMPLETAMENTE TRANSISTORIZADO

El equipo DC-2B es capaz de aplicar, simultáneamente, correcciones estáticas y dinámicas a 24 trazas o más, empleando cintas normales de 6 1/2 ó 7" de ancho. Las correcciones dinámicas se aplican mediante una leva acoplada a la flecha del tambor y que puede ser referida a él. También es posible obtener levas previamente calibradas y ajustadas a determinada función analítica.

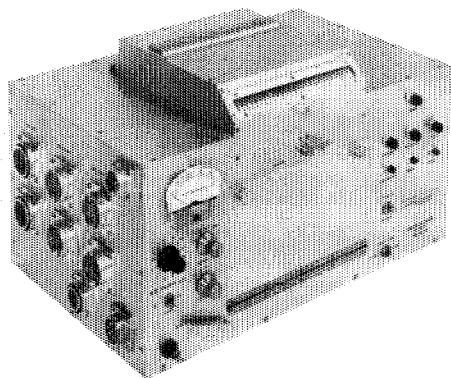
**SE AJUSTA A CUALQUIER SISTEMA DE TIRO** — No importa el sistema de tiro empleado, ya que mediante una barra universal de tendidos y gracias a medidores ajustables (calibrados en por ciento), es posible aplicar a cada traza la corrección dinámica adecuada.

## ESPECIFICACIONES DEL MODELO DC-2B.

Transportador de la cinta. Mediante tambor, cuyo diámetro es de 7.5".  
Número de canales. 24 sísmicos, 2 ó 4 auxiliares.  
Tamaño de la cinta. 6 1/2 ó 7" de ancho por 24 1/2" de largo.  
Distancia entre pistas. 1/4" (de centro a centro).  
Velocidad de la cinta. 3.59"/segundo.  
Tiempo útil de grabación. 6 seg. (el tambor da una vuelta completa en 6.8 seg.).  
Corrección dinámica máxima. 150 miliseg.  
Característica del motor. De histéresis de 400 ciclos.  
Corrección máxima. Acoplada al tambor.  
Rango de corrección estática. 700 miliseg/segundo.  
Polarización (bias). ± 50 miliseg.  
Respuesta. De 5 a 200 cps.  
Relación de señal a ruido. 50 db RMS a RMS.  
Distorsión armónica total (a 100% el nivel de grabación). 2.5%.  
Alimentación cruzada (cross feed). --- 36 a 10 cps.  
Grado de exactitud del sistema de tiempo. ± 1 miliseg.  
Necesidades de entrada (a 100% el nivel de grabación). 50 millivolts a través de 40 ohms.\*  
Salida (a 100% el nivel de grabación). 100 microvolts a 50 ohms.  
Potencia requerida. 0.5 amper en vacío y 14 amperes con carga.  
Tamaño del transportador de la cinta. 15 X 18 X 14".  
Peso. 90 libras (40.823 Kgs.).

\* Al ordenar un equipo, las necesidades de entrada pueden ser cambiadas al gusto del cliente. Esto puede hacerse sin cambiar las demás especificaciones.

# ....DE "FORTUNE ELECTRONICS"



**FORTUNE SR-5. SISTEMA DE GRABACION DIRECTA EN UNA UNIDAD "BUFFERLESS" (DE MENOR AMORTIGUAMIENTO).**

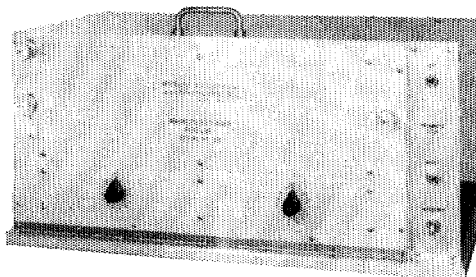
**TOTALMENTE TRANSISTORIZADO** — La grabadora SR - 5 ofrece los últimos adelantos en sencillez de manejo, presentando características iguales a las de sistemas más costosos y complicados.

**PRECISION Y SENCILLEZ** — Durante el proceso de grabación, las cabezas magnéticas están gobernadas desde la salida de los amplificadores sismicos. Para las reproducciones, las cabezas son conectadas directamente a la entrada de los amplificadores. La reproducción queda compensada mediante una red pasiva. La ventaja de todo este tipo de operación es que se obtienen resultados con un mínimo de complicaciones y conexiones.

**UN SISTEMA COMPLETO** — El modelo SR - 5 está equipado con sistemas Fortune de polarización y manejo, los cuales han sido probados cientos de veces en diferentes partes del Mundo. La unidad contiene los amplificadores necesarios para grabar instante de explosión, tiempo vertical y escala de tiempo. Tiene conexiones exteriores para diversos circuitos, tales como la acción de la supresión a partir del instante de tiro, el arranque de la cámara, etc., todo ello a base de levas. Para acoplar el SR - 5 a un equipo convencional, lo único que se requiere es un juego de cables interconectores.

## ESPECIFICACIONES DEL MODELO SR-5.

Transporte de la cinta. Mediante tambor, cuyo diámetro es de 7.5".  
 Número de canales. 24 sismicos y 2 ó 4 auxiliares.  
 Tamaño de la cinta. 6 1/2 ó 7" de ancho por 24 1/2" de largo.  
 Velocidad de la cinta. 3.59"/segundo.  
 Tiempo útil de grabación. 6 seg. (el tambor da una vuelta completa en 6.6 seg.)  
 Características del motor. De histéresis de 400 ciclos. Acoplado al tambor.  
 Polarización (bias). 8 milamperes a 6 kilociclos.  
 Respuesta. De 5 a 200 cps.  
 Correcciones estáticas (opcional). ± 100 miliseg.  
 Relación de señal a ruido. 50 db RMS a RMS.  
 Distorsión armónica total. (A 100% el nivel de grabación. 2.5%  
 Alimentación cruzada. (Cross feed). Con entrada de 100%. —36 db a 10 cps.  
 Nivel de grabación. 50 milivoltios a través de 40 ohms.  
 Potencia requerida. 0.5 amper en vacío y 6.5 amperes con carga.  
 Medida del transportador de la cinta. 11 X 18 1/2 X 11 1/4".  
 Peso. 53 libras (24.040 kgs.).



**FORTUNE — LDR.**

## MICROPISTA - 1 (UNIDAD DE DOS TAMBORES)

**PARA USARSE EN OFICINAS O EN EL CAMPO**  
 La serie LDR se obtiene en uno, dos o tres tambores. También existe el tipo de un solo tambor ancho, con 54 cabezas de micropista, capaz de manejar, simultáneamente, una cinta ancha o dos cintas angostas.

Cada cabeza de micropista graba sobre un ancho de 0.008", teniendo para su control lateral hasta 20 posiciones, en forma manual o automática.

Actualmente los modelos LDR llevan 15, 12 y 6 pasos, pudiendo instalarles cabezas de doble micropista, para grabación simple o doble.

Si se desean combinar los resultados de diferentes pozos de tiro, para puntos de reflexión común (common depth point), es posible agregarle al equipo conexiones programadas y amplificadores de transcripción.

Para el sistema anterior (de punto común) o trabajos de caídas de peso (weight drop), pueden combinarse los modelos LDR - 1 y DC - 2B, obteniendo así un equipo sísmico completísimo.

**Fortune  
Electronics, Inc.**

H. H. HAPPEL — H. H. HAPPEL, Jr.

2505 SOUTH BOULEVARD, HOUSTON, TEXAS

Representante en Europa:

**Techmation**

113 Rue Lamarck, París, Francia.

Carlos Alemán A.

EXPLORACION

y

PERFORACION

Iturbide No. 36 Desp. 201. Tel. 10-15-64

MEXICO 1, D. F.

# BOLETIN

de la

**Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración**

---

## S U M A R I O

Sistematización de la Interpretación Gravimétrica, Haciendo uso de Calculadoras Electrónicas, por el Ing. *Luis Morones C.*

Normas de Operación para Trabajos Sísmicos Marinos, por el Ing. *Antonio C. Limón.*

# ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

## *MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1965-1966*

Presidente: Alfonso Cornejo Toledo.

Vice-Presidente: Armando Eguía Huerta.

Vice-Presidente Especial: José Coffin Otero.

Secretario: Jorge Lázaro Nájera Villa.

Tesorero: Roberto Oñate Espinosa.

Vocal de Minas: Jorge Suárez Rodríguez.

Vocal de Petróleo: Antonio Cordero Limón.

Vocal de Ingeniería: Mariano Hernández Moedano.

Editor: Daniel Gutiérrez Gutiérrez.

Presidente Saliente: Guillermo Hernández Moedano.

---

Este Boletín se publica cada tres meses y se distribuye gratuitamente a los socios.

El precio de subscripción para no socios es de \$ 150.00 m/n al año y  
de \$ 50.00 m/n número suelto.

---

Para todo asunto relacionado con el Boletín: manuscritos, asuntos editoriales, subscripciones, descuentos especiales a bibliotecas públicas o de Universidades, publicaciones, anuncios, etc., dirigirse a:

ING. DANIEL GUTIERREZ GUTIERREZ

Av. Juárez No. 97, Despacho 302.

Teléfonos 18-41-41 y 12-89-70

México 1, D. F.



# SISTEMATIZACION DE LA INTERPRETACION GRAVIMETRICA, HACIENDO USO DE CALCULADORAS ELECTRONICAS \*

Por el Ing. *Luis Morones C.* \*\*

## R E S U M E N

La interpretación gravimétrica exige la manipulación de una gran cantidad de datos, los cuales son procesados por varias operaciones aritméticas, que varían en número según el método de interpretación que se aplique.

En este trabajo se plantea la necesidad de usar calculadoras electrónicas y se discute la mejor forma de presentar los datos para su proceso, así como los programas para cálculo, en lenguaje FORTRAN para una máquina IBM—1620, de los siguientes problemas:

- 1o. Eliminación del efecto regional.
- 2o. Cálculo de la segunda derivada de la componente vertical de la gravedad.

Los problemas de interpretación gravimétrica son en general del tipo repetitivo, muy sencillos, pero sumamente laboriosos. Para darse una idea, supongamos el caso de cálculo de anomalía residual por el método de promedio de 9 puntos para una estación, en donde para obtener un resultado, debemos efectuar 9 operaciones de suma, una división y una resta, o sean 11 operacio-

---

\* Trabajo presentado en la III Convención de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración. Monterrey, N. L. Octubre de 1965.

\*\* Gerencia de Exploración, Petróleos Mexicanos.

nes aritméticas. Si suponemos que deseamos hacer un cálculo por  $\text{Km}^2$ , para cubrir una hoja atlas, escala 1:50,000 tendremos que hacer 27,500 operaciones aritméticas, lo que significa más de 40 horas de trabajo.

Petróleos Mexicanos ha cubierto 450,000  $\text{Km}^2$  del Territorio Nacional con el método gravimétrico, por lo que podrá verse que la aplicación de uno de los métodos más sencillos de interpretación, significa una gran tarea.

La aparición de calculadoras electrónicas, en nuestro medio, ha hecho mucho más tangible el problema, siendo factible el de aplicar a una área un método con varios espaciamientos y aún dos o más métodos, con varios espaciamientos cada uno, en un mismo programa, como se verá más adelante.

### PREPARACION DE DATOS

La preparación de datos para calculadoras electrónicas, se hace en igual forma al que se usa para calcular con una máquina de escritorio, o sea, es necesario disponer de valores correspondientes a puntos igualmente espaciados formando renglones y columnas, lo que constituye un arreglo semejante al de una matriz o un determinante.

En la práctica, lo común es que sobre la hoja que se desea calcular, se trace una cuadrícula, cuyos lados serán iguales al espaciamiento que previamente se ha escogido en función del tamaño de las anomalías que se consideren de importancia económica, aunque también debe atenderse la calidad del trabajo o lo que es lo mismo la densidad de estaciones, ya que si ésta es baja, es posible que las anomalías estén deformes o no deban existir, todo esto por falta de control en las líneas de igual anomalía (Figura 1).

