



**CONSULTORES Y CONTRATISTAS
DE
GEOLOGIA Y GEOFISICA**

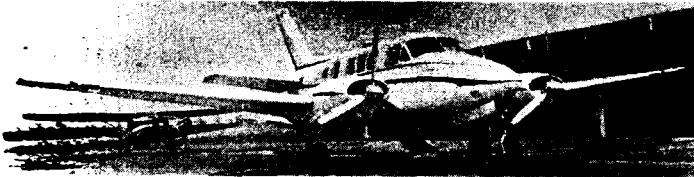
Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A.

RIO BALSAS 101 8º PISO APDO. POSTAL 5-255

MEXICO 5, D. F.

TELS. 28-83-90 14-44-02

COMPAÑIA MEXICANA AEROFOTO. S. A.



ESPECIALIDADES

Cinegrafia.
Cenitro urbano y rural.
Circuito electrónico.
Desarrollo fotogramétrico electrónico
de obras de Ingeniería.
Estudios preliminares.
Fotointerpretación.
Fotografía aérea: panorámica,
Infrared y a color.
Fotografía comercial aérea.
Fotomurales.
Levantamientos fotogramétricos.
Localización de obras.
Mosaicos fotográficos.
Programación electrónica.
Topografía

132 empleados especializados.

EQUIPO

1 Avión Queen Air A-80 Mat. XB-XAK	4 Cámaras de Reproducción
1 Avión Riley Rocket. Mat. XB-SAR	3 Unidades de Telodímetro MRA-3
1 Avión Beech Craft Mat. XB-VIG	4 Teodolitos Wild T-2
2 Aviones Piper Aztec Mat. XB-MOI y NCO	2 Niveles automáticos Wild NAK-2
1 Avión Cessna 185 Mat. XB-TIS	4 Comieneces doble tracción
Unidad Central de Proceso IBM. 1131	2 Autógrafos Wild A-7 con Registradora de coordenadas
Lector-perforadora de tarjetas IBM. 1442	1 Estérno cartógrafo Wild A-8
Unidad Impresora IBM. 1132	1 Autógrafo Wild A-9
1 Cámara Fotogramétrica Zeiss MRK-A	4 Aviogramas Wild B-8
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-9	1 Biplplex 750, de 7 proyectores
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-8	2 Kelih K-5, de 4 proyectores c.u.
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-5	3 Kelih K-1, de 2 proyectores c.u.
3 Cámaras Fairchild	2 Multiplex de 8 proyectores c.u.
4 Cámaras para fotografía oblicua	
6 Cámaras Rectificadoras	

DIRECCION
Av. Obrero Mundial Num. 338 esq. con Paseo.
Teléfono: 43-38-30 con tres líneas directas y 19-87-45
Cable: AEROFOTO. MEXICO
Servicio Aéreo: Ave. Santa Lucía Num. 212
MEXICO 12. D. F.

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**

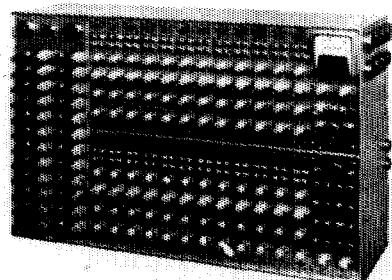
- Levantamientos :
- Sismológicos
 - Gravimétricos
 - Magnetométricos
 - Procesado de Datos Magnéticos
 - LORAC - Levantamiento Electrónico

**SERVICIO DE
REGISTRO DE POZOS**

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

INSTRUMENTAL GEOFISICO

DA MEJOR
RENDIMIENTO,
MAYOR DURACION
Y A UN COSTO MENOR



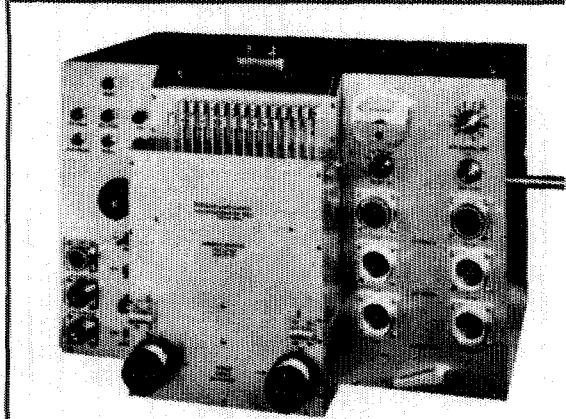
FORTUNE T-1. SISTEMA DE AMPLIFICADORES SISMICOS TRANSISTORIZADOS PARA TRABAJOS DE REFLEXION Y REFRACCION.

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 otras ganancias. La relación de señal a ruido, en los amplificadores, es de 20 db a 0.5 microvoltios de entrada.

POTENCIA REQUERIDA — 2 amperes, a 12 voltas 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 sismicos, 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. 3.89" /segundo. Tiempo útil de grabación. 6 seg. (el tambor da una vuelta completa en 8.6 seg.).

Corrección dinámica máxima. 150 miliseg. Característica del motor. De histeresis de 400 ciclos. Acoplado al tambor.

Corrección máxima. 700 miliseg/segundo.

Rango de corrección estática. ± 50 miliseg.

Polarización (bias). 8 miliamperes a 11 Kilociclos.

Respuesta. 0 a 100 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 18 cps.

Grado de exactitud del sistema de tiempo. ± 1 miliseg.

Necesidades de entrada (a 100% el nivel de grabación). 50 milivoltios a través de 40 ohms.*

Salida (a 100% el nivel de grabación). 100 microvolts a 50 ohms.

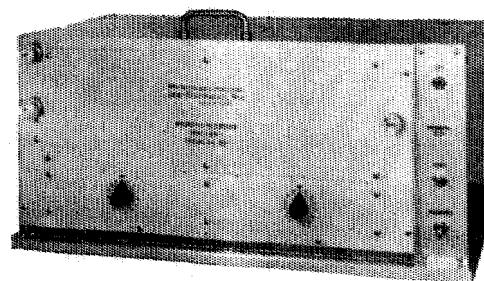
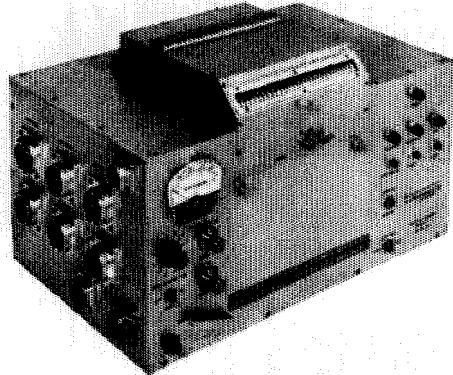
Potencia requerida. 0.5 amper en vacío y 14 amperes con carga.

Tamaño del transportador de la cinta. 15 x 18 x 14".

Peso. 90 libras (40.822 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 sísmicos. 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 instantes 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 acopiar 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 sísmicos 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 8.5 seg.) Características del motor. De histéresis de 400 ciclos. Acoplado al tambor.

Polarización (bias). 8 milíampères 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 ohmios.

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 engostas.

Cada cabeza de micropista graba sobre un ancho de 0.006". 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, Paris, Francia.

Carlos Alemán A.

EXPLORACION

y

PERFORACION

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

MEXICO 1, D. F.

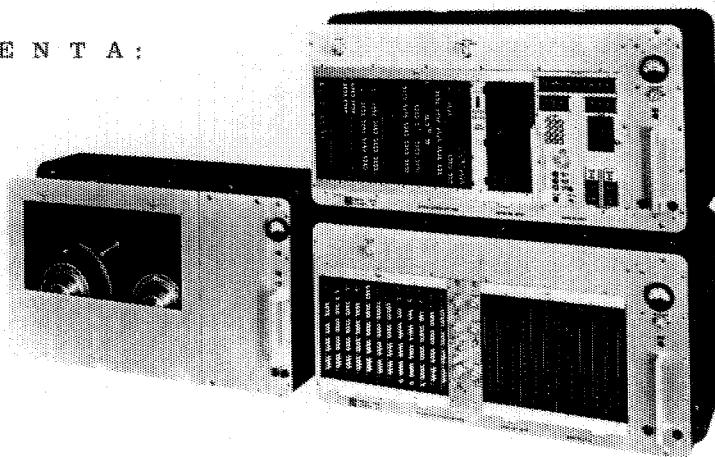
ALSINA INSTRUMENTS & SALES

P. O. BOX 203

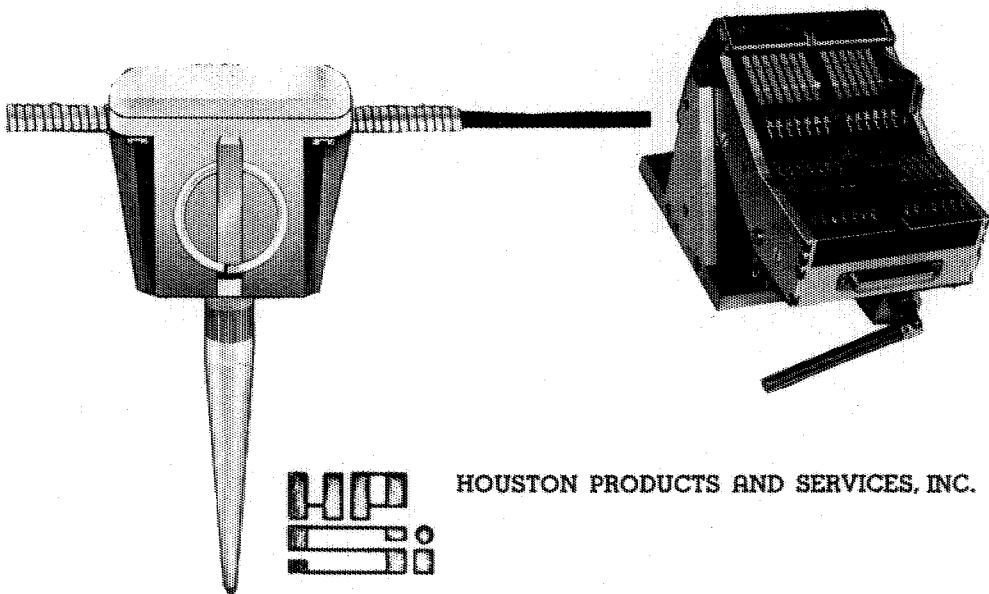
ALIEF, TEXAS 77411

PHONE (713) 498-6064

R E P R E S E N T A :



DIGITAL DATA SYSTEMS, INC.



HOUSTON PRODUCTS AND SERVICES, INC.



BOLETIN

de la

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

S U M A R I O

Programas de Cálculo y Control de Velocidades Sísmicas
Por Ing. ERNESTO ELORDUY.

Consideraciones sobre la Situación Energética de México
Por Ing. ANTONIO GARCIA ROJAS.

Aplicación de la Transformada de Laplace
Por Ing. ANTONIO C. LIMON.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION
MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1971-1972

Presidente:	Ing. Antonio C. Limón
Vicepresidente:	Ing. Santiago Gutiérrez
Secretario:	Ing. David Juárez T.
Tesorero:	Ing. Patricio Diaz Frías
Editor:	Ing. Antonio Camargo Z.
Vocales:	Ing. Francisco Tiburcio Ing. Raymundo Aguilera Ing. Raúl Silva Acosta Ing. J. Guadalupe Viveros Ing. Felipe Neri España.
Presidente saliente:	Ing. Armando Eguía Huerta.

Este boletín no se hace responsable de las ideas emitidas en los artículos que se publiquen, sino sus respectivos autores.

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

El precio de suscripción 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, suscripciones, descuentos especiales a bibliotecas públicas ó de Universidades, publicaciones, anuncios, etc., dirigirse a:

**Ing. ANTONIO CAMARGO
Apdo. 530077
México 17, D. F.**

**Imprenta LIOSARDEZ
Puente de la Morena 18 - B
México 18, D. F., Tel. 5-15-69-31**

PROGRAMAS DE CALCULO Y CONTROL DE VELOCIDADES SISMICAS.

Por: Ing. Ernesto Elorduy Téllez *

RESUMEN.

El presente trabajo esboza el aspecto teórico del método de obtención de velocidades sísmicas de propagación conocido como Perfil de Velocidades.

Como complemento se presenta un ejemplo práctico de Perfil de Velocidades y el programa de cálculo para la determinación de Velocidades en Pozos profundos.

Los resultados se sugiere vaciarlos a una tarjeta-tipo de control como la empleada en la Sección de Programación y Cálculo del Laboratorio de Procesado Magnético de la Superintendencia de Exploración de Petróleos Mexicanos, en Poza Rica, Ver., donde se han obtenido excelentes resultados de estas experiencias.

INTRODUCCION.

En áreas que carecen de control de velocidades el geofísico recurre entre otros sistemas al de observar Perfiles de Velocidades para el cálculo de profundidades en la interpretación y de correcciones dinámicas en los trabajos de procesamiento de secciones sismológicas.

Las experiencias aquí mencionadas se obtuvieron con programas de cálculo para la calculadora electrónica de escritorio HEWLETT PACKARD 9100 cuya eficiencia es evidente al reducir el tiempo de cálculo de todas las características del reflector que se mencionan posteriormente a solamente 1 segundo.

* Suptcia. Gral. De Exploración - Zona Poza Rica (PEMEX)

ANALISIS DE TRAYECTORIAS SIMPLES.

Al observar un Perfil de Velocidades es necesario (*) considerar las siguientes indicaciones:

- a). - Seleccionar una línea sismológica donde se noten reflectores sin echados que servirán de base en la determinación de la Velocidad Media.
- b). - Desplazar simétricamente tendidos y P. T. de tal forma que en los diferentes tendidos se reciba siempre la señal proveniente del mismo tramo del subsuelo.
- c). - Alternar los extremos de los tendidos para que en la sección sismológica se muestren reflectores continuados donde cada uno represente un promedio de eventos provenientes de uno y otro sentido.

El sistema de tiro de un Perfil de Velocidades ilustra las consideraciones anteriores (Fig. 1).

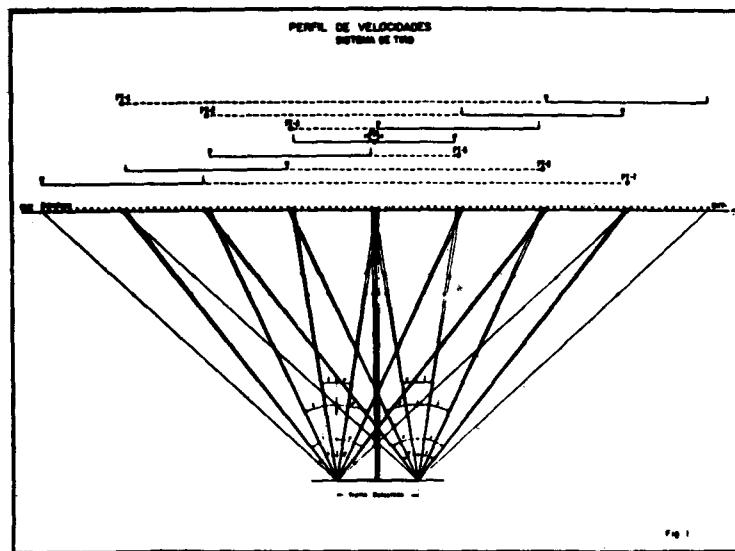


Figura 1.

(*) Dix. - Geophysics Vol 20 No. 1 Pag. 68.

FUNDAMENTOS DEL PERFIL DE VELOCIDADES.

Este método se puede considerar como una forma indirecta de estimar las velocidades de propagación de las ondas sísmicas. Se aplica el término "Forma indirecta" porque el frente de ondas es generado en la superficie y ahí mismo es recibido, midiéndose el tiempo de reflexión empleado en recorrer los medios - cuyas velocidades se desean conocer. El Término "directo" se aplicaría en los pozos profundos donde el frente de ondas se genera en la superficie y el tiempo empleado en recorrer ese medio es captado con un sismo detector colocado dentro del pozo, a la profundidad deseada.

ANALISIS DE TRAYECTORIAS SIMPLES.

Si en la Fig. 1 seleccionamos una sola de las trayectorias resultantes del sistema de tiro presentado, quedará la Fig. 1-B.

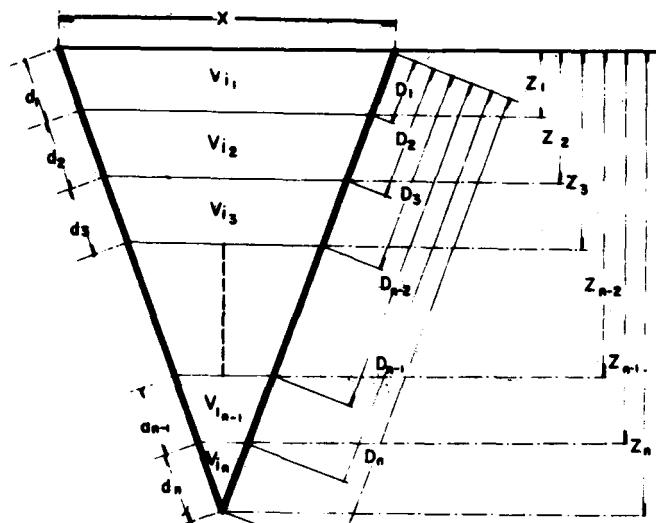


FIGURA 1-B

$$\text{Donde: } D_n^e = \left[\frac{x}{2} \right]^2 + z_n^2 \quad \therefore \quad D_n = \frac{\sqrt{4z_n^2 + x_n^2}}{2} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$D_n = \frac{\sqrt{4Z_h + X^2}}{2Z_n} \left[Z_1 + (Z_2 - Z_1) + (Z_3 - Z_2) + \dots + (Z_n - Z_{n-1}) \right]$$

y el tiempo empleado en este recorrido será:

$$T_n = \frac{\sqrt{4Z_n^2 + X^2}}{Z_n} \left[\frac{Z_1}{V_1} + \frac{(Z_2 - Z_1)}{V_2} + \frac{(Z_3 - Z_2)}{V_3} + \dots + \frac{(Z_n - Z_{n-1})}{V_n} \right] \dots \dots \dots (3)$$

El término dentro del paréntesis en 3, tendrá tantos sumandos como "n" capas existan en la etapa del tiempo considerado.

Si llamamos "a" al valor del paréntesis rectangular de 3 , "a_i", será el que corresponda al análisis de la primera capa o reflector y así sucesivamente, "a_n" para el enésimo reflector.

Aplicando el método sigma (Σ) ó de suma (*) a los datos (X-T) de un mismo reflector, separados en dos grupos A y B.

Tendremos:

$$\sum Tn_A^2 = 4Nn_A \bar{Q}_n^2 + \frac{\bar{Q}_n^2}{Z_n^2} \sum X_{nA}^2 \dots \dots \dots (4) ; \quad \sum Tn_B^2 = 4Nn_B \bar{Q}_n^2 + \frac{\bar{Q}_n^2}{Z_n^2} \sum X_{nB}^2 \dots \dots \dots (5)$$

$$\therefore Q_n^2 = \frac{\sum T_{nA}^2 \sum X_{nA}^2 - \sum T_{nA}^2 \sum X_{nA}^2}{4(N_{nA} \sum X_{nA} - N_{nA} \sum X_{nA}^2)} \quad \dots \dots (6)$$

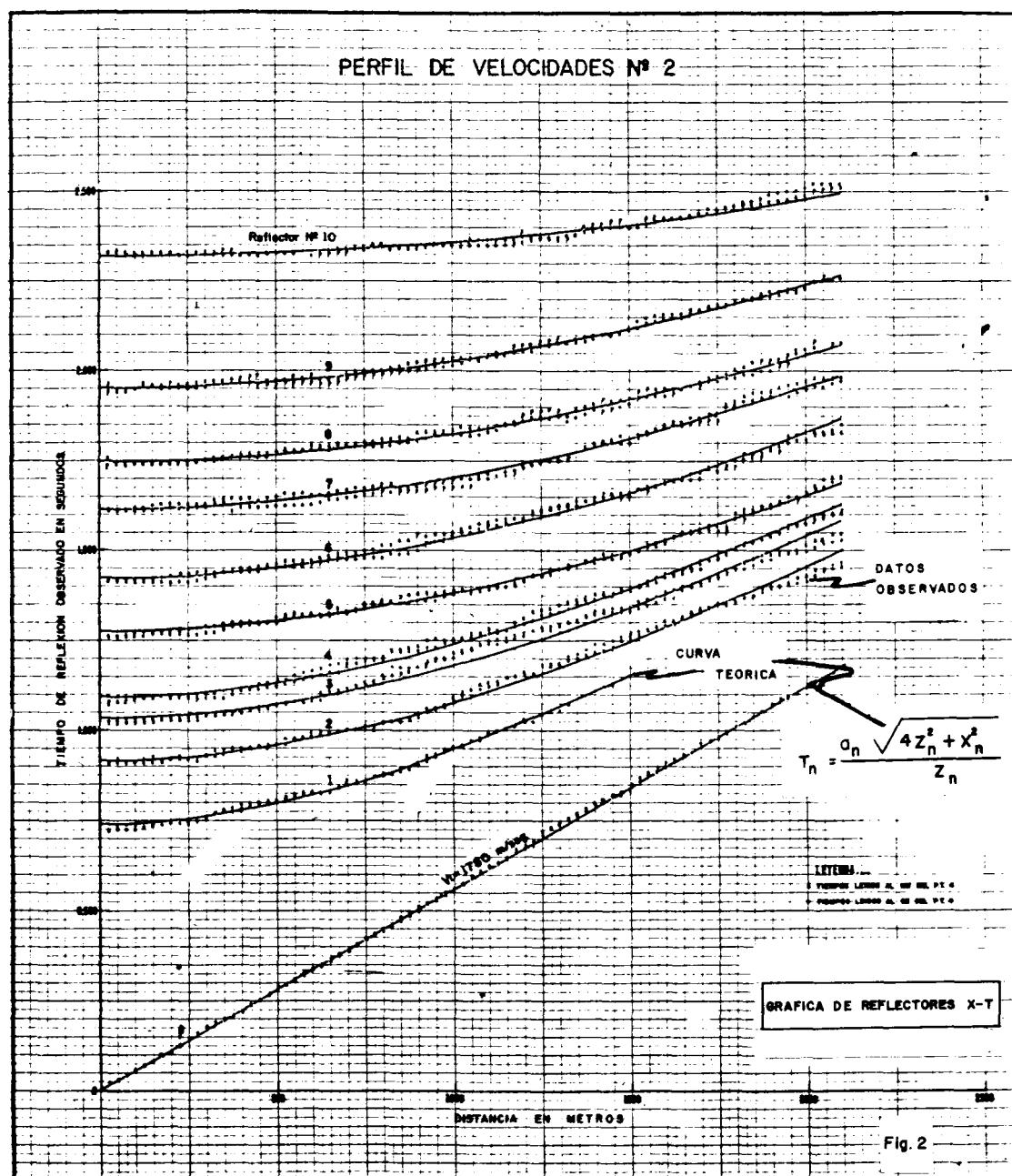
(*) Vol. VI, Núm. 1 de 1965. - Boletín A. M. G. E. - Cálculo Matemático de le-
ves de Velocidad.

$$\text{de (6)}: Z_n^2 = \frac{\alpha n^2 Z \cdot X_T^2}{\sum T_n - 4Nn + \alpha n^2} \quad y \quad V_i = \frac{Z_n - Z_{n-1}}{\alpha n - \alpha n-1}$$

Por lo que la ecuación X-T de 3, se expresará como:

$$T_n = \frac{a_n \sqrt{4Z_n^2 + X_n^2}}{Z_n}$$

Esta ecuación teórica se grafica para cada reflector del ejemplo de la Fig. 2



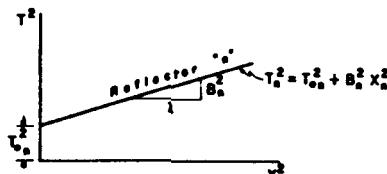
Con objeto de reducir los errores inherentes e inevitables en la determinación de la Velocidad Media __ ya que ésta puede ser medida como simple recíproca de una pendiente __ se discurrirá sobre la aplicación de los Mínimos Cuadrados, para dicha obtención.

De la expresión general ya obtenida:

$$T_n = \frac{\sqrt{4Z_n^2 + X_n^2}}{Z_n} a_n ; \text{ tenemos que: } T_n^2 = 4a_n^2 + \frac{X_n^2 a_n^2}{Z_n^2} ; \text{ donde ahora si}$$

en esta expresión substituimos a

$$4a_n^2 = T_{on}^2 \text{ y } \frac{a_n^2}{Z_n^2} = B_n^2 ; \text{ quedará: } T_n^2 = T_{on}^2 + B_n^2 X_n^2 \text{ ecuación que representa una recta, si sus ejes coordenadas son -- (X}^2, T}^2)$$



Por lo que aplicando el método de Mínimos Cuadrados, queda:

$$T_n^2 = T_{on}^2 + B_n^2 X_n^2 \dots \text{①} \quad \therefore T_{on}^2 = \frac{\sum T_n^2 - B_n^2 \sum X_n^2}{N_n} \dots \text{②}$$

$$\text{de } \text{①} ; \sum T_n^2 X_n^2 = T_{on}^2 \sum X_n^2 + B_n^2 \sum X_n^4 . \text{ y con } \text{②} \quad \sum T_n^2 X_n^2 = \frac{\sum T_n^2 - B_n^2 \sum X_n^2}{N_n} \sum X_n^2 + B_n^2 \sum X_n^4 \therefore$$

$$B_n^2 = \frac{N_n \sum T_n^2 X_n^2 - \sum T_n^2 \sum X_n^2}{N_n \sum X_n^4 - (\sum X_n^2)^2} \dots \text{③} .$$

Si derivamos la expresión 1 ; quedará:

$$2T_n \frac{dT}{dx} = 2B_n^2 X_n \quad \frac{X_n}{T_n} \frac{dT}{dX} = \frac{1}{B_n^2} \dots \text{④} .$$

y al mismo tiempo, si hacemos $T_{on} = 0$; quedará 1

$$T_n^2 = B_n^2 X_n^2 ; \text{ pero por definición}$$

$$V_{m_n} = \frac{X_n}{T_n} ; \text{ quedando} \quad \frac{X_n^2}{T_n^2} = \frac{X_n}{T_n} \frac{dT}{dX} = \frac{1}{B_n^2} = (V_{m_n})^2$$

resultando:

$$V_{m_n}^2 = \frac{N_n \sum X_n^4 - (\sum X_n^2)^2}{N_n \sum T_n^2 X_n^2 - \sum T_n^2 \sum X_n^2}$$

donde "n" es el número de reflector escogido

PROGRAMAS PARA LA CALCULADORA HEWLETT PACKARD.

Este capítulo presenta el aspecto práctico del tema tratado, anexándose un ejemplo resuelto y los correspondientes programas.

La Fig. 3, ilustra el programa que resuelve el desarrollo anterior y la Fig. 4, el diagrama para verificar el funcionamiento correcto del programa, para entonces proceder a su grabación en tarjeta magnética. Este programa ocupa solamente un sentido de la tarjeta (A ó B).

Las instrucciones de manejo del programa son secuenciales con el desarrollo teórico ya mostrado, según se ilustra en el cuadro (Fig. 5)

En forma literal significa que después de la primera orden (GOTO 6a) aparecerán 1, 1, 1 y será cuando se introduzcan los valores de Tx (corregido estáticamente) del reflector seleccionado con su correspondiente distancia X, a la que se encuentra el grupo de detectores que concurren a cada traza, así, después de haber introducido todos los tiempos de cada traza y su distancia (siempre se habrá mostrado 1, 1, 1), bastará la siguiente instrucción para que aparezcan el tiempo vertical de ese reflector, su profundidad y velocidad media (t_0 , Z, V_m). Estos cálculos se efectúan en 1 seg.

Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code						
0	0	ifFlag	43	2	o	c	16	4	o	f	15	6	o	x → y	30	8	o	d	17	9	o	x	36
	1	7	07		1	a	13		1	x	36		1	÷	35		1	↑	27		1	c	16
	2	8	10		2	↑	27		2	d	17		2	↓	25		2	x	36		2	+	33
	3	if x=y	50		3	x	36		3	↑	27		3	√x	76		3	4	04		3	↓	25
	4	3	03		4	b	14		4	x	36		4	x → y	30		4	x	36		4	√x	76
	5	1	01		5	+	33		5	↓	25		5	vx	76		5	y → ()	40		5	↑	27
	6	y → ()	40		6	y → ()	40		6	-	34		6	↑	27		6	c	16		6	d	17
	7	a	13		7	b	14		7	c	16		7	e	12		7	3	03		7	x	36
	8	↑	27		8	1	01		8	x → y	30		8	vx	76		8	↑	27		8	e	12
30	9	x	36		9	↑	27		9	÷	35		9	Stop	41		9	↑	27		9	Roll↓	31
de	a.	Roll↑	22		a.	↑	27		a.	↑	27		a.	Clear	20		a.	STOP	41		a.	GOTO	44
	b	x	36		b	Stop	41		b	↓	25		b	x → ()	23		b	↑	27		b	8	10
	c	↓	25		c	GOTO	44		c	d	17		c	d	17		c	L	x → ()		c	a	13
	d	↑	27		d	0	60		d	x	36		d	x → ()	23		d	d	e	12	d	End	46
1	0	x	36	3	o	0	00	5	o	b	14	7	o	c	16							Storage	
	1	1	01		1	b	14		1	x → y	30		1	x → ()	23		f	e	d	c	b	a	
	2	ACC+	60		2	↑	27		2	-	34		2	b	14	n	$\sum(Tx)^2$	$\sum(x^2)$	$\sum x^4$	$\sum(T^2)$	T		
	3	↓	25		3	d	17		3	f	15		3	x → ()	23		d ²		Num				
	4	d	17		4	x	36		4	÷	35		4	a	13			t/2	4Z ²				
	5	+	33		5	e	12		5	4	04		5	GOTO	44								
	6	y → ()	40		6	↑	27		6	÷	35		6	2	02								
	7	d	17		7	f	15		7	↓	25		7	8	10								
	8	↓	25		8	x	36		8	x → ()	23		8	2	02								
	9	↓	25		9	↓	25		9	e	12		9	↑	27								
	a	x	36		a	x → y	30		a	x → y	30		a	↑	27								
	b	c	16		b	-	34		b	÷	35		b	Stop	41								
	c	+	33		c	y → ()	24		c	↑	27		c	÷	35								
	d	y → ()	40		d	c	16		d	1	01		d	y → ()	40								

Fig. 3

VERIFICACION DE PROGRAMA

ENTER Program; Press GOTO 6 a. - Decimals 4

Continue

Display

1	—	z
1	—	y
1	—	x

ENTER

1.03078 — y

1000 — x

Continue

Display

1	—	z
1	—	y
1	—	x

ENTER

1 — y

5 — x

Continue

Display

1	—	z
1	—	y
1	—	x

Continue

Display

3999.7130	—	z
1999.8549	—	y
0.5000	—	x

Continue

Display

1	—	z
1	—	y
1	—	x

PRESS SET FLAG

Continue

Display

2	—	z
2	—	y
2	—	x

ENTER

0.5 — y

2000 — x

Continue

Display

3	—	z
3	—	y
3	—	x

ENTER

0 — x

Continue

Display

0	—	z
3	—	y
1.0000	—	x

Fig. 4

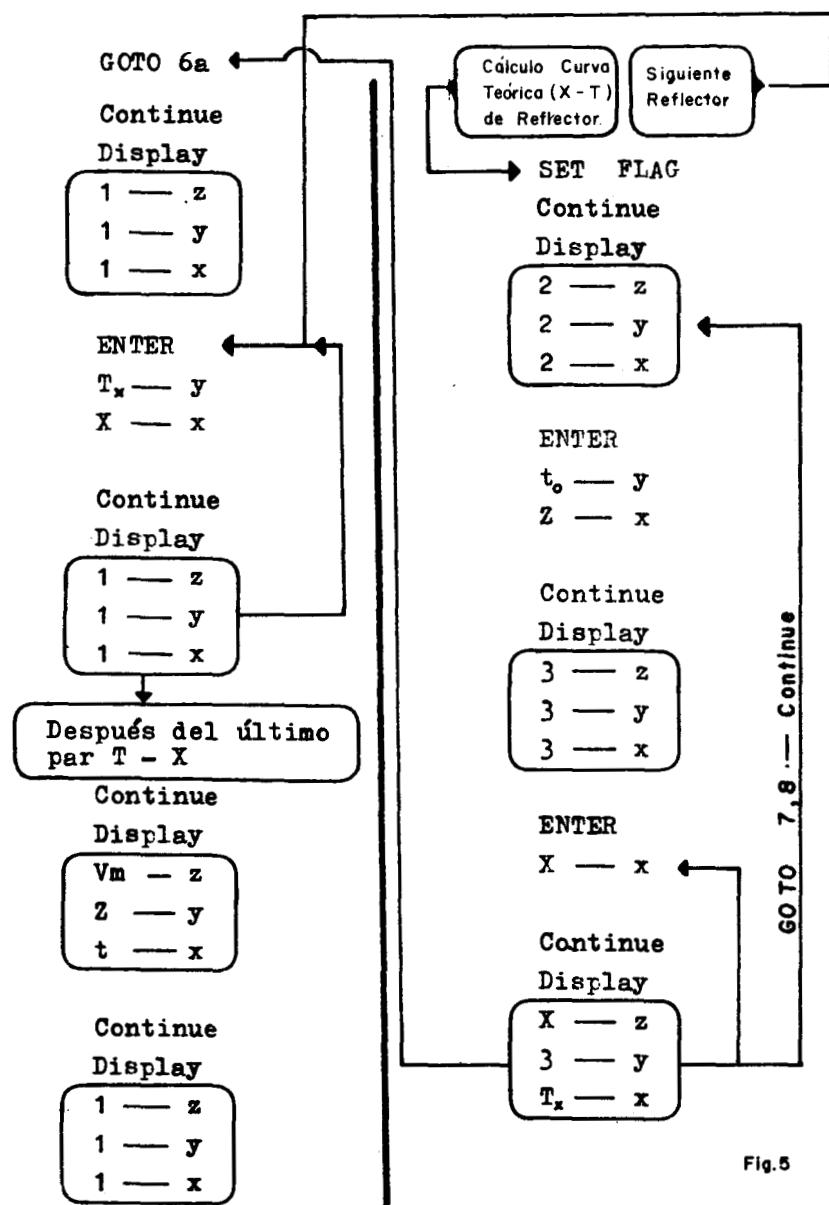
INSTRUCCIONES PARA PERFIL DE VELOCIDADES

Fig.5

Posteriormente al cálculo del 1er. reflector, existe la alternativa de obtener - los mismos resultados del 2o., 3o. etc., reflectores u obtener los tiempos teóricos ó curva idealizada que describirá el reflector, con solo indicar la distancia (X) a la que se requiere conocer este dato.