Las lecturas de los valores, se hacen en los puntos que definen los cruces de las líneas verticales y horizontales de la cuadrícula y si se desea procesar el total de la hoja atlas o un área en particular, será necesario adicionar valores fuera de las líneas marginales de la hoja, o del área, dependiendo el número de columnas y renglones adicionales, del tamaño de la figura que se emplee y rellenar con ceros aquellas áreas que carezcan de información, a fin de que el arreglo quede completo.

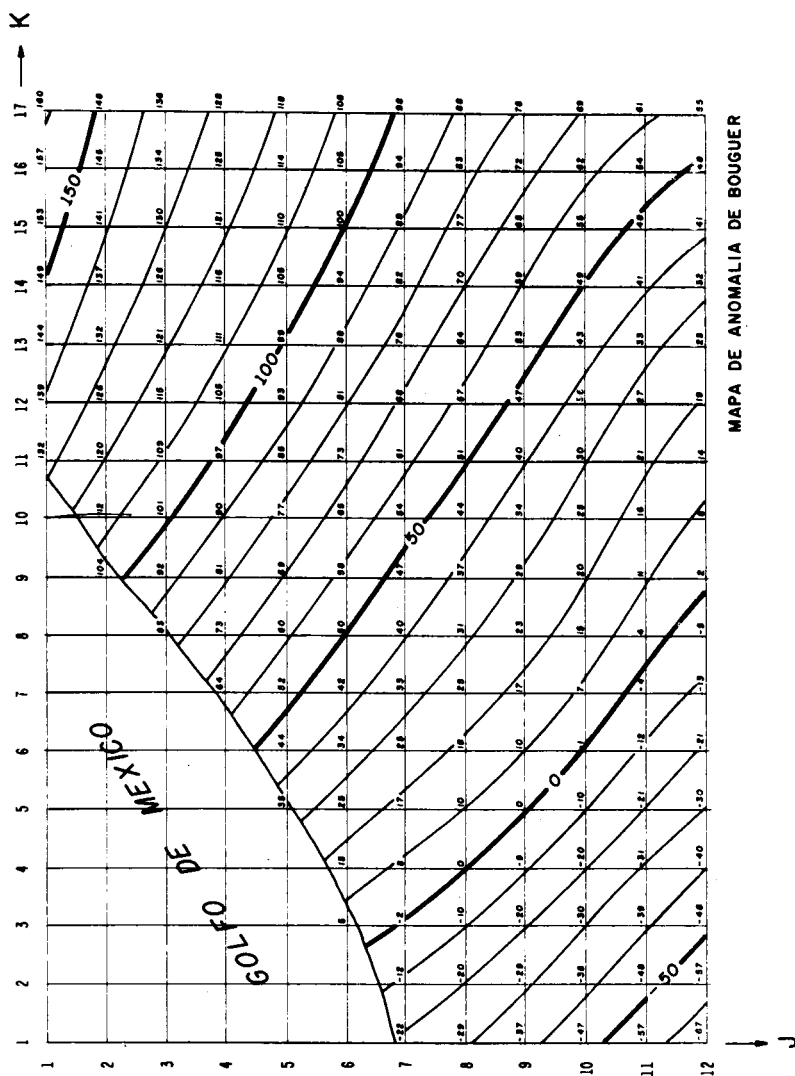


FIGURA 1.—MAPA DE ANOMALIA DE BOUGUER



A continuación se procede a numerar tanto los renglones como las columnas, denominándose con la letra J a los valores que están en la vertical (renglones) y por K a los de la horizontal (columnas), por lo que cuando queramos referirnos a un valor particular de anomalía que esté en el reglón 6, columna 10, lo expresaremos con subíndices en la siguiente forma:  $A_{6, 10} = 65$  y en forma general como  $A_{J, K}$ .

Los valores así obtenidos se vacían en hojas de datos, para lo cual hay que considerar que la tarjeta perforada tiene capacidad para 80 dígitos y de que cada dato deberá tener igual número de dígitos y su signo (Figura 2).

A partir de estas hojas, se copian los datos en tarjetas perforadas, las cuales deben de ser muy bien revisadas, ya que como es sabido, no es deseable tener un dato con error, ya que éste influye en tantos resultados como datos intervengan en el cálculo.

En esta etapa, pudiera presentarse el problema de que los valores de anomalía fueran cantidades relativamente grandes, las cuales es conveniente reducirlas a fin de no ocupar más memoria en la máquina, que la indispensable.

Los casos que puedan presentarse, son los siguientes:

1o.—Gran intensidad en las anomalías, con un gradiente regional pequeño (Figura 3a).

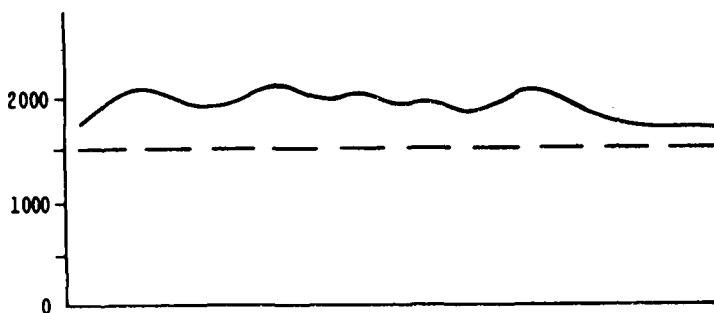


FIGURA 3a.—PERFIL GRAVIMETRICO CON UN GRADIENTE REGIONAL PEQUEÑO

En este caso es conveniente restar una cantidad constante, siempre y cuando los nuevos valores reduzcan el número de las cifras que los representan.

20.—Gran intensidad en las anomalías, con un gradiente regional grande (Figura 3b).

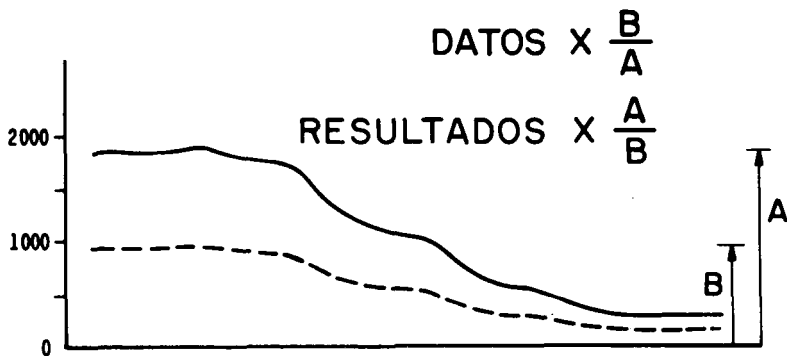


FIGURA 3b.—PERFIL GRAVIMETRICO EN UN GRADIENTE REGIONAL GRANDE

Este caso se resuelve usando un factor que nos reduzca la amplitud de las anomalías, teniendo presente que los resultados deberán multiplicarse por un factor inverso.

### ELIMINACION DEL EFECTO REGIONAL

En este caso analizaremos el método conocido como promedio de 9 puntos y cuya expresión matemática es la siguiente (Figura 4):

$$A_R = A_0 - \frac{A_0 + \sum A(r) + \sum A(r\sqrt{2})}{9}$$

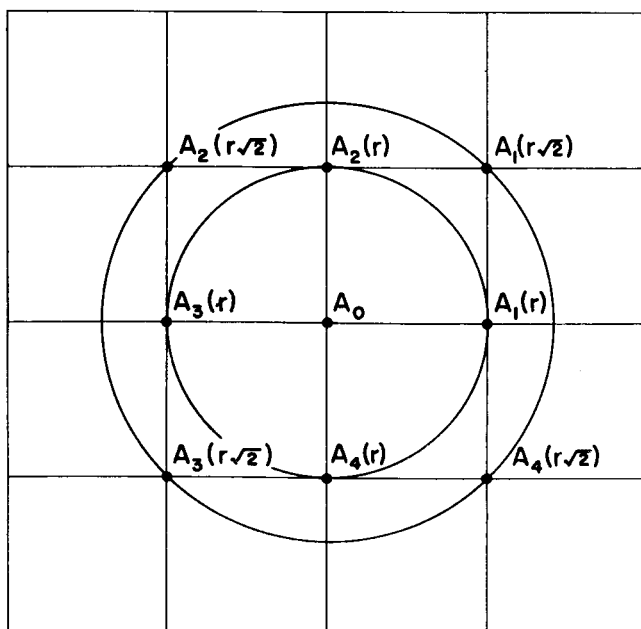
$A_R$  = Anomalía residual

$A_0$  = Anomalía de Bouguer en el punto en donde se desea hacer la eliminación de efecto reg.

$A(r)$  = Valores de anomalía de Bouguer a una distancia  $r$  del valor  $A_0$

$A(r\sqrt{2})$  = Valores de anomalía de Bouguer a una distancia  $r\sqrt{2}$  del valor  $A_0$

# ELIMINACION DEL EFECTO REGIONAL METODO: PROMEDIO DE 9 PUNTOS



$$A_R = A_0 - \frac{A_0 + \sum A(r) + \sum A(r\sqrt{2})}{9}$$

FIGURA 4

Lo anterior, visto en nuestra cuadrícula, podemos expresarlo de la manera siguiente (Figura 5), y la ecuación será:

$$A_R = A_{J,K} - \frac{A_{J,K} + A_{J,K+1} + A_{J+1,K} + A_{J,K-1} + A_{J-1,K}}{9}$$

$$- \frac{A_{J+1,K+1} + A_{J+1,K-1} + A_{J-1,K-1} + A_{J-1,K+1}}{9}$$

La cual es una ecuación que puede ser procesada por una calculadora electrónica.

Ahora nos queda por resolver, ya que el problema es repetitivo, cómo deben variar los subíndices, a fin de que la máquina calcule automáticamente la hoja o el área que se pretende procesar, barriendo ya sea por renglones o por columnas, según se desee. El mecanismo se explica con el siguiente diagrama de flujo, cuya función principal es la de auxiliarnos en la elaboración del programa de cálculo que debe de seguir la máquina.

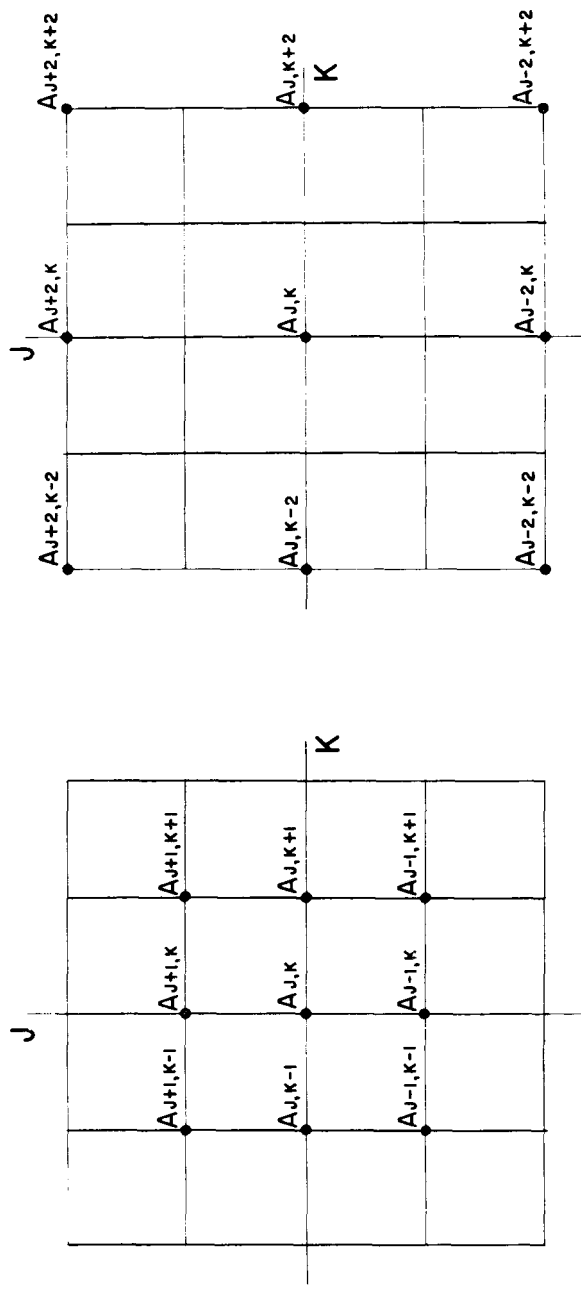
En este diagrama de flujo primero se habla de reservar memoria, esto tiene como significado el de indicarle a la máquina que reserve una área con dimensiones iguales a las que tenga el arreglo que deseamos procesar. A continuación ordenamos lectura de datos, aquí debemos indicar cuántos dígitos tienen nuestros datos considerando al signo como un dígito.