La Tabla de Valores de la Fig. 6, muestra (tabulados) los valores empleados - en el cálculo y los resultados obtenidos para la sección tipo de la Fig. 7.

En la gráfica X-T (Fig. 8) se encuentran situados los tiempos anotados en la - Tabla de Valores. Las curvas graficadas son las deducidas de la función, con los parámetros calculados en cada reflector.

Es notoria la exactitud con que cada curva cumple con los eventos observados, después de esta comprobación, con los mismos se construye la gráfica de resultados (Fig. 9), t_o , V_m , V_i -Z, en donde se nota que los reflectores H, I, J, fueron eliminados por la discordancia que presentan en ésta gráfica y en la Gráfica X-T, probablemente son múltiplos.

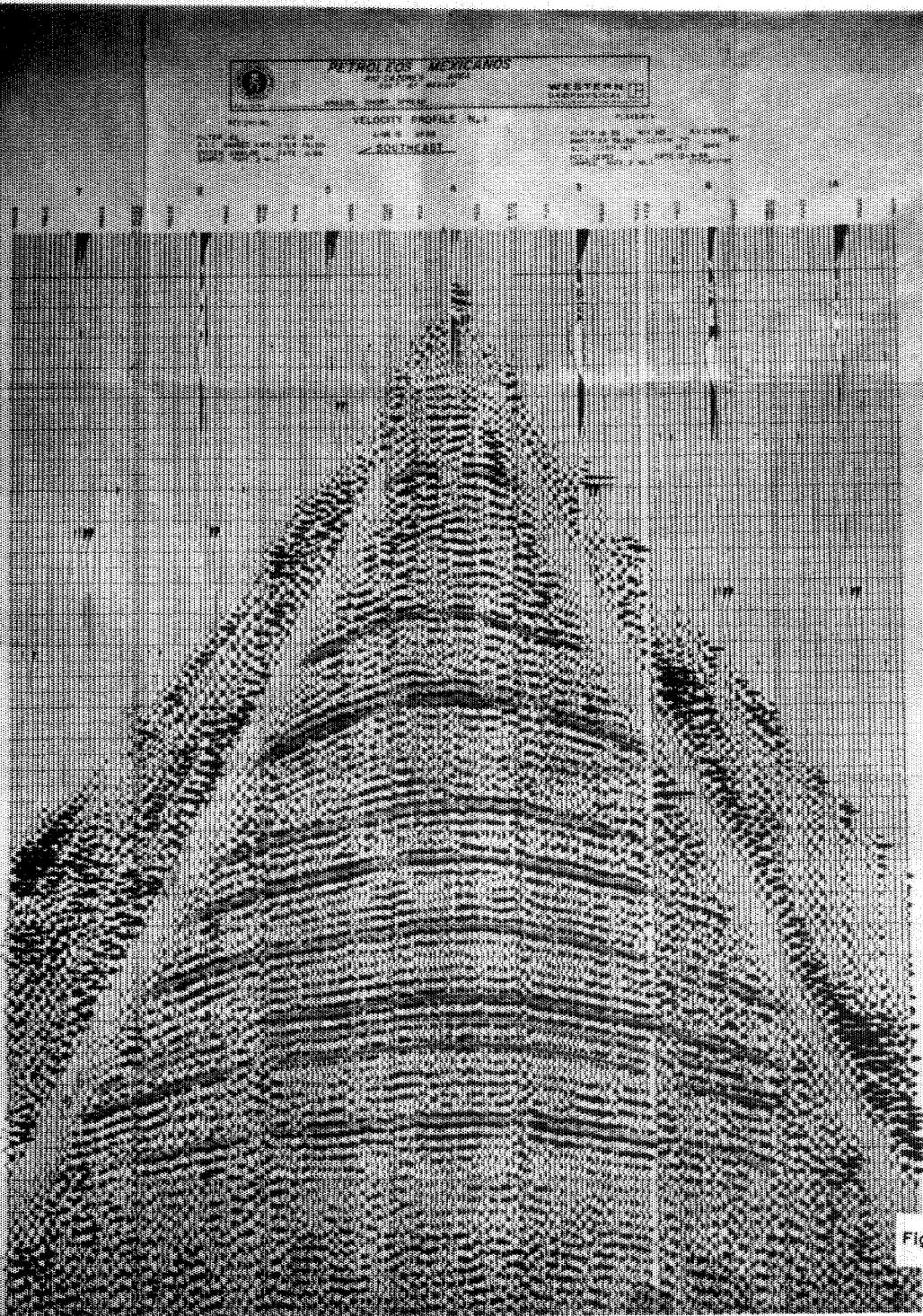
Este ejemplo corresponde a un Perfil de Velocidades situado en la Faja de Oro Marina. (Aproximadamente a 5550 m. al S 31. 1 W del Pozo Pargo No. 1), y es de sumo interés por ser el principal apoyo para el control de velocidades en -- esa zona.

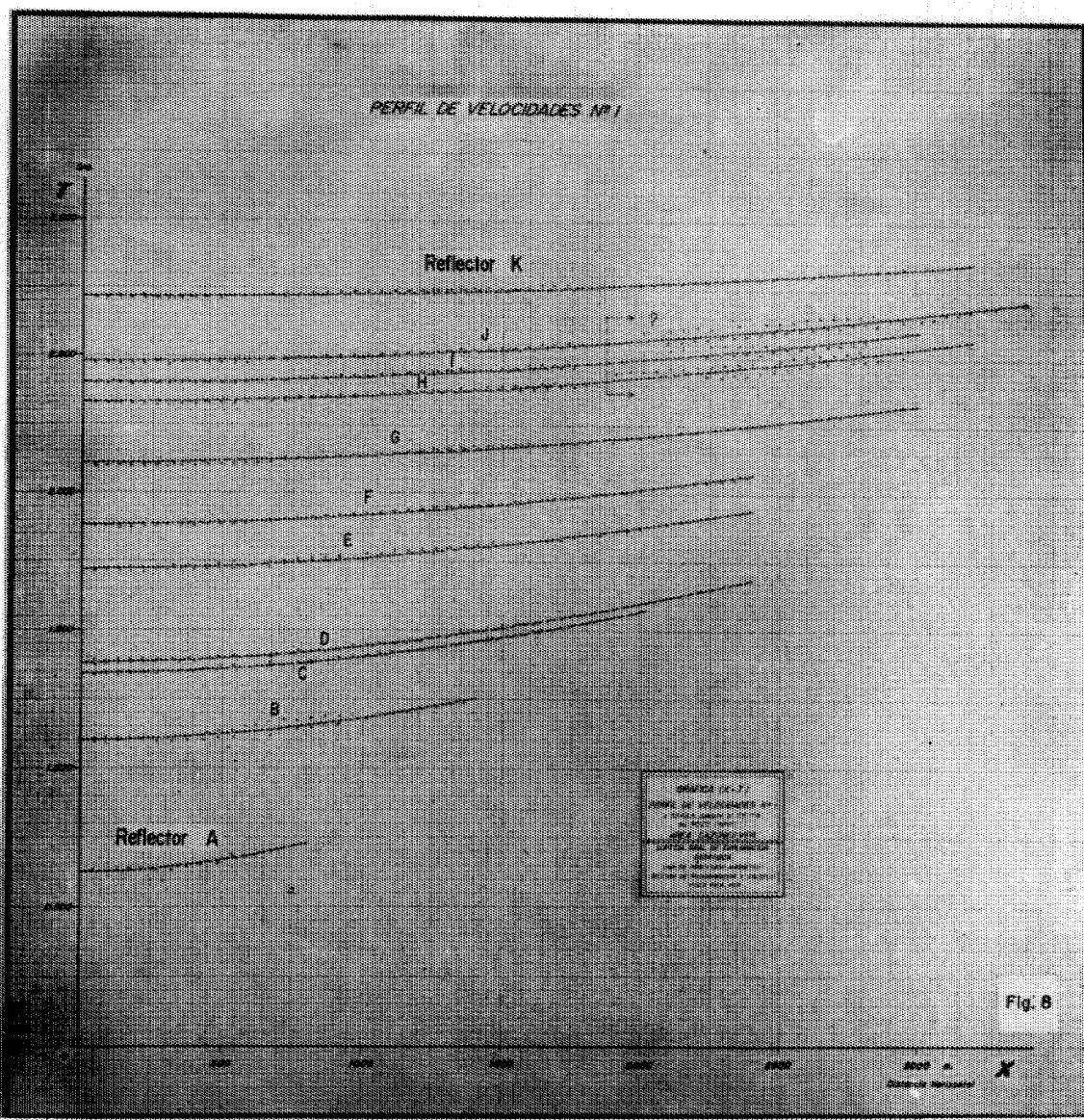
TABLA DE VALORES

Sociedad de Exploración
y de Petróleo Magnético
Sociedad Progr. y Construcción
Noveiembre de 1970
PERFIL DE VELOCIDADES AER.

REFLECTORES-	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
59											
60											
61											
62											
63											
64											
65											
66											
67											
68											
69											
70											
71											
72											
73											
74											
75											
76											
77											
78											
79											
80											
81											
82											
83											
84											
85											
86											
87											
88											
89											
90											
91											
92											
93											
94											
95											
96											
97											
98											
99											
100											
101											
102											
103											
104											
105											
106											
107											
108											
109											
110											
111											
112											
113											
114											
115											
116											
117											
118											
119											
120											
121											
122											
123											
124											
125											
126											
127											
128											
129											
130											
131											
132											
133											
134											
135											
136											
137											
138											
139											
140											
141											
142											
143											
144											
145											
146											
147											
148											
149											
150											
151											
152											
153											
154											
155											
156											
157											
158											
159											
160											
161											
162											
163											
164											
165											
166											
167											
168											
169											
170											
171											
172											
173											
174											
175											
176											
177											
178											
179											
180											
181											
182											
183											
184											
185											
186											
187											
188											
189											
190											
191											
192											
193											
194											
195											
196											
197											
198											
199											
200											
201											
202											
203											
204											
205											
206											
207											
208											
209											
210											
211											
212											
213											
214											
215											
216											
217					</td						

Fig. 6





PERFIL DE VELOCIDADES N°1

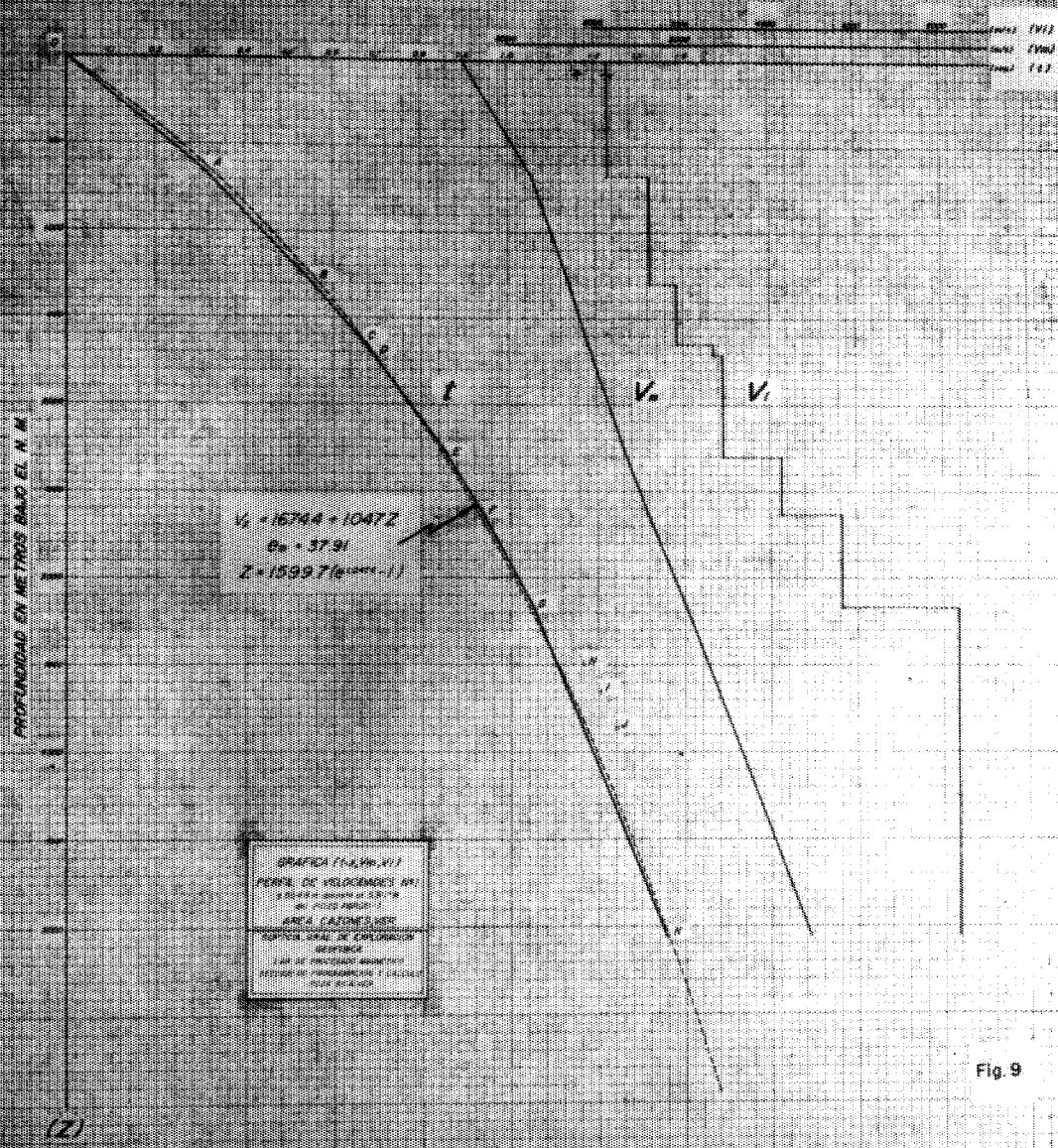
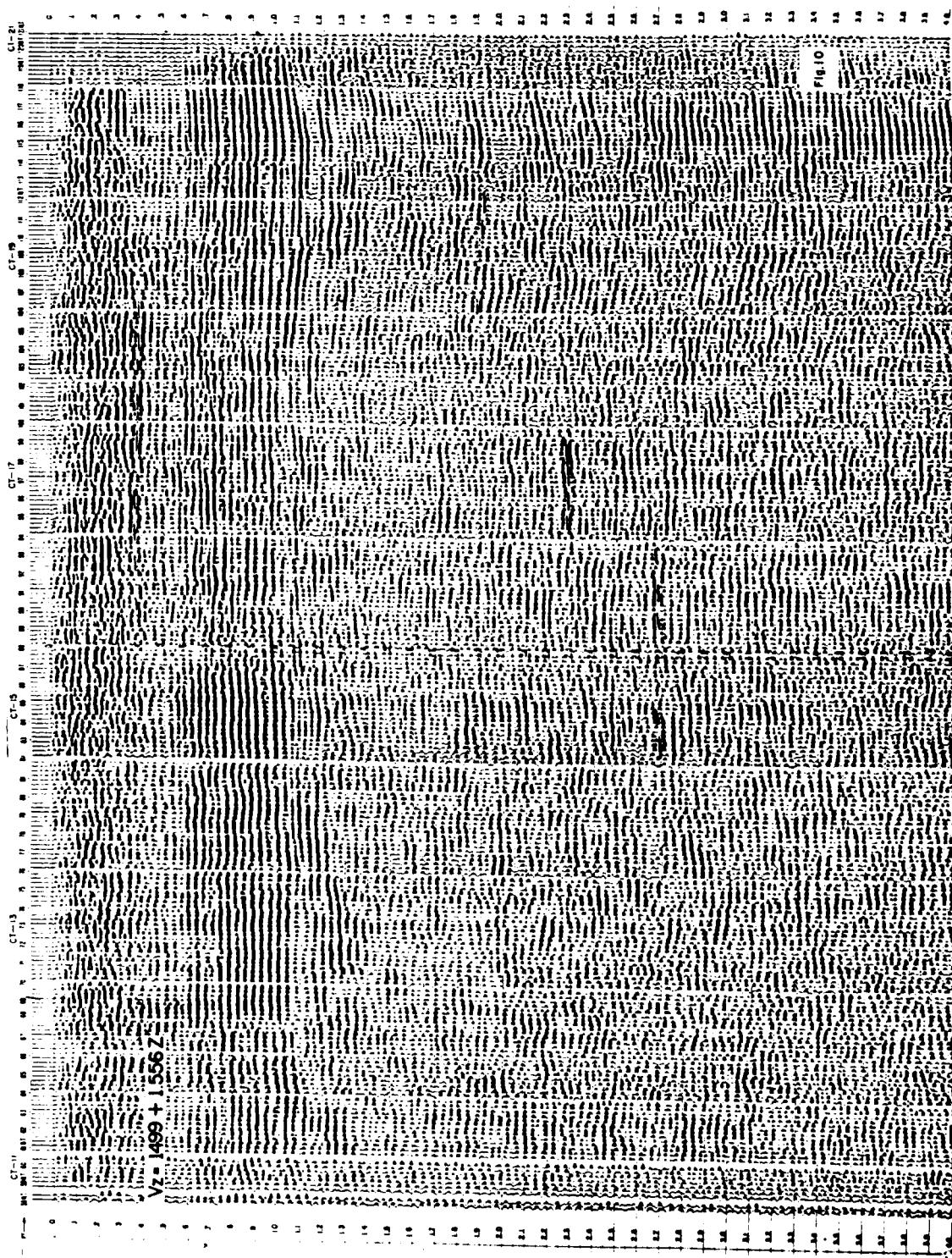