El siguiente paso será definir a  $J$  y  $K$ , o sea indicar el punto donde se inicia el cálculo; inmediatamente después, se presenta la o las ecuaciones que se vayan a calcular y como siguiente paso se pide se perforen en tarjetas los resultados obtenidos, lo que constituye la salida de la máquina.

En seguida se procede a incrementar el valor de  $K$ , si se desea calcular por renglones, y a comparar su valor con un valor máximo igual al valor de la columna que impide que nuestra figura se salga del área de datos. Cuando el valor de  $K$  iguale al valor de  $KMAX$ , se habrá terminado el cálculo correspondiente a un renglón; no obstante, se incrementará nuevamente a  $K$  y al hacer la comparación con  $KMAX$ , encontrará que la diferencia es positiva e



## ELIMINACION DEL EFECTO REGIONAL — METODO: PROMEDIO 9 PUNTOS



$$A_R = A_{J,K} - \frac{A_{J,K} + A_{J,K+1} + A_{J+1,K} + A_{J,K-1} + A_{J-1,K}}{9} - \frac{A_{J+1,K+1} + A_{J+1,K-1} + A_{J-1,K-1} + A_{J-1,K+1}}{9}$$

$$A_R = A_{J,K} - \frac{A_{J,K} + A_{J,K+2} + A_{J+2,K} + A_{J,K-2} + A_{J-2,K}}{9} - \frac{A_{J+2,K+2} + A_{J+2,K-2} + A_{J-2,K-2} + A_{J-2,K+2}}{9}$$

ESPACIAMIENTO 1

ESPACIAMIENTO 2

FIGURA 5

# ELIMINACION DEL EFECTO REGIONAL METODO PROMEDIO DE 9 PUNTOS DIAGRAMA DE FLUJO

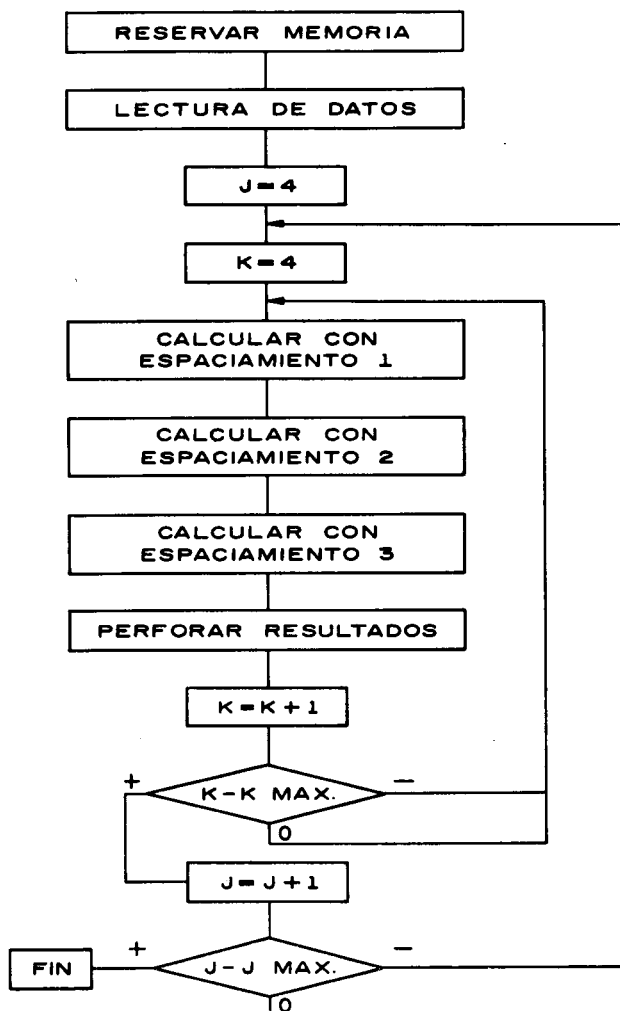


FIGURA 6

inmediatamente incrementará a  $J$ .  $K$  tomará nuevamente su valor inicial el cual con  $J$  constante se irá incrementando hasta llegar nuevamente al valor máximo, en donde  $J$  tomará nuevamente un incremento, o lo que es lo mismo se habrá hecho un cambio de renglón. Este mecanismo se efectuará hasta que  $J$  tome su valor máximo y cuando  $J - J_{MAX}$  sea positivo, la máquina habrá terminado el proceso y quedará lista para leer los nuevos datos que se deseen someter al mismo cálculo.

## P R O G R A M A

El siguiente programa corresponde al diagrama de flujo anterior, este programa está escrito en Fortran II, el cual interpreta la máquina por medio de un programa traductor y lo transforma al lenguaje de máquina (lenguaje básico, Figura 7).

## R E S U L T A D O S

Como se dijo anteriormente, los resultados nos los proporciona la máquina en tarjetas perforadas, las que pueden ser listadas en una máquina impresora, de cuyas hojas podemos vaciar a planos topográficos que tengan la misma cuadrícula que nos sirvió para leer datos y en cuyos cruces correspondientes anotaremos los resultados, para posteriormente hacer las configuraciones correspondientes.

Cabe hacer mención que existen aparatos graficadores, los que a partir de tarjetas perforadas construyen automáticamente los mapas que nosotros a la fecha hacemos manualmente.

## SISTEMATIZACION DEL CALCULO DE LA SEGUNDA DERIVADA DE LA COMPONENTE VERTICAL DE LA GRAVEDAD

Para efectuar el cálculo de la segunda derivada de la componente vertical de la gravedad, podemos hacer uso de los métodos de Rolan G. Henderson, Geophysics 1949 y el de Thomas A. Elkins, Geophysics 1951, los que están expresados por las siguientes ecuaciones:

```

C      ELIMINACION DE EFECTO REGIONAL (METODO - PROMEDIO DE 9 PUNTOS)
      DIMENSION A(51,51),IB(40)
      1 READ 100, (IB(I),I=1,40)
100    FORMAT(40A2)
      READ 101,N,M
101    FORMAT(2I4)
      READ 102,((A(J,K),K=1,M),J=1,N)
102    FORMAT(17F4.0)
      3 PUNCH 405
405    FORMAT(61HELMINACION DE EFECTO REGIONAL - METODO,PROMEDIO DE 9 PUN
      INTOS /      )
      PUNCH 406
406    FORMAT(/13X,1HJ,5X,1HK,5X,5HANOM.,10X,5HESP 1,10X,5HESP 2,10X,5HES
      1P 3      )
      PUNCH 301,(IB(I),I=1,40)
      JMAX=45
      KMAX=45
      J=4
4    K=4
      5 ESP1=A(J,K)-(A(J,K)+A(J,K+1)+A(J+1,K)+A(J,K-1)+A(J-1,K)+A(J+1,K+1
      1)+A(J+1,K-1)+A(J-1,K-1)+A(J-1,K+1))/9.0
      ESP2=A(J,K)-(A(J,K)+A(J,K+2)+A(J+2,K)+A(J,K-2)+A(J-2,K)+A(J+2,K+2)
      1+A(J+2,K-2)+A(J-2,K-2)+A(J-2,K+2))/9.0
      ESP3=A(J,K)-(A(J,K)+A(J,K+3)+A(J+3,K)+A(J,K-3)+A(J-3,K)+A(J+3,K+3)
      1+A(J+3,K-3)+A(J-3,K-3)+A(J-2,K+2))/9.0
      PUNCH 400,J,K,A(J,K),ESP1,ESP2,ESP3
400    FORMAT (10X,I4,2X,I4,4X,F6.1,3(5X,F10.1))
      K=K+1
      IF(K-KMAX)5,5,5
      6 J=J+1
      IF(J-JMAX)4,4,2
      2 PAUSE
      GO TO 1
      END

```

FIGURA 7.—PROGRAMA EN FORTRAN II PARA MAQUINA  
CALCULADORA IBM 1620

## HENDERSON

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{3 r^2} [8 A_0 - 4 \bar{A}(r) - 4 \bar{A}(r \sqrt{2})]$$

en donde

$r$  = espaciamiento en el terreno expresado en centímetros.

$A_0$  = anomalía de Bouguer en el punto en donde se desea hacer el cálculo de la segunda derivada.

$\bar{A}(r)$  = valor medio de la anomalía a una distancia  $r$  del valor  $A_0$ .

$\bar{A}(r \sqrt{2})$  = valor medio de la anomalía de Bouguer a una distancia  $r \sqrt{2}$  del valor  $A_0$  (Figura 8).

## ELKINS

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{62 r^2} [44 A_0 + 4 \Sigma A(r) - 3 \Sigma A(r \sqrt{2}) - 6 \Sigma A(r \sqrt{5})]$$

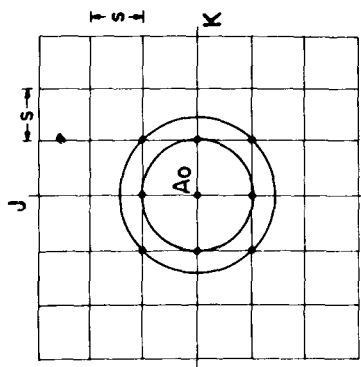
y usando la nomenclatura adoptada anteriormente tenemos:

## HENDERSON

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{3 r^2} (8 A_{J,K} - A_{J,K+1} - A_{J+1,K} - A_{J,K-1} - A_{J-1,K} - \\ - A_{J+1,K+1} - A_{J+1,K-1} - A_{J-1,K-1} - A_{J-1,K+1})$$

## SEGUNDA

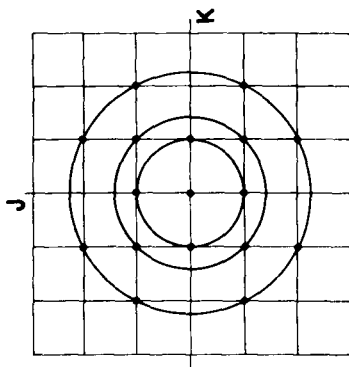
## DERIVADA



HENDERSON

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{3r^2} \left( 8A_0 - 4\bar{A}(r) - 4\bar{A}(r\sqrt{2}) \right)$$

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{3r^2} \left( 8A_{J,K} - A_{J,K+1} - A_{J,K-1} - A_{J+1,K} - A_{J-1,K} - A_{J+1,K+1} - A_{J+1,K-1} - A_{J-1,K-1} - A_{J-1,K+1} \right)$$



ELKINS

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{62r^2} \left[ 44A_0 + 4\sum A(r) - 3\sum A(r\sqrt{2}) - 6\sum A(r\sqrt{5}) \right]$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{62r^2} & \left[ 44A_{J,K} + 4(A_{J,K+1} + A_{J-1,K} + A_{J,K-1} + A_{J+1,K}) - \right. \\ & - 3(A_{J+1,K+1} + A_{J-1,K+1} + A_{J-1,K-1} + A_{J+1,K-1}) - \\ & - 6(A_{J+2,K+1} + A_{J+1,K+2} + A_{J-1,K+2} + A_{J-2,K+1} + \\ & \left. + A_{J-2,K-1} + A_{J-1,K-2} + A_{J+1,K-2} + A_{J+2,K-1}) \right] \end{aligned}$$

FIGURA 8

## E L K I N S

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{62 r^2} [ 44A_{J,K} + 4 (A_{J,K+1} + A_{J-1,K} + A_{J,K-1} + A_{J+1,K}) - \\ - 3 (A_{J+1,K+1} + A_{J-1,K+1} + A_{J-1,K-1} + A_{J+1,K-1}) - \\ - 6 (A_{J+2,K+1} + A_{J+1,K+2} + A_{J-1,K+2} + A_{J-2,K+1} + \\ + A_{J-2,K-1} + A_{J-1,K-2} + A_{J+1,K-2} + A_{J+2,K-1}) ]$$

Para la aplicación de estos métodos se necesita que los datos tengan la misma presentación que para el caso de eliminación del efecto regional, lo cual significa una gran ventaja, ya que con un costo adicional relativamente pequeño se obtienen planos de segunda derivada de la componente vertical de la gravedad, los que como es del conocimiento común, tienen algunas propiedades muy apreciadas.

A continuación se presenta un diagrama de flujo y el programa de cálculo correspondiente que comprende el cálculo de la eliminación del efecto regional y el cálculo de la segunda derivada por los dos métodos anteriormente mencionados (Figuras 9 y 10).

Haciendo uso de los switches 1 y 2 de la consola de la 1620, se selecciona el método que se desee emplear y al terminar el proceso del cálculo, la máquina queda lista, para que con el mismo programa y mismos datos, cambiando las posiciones de los switches 1 y 2 se le indique, según deseo qué proceso de cálculo debe seguir.

---

## DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL

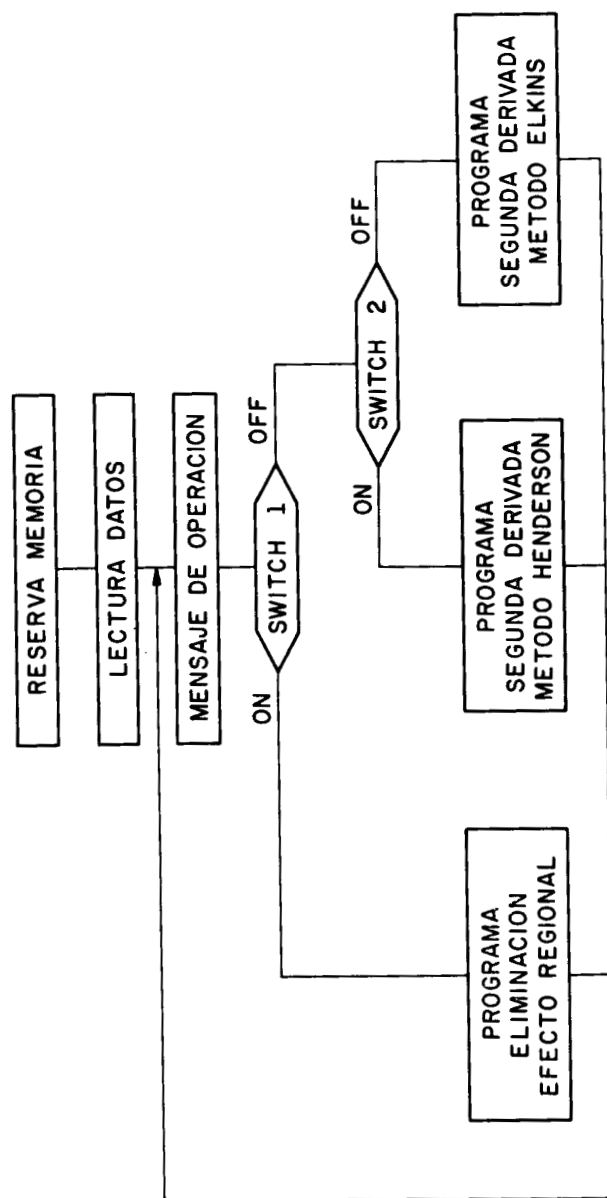


FIGURA 9



```

C   ELIMINACION DE EFECTO REGIONAL (METODO - PROMEDIO DE 9 PUNTOS), -
C   CALCULO DE LA SEGUNDA DERIVADA DE LA COMPONENTE VERTICAL DE LA -
C   GRAVEDAD (METODOS - HENDERSON GEOPHISICS 1949 Y ELKINS GEOPHISICS
C   1951 )
      DIMENSION A(51,51),IB(40)
      1 READ 100, (IB(I),I=1,40)
100  FORMAT(40A2)
      READ 101,N,M
101  FORMAT(2I4)
      READ 102,((A(J,K),K=1,M),J=1,N)
102  FORMAT(17F4.0)
      2 PRINT 103
103  FORMAT(17HSELECCIONE METODO/39HSW1 ON - ELIMINACION DE EFECTO REGI
      ONAL /57HSW1 OFF,SW2 ON - CALCULO DE SEGUNDA DERIVADA - HENDERSON
      2/55HSW1 OFF,SW2 OFF - CALCULO DE SEGUNDA DERIVADA - ELKINS )
      PAUSE
      11 (SENSE SWITCH1)3,8
      3 PUNCH 405
405  FORMAT(61HELIMINACION DE EFECTO REGIONAL - METODO,PROMEDIO DE 9 PU
      NTOS (/ )
      PUNCH 406
406  FORMAT(/13X,1HJ,5X,1HK,5X,5HANOM.,10X,5HESP 1,10X,5HFSP 2,10X,5HES
      1P 3 )
      PUNCH 301,(IB(I),I=1,40)
      JMAX=45
      KMAX=45
      J=4
44  K=4
      5 ESP1=(A(J,K)-(A(J,K)+A(J,K+1)+A(J+1,K)+A(J,K-1)+A(J-1,K)+A(J+1,K+1)
      +A(J+1,K-1)+A(J-1,K-1)+A(J-1,K+1))/9.0
      ESP2=(A(J,K)-(A(J,K)+A(J,K+2)+A(J+2,K)+A(J,K-2)+A(J-2,K)+A(J+2,K+2)

```

FIGURAS 10, 10a, 10b.—PROGRAMA FORTRAN II PARA  
ELIMINACION DE EFECTO REGIONAL

```

1+Λ(J+2,K-2)+Λ(J-2,K-2)+Λ(J-2,K+2))/9.0
ESP3=Λ(J,K)-Λ(J,K)+Λ(J,K+3)+Λ(J+3,K)+Λ(J,K-3)+Λ(J-3,K)+Λ(J+3,K+3)
1+Λ(J+3,K-3)+Λ(J-3,K-3)+Λ(J-2,K+2))/9.0
PUNCH 400,J,K,Λ(J,K),ESP1,ESP2,ESP3
400 FORMAT (10X,14,2X,14,4X,F6.1,3(5X,F10.1))
K=K+1
IF(K-KMAX)5,5,6
6 J=J+1
IF(J-JMAX)4,4,2
3 IF(SENSE SWITCH 2)9,14
9 PUNCH 300
300 FORMAT(71HCALCULO DE LA SEGUNDA DERIVADA DE L' COMPONENTE VERTICAL
1 DE LA GRAVEDAD/23X,37HMETODO DE HENDERSON - GEOPHYSICS 1949 //)
PUNCH 301,(1B(1),1=1,40)
301 FORMAT(30A2/10^2,/)
PUNCH 500
500 FORMAT(6X,1HJ,6X,1HK,7X,1HA,7X,5HESP 1,5X,5HESP 2,5X,5HESP 3,5X,5H
1ESP 4,5X,5HESP 5,/)
KMAX=46
JMAX=46
J=6
10 K=6
11 ESP1=(3.0*Λ(J,K)-Λ(J-1,K-1)-Λ(J-1,K)-Λ(J-1,K+1)-Λ(J,K-1)-Λ(J,K+1)-
1Λ(J+1,K-1)-Λ(J+1,K)-Λ(J+1,K+1))/(3.0*0.15625)
ESP2=(3.0*Λ(J,K)-Λ(J-2,K-2)-Λ(J-2,K)-Λ(J-2,K+2)-Λ(J,K-2)-Λ(J,K+2)-
1Λ(J+2,K-2)-Λ(J+2,K)-Λ(J+2,K+2))/(3.0*0.625)
ESP3=(3.0*Λ(J,K)-Λ(J-3,K-3)-Λ(J-3,K)-Λ(J-3,K+3)-Λ(J,K-3)-Λ(J,K+3)-
1Λ(J+3,K-3)-Λ(J+3,K)-Λ(J+3,K+3))/(3.0*1.40625)
ESP4=(3.0*Λ(J,K)-Λ(J-4,K-4)-Λ(J-4,K)-Λ(J-4,K+4)-Λ(J,K-4)-Λ(J,K+4)-
1Λ(J+4,K-4)-Λ(J+4,K)-Λ(J+4,K+4))/(3.0*2.5)
ESP5=(3.0*Λ(J,K)-Λ(J-5,K-5)-Λ(J-5,K)-Λ(J-5,K+5)-Λ(J,K-5)-Λ(J,K+5)-
1Λ(J+5,K-5)-Λ(J+5,K)-Λ(J+5,K+5))/(3.0*3.90625)
PUNCH 303,J,K,Λ(J,K),ESP1,ESP2,ESP3,ESP4,ESP5

```

FIGURA 10a

```

303 FORMAT(4X,13 ,4X,13 ,6(5X,F5.0))
      K=K+1
      IF(K-KMAX)11,11,12
12 J=J+1
      IF(J-JMAX)10,10,12
14 PUNCH 306
306 FORMAT(71HCALCULO DE LA SEGUNDA DERIVADA DE LA COMPONENTE VERTICAL
      1 DE LA GRAVEDAD/20X,35HMETODO DE ELKINS - GEOPHISICS 1951 ,// )
      PUNCH 301,(1B(1),1=1,40)
      PUNCH 307
307 FORMAT(13X,1HJ,5X,1HK,6X,5HANOM.,14X,5HESP 1,15X,5HESP 2,/)
      KMAX=46
      JMAX=46
      J=6
17 K=6
18 ESP1=(44.0*A(J,K)+4.0*(A(J,K+1)+A(J-1,K)+A(J,K-1)+A(J+1,K))-3.0*(
      1A(J+1,K+1)+A(J-1,K+1)+A(J-1,K-1)+A(J+1,K-1))-6.0*(A(J+2,K+1)+A(J+1
      2,K+2)+A(J-1,K+2)+A(J-2,K+1)+A(J-2,K-1)+A(J-1,K-2)+A(J+1,K-2)+A(J+2
      3,K-1)))/(62.0*9.6875)
      ESP2=(44.0*A(J,K)+4.0*(A(J,K+2)+A(J-2,K)+A(J,K-2)+A(J+2,K))-3.0*(
      1A(J+2,K+2)+A(J-2,K+2)+A(J-2,K-2)+A(J+2,K-2))-6.0*(A(J+4,K+2)+A(J+2
      2,K+4)+A(J-2,K+4)+A(J-4,K+2)+A(J-4,K-2)+A(J-2,K-4)+A(J+2,K-4)+A(J+4
      3,K-2)))/(62.0*38.75)
      PUNCH 308,J,K,A(J,K),ESP1,ESP2
308 FORMAT(10X,14,2X,14,5X,F6.1,10X,F10.1,10X,F10.1 )
      K=K+1
      IF(K-KMAX)18,18,19
19 J=J+1
      IF(J-JMAX)17,17,2
      END

```

FIGURA 10b

## BIBLIOGRAFIA

THOMAS A. ELKINS.—“The Second Derivative Method of Gravity Interpretation”. Geophysics — 1951 — Vol. XVI. Pág. 29-50.