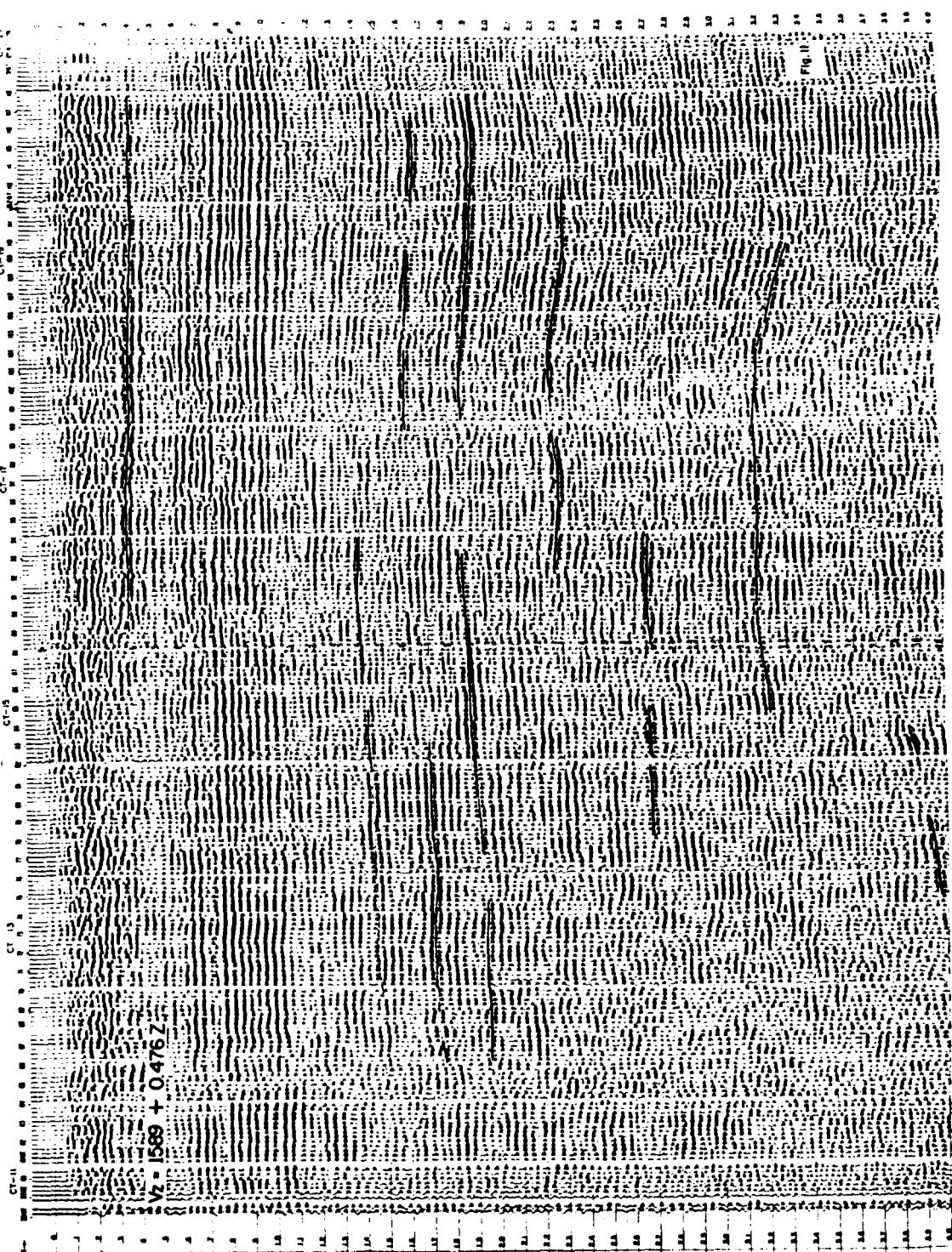
Fig. 9

Las Figs. 10 y 11 muestran un ejemplo clásico de la importancia que tiene la aplicación correcta de la variación de las velocidades en la corrección dinámica de sismogramas por la obtención de secciones sismológicas apiladas.

Las figuras corresponden al mismo tramo de una sola línea o sección empleando la misma información de campo en uno y otro caso.

La Fig. 10 muestra la sección corregida dinámicamente según la ley $V_z = 1499 + 1.556Z$, que se empleaba en esa zona; posteriormente fué observado un Perfil -- de Velocidades que aportó una nueva ley ($V_z = 1589 + 0.476Z$) la que fué empleada en el reproceso de este mismo tramo, notándose una franca mejoría en la información procesada. La Fig. 11 ilustra los eventos que en la Fig. 10 son pobres o nulos (como el reflector a 0.4 seg.) y que han sido mejorados como resultados del proceso con la ley de velocidades adecuada.





DETERMINACION DE VELOCIDADES EN POZOS PROFUNDOS.

Dentro de las actividades a seguir por el geofísico, se encuentra siempre la - labor de conocer las velocidades sísmicas de propagación, obtenidas directamente en pozos profundos.

Entre las diferentes hojas de cálculo para este fin, la presentada en la Fig. - 12-A muestra la secuencia de cálculo.

El programa completo para la Determinación de Velocidades en Pozos Profundos, ocupa los dos sentidos de una tarjeta magnética; la primera parte del programa mostrado en las Figs. 12 y 13 calcula hasta la columna de las Velocidades de Intervalo (Col. 24 en las hojas de pozos) y la segunda, obtiene las dos últimas columnas - T_{go} y V_{mo} - numeradas como 25 y 26 en la misma hoja tipo, así como el cálculo del tiempo del plano de Referencia al del Nivel del Mar, denominado - t_i (Figs. 14 y 15).

Las Figs. 16 y 17 corresponden a las instrucciones de manejo de cada parte del programa mencionado en este capítulo.

En las instrucciones de la Fig. 18, se presentan las modificaciones al programa de cálculo general, para así obtener directamente de los datos, los resultados - finales denominados:

$$T_{gd}, D_{gd}, V_i, T_{go} \text{ y } V_{mo}.$$

PETROLEOS MEXICANOS
GERENCIA DE EXPLORACION
DEPARTAMENTO DE GEOFISICA
ZONA POZA RICA VER. BRIGADA PRS-5

DATOS DEL POZO

Sistema de Coordenadas "AGUILA" Fecha de Obs. Febrero 23 de 1970.
 X= 114.049.95 Tuberia de Adame
 Y= 81.554.85 De 0 a 45.84 diam. 9.5/8" Observo' Ing. Héctor Hernández P.
 E=Elev.mesa rotaria 142.71 De 0 a 2391.60 diam. 6.5/8" Calculo' Ing. Delfino Ramírez Z.
 Prof.Total= 3052.5 m. De 0 a diam. Revisó Ing. Martín Sánchez Durón
 Ing. Ernesto Elorduy Téllez.

D A T O S

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

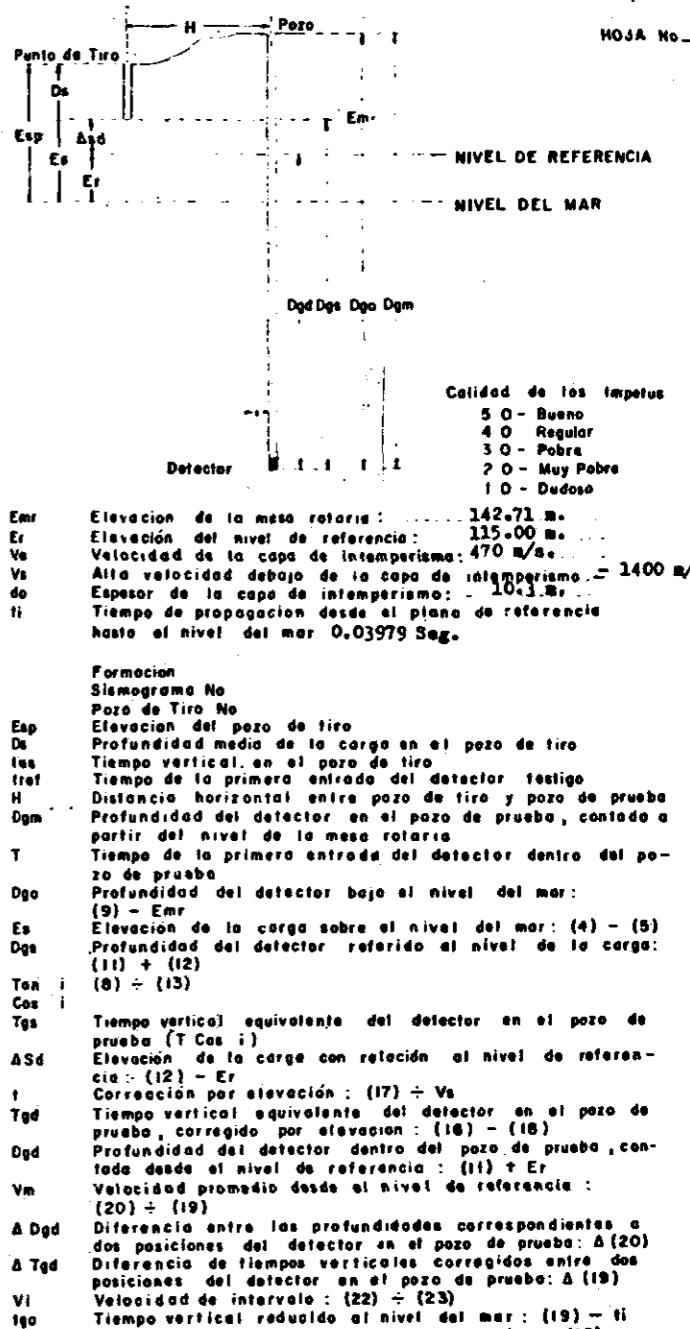
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
Formación	Sistema Pozo	Prof. No	Esp	Ds	tus	trsf	H	Dgm	T	deg	Dgo	Es	Dgs	Tan	Cos	Tgs	ASd	t	Tqd	Dqd	Vm	ADqd	ATqd	Vi	Igo	Vmo				
CRETACICO	21	22	129.92	30	30	110	250	1868	0.583	5.0	1725.29	99.92	1825.210.13697	0.99075	0.57761-15.08-0.01C77	0.58838	1840.29		188	0.0415	4530		0.54452	3169						
TAMAULIPAS SUPERIOR	22	1	148.69	30	34	114	250	1868	0.588	5.0	1725.29118.69	1843.980.13558	0.99094	0.58267	3.690.00264	0.58003	1840.29		0.58420	1840.29	3150									
CRETACICO	23	2	149.26	30	34	114	250	2111	0.630	5.0	1968.29119.26	2087.550.11976	0.99291	0.62553	4.260.00304	0.62249	2083.29		243	0.0451	5388		0.58950	3339						
TAKPS. INP.	24	12	130.05	30	34	110	250	2111	0.630	4.0	1968.29100.05	2068.340.12087	0.99272	0.62541-14.95-0.01068	0.63609	2083.29		0.62929	2083.29	3310										
ETL. BASAL	25	3	149.75	30	32	114	250	2222	0.652	5.0	2079.29119.75	2199.040.11369	0.99360	0.64783	4.750.00339	0.64444	2194.29		111	0.0211	5253		0.61075	3405						
	26	12	130.05	30	35	110	250	2222	0.650	5.0	2079.29100.05	2179.340.11473	0.99348	0.64576-14.95-0.01068	0.65644	2194.29		0.65044	2194.29	3374										
JURASICO	27	4	150.11	30	33	113	250	2415	0.690	5.0	2272.29120.11	2392.400.10449	0.99458	0.68626	5.110.00365	0.68261	2387.29		193	0.0378	5106									
PIMENTA	28	12	130.05	30	34	112	250	2415	0.687	5.0	2272.29100.05	2372.340.10538	0.99449	0.68321-14.95-0.01068	0.69389	2387.29		0.68825	2387.29	3469										
JURASICO	29	5	150.48	30	30	113	250	2457	0.700	5.0	2314.29120.48	2434.770.10268	0.99476	0.69633	5.480.00391	0.69242	2429.29		42	0.0088	4773									
TAKAN	30	13	130.52	30	34	109	250	2457	0.695	5.0	2314.29100.52	2414.810.10353	0.99467	0.69130-14.48-0.01034	0.70164	2429.29		0.69703	2429.29	3485										
	31	6	150.73	30	34	113	250	2650	0.739	5.0	2507.29120.73	2628.020.09513	0.99551	0.73568	5.730.00409	0.73158	2622.29		193	0.0404	4777									
	32	17	130.22	30	30	112	250	2650	0.736	5.0	2507.29100.22	2607.510.09587	0.99543	0.73264-14.78-0.01056	0.74320	2622.29		0.73739	2622.29	3556										
JURASICO TA	33	7	151.11	30	34	112	250	2862	0.774	5.0	2719.29121.11	2840.400.06802	0.99614	0.77103	6.110.00436	0.76665	2834.29		212	0.0367	5777		0.73433	3703						
MAR SANTIAGO	34	19	130.14	30	32	112	250	2862	0.774	5.0	2719.29100.14	2819.430.08867	0.99609	0.77097-14.86-0.01061	0.78158	2834.29		0.77411	2834.29	3661										
TEPEXIC	35	8	151.45	30	34	112	250	2985	0.802	5.0	2842.29121.45	2963.740.08435	0.99646	0.79916	6.450.00461	0.79455	2957.29		123	0.0291	4227		0.76342	3723						
(LIOLOGIA)	36	22	129.92	30	29	111	250	2985	0.804	5.0	2842.29	99.92	2942.210.08497	0.99641	0.80111-15.08-0.01077	0.81188	2957.29		0.80321	2957.29	3682									
PROF. TOTAL	37	2	149.26	30	32	115	250	3045	0.815	5.0	2902.26119.26	3021.550.08274	0.99659	0.81222	4.260.00304	0.80918	3017.29		60	0.0112	5386		0.77457	3747						
(DIA PRUEBAS)	38	13	130.52	30	35	111	250	3045	0.812	5.0	2902.29100.52	3002.810.08325	0.99655	0.80920-14.48-0.01034	0.81954	3017.29		0.81436	3017.29	3705										