ROLAND G. HENDERSON and ISIDORE ZIETZ.—“The Computation of Second Vertical Derivatives of Geomagnetic Fields”. Geophysics — 1949 — Vol. XIV. Pág. 508-534.



## NORMAS DE OPERACION PARA TRABAJOS SISMICOS MARINOS \*

Por el Ing. *Antonio C. Limón* \*\*

### RESUMEN

La aplicación de normas de operación en los trabajos sísmicos marinos representa una garantía de calidad en el desarrollo de estos trabajos, lo que contribuye notablemente a la obtención de registros útiles.

El sismólogo se enfrenta en las exploraciones marinas a problemas diferentes o poco conocidos en los trabajos de tierra, como son las reverberaciones y los efectos de difracción, cuya solución, en la actualidad puede ser bastante satisfactoria mediante procesos ópticos o electrónicos, siempre y cuando se tenga la seguridad de disponer de un trabajo óptimo de campo.

Por lo tanto el empleo de un rigorismo técnico en las normas de operación se justifica plenamente.

Estas normas han sido elaboradas con las experiencias obtenidas en los trabajos sismológicos marinos llevados a cabo por Petróleos Mexicanos en el Golfo de México.

---

\* Trabajo presentado en la III Convención de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, Monterrey, N. L. Octubre de 1965.

\*\* Gerencia de Exploración, Petróleos Mexicanos.

Actualmente la exploración sismológica marina se ha desarrollado notablemente ya que los frutos de ella obtenidos ofrecen cada vez más atra-yentes perspectivas para su ampliación. Tal es el caso particularmente hablan-do de las exploraciones realizadas por Petróleos Mexicanos en el Golfo de México.

Haciendo un breve resumen histórico de estos trabajos, podemos decir que el primero de ellos fue efectuado en 1949 con el objeto de determinar las condiciones estructurales en la Plataforma Continental, en el tramo compren-dido entre Coatzacoalcos, Ver. y Frontera, Tab. (Figura No. 1).

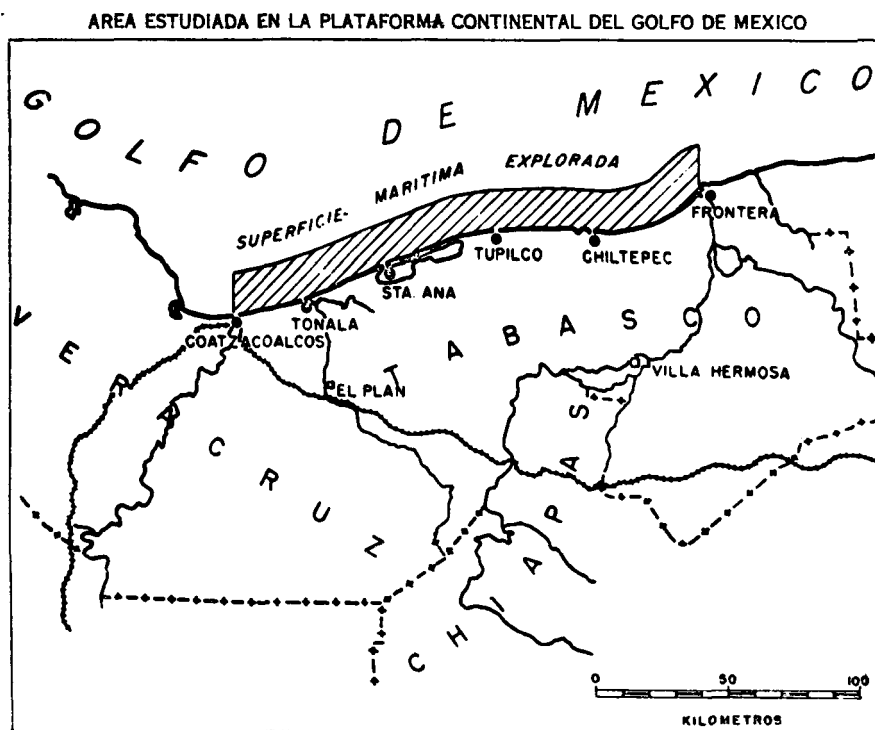


FIGURA 1.—TRABAJO MARINO DE 1949

Estos trabajos fueron realizados por la American Exploration Com-pany, cubriendo una superficie de 3,000 Km. cuadrados.

El segundo trabajo se llevó a cabo en los meses de Mayo a Julio de 1957 y tuvo como objetivo principal determinar la posible continuación de la Faja de Oro en el Golfo de México, ya que ésta estaba definida en su porción terrestre, desde los campos San Diego y Cabo Rojo en el extremo norte, hasta el campo Allende en la parte sur, tal como lo muestra la Figura 2.

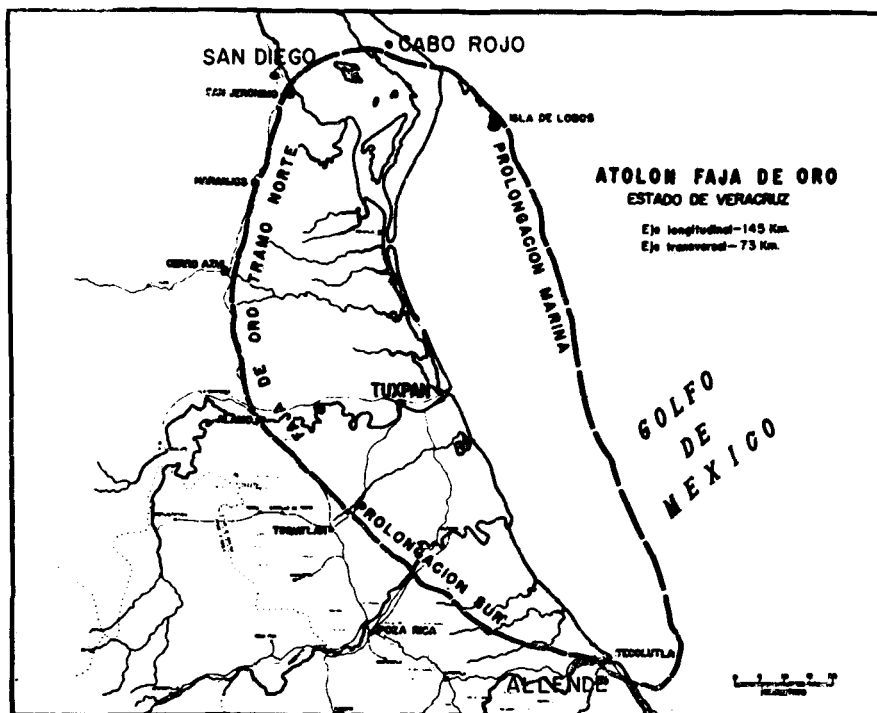


FIGURA 2.—PORCION TERRESTRE DE LA FAJA DE ORO

Estas exploraciones sismológicas fueron realizadas por la Compañía G.S.I., empleando el instrumental siguiente:

Sismógrafo: HTL — 7.000 (Figura 3).

Detector: Tipo electromagnético de bobina móvil, provistos de diafragma para hacerlos sensibles a los cambios de presión.—Marca Electro Tech-EVP-1 (Figura 4).

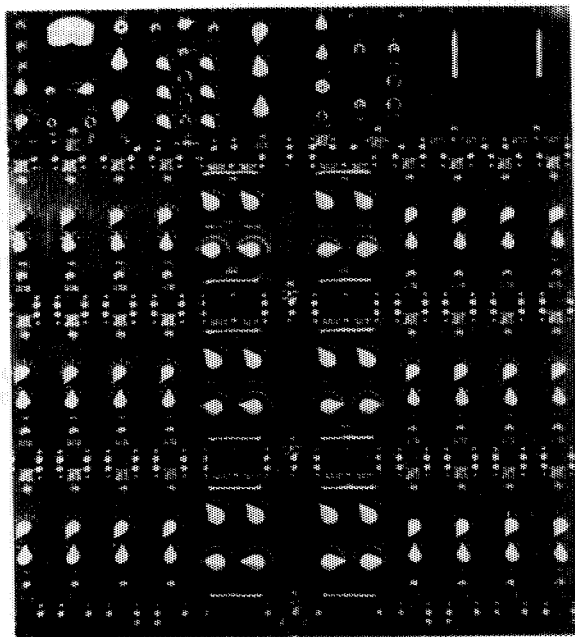


FIGURA 3.—SISMOGRAFO HTL — 7000 EMPLEADO EN LA EXPLORACION DE 1957

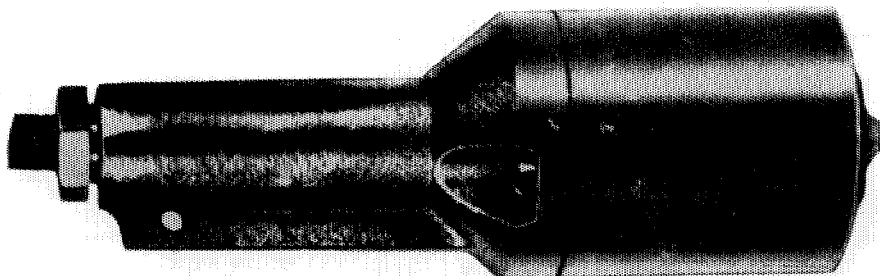


FIGURA 4.—SISMO DETECTOR ELECTRO TECH EVP—1



El área cubierta fue del orden de 1600 Km<sup>2</sup>.

El tercer trabajo fue llevado a cabo por la misma compañía en enero de 1958 con el fin de hacer trabajo de detalle en el área reconocida en la primera exploración o sea Coatzacoalcos y Frontera cubriendo una extensión de 1.713 Km. cuadrados, como lo demuestra la Figura No. 5.

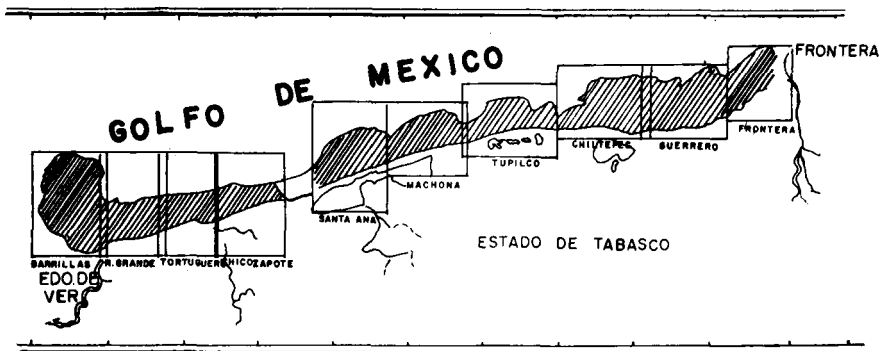


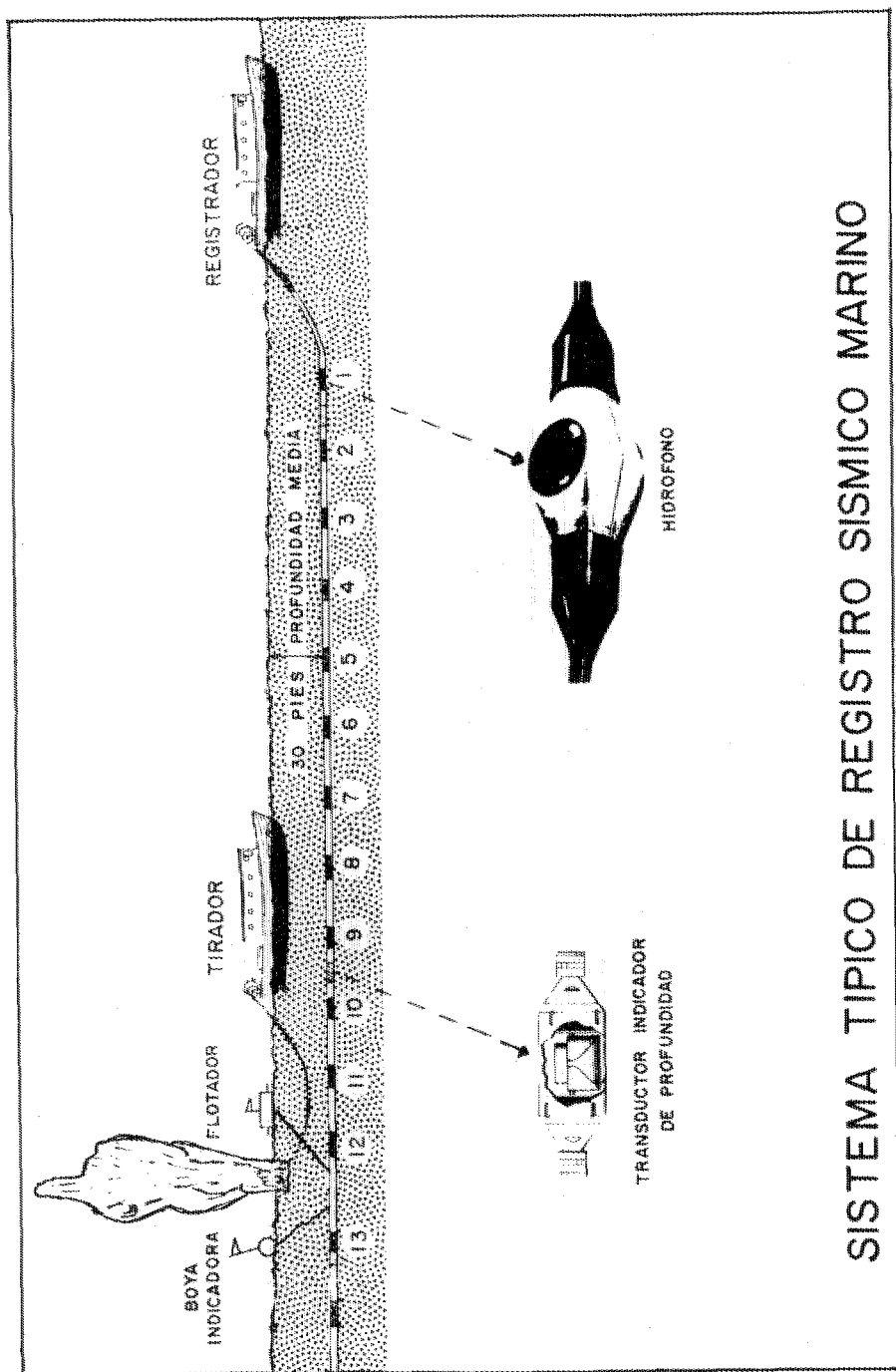
FIGURA 5.—TRABAJO SISMOLOGICO MARINO EN 1958

Hasta el año de 1964 volvieron a reanudarse las exploraciones sísmológicas marinas en el Golfo de México, siendo en esta ocasión el objetivo principal definir el contorno de la Faja de Oro bajo la Plataforma Continental, la cual ya había quedado esbozada en las exploraciones de 1957, asimismo, las observaciones se extendieron hacia el oriente en busca de nuevas estructuras en las áreas adyacentes (Figura No. 6).

Durante el desarrollo de estos trabajos, el personal de Petróleos Mexicanos comisionado para la supervisión, comenzamos a fijar las normas de calidad tanto en las condiciones instrumentales como en la ejecución de las operaciones. Estas normas fue posible fijarlas debido a que la calidad de los instrumentos y fundamentalmente a las nuevas técnicas de operación, permitían obtener registros cualitativamente superiores a los de los trabajos anteriores.

La razón principal de esta mejoría consiste en la disposición de los detectores, los cuales se mantienen a una profundidad uniforme de aproximadamente 30' tal como lo muestra la Figura 7.





SISTEMA TIPO DE REGISTRO SISMICO MARINO

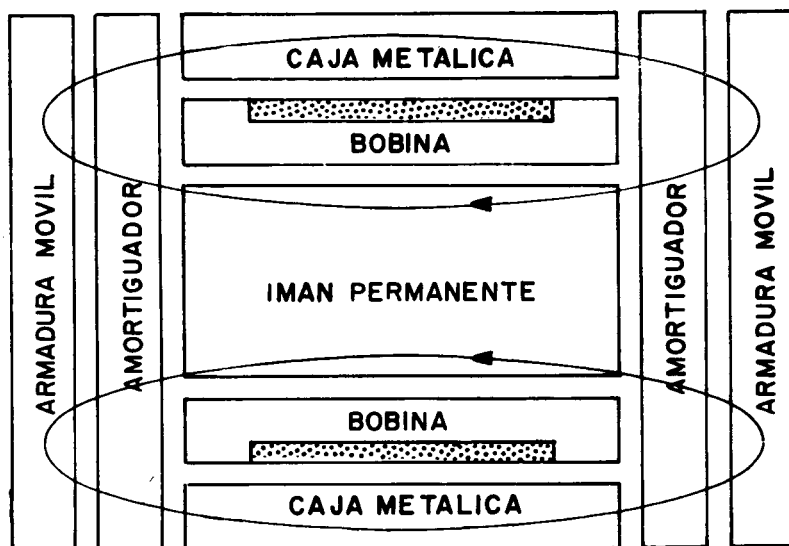
FIGURA 7

En estas condiciones el ruido ambiente detectado es mínimo y generalmente del orden de unos 5 microvolts.

Si los detectores se encuentran muy superficialmente o bien en el fondo del mar, el ruido aumenta considerablemente y por lo tanto las señales detectadas quedan muy restringidas en su rango dinámico.

Antes de entrar en detalle en las normas, se considera conveniente describir en forma somera al más importante elemento en la exploración sísmológica marina; el sismodetector sensible a cambios de presión. Existen dos tipos principales de esta clase de detectores; los de diafragma móvil y los de cristal.

En los de diafragma móvil (Figura 8), la correspondencia que existe entre la variación de presión y la corriente resultante es debido a que los diafragmas al moverse ocasionan una variación proporcional en el flujo magnético, lo que a su vez produce una inducción correspondiente en el devanado, generándose así la corriente de señal.



CORTE ESQUEMATICO DE UN  
SISMO-DETECTOR DE DIAFRAGMA MOVIL

La apariencia exterior de este tipo de detector se muestra en la Figura 9 y sus curvas características de respuesta en la Figura 10.



FIGURA 9

ASPECTO EXTERIOR DE UN SISMO DETECTOR  
DE DIAFRAGMA MOVIL

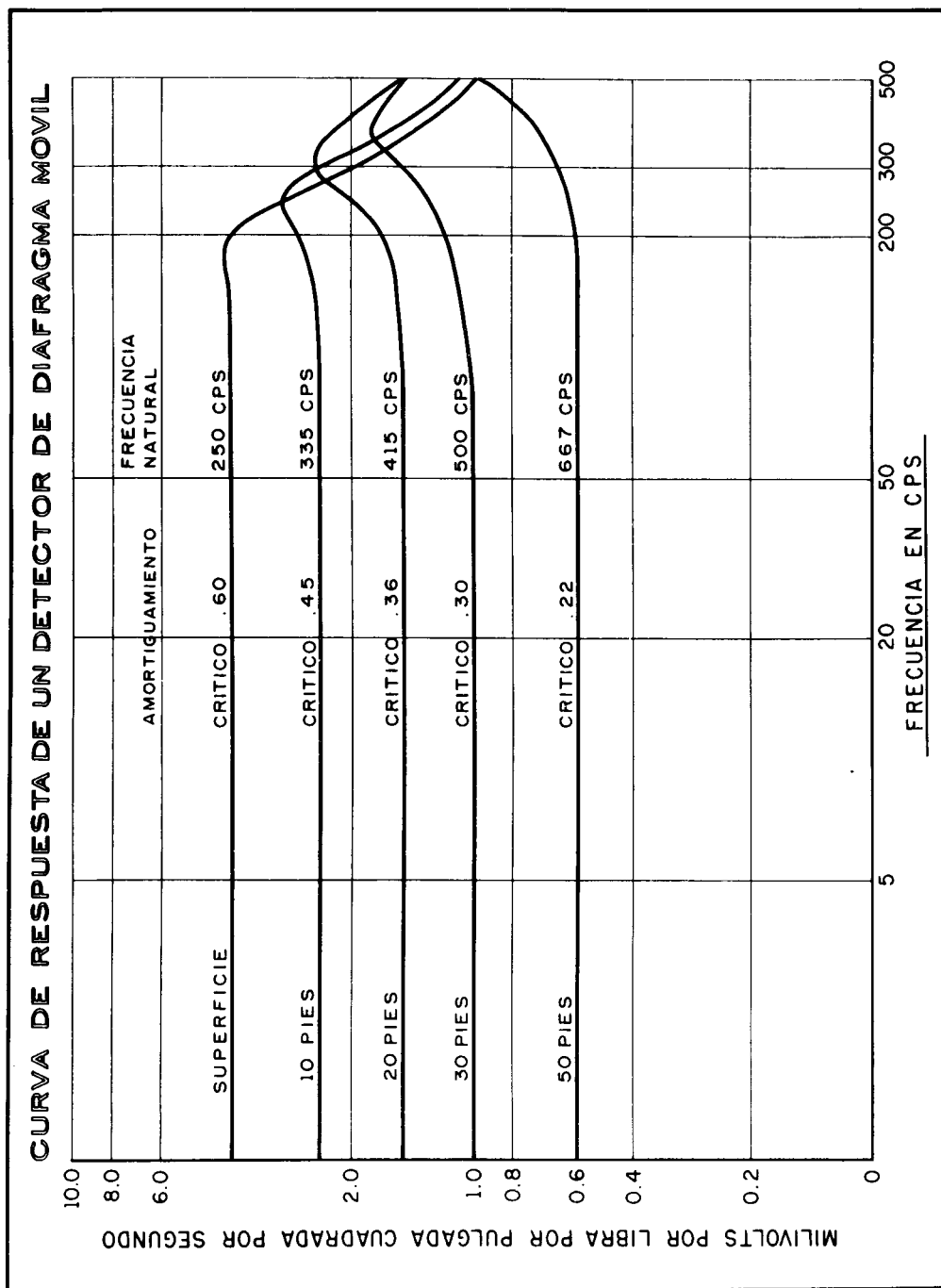


FIGURA 10

Los detectores de cristal operan bajo el principio del efecto piezo eléctrico en el cual, el voltaje generado es proporcional a la presión recibida. Este tipo de transductor resulta sumamente útil para determinar la profundidad del cable ya que la columna de agua que soporta, ejerce una presión uniforme y proporcional a la profundidad. En estas condiciones, en el cable se disponen de varios transductores distribuidos a lo largo del mismo y conectados a sus respectivos indicadores calibrados en pies o metros como la indica la Figura No. 11.