DETERMINACION DE VELOCIDADES

POZO

PAIMA SOLA NORTE No. 1

ESTADO - VERACRUZ



PROGRAMA: DETERMINACION DE VELOCIDADES EN POZOS PROFUNDOS

Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code				
0	0	X→()	23	2	0	+	33	4	0	f	15	6	0	X→()	23	8	0	X→()	23		
1	b	14		1	Roll↑	22		1	c	16		1	d	17		1	d	17			
2	y→()	40		2	y←()	24		2	-	34		2	Clear	20		2	y→()	40			
3	c	16		3	f	15		3	b	14		3	1	01		3	c	16			
4	↓	25		4	Roll↓	31		4	↑	27		4	↑	27		4	ACC	63			
5	y→()	40		5	x←y	30		5	↓	25		5	Stop	41		5	f	15			
6	d	17		6	÷	35		6	÷	35		6	if x=y	50		6	CHG SIGN	32			
7	Clear	20		7	y←()	24		7	f	15		7	6	06		7	Stop	41			
8	Stop	41		8	f	15		8	x←y	30		8	d	17		8	8	10			
9	if Flag	43		9	Roll↓	31		9	-	34		9	ACG+	60		9	CHG SIGN	32			
B.	5	05		B.	y←()	24		B.	Roll↑	22		B.	GOTO	44		B.	0	00			
D.	b	a	17		b	e	12		b	Stop	41		b	6	06		b	End.	46		
C.	x→()	23		C.	Stop	41		C.	e	12		C.	3	03		C.	x→()	23			
D.	f	15		D.	Roll↑	22		D.	x←y	30		D.	RCL	61		D.	f	15			
1	0	↓	25	3	0	f	15	5	0	c	16	7	0	x←y	30			Storage			
1	-	34		1	arc	72		1	+	33		1	÷	35		f	e	d	c	b	a
2	y→()	40		2	Tanx	71		2	Roll↑	22		2	d	17		H	Es	Emr	NR	Vs	
3	e	12		3	Cosx	73		3	x←y	30		3	x←y	30		Dg ₀	T				
4	Clear x	37		4	y←()	24		4	↓	25		4	÷	35		t _{g1}	D _{g0}				
5	↑	27		5	e	12		5	÷	35		5	↑	27		Es					
6	↑	27		6	x	36		6	Clear x	37		6	d	17		T _{g8}					
7	Stop	41		7	Roll↓	31		7	Roll↓	31		7	x←y	30		0	0	D _{gd}			
8	x←y	30		8	y←()	24		8	x←y	30		8	Stop	41		Σ t	n				
9	↑	27		9	f	15		9	Stop	41		9	GOTO	44		0	0	D ₂	T ₂		
B.	d	17		B.	Roll↓	31		B.	GOTO	44		B.	6	06							
b	-	34		b	Stop	41		b	0	00		b	0	00							
c	c	12		c	Roll↓	31		c	7	07		c	Clear	20							
d	x←y	30		d	y←()	24		d	Stop	41		d	Stop	41							

Fig.12

VERIFICACION DEL PROGRAMA

GOTO 0,0; DECIMALS 5

ENTER

0 — z

0 — y

1000 x

Continue
Display0 — z
0 — y
0 — xContinue
Display0 — z
0 — y
0 — x

ENTER

0 — z
1 — y
1 — xContinue
Display1 — z
0 — y
1 — xContinue
Display1. — z
1.00000 — y
0.00000 — xContinue
Display1. — z
0.00000 — y
0. — xContinue
Display0. — z
1.00000 — y
1. — xContinue
Display0. — z
0. — y
0. — x

SET FLAG

Continue
Display0 — z
0 — y
0 — x

ENTER

1 — x

Continue
Display0. — z
1. — y
1. — x

ENTER

2 — x

Continue
Display1. — z
1. — y
1. — x

ENTER

2 — x

Continue
Display1. — z
1. — y
1. — xContinue
Display.40000 — z
1. — y
2.50000 — xGOTO 7,C
Continue
Display0 — z
0 — y
0 — x

ENTER

1 — y
1000 — xContinue
Display1000.00000 — z
1 — y
1000 — x

PROGRAMA: DETERMINACION DE VELOCIDADES EN POZOS PROFUNDOS
(2.a. Parte)

CALCULO t_1 ; T_{go} ; V_{mo} .

Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code	Step	Key	Code			
0	0	x → () 23	2	0	c 16	0			0			0			0					
1	f	15	1	Clear	20	1			1			1			1					
2	y → () 40		2	c	16	2			2			2			2					
3	e	12	3	↑	27	3			3			3			3					
4	↓	25	4	d	17	4			4			4			4					
5	y → () 40		5	STOP	41	5			5			5			5					
6	d	17	6	↑	27	6			6			6			6					
7	↓	25	7	d	17	7			7			7			7					
8	STOP	41	8	-	34	8			8			8			8					
9	↑	27	9	Roll↑	22	9			9			9			9					
a	f	15	a	x → y	30	a			a			a			a					
b	-	34	b	c	16	b			b			b			b					
c	Roll↑	22	c	-	34	c			c			c			c					
d	x → y	30	d	↓	25	d			d			d			d					
1	0	e 12	3	0	÷ 35	0			0			0			Storage					
1	-	34	1	STOP	41	1			1			1			f	e	d	c	b	a
2	↓	25	2	GOTO	44	2			2			2			T ₁	Z ₁	NR	t ₁		
3	÷	35	3	2	02	3			3			3			0	0				
4	d	17	4	6	06	4			4			4			4					
5	↑	27	5	END.	46	5			5			5			5					
6	e	12	6			6			6			6			6					
7	-	34	7			7			7			7			7					
8	↓	25	8			8			8			8			8					
9	x	36	9			9			9			9			9					
a	f	15	a			a			a			a			a					
b	+	33	b			b			b			b			b					
c	d	17	c			c			c			c			c					
d	y → () 40		d			d			d			d			d					

Fig.14

VERIFICACION DEL PROGRAMA
(2a. Parte)

GOTO 0,0.

ENTER

1 —— z

0 —— y

0 —— x

**Continue
Display**

1 —— z

1 —— y

1 —— x

ENTER

2 —— y

2 —— x

**Continue
Display**

0.

1.00000

1.

**Clear
Continue
Display**

-1.

1.00000

-1.00000

Fig.15

INSTRUCCIONES DETERMINACION VELOCIDADES POZOS PROFUNDOS.-
GOTO 0,0,

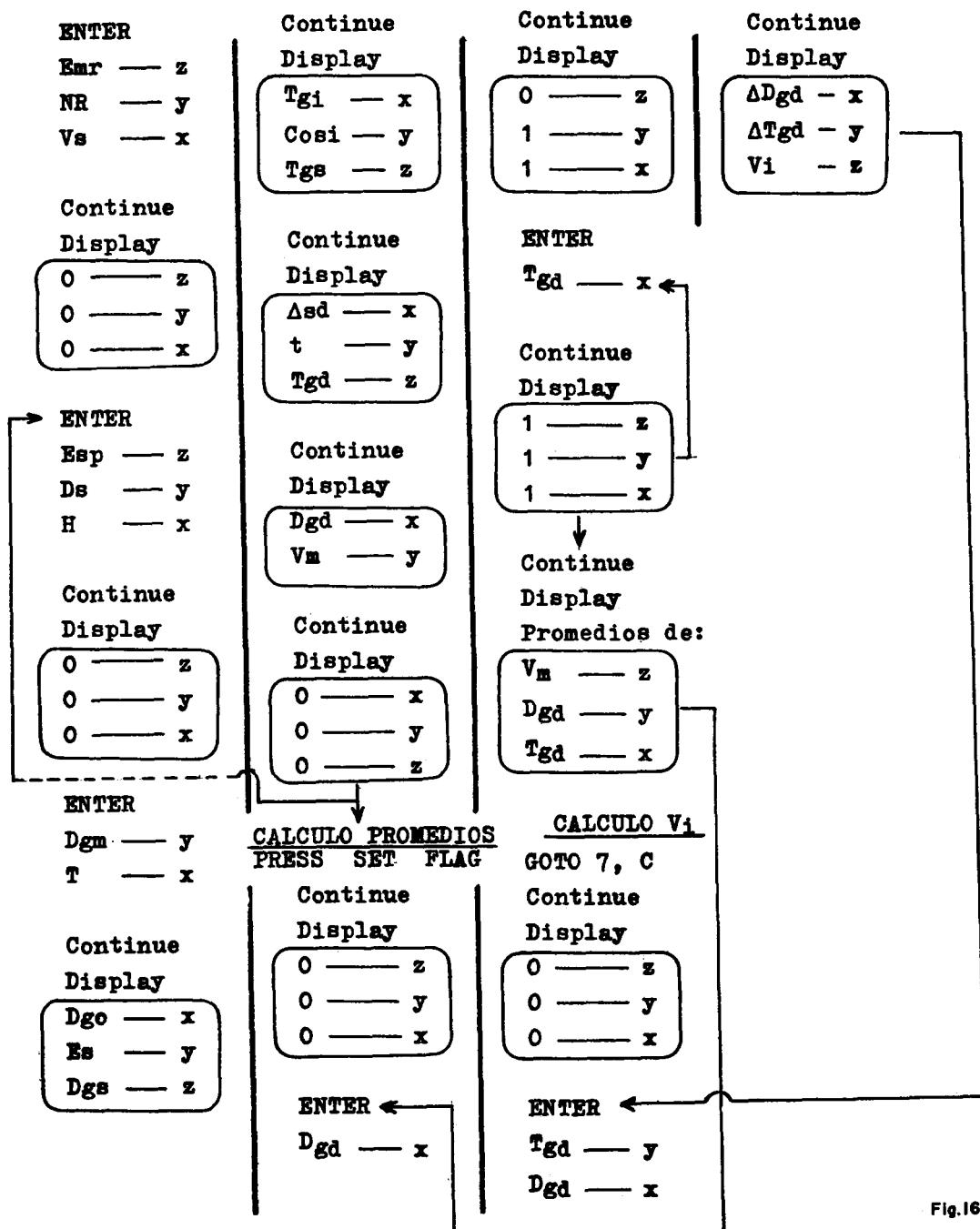
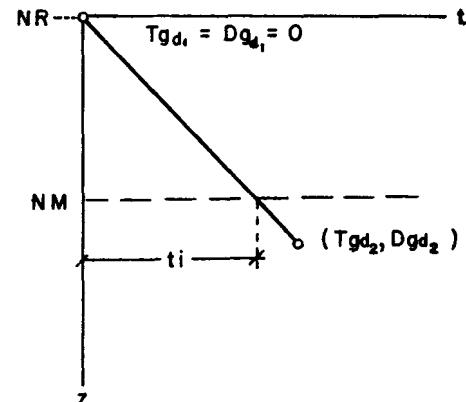
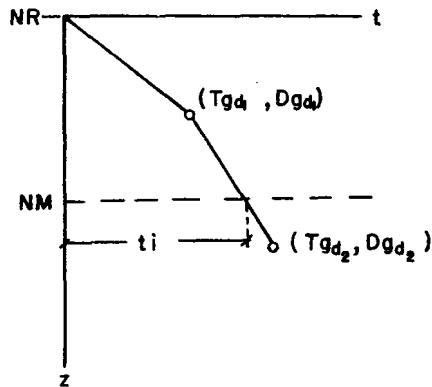


Fig.16

DETERMINACION DE VELOCIDADES EN POZOS PROFUNDOS.

(2a. parte)

CALCULO DE T_i , T_{go} , V_{mo} :CASOS GENERALES DEL t_i Clear
GOTO 0,0.

ENTER

NR — z

D_{gd1} — yT_{gd1} — xContinue
Display

NR — z

NR — y

NR — x

ENTER

D_{gd2} — yT_{gd2} — xContinue
DisplayT_i — y
NR — x

ENTER ←

T_{gd} — yD_{gd} — xContinue
DisplayD_{go} — z
V_{mo} — y
T_{go} — x

Fig.17

INSTRUCCIONES PARA LA OBTENCION DIRECTA
DE T_{gd} , D_{gd} , V_m .

En la primera parte del programa para la Determinación de Velocidades en Pozos profundos (Fig.12), efectuar:

RUN	PROGRAM	5
GOTO	PAUSE	6
2	RUN	PROGRAM
c	GOTO	ROLL
PROGRAM	4	x y
PAUSE	b	PAUSE
RUN	PROGRAM	STOP
GOTO	PAUSE	RUN
3	RUN	
b	GOTO	

Para introducir los datos en la misma forma según las instrucciones de la Fig. 16 y obtener directamente.

V_m — z
D_{gd} — y
T_{gd} — x

En los casos en que el equipo cuente con impresora-acoplada, bastara intercambiar en las instrucciones anteriores.

PAUSE por PRINT.

CONTROL DE INFORMACION GEOFISICA Y GEOLOGICA .

Ante la necesidad de tener que manejar información diversa con diferentes datos de cada pozo, se sugiere el ensayo de una tarjeta que reuna la información empleada por Geofísicos y Geologos.

Un método ya practicado con buen éxito es el referente a la elaboración de una tarjeta archivable de control como la mostrada en la Fig. 19 y su reverso en - la Fig. 20.

El lado anverso contiene renglones para llenar lo referente a localización, elevación del terreno, elevación mesa rotaria, profundidad total del pozo, fecha - de observación y Resultado petrolero del pozo. - En columnas vienen los datos de sismología sobre profundidades y tiempos obtenidos en cada nivel observado y referidos al N. M. ó el indicado exprofeso. El lado derecho corresponde para los valores obtenidos en los parámetros de la ley lineal generalmente usada - - (Vz=Vo + KZ) ú otro tipo, como la ley cúbica en este caso ($Z=2698t^3+494t^2-96.3t$) además de anotarse el error medio de las ecuaciones (en estos ejemplos - - - $e_m=43.28$ y $e_m=42.973$).

LOCALIZACION a 3100 m. a S 23°W del Huiltepec 1.

Et = 158.77

Emr = 162.48

P. T. 3685

Fecha obs. 3 jul/66.

Resultado —

Dg ₀	T _{E0}	V _{mo}	Dg ₀	T _{E0}	V _{mo}
0	0	2700	2919.52	.9630	3032
237.52	.1272	1867	3069.52	1.0039	3058
336.52	.1327	2536	3239.52	1.0521	3079
437.52	.1694	2583	3343.52	1.0717	3120
637.52	.2351	2712	3484.52	1.0969	3177
839.52	.2977	2820	3519.52	1.1058	3183
987.52	.3444	2867			
1134.52	.3893	2914			
1292.52	.4361	2964			
1437.52	.4819	2983			
1585.52	.5327	2976			
1771.52	.5912	2996			
2017.52	.6600	3057			
2237.52	.7337	3050			
2437.52	.8030	3036			
2620.52	.8712	3008			
2769.52	.9230	3001			

POZO: HUILTEPEC No.2.