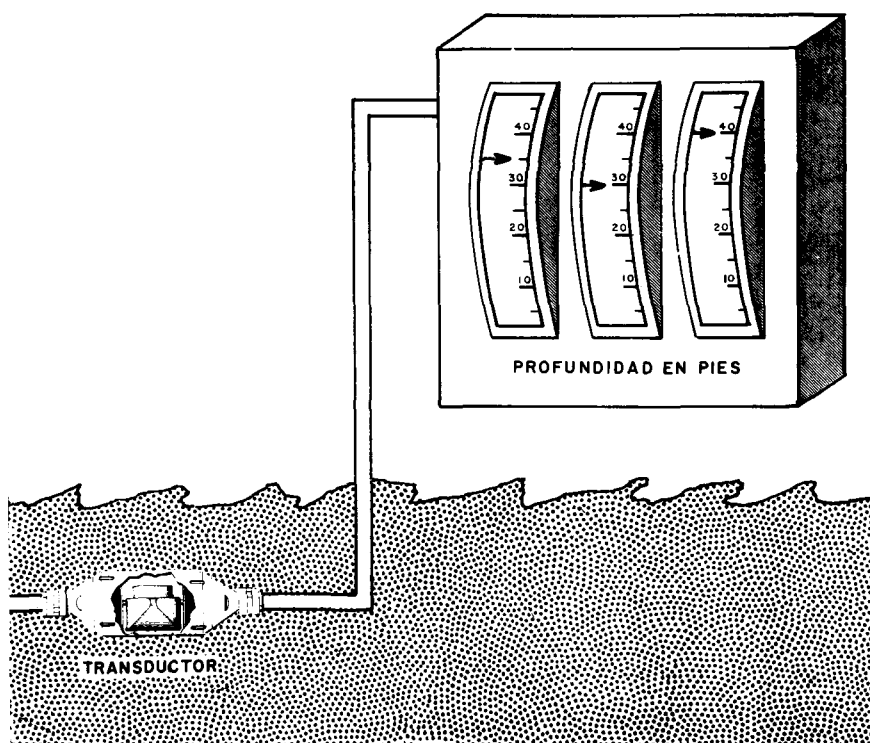
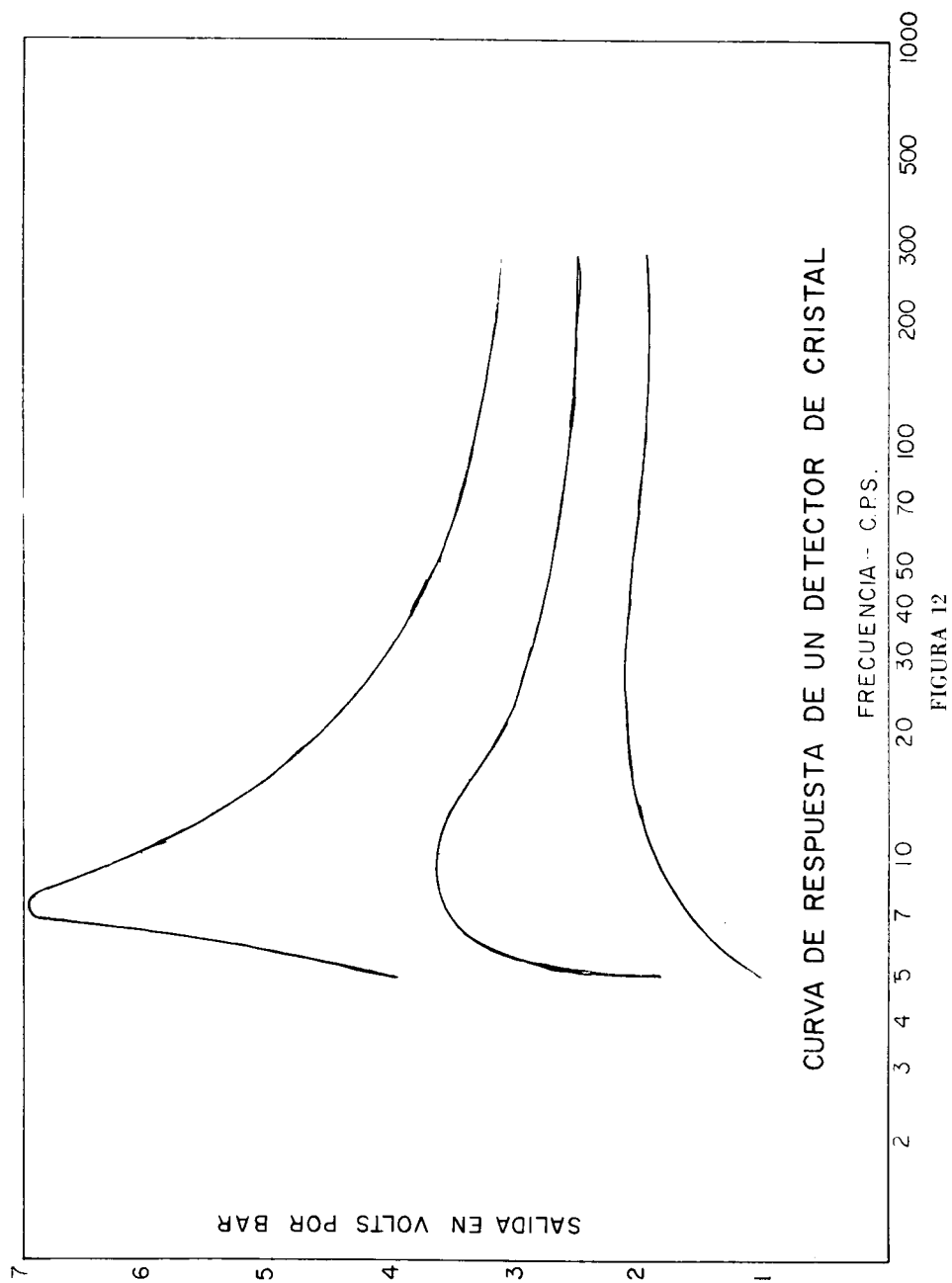


FIGURA 11.

#### TRANSDUCTORES INDICADORES DE PROFUNDIDAD

En las Figuras 12 y 13 se muestran las curvas de respuesta y de impedancia característica de un sismo-detector de cristal.





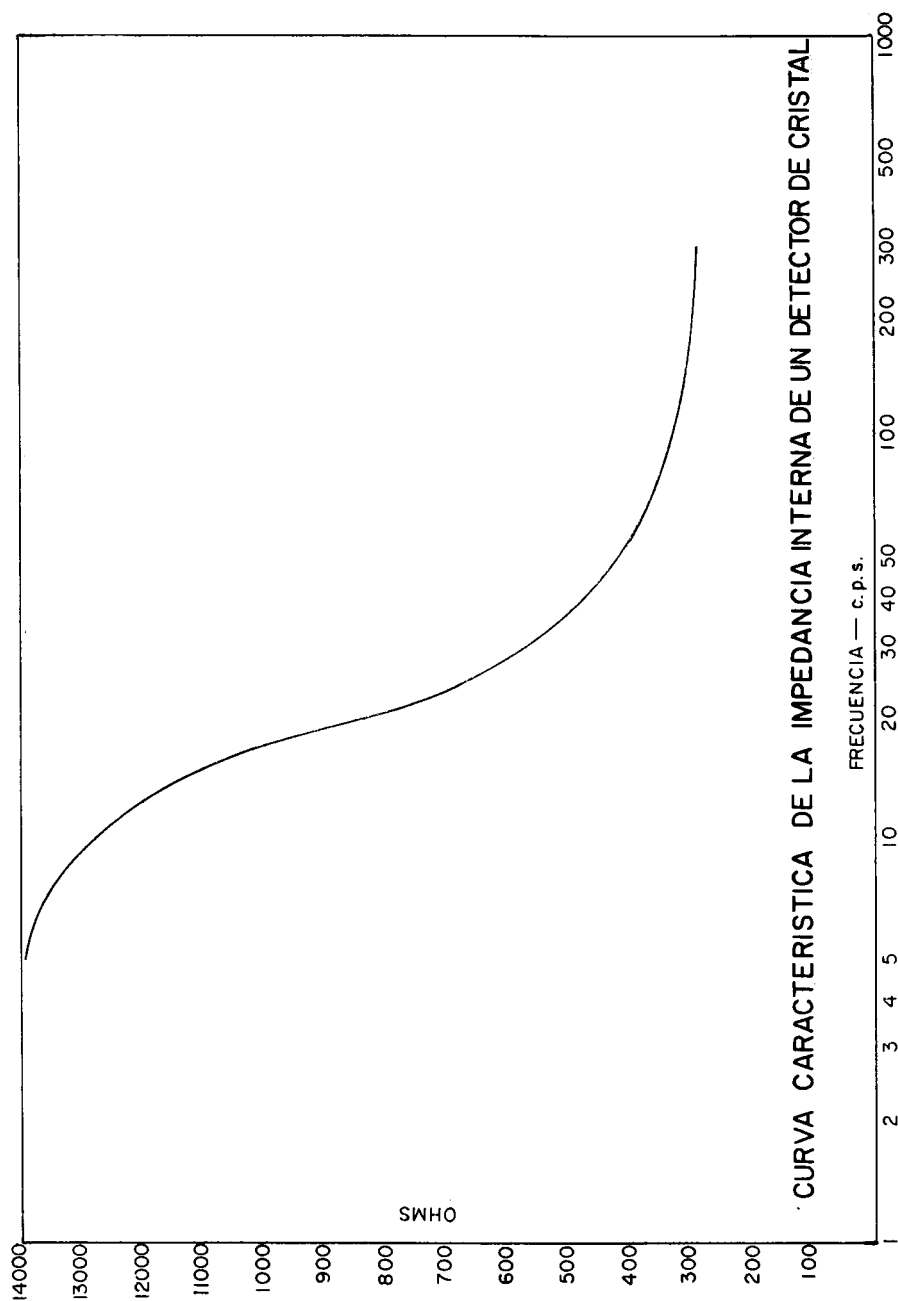


FIGURA 13

# NORMAS DE CALIDAD PARA TRABAJOS SISMICOS MARINOS

## I.- INSTRUMENTALES

| N° | DESCRIPCION                       | CALIDAD                          |
|----|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1  | Ruido inherente de amplificadores | Máximo 0.2 $\mu$                 |
| 2  | Ruido del Registro Magnético      | Máximo 0.4 $\mu$                 |
| 3  | Defasamiento entre canales        | Máximo 1 m.s.                    |
| 4  | Respuesta estática del C.A.G.     | Plana de 1 $\mu$ a 100 milivolts |
| 5  | Respuesta sin C.A.G.              | Lineal de 1 $\mu$ a 100 $\mu$    |
| 6  | Precisión del sistema de tiempo   | $\pm$ 1ms. en 5 seg.             |
| 7  | Acoplamiento entre canales        | Aprox. = -40 D B                 |

## II.- DE CAMPO

| Nº | DESCRIPCION                   | CALIDAD  |
|----|-------------------------------|--|
| 1  | Nivel de ruido ambiente       | Máximo 10 $\mu$  |
| 2  | Relación señal ruido          | 4=1  |
| 3  | Quiebres de referencia        | Siempre bien   |
| 4  | Trazas 1, 12, 13 y 24         | Siempre bien   |
| 5  | Trazas 10, 11, 14 y 15        | Máximo 2 trazas<br>muertas ó débiles<br>en un día        |
| 6  | Trazas restantes              | Máximo 3 trazas<br>muertas ó débiles<br>en un día        |
| 7  | Tiros perdidos (misfires)     | Maximo 2% del<br>trabajo total                           |
| 8  | Tiempos de corte (time break) | Siempre bien   |
| 9  | Fatómetro                     | Registro continuo en<br>todas las líneas ob-<br>servadas |

## TIROS PERDIDOS (MISFIRES)

- a)- Carga sin explotar
- b)- Registros con burbuja
- c)- Trazas 1, 12, 13 y 24      muertas
- d)- Trazas 10,11,14 y 15      muertas



FIGURA 13 A.—SISMOGRAMAS MOSTRANDO EL EFECTO BURBUJA

Las siguientes ilustraciones muestran algunos aspectos interesantes del trabajo efectuado por G. S. I. en 1964 en el Golfo de México.