X = 168 600.87 ; Y = 69 746.10

Sistema Coords: Aguila

Fig 19

Tarjeta de Control
(anverso)

Fig. 19

Contactos Cionológicos y Correlación Sismológica						
Formación	MBMR	MBNM	Tg ₀	V _{m0} = 2Z/T	V _i = ΔZ/Δt	Observaciones
M. Tuxpan	Aflore	+159				Inf.sism.# 1042
C. Escolín	1002	-840	.2977	2820	2820	
O. Coatzintla	1297	-1135	.3893	2914	3221	
Oprs	1455	1293	.4361	2964	3376	
Opri	1748	1586	.5327	2976	3033	
Et	1934	1772	.5912	2996	3179	
Eg	2180	2018	.6600	3057	3576	
Ech sup	2783	2621	.8712	3008	2855	
Pch m	3082	2920	.9630	3032	3257	
Pv basal	3286	3124	1.0193	3065	3623	
Km	3332	3170	1.0323	3071	3538	
Kti	3413	3251	1.0543	3084	3682	
Kti bent	3422	3260	1.0560	3087	5294	
Kti(calc)	3430	3268	1.0576	3090	5000	
Jp	3474	3312	1.0658	3107	5366	
Jsa sup.	3522	3360	1.0747	3126	5393	
Jsa Inf.	3593	3431	1.0874	3155	5772	
Jt arcill.	3647	3485	1.0969	3177	5684	
basamento	3655	3493	1.0991	3178	3636	
P.T.	3685	3523				

Fig. 20

**Tarjeta de Control
(reverso)**

En la parte inferior y para lectura en el archivo se situaron el nombre del pozo profundo (ó el No. de Perfil de Velocidades) y las coordenadas de localización con el sistema empleado.

El reverso de la tarjeta lo forman columnas con las formaciones geológicas del pozo así como las profundidades bajo mesa rotaria y bajo nivel del mar de cada contacto, además de columnas para tiempos de reflexión, Velocidades Medias - y de Intervalo a la cima de cada Formación Geológica.

Las aplicaciones prácticas de esta tarjeta van en aumento por lo sencillo de su manejo y por contener para el geofísico la mayoría de la información necesaria, pudiendo elaborarse de inmediato planos configurados de los parámetros V_0 y K de las leyes de control, ó planos de Velocidades Medias para cualquier formación, independiente de contener los tiempos de Reflexión de cada contacto indispensables en la interpretación sismológica.

El éxito de cualquier actividad geofísica, depende en gran parte, de la cantidad y calidad de datos relacionados con las velocidades de propagación que se tienen.

CONSIDERACIONES SOBRE LA SITUACION ENERGETICA DE MEXICO.

Por: Ing. Antonio García Rojas.

I. - ASPECTOS GENERALES SOBRE EL DESARROLLO DE MEXICO

Durante los últimos 30 años México ha modificado en forma considerable su estructura económica, pasando de ser un país fundamentalmente agrícola a uno que se encuentra en una etapa preliminar o intermedia de su desarrollo industrial, la cual se considera que se inició en la segunda mitad de la década 1931-1940, según se indica en la Figura 1 (Bib. 1).

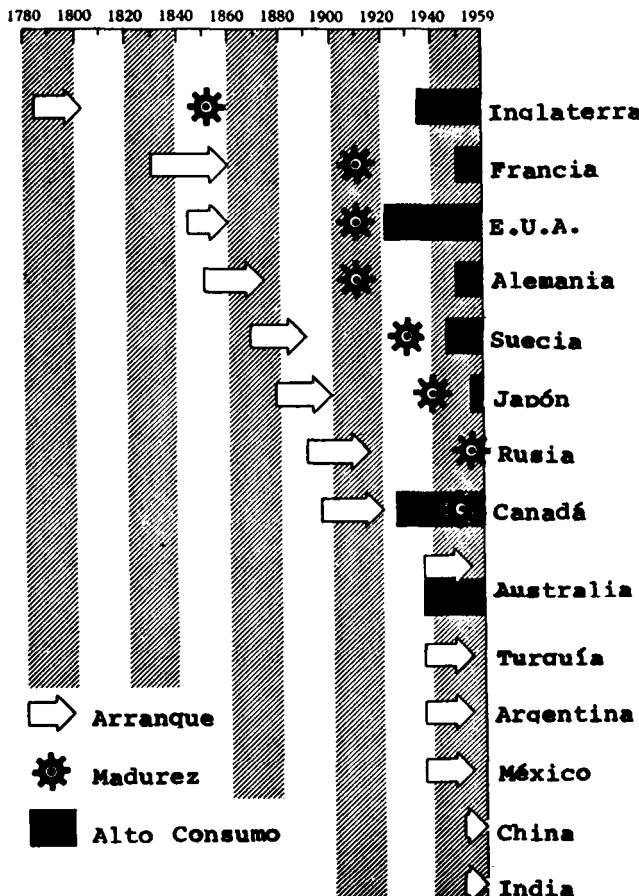


FIGURA 1.- Gráfica mostrando las etapas de desarrollo económico en países seleccionados.

En la figura anterior se observa que Canada y Australia entraron en la etapa de alto consumo antes de alcanzar la etapa de madurez, - debido a que su comercio exterior tenía un saldo favorable muy elevado.

Según el profesor y economista W. W. Rostow (Bib. 1) para la segunda mitad de la década 1951-1960 se podía considerar que México había pasado de la etapa de "Arranque" en su desarrollo económico, o sea de aquella en la cual un país logra desarrollar industrias básicas de rápido crecimiento, en la que se establecen bancos e instituciones de crédito, que además de sus propios recursos, logran movilizar el capital privado para aplicarlo a la inversión productiva, y se ha establecido una base jurídica que propicia el desarrollo agrícola moderno y la industrialización.

De acuerdo con lo anterior México se encuentra actualmente en el principio del camino hacia la madurez económica, o sea en la etapa en la que se van diversificando las actividades industriales, al mismo tiempo - que se van ampliando las actividades básicas.

Una característica común de las etapas de arranque y del camino hacia la madurez económica, de acuerdo con la experiencia de otros países, ha sido que durante esos períodos se han invertido anualmente entre el 7 y el 10% del producto nacional neto en actividades productivas, lo cual - significa que tienden a duplicar su capacidad de producción en períodos de 10 años o menores.

Lo anterior requiere una cantidad cada vez mayor de materias primas y de productos semielaborados, como resultado del desarrollo - de industrias secundarias.

En México se ha verificado la condición anterior, según se - puede ver en la Tabla 1, que muestra la producción por década de algunos -- productos agrícolas e industriales que se consideran de carácter básico.

**TABLA 1.- PRODUCCION POR DECADA DE ALGUNOS PRODUCTOS
AGRICOLAS E INDUSTRIALES**
(Miles de toneladas)

<u>DECADA</u>	<u>ALGODON</u>	<u>TRIGO</u>	<u>AZUCAR</u>	<u>CEMENTO</u>	<u>ACERO</u>
1901-1910	490	S. D.	1,001	200	222
1910-1920	S. D.	S. D.	1,234	330	300 ⁺
1921-1930	492	3,275	3,014	1,325	701
1931-1940	601	3,991	3,014	2,850	1,091
1941-1950	979	4,337	4,637	8,649	2,489
1951-1960	4,006	9,816	9,473	21,714	8,774
1961-1970	4,499	17,738	19,568	48,700	26,632

FUENTES: Estadísticas de Sec. de Industria y Comercio, Nacional Financiera y Cámaras Industriales.

S. D. No existen datos para el período correspondiente.

+ Estimado parcialmente.

Como consecuencia del desarrollo de las actividades agrícolas e industriales y del crecimiento de la población, la demanda de energéticos ha crecido en forma semejante al desarrollo económico de México, según se indica en la Tabla 2.

**TABLA 2.- EVOLUCION DE LA DEMANDA DE ENERGETICOS
EN LA REPUBLICA MEXICANA.**

<u>ENERGETICO UTILIZADO</u>	<u>1930</u>	<u>1940</u>	<u>1950</u>	<u>1960</u>	<u>1970</u>
PETROLEO (Millones de barriles)	13.1	25.0	57.8	104.7	161.0 ⁺
GAS NATURAL (Miles millones pies cúbicos)	0.0	11.9	46.4	114.0	491.5
CARBON MINERAL (Miles toneladas)	0.7 ⁺	0.82	0.91	1.77	3.10 ⁺
HIDROELECTRICIDAD (Miles millones KWH)	900	1 698	1 949	5 174	14 200 ⁺

+ Estimado

No se considera la energía termoeléctrica porque se deriva del petróleo, gas o carbón.

Cuando se reduce el consumo de energéticos a una unidad común se observa que crece a un ritmo prácticamente uniforme de 6.75% anual con lo que se duplica cada 10 años. Asimismo se ve que en el período 1940-1970 el consumo de hidrocarburos ha representado aproximadamente el 95% del total de la energía utilizada en el país.

El aumento tan rápido en el consumo de gas en el período -- 1960-1970 se debe a que en gran parte de las instalaciones industriales se substituyó el consumo de combustible pesado por gas, al traerse al centro - del país el gas producido en el Sureste de México y al extender los gasoductos del Distrito de Reynosa hasta Torreón y Chihuahua. Sin embargo, el crecimiento uniforme del consumo total de energía producida por el empleo del petróleo y del gas, que se ha mantenido por más de 30 años, muestra que el crecimiento de la demanda de ambos productos será semejante a partir del establecimiento de un consumo de hidrocarburos proporcional a las reservas relativas existentes de petróleo y de gas.

Es de pensar que el ritmo de incremento del orden del 7% en la demanda total de energéticos se mantenga durante los próximos 25 ó 30 -- años, o sea en el período que se estima necesario para que México alcance - su madurez económica, basándose en la experiencia de otros países, que según se ilustra en la Figura 1, han tardado 60 años aproximadamente entre el inicio del período de arranque y el tiempo en que alcanzaron la madurez económica.

En la Figura 2 se muestra el desarrollo del consumo de energéticos en los Estados Unidos de América durante el período de arranque y - el camino a la madurez, y durante el período de madurez económica, en el - cual el crecimiento anual en el consumo de energía es menor que en las etapas anteriores.

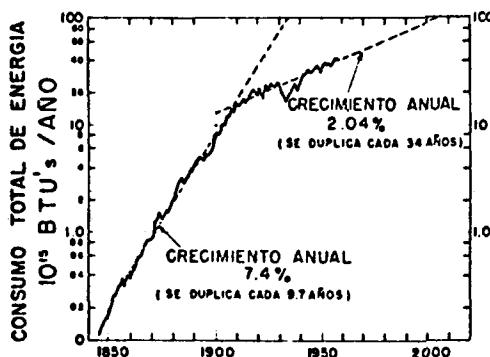


FIGURA 2.- Desarrollo del consumo de energía en los Estados Unidos de América.
Fuente: M. King Hubbert.

II.- LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE ENERGIA.

Las fuentes de energía que se utilizan para cubrir los requerimientos de la vida moderna y las que pueden emplearse en el futuro cercano, se indican a continuación:

FUENTES USUALES DE ENERGIA

No Renovables:

- Petróleo
- Gas Natural
- Carbón Mineral
- Uranio

Renovables:

- Caídas de Agua
- Carbón Vegetal

FUENTES POCO USUALES DE ENERGIA

- Vapor Natural

Las reservas de energéticos no renovables en la República Mexicana, según datos publicados en el año de 1970, son como se indican en

la Tabla 3.

TABLA 3 . - PRODUCCION Y RESERVAS DE RECURSOS ENERGETICOS NO RENOVABLES EN LA REPUBLICA MEXICANA.

(Datos correspondientes a 1970)

ENERGETICO	PRODUCCION	RESERVAS	RELACION DE RESERV. A -- PRODUCCION
PETROLEO (Millones de barriles)	177.6	3 288	18.5
GAS NATURAL (Miles millones pies cúbicos)	665.0	11 396	17.2
CARBON MINERAL (Millones de Toneladas)	3.10	1 300	432.0
URANIO (Toneladas)	----	3 000	No se utiliza actualmente

Fuentes: Petróleos Mexicanos.- Informe de Labores 1970
 CRNNR.- Geología, Reservas y Petrografía de los
 carbones Mexicanos para la Siderurgia(1969)
 Informe Presidencial 1970.

De la Tabla anterior se puede ver que la relación de reservas a producción para el carbón mineral es aproximadamente 22 veces mayor que para los hidrocarburos. Esto se debe a que la utilización del carbón está prácticamente restringida a la siderurgia, la cual emplea el 92% del carbón mineral producido en el país.

Reduciendo a una base común el equivalente energético de los combustibles mencionados en la Tabla 3, se obtienen los resultados de la Tabla 4.

TABLA 4.- EQUIVALENCIA EN BARRILES DE PETROLEO DE LAS RESERVAS DE RECURSOS ENERGETICOS NO RENOVABLES EN LA REPUBLICA MEXICANA.

(Datos correspondientes a enero de 1970)

ENERGETICO	RESERVA EQUIVALENTE EN MILLONES DE BARRILES DE PETROLEO
PETROLEO	3 288
GAS NATURAL	2 279
CARBON MINERAL	4 900
URANIO	28 800

Las reservas de energéticos no se mantienen estáticas y en el estado actual de su desarrollo en el país, es indudable que se podrán incrementar considerablemente si se mantienen ritmos de exploración adecuados y métodos de explotación que permitan aumentar la recuperación de petróleo y de carbón, lo cual se considera factible aplicando las técnicas que se están desarrollando y que se han utilizado con éxito en México y en otras regiones del mundo.

En términos generales, se considera posible que para 1980 - las reservas de petróleo y gas alcancen un nivel equivalente a unos 12 000 millones de barriles, principalmente como resultados de los trabajos de explotación.

Basándose en los resultados de la exploración en los próximos 5 años, será necesario hacer una evaluación de las posibilidades de seguir incrementando las reservas y la producción de hidro-carburos, tomando como base los resultados de la exploración en busca de nuevos yacimientos , ya que es posible que para el año de 1980 se lleguen a obtener la producción y las reservas máximas de hidrocarburos en el país y que estas tiendan a de-

crecer paulatinamente a partir de esa época.

Por lo que corresponde al carbón mineral, es de esperar -- que sus reservas aumenten a unos 1 700 millones de toneladas, principalmente como resultado de modificaciones técnicas de explotación y en parte como resultado de nuevas exploraciones.

Las reservas de Uranio pueden incrementarse considerablemente como resultado de nuevos trabajos de exploración, los cuales deberán ejecutarse cuando este material se utilice como energético.

En general la reserva energética actual y la posible de desarrollar para la próxima década, son satisfactorias, pero las relaciones de reservas a producción, para diferentes energéticos que se mostraron en la Tabla 4, indican claramente la conveniencia de procurar la substitución de parte del consumo de hidrocarburos mediante el empleo de otros energéticos

Lo anterior es más difícil de lo que aparece a primera vista, puesto que el uso de los derivados del petróleo y el gas lo hacen casi insustituible en muchas aplicaciones, como en los transportes y en las máquinas de construcción y agrícolas, en donde se utiliza aproximadamente el 50% de los hidrocarburos líquidos que consume el país. Sin embargo, se están dando pasos importantes para utilizar otras fuentes de energía, como el proyecto de construir una planta eléctrica que consumirá Uranio y el desarrollo de plantas eléctricas que utilizarán el vapor natural.

Se considera posible que para principios de la última década de este siglo las plantas termonucleares generen un porcentaje considerable de la energía eléctrica que utilice el país, lo cual reducirá el consumo relativo de otros combustibles, cuyas reservas potenciales de energía son mucho menores que las del Uranio.

Es importante mencionar que la estabilidad monetaria depende

en gran parte de la capacidad de un país para surtir sus propios requerimientos energéticos (Bib. 2). Un ejemplo importante es lo que sucede actualmente en los Estados Unidos de América, que ha sufrido una reducción en sus reservas monetarias en los últimos años, debido en parte a que sus recursos petroleros van decreciendo y por lo tanto están gastando sumas considerables en la importación de petróleo.

El autor considera que uno de los obstáculos más grandes que podría tener México para alcanzar su pleno desarrollo económico sería el que no desarrollara sus recursos energéticos al nivel que requiera el país en las próximas décadas.

III. -INDUSTRIA PETROLERA.

La producción de petróleo y de gas en la República Mexicana ha sido sistemáticamente mayor que el consumo. Esto ha permitido tener un mercado de exportación de ambos productos, aún cuando su volumen y valor comercial son muy pequeños con relación al mercado interior. El desarrollo de la producción se indica en la Tabla 5, en la que se considera que 5 700 pies cúbicos de gas son equivalentes a un barril de petróleo.

TABLA 5.- PRODUCCION DE HIDROCARBUROS EN LA REPUBLICA MEXICANA

AÑO	PETROLEO (Millones de barriles)	GAS NATURAL (Miles millones de pies cúb.)	PRODUCCION TOTAL EQUIVALENTE (Mill. Barriles)
1940	44.44	32.71	50.29
1945	43.48	36.36	48.5
1950	73.68	62.02	74.1
1955	91.37	119.71	112.5
1960	108.77	341.26	170.3
1965	132.34	452.16	218.7
1970	177.60	665.02	254.3

FUENTE: Informes anuales de Petróleos Mexicanos

Es conveniente hacer un análisis de la evolución de sus reservas, las cuales han variado en la forma que se muestra en la Fig. 3, pudiéndose observar que el incremento de las reservas comienza a ser más lento que el de la producción a partir de los primeros años de la década 1961-1970. Esto se atribuye fundamentalmente a que en ese período disminuyó la cantidad de pozos perforados por cada millón de barriles producido.

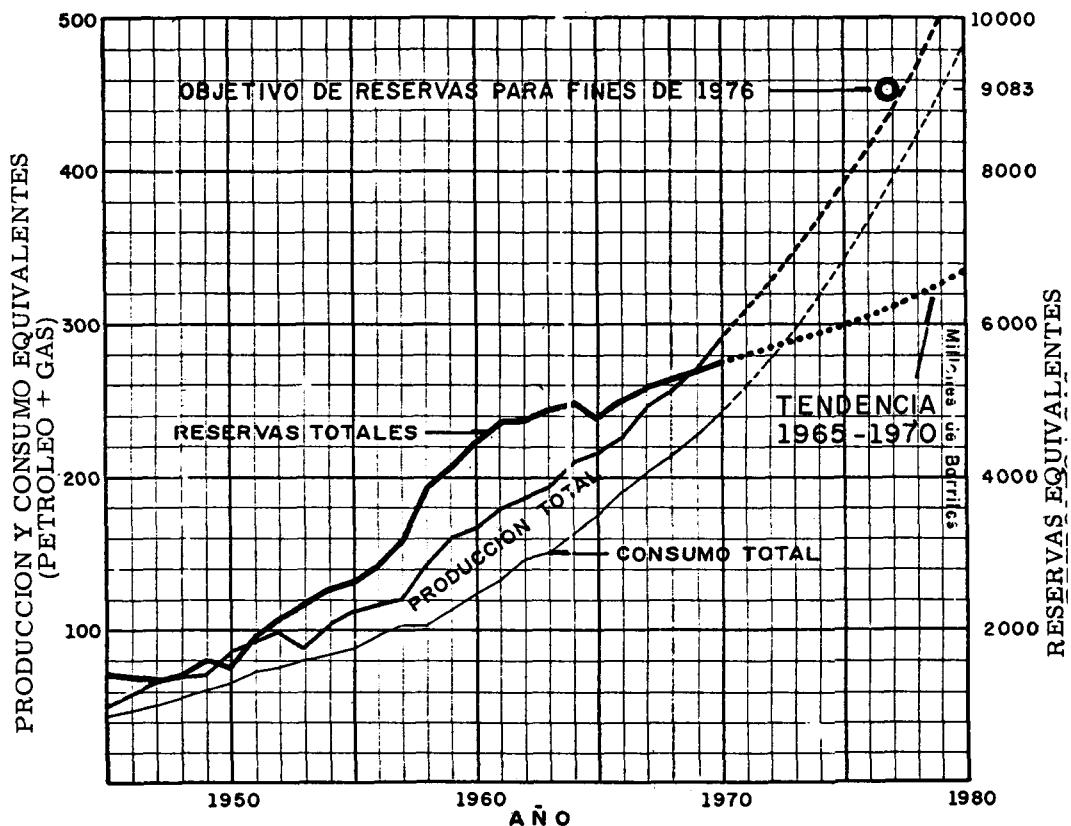


FIGURA 3.- Evolución de la producción y de las reservas totales equivalentes de (Petróleo + Gas).

El numero de pozos perforados anualmente entre 1945 y 1970 y el incremento de las reservas de petroleo mas gas, expresado en millones de barriles de petróleo, se muestran en la Figura 4, en la que se observa claramente que el ritmo de incremento de reservas disminuye a partir de la época en que se reduce el ritmo anual de perforación.

(El número de pozos de exploración perforados se ha mantenido entre 125 y 150 pozos por año en el último sexenio.)

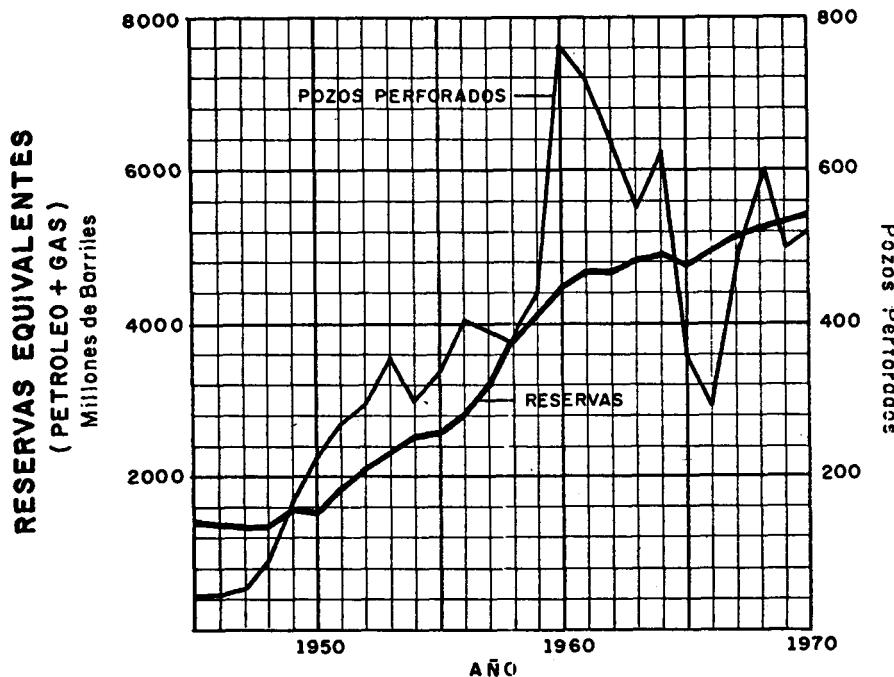


FIGURA 4. - Comparación del incremento de las reservas (Petróleo+Gas) y de la intensidad de perforación.

Con relación a la figura anterior y al párrafo que la precede, en la tabla 6 se muestra la forma en que ha variado la perforación y los resultados de la misma en los diferentes sexenios presidenciales.

TABLA 6. - POZOS PERFORADOS POR SEXENIO PRESIDENCIAL Y RESULTADOS OBTENIDOS

SEXENIO	Pozos Perforados	Producción total *	Incremento de reservas *	Total Descubierto	Descubri- miento por pozo *
1941 - 1946	190	277.5	115.9	393.4	2.07
1946 - 1952	1 088	477.7	745.9	1 223.6	1.03
1952 - 1958	2 148	708.8	1 683.3	2 392.1	1.11
1958 - 1964	3 752	1 165.1	1 357.3	2 522.4	0.71
1964 - 1970	2 800	1 612.8	339.9	1 952.7	0.70

NOTAS : * Equivalente en millones de barriles (Petroleo - Gas).

En el periodo 1940-1946 se desarrolló el campo de Poza Rica y a ello se debe el alto descubrimiento por pozo.

De acuerdo con el ritmo de incremento en el consumo de hidrocarburos que se ha tenido en las tres últimas décadas es de esperar que en el Sexenio 1970-1976 el consumo combinado de petróleo y gas sea equivalente a unos 2400 millones de barriles de petróleo.

El consumo anual de hidrocarburos en 1976 será equivalente a 415 millones de barriles de petróleo, por lo que considerando que será necesario para el país mantener una relación de reservas a producción del orden de 20 a 1 ó mayor, el actual Director de Petróleos Mexicanos ha declarado que el trabajo de exploración se intensificará y que se tendrá por objetivo tener para fines de 1976 una reserva de petróleo mas gas equivalente a mas de 9 000 millones de barriles de petróleo, según se indicó en la Figura 4 . Esa reserva será adecuada a las necesidades previsibles del país y para lograrla se estima que será necesario perforar aproximadamente 6 500 pozos, considerando el incremento de 3 500 millones de barriles en las reservas mas el consumo de 2 400 millones de barriles en el sexenio .

Un análisis de la información disponible sobre los resultados de la exploración y de las áreas con posibilidades de desarrollo muestra que una política de exploratoria adecuada e intensa permitirá incrementar las reservas al nivel mencionado.

Como los recursos de petróleo y de gas natural no son ilimitados se hace necesario que sistemáticamente se vayan re-evaluando las posibilidades petrolíferas del país, ya que es posible que para 1980 se hayan consumido gran parte de sus reservas potenciales. Lo anterior hace recomendable que nuestro país, de acuerdo con los otros países que circundan el Golfo de -

México, trate de obtener una decisión internacional en el sentido de que dentro de la superficie del Golfo de México tengan derecho para la explotación del lecho y de su subsuelo marino .

Asi mismo es conveniente que México, en conjunto con los Estados Unidos de América y con la Republica de Cuba, definan los límites de jurisdicción de cada uno de los tres países, con fines de explotación de los recursos naturales que se encuentren en la región de aguas profundas del Golfo de México.

Tanto en el Mar del Norte como en el Golfo Pérsico se han hecho arreglos semejantes, que no han restringido en modo alguno los derechos de navegación ni los límites de las aguas territoriales de los países que bordean esos mares.

IV - INDUSTRIA DEL CARBON

El carbon mineral sigue en importancia al petróleo y al gas como fuente de energía, contribuyendo aproximadamente con un 4.7% al abastecimiento de las demandas energéticas del país. Sinembargo, a pesar de la magnitud de sus reservas, según se mostró en la Tabla No. 4, su aplicación es reducida.

Lo anterior se debe a que la mayor parte de la producción (cerca del 90%) se dedica a industria siderúrgica, el 8.6% a la generación de electricidad y el resto se utiliza en la industria minera.

Más del 98% de las reservas carboníferas se encuentran en la Cuenca de Sabinas, Coah., en donde las condiciones geológicas y topográficas

permiten una explotación fácil, y de ahí, se extrae todo el carbón mineral utilizado en el país. El resto de las reservas queda en tres regiones carboníferas - pequeñas, en las cuales las condiciones geológicas y topográficas son complicadas, por lo cual no se ha decidido su explotación, a pesar de que en diferentes épocas se han hecho estudios tendientes a definir la costeabilidad de la producción.

La última estimación de las reservas carboníferas de la Cuenca de Sabinas, Coah., publicada en 1969, es como se indica en la Tabla 7.

TABLA 7. - RESERVAS DE CARBON MINERAL EN LA CUENCA DE SABINAS, COAH. (Millones de toneladas)

Reservas originales explotables en las márgenes de las cuencas y a poca profundidad:		4 080. 9
Menos: Producción total:	93. 7	
Pérdidas de explotación:	<u>108. 3</u>	<u>202. 0</u>
Reserva "in situ" a poca profundidad		3 878. 9
Reservas originales en las partes centrales y más profundas de las cuencas:		<u>10 332. 2</u>
RESERVAS TOTALES "IN SITU" (1969)		14 211. 1

La cifra anterior representa la estimación de la cantidad total de carbón que se estima se encuentra dentro de la Cuenca Carbonífera de Sabinas, Coah. De este total, se ha considerado que se pueden extraer 1 302. 6 millones de toneladas, todas ellas en las márgenes de las cuencas o a poca profundidad.

De hecho, es muy posible que cuando las necesidades del país lo justifiquen, se pueda explotar un porcentaje mucho mayor del carbón exis-

tente en la Cuenca . Sinembargo, la disponibilidad de petróleo y gas ha hecho - que sólo se exploten los lugares de fácil acceso, en dónde los costos de producción son menores.

La Cuenca Carbonífera de Sabinas queda en el centro de la región cubierta por los servicios de los sistemas eléctricos interconectados Falcón -- Monterrey y Chihuahua, en dónde el ritmo de crecimiento de la demanda justifica que se construya una planta termoeléctrica de unos 600 a 750 me gawatts -- para finales de 1974. (Bib. 3). Esto da una magnífica oportunidad para ampliar la utilización del carbón de esa región, puesto que esa planta consumiría poco más de un millón de toneladas anuales, o sea aproximadamente un 30% de la -- producción de carbón que se espera tener en esa época.

Un estudio preliminar de esa planta muestra que se justifica -- desde el punto de vista económico y resultaría de menor costo que una planta atómica de la misma capacidad o que el proyecto de una planta en Tampico, que utilice resíduos de petróleo, y que debería interconectarse al sistema Monterrey-Falcón.

Las reservas probables y potenciales del carbón mineral justifican estudiar en detalle la explotación del carbón en las partes profundas de la -- cuenca carbonífera de Sabinas, así como su posible aplicación en substitución del petróleo y del gas.

V. - URANIO

Aún cuando el Uranio no se ha empleado en México como recurso energético, los trabajos exploratorios hechos en México en busca de materiales radioactivos han mostrado la existencia de minerales de Uranio. Se estima que

las reservas de mineral radioactivo son de 4 600 000 toneladas, con un contenido de 3 157 toneladas de óxido de Urano.

Suponiendo que al mineral se le pueda extraer el 80% del Uranio que contiene, las reservas existentes se estiman como sigue:

Reservas de óxido de Urano	2526	toneladas
Contenido de Urano: (Aprox. el 85% de Uranato)	2140	"
Contenido de Urano 235: (fisionable) a razón del 0. 7% del contenido total de Uranio.	15. 98	"

El estudio de la utilización del Uranio queda reservado a los especialistas y en este trabajo sólo se pretende esbozar su posible utilización. De acuerdo con las publicaciones existentes, su aplicación fundamental en los problemas de energéticos, se limita a la generación de electricidad con plantas de vapor, lo cual permitiría substituir gran parte del consumo de combustibles fósiles en plantas térmicas y electrificar los sistemas ferroviarios en caso de que las reservas de petróleo y gas tiendan a disminuir.

El Uranio altamente enriquecido con U-235 ha sido empleado en barcos y submarinos, pero aparentemente su costo es muy elevado para su empleo en naves comerciales.

En la actualidad la utilización del Uranio está limitada por problemas técnicos y económicos que se van resolviendo rápidamente, y se considera que en un periodo de 10 a 15 años podrá ser empleado de una manera importante como fuente de energía. Sin embargo, ya se está utilizando en plantas eléctricas con una capacidad del orden de 500 000 Kilowatts, en las que se tiene un costo de generación semejante al de las plantas termoeléctricas convencionales.

El Uranio 235 puede emplearse en reactores de crio en combinación con el Uranio 238, para producir Plutonio, que tambien es fisionable, y en esta forma se puede aumentar la cantidad de energía recuperable. En estas condiciones M. King Hubbert estima que cada gramo de Uranio puede producir 20 670 Kilocalorias, que son equivalentes a 13 barriles de petróleo.

De acuerdo con los datos anteriores las reservas actuales de -- Uranio en la República Mexicana podrán suministrar 45 600 miles de millones de calorías, que equivalen en poder calorífico a 28 800 millones de barriles de petróleo.

Al desarrollar mas trabajo exploratorio en busca de minerales radioactivos es indudable que se descubrirán nuevos yacimientos y que se aumentarán considerablemente las reservas uraníferas, las cuales en la actualidad son 5 veces mayores en poder calorífico a las reservas de petróleo.

En México, donde crece rápidamente la demanda de energéticos y donde las reservas probadas y potenciales de combustibles fósiles (hidrocarburos y carbón) son limitadas, se recomienda emplear intensamente los materiales fisionables.

VI. - ENERGIA HIDRAULICA.

La energía hidráulica ha representado en las últimas tres décadas aproximadamente el 2 % de la energía consumida en el país. Sin embargo, su importancia es mayor que su participación aparente porque se ahorra aproximadamente un 8 % de los hidrocarburos que consumiría el país si la cantidad de energía eléctrica que se genera en plantas hidroeléctricas se produjera en plantas de vapor.

Al final de 1969 la capacidad total de plantas hidroeléctricas instaladas en el país era de 3 333 139 Kilowatts, según datos de la Dirección General de Electricidad y se están instalando actualmente nuevas plantas con una -- capacidad combinada de 1, 128, 000 kilowatts, incluyendo la extensión a la planta de Infiernillo.