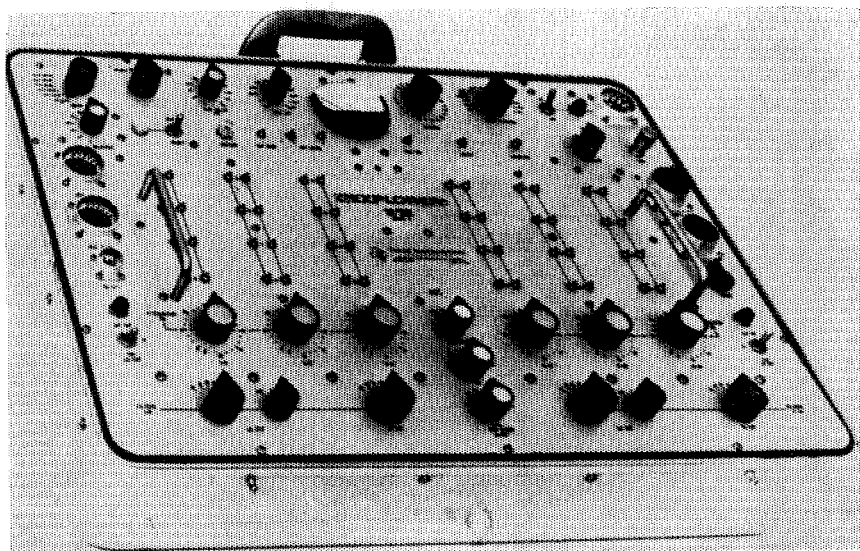


FIGURA 14.—SISMOGRAFO TI — 8000 EMPLEADO EN EL TRABAJO MARINO

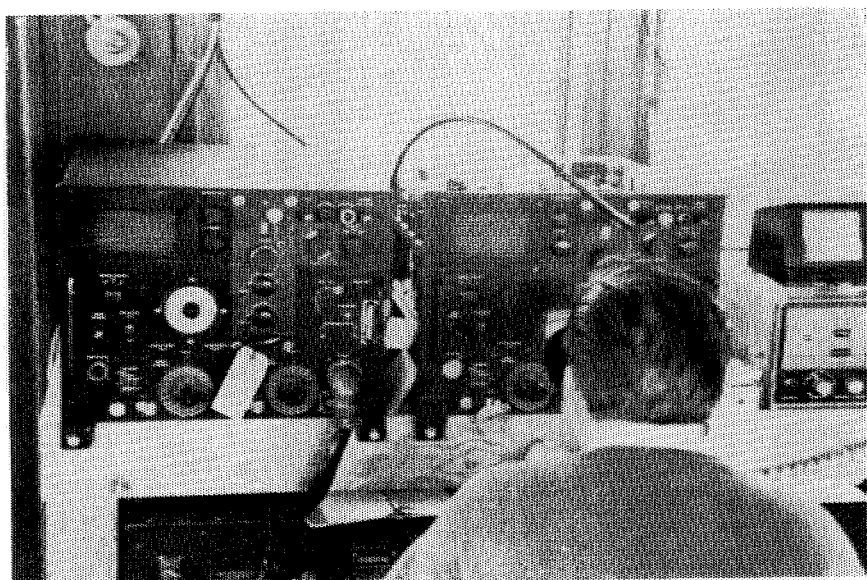


FIGURA 15.—EQUIPO DE SHORAN PARA LOCALIZACION DE PUNTOS DE TIRO

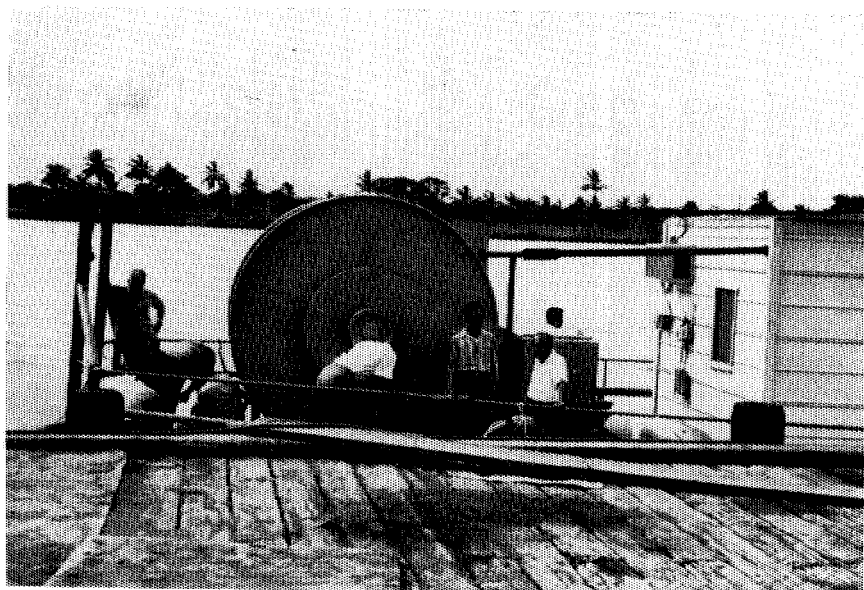


FIGURA 16.— CARBETE PARA EL CABLE Y CABINA DE INSTRUMENTOS

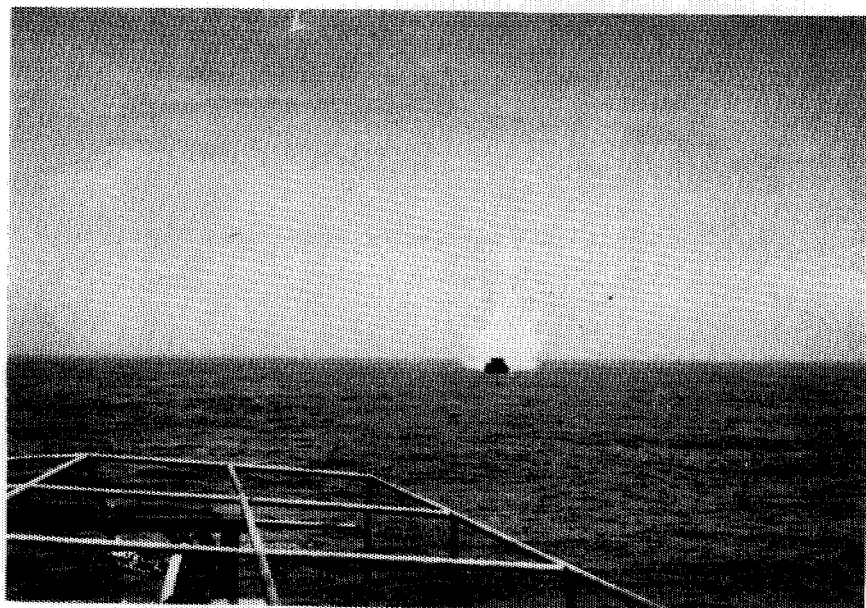


FIGURA 17.—EXPLOSION EN UN PUNTO DE TIRO

## BIBLIOGRAFIA

- 1.—SEG.—Committee on magnetic recording report of subcommittee on definitions and measurements, Geophysics, Vol. XXII No. 4, 1957.
- 2.—L. B.—MCMANIS.—Proposed standard for seismic amplifiers and what mean to field records SEG Convention, Galveston, 1960.
- 3.—Ing. JOSE COFFIN.—Informe de operaciones sísmicas marinas en el Golfo de México, PEMEX, 1954.
- 4.—Ing. FAUSTO AGUILAR.—Técnica seguida en las Exploraciones Sismológicas Marinas.
- 5.—Ing. ARMANDO EGUIA.—El comportamiento sismológico del Atolón conocido con el nombre de "Faja de Oro", Estado de Veracruz.

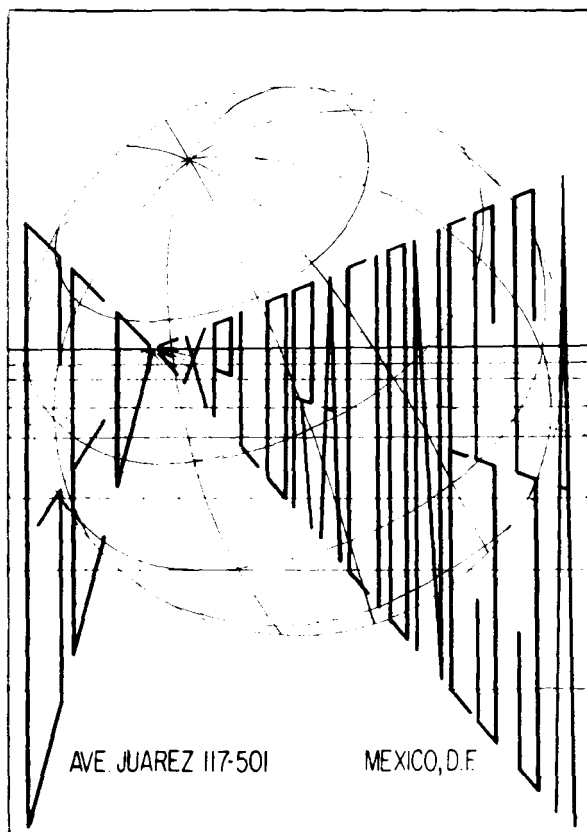


S E R V I C I O S

GEOFISICOS

GEOLOGICOS

FOTOGEOLOGICOS



AVE. JUAREZ 117-501

MEXICO, D.F.

TEL. 46 - 11 - 81

GEOHIDROLOGICOS

RADIOACTIVOS

TOPOGRAFICOS

# **PERFORACIONES, S. A.**

**CONTRATISTA DE PERFORACION  
EXPLORATORIA DESDE 1950 PARA**

**PETROLEOS MEXICANOS**

**SECRETARIA DE MARINA**

**CONSTRUCTORA MALTA, S. A.**

**NATIONAL SOIL SERVICES, CO.**

**CIA. FUNDIDORA DE FIERRO Y  
ACERO DE MONTERREY, S. A.**

**Y PARTICULARES**

**AVENIDA JUAREZ No. 119 - 5o. PISO**

**Teléfonos: 21-37-25 y 21-36-42**

**MEXICO 1, D. F.**

# EXPLORACIONES,

===== S. A. =====



Iturbide No. 36 Desp. 201

Tel. 10-15-64

MEXICO, D. F.



SOCIOS

\$100.00

NO SOCIOS

\$150.00



ADQUIERA UD. LOS VOLUMENES NUMEROS I - II -  
III - IV Y V CORRESPONDIENTES A LOS AÑOS DE 1960  
1961 - 1962 - 1963 Y 1964 EMPASTADOS EN KERATOL  
CON SUS INICIALES GRABADAS EN ORO.

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

La Asociación Mexicana

de

Geofísicos de Exploración

*desea a sus*

**SUBSCRIPTORES,**

**COLABORADORES,**

**ANUNCIANTES Y**

**S O C I O S**

*Una Feliz Navidad*

*y Próspero Año 1966*

# PASO A PASO - LOS CABLES VECTOR SE CONSTRUYEN PARA FUNCIONAMIENTO DURADERO

Tan sólo la Vector fabrica todos los componentes para cables geofísicos en sus plantas.

Existen 38 fórmulas de caucho crudo o neopreno que se pueden mezclar en la máquina mezcladora indicada a la derecha.

Esto asegura al cliente una protección duradera y resistencia más vigorosa.



Este equipo es capaz de reunir 54 pares de conductores dentro de un cable, en una sola operación y a una velocidad promedio de 20 pies por minuto.



Esta operación es sumamente importante ya que la precisión y uniformidad de los espirales de los conductores tienen enorme influencia sobre la confianza total que puede tener en los cables terminados.

Las máquinas retorcedoras Vector pueden producir piezas de hasta 100,000 pies de largo. Se puede obtener cualquier capacidad de resistencia o de conductibilidad.



*Vector fabrica cables para cualquier uso geofísico.  
Llame o escriba a Vector y asegúrese de obtener la mejor calidad.*

## **Vector** Cable Company

antes Vector Manufacturing Co.

5616 Lawndale  
Houston, Texas  
WA 6-8821