Dentro del programa posterior previsible se encuentran nuevas plantas con una capacidad de aproximadamente 1 600 000 kilowatts, lo cual hace factible que para 1980 se tengan instalaciones hidroeléctricas con una capacidad total del orden de 5, 900 kilowatts, lo cual representa aproximadamente el 40 % del potencial hidroeléctrico estimado para la República Mexicana.

El desarrollo de las plantas hidroeléctricas está íntimamente ligado al control de los ríos y por lo tanto es lógico que su desarrollo se combine con los programas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

De acuerdo con los datos de que se dispone actualmente, aproximadamente el 60 % del potencial hidráulico no utilizado en el país se encuentra localizado en la región Sureste de México a distancias del orden de 800 a 1 000 - kilómetros de los principales centros de consumo situados en la Región Central del país lo cual requiere líneas de transmisión de gran longitud y alto voltaje - como la construida recientemente entre la planta de Malpaso y la terminal de -- Texcoco.

En un estudio reciente, del Sr. Bruno De Vecchi, es probable que para 1990 se hayan desarrollado las instalaciones para aprovechar prácticamente todo el potencial eléctrico del país y en esa época la generación hidroeléctrica -- contribuirá aproximadamente con el 3. 5 % de la energía consumida en la Repu--

blica Mexicana. Este porcentaje declinará después porque la demanda seguirá -- creciendo y la generación hidroeléctrica permanecerá prácticamente estacionaria.

VII. - GEOTERMIA.

El empleo de la geotermia para la generación de electricidad ha llegado a ser de cierta importancia en Italia y en Nueva Zelandia. No obstante - lo anterior su participación en la generación de energía eléctrica es menor que - la correspondiente a la generación hidroeléctrica.

En México se inicia la generación de electricidad empleando vapor natural, y se considera que puede llegar a desarrollarse a un nivel mucho - mayor que el actual pero no se cree que pueda alcanzar al de las plantas hidroeléctricas, por lo cual debe considerarse como un recurso secundario para las necesidades energéticas del país. Sin embargo, la experiencia que se adquiera - en la planta de Cerro Prieto B.C. será de gran importancia para el desarrollo de otras regiones geotérmicas.

La información disponible indica que deberán seguirse desarrollando las plantas que emplean el vapor natural puesto que su aprovechamiento redundará en una disminución en el consumo de hidrocarburos y de carbón.

VIII. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La situación energética de México, considerada en conjunto, es satisfactoria pero requerirá un amplio esfuerzo exploratorio y la inversión de grandes capitales para satisfacer las necesidades crecientes de nuestro desarrollo.

Será necesario aplicar en cada caso las técnicas de explotación que permitan obtener la máxima recuperación de los recursos energéticos del - subsuelo, aunque esto requiera un aumento considerable en las inversiones iniciales destinadas a la producción, ya que el carbón o el petróleo que se quedan en el subsuelo son prácticamente imposibles de recuperar después de una etapa avanzada en la explotación de un yacimiento.

Hasta el presente el desarrollo de México se ha apoyado fundamentalmente en la utilización de los recursos petrolíferos del país. Es necesario que los recursos energéticos poco empleados en la actualidad, o sea el carbón mineral y el Uranio se vayan utilizando de manera que su consumo sea cada vez en forma mas proporcional a las reservas de cada fuente de energía.

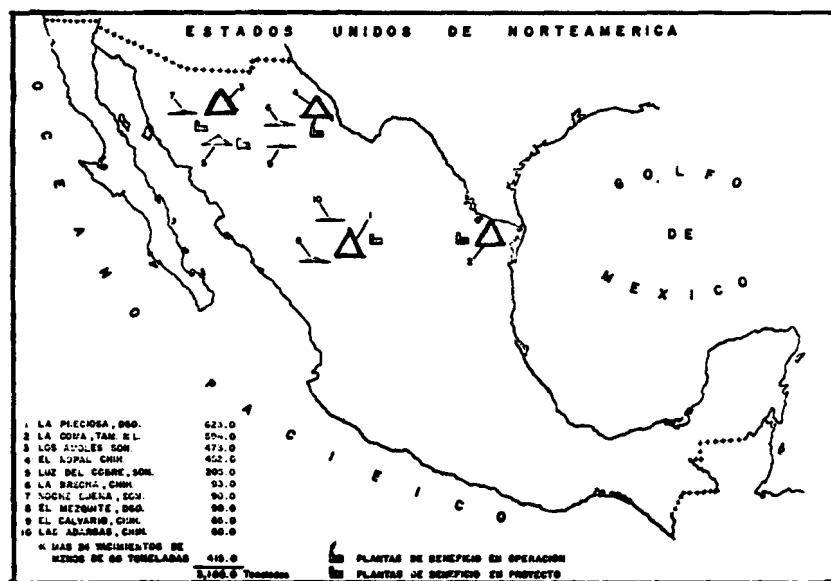


Figura 8

Yacimientos de Urano en la República Mexicana
Reservas al 31 de Agosto de 1970.

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

- 1.- The Stages of Economic Growth
W. W. Rostow
Cambridge University Press.
- 2.- Ambassador's Journal
J. K. Galbraith
The New American Library, Inc. New York.
- 3.- Informes Anuales de Petróleos Mexicanos.
- 4.- Energy Resources
por: M. King Hubbert
Publication 1000-D-1962
National Research Council
Washington, D. C.
- 5.- Geología y Depósitos de Carbón de la Riogión
de Sabinas, Estado de Coahuila
por: Robeck R. R. Pesquera y S. A. Ulloa
Congreso Geológico Internacional
México, 1956.
- 6.- Geología, Reservas y Petrografía de los
carbones mexicanos para la Siderurgia
Consejo Nacional de Recursos Naturales
No Renovables, México, 1969.
- 7.- Anuarios Estadísticos
Dirección General de Estadística
Secretaría de Industria y Comercio
México, D. F.
- 8.- Necesidades Energéticas y Fuentes de
Energía en la República Mexicana
Primer Congreso Panamericano de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica y Ramas Afines,
México, Octubre 1965.

APLICACION DE LA TRANSFORMADA DE LAPLACE AL DISEÑO DE SISMODETECTORES

Por: Ing. Antonio C. Limón*

El sismodetector puede considerarse el elemento fundamental en la instrumentación geofísica, ya que es el transductor que convertirá las vibraciones mecánicas en impulsos eléctricos correspondientes, y dependiendo de la fidelidad de su respuesta estará fundada la veracidad de la información que se registra.

En los sistemas de amplificación tanto analógicos como digitales, y principalmente en estos últimos, se han logrado avances tecnológicos que conducen inclusive a la recuperación de la verdadera amplitud de las señales detectadas, como es el caso de los amplificadores de ganancia binaria; sin embargo todo esto queda supeditado a la respuesta del sismodetector. En el presente artículo se pretende mostrar la respuesta de un sismodetector a un pulso instanteño, que representa un punto crítico en su operación y que manifiesta la calidad de su respuesta; esto se analiza matemáticamente aplicando la transformada de Laplace.

En la figura No. 1 se muestra el corte seccional de un sismodetector semejante a los comunmente empleados en trabajos sismológicos.

* Gerencia de Exploración, México, D. F.

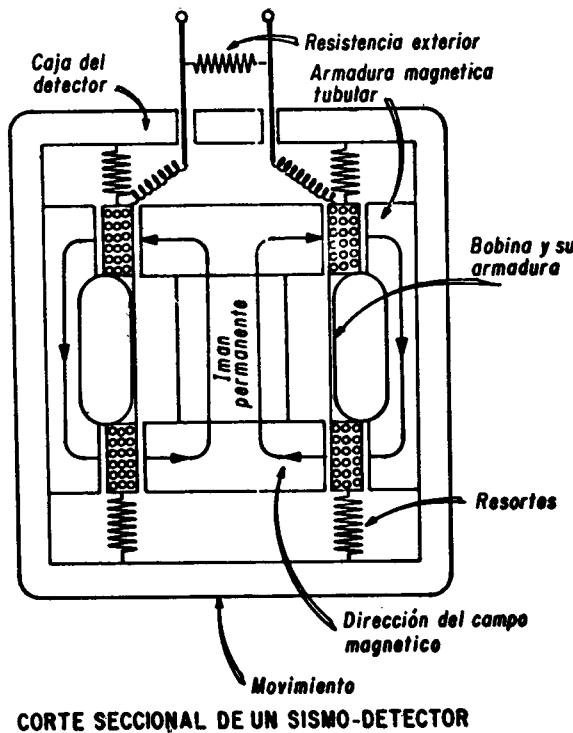


Figura No. 1

El análisis matemático se inicia a partir de las ecuaciones fundamentales de movimiento y transducción; posteriormente se resuelve la ecuación final mediante su transformada y se presenta la interpretación gráfica de la respuesta.

Las fuerzas operantes en el sistema móvil son las siguientes:

a). - Fuerza de inercia, que de acuerdo con la Ley de Newton es:

$$f_i = M \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (1)$$

en donde M es la masa del detector y $\frac{d^2x}{dt^2}$ es la aceleración.

b). - La fricción del sistema móvil, que es proporcional a la velocidad de desplazamiento de la bobina y que se opone al movimiento.

$$f_f = C_m \frac{dx}{dt} \quad \text{--- (2)}$$

en donde C_m es el coeficiente de fricción y $\frac{dx}{dt}$ es la velocidad de desplazamiento de la bobina. Como los desplazamientos son relativamente pequeños, el valor de C_m es despreciable.

c). - La fuerza de los resortes de suspensión de la bobina - que de acuerdo con la Ley de Hooke es;

$$f_r = Kx \quad \text{--- (3)}$$

en donde K es la constante elástica del resorte y x el desplazamiento.

d). - La fuerza producida por la corriente de la bobina y que se opone al movimiento.

$$f_c = BLi \quad \text{--- (4)}$$

en donde "B" es la densidad de flujo magnético, "L" la longitud del alambre de la bobina e "i" es la corriente inducida.

e). - Las corrientes parásitas que circulan por la armadura cuyo valor es:

$$f_a = C_a \frac{dx}{dt} \quad \text{--- (5)}$$

en donde C_a es una constante de proporcionalidad entre la velocidad de desplazamiento y la fuerza que se opone al movimiento de la armadura.

La suma total de las fuerzas mencionadas es igual a la fuerza exterior F que obra sobre la parte móvil del sismo detector y por lo tan-

la ecuación de equilibrio es:

$$F = M \frac{d^2 x}{dt^2} + C_m \frac{dx}{dt} + Kx + BLi + Ca \cdot \frac{dx}{dt} \quad (6)$$

La fuerza electromotriz producida por el movimiento de la bobina dentro de un campo magnético es:

$$E = -BL \frac{dx}{dt} \quad (7)$$

Si llamamos G a la sensibilidad del sismodetector para una velocidad unitaria, entonces la ecuación (7) se transforma en:

$$E = -G \frac{dx}{dt} \quad (8)$$

Considerando que la bobina tiene una resistencia R y que la resistencia del circuito exterior es r , la corriente que circula más será

$$i = \frac{E}{R+r} \quad (9)$$

La fuerza que se opone al movimiento de bobina cuando circula la corriente está expresada en la ecuación (4) y substituyendo los valores de (7), (8) y (9) en (4) tenemos:

$$F_c = BLi = -BL \frac{E}{R+r} = -BL \frac{-BL \frac{dt}{dx}}{R+r} = \frac{(BL)^2}{R+r} \frac{dx}{dt}$$

como $BL = G$, entonces:

$$F_c = \frac{G^2}{R+r} \cdot \frac{dx}{dt} \quad (10)$$

en donde no se toma en cuenta la impedancia de la bobina debido a que las inductancias de las bobinas actualmente empleadas son del orden de 5 mh.

tor, consideremos el sistema sin fuerza perturbadora, lo que nos transforma la expresión (16) en la siguiente:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2b \frac{dx}{dt} + \frac{Kx}{M} = 0 \quad (17)$$

si ahora hacemos que:

$$\frac{d^2}{dt^2} = D^2 \quad y \quad \frac{d}{dt} = D \quad (18)$$

la ecuación (17) se transforma en:

$$\left[D^2 + 2b \cdot D + \frac{K}{M} \right] \cdot x = 0 \quad (19)$$

lo que nos representa un sistema dinámico de movimiento libre con amortiguación.

De esta expresión se deduce que:

$$D^2 + 2b \cdot D + \frac{K}{M} = 0 \quad (20)$$

Ecuación de segundo grado, que al resolverla nos dá:

$$D = \frac{-2b \pm \sqrt{4b^2 - \frac{4K}{M}}}{2} \quad (21)$$

cuyas soluciones son:

$$D_1 = -b + \sqrt{b^2 - \frac{K}{M}} \quad (22)$$

$$D_2 = -b - \sqrt{b^2 - \frac{K}{M}} \quad (23)$$

Por lo tanto, la solución complementaria de la ecuación (16) será:

$$X_a = A_1 e^{D_1 t} + A_2 e^{D_2 t} \quad (24)$$

Pero como los valores de D pueden ser reales o imaginarios deben hacerse las siguientes consideraciones.

a). - Cuando b^2 es mayor que $\frac{K}{M}$ el radical es positivo y el valor de D es real y negativo.

b). - Cuando b^2 es igual a $\frac{K}{M}$ lo que nos representa el amortiguamiento crítico, cuyo coeficiente puede deducirse fácilmente la siguiente forma.

$$b^2 = \frac{K}{M} \quad b = \sqrt{\frac{K}{M}} \quad (25)$$

pero como $b = \frac{1}{M} \cdot (C_m + C_a + \frac{G^2}{R+r})$ según la expresión (14);

entonces:

$$C_m + C_a + \frac{G^2}{R+r} = M \sqrt{\frac{K}{M}} \quad (26)$$

$$\text{y si } \sqrt{\frac{K}{M}} = \omega_n \quad (27)$$

entonces:

$C_m + C_a + \frac{G^2}{R+r} = M \omega_n$ en donde ω_n es la frecuencia natural del sistema y la suma de las constantes: $C_m + C_a + \frac{G^2}{R+r}$ nos representa el valor del amortiguamiento.

c). - Cuando b^2 es menor que $\frac{K}{M}$, los valores de D serán imaginarios y

el valor del amortiguamiento será inferior al amortiguamiento crítico.

$$D_1 = -b + j \sqrt{\frac{K}{M} - b^2} \quad (28)$$

$$D_2 = -b - j \sqrt{\frac{K}{M} - b^2} \quad (29)$$

Por lo tanto la expresión (24) en este caso se transforma en:

$$X = A_1 e^{-b t} \left[-b + j \sqrt{\omega_n^2 - b^2} \right] t + A_2 e^{-b t} \left[-b - j \sqrt{\omega_n^2 - b^2} \right] t \quad (30)$$

Aplicando las ecuaciones de Eüler a la expresión (30) se tiene finalmente:

$$X_a = Ae^{-bt} \sin(\omega t - \varphi) \quad (31)$$

Lo que nos representa una onda senoidal amortiguada característica del tipo de señales que entrega un detector bajo la acción de movimientos sísmicos provocados artificialmente por efecto de una explosión.

Para determinar la respuesta del sismodetector a un pulso escalón la expresión (16) se convierte en:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2b \frac{dx}{dt} + \frac{K}{M} x = u(t) \quad (32)$$

en donde $u(t)$ nos representa la función de escalón, como lo muestra la figura siguiente:



Resolviendo la ecuación diferencial (32) mediante Transformadas de Laplace, podemos considerar para el segundo miembro:

$$\mathcal{L} u(t) = \int_0^\infty e^{-st} dt = -\left[\frac{1}{s} e^{-st} \right]_0^\infty = \frac{1}{s} \quad (33)$$

Para el primer miembro consideramos la velocidad y el desplazamiento iniciales iguales a 0 :

$$\frac{dx}{dt}(0) = 0; \quad X(0) = 0$$

Por consiguiente la transformada $X(s)$ correspondiente será:

$$\left[s^2 X(s) - sX(0) - \frac{dx}{dt}(0) \right] + 2b \left[sX(s) - X(0) \right] + \frac{K}{M} X(s) \quad (34)$$

Igualando 33 y 34 y simplificando se tiene:

$$X(s) \frac{s^2 + 2bs + K}{M} = \frac{1}{s} \quad (35)$$

Para determinar $X(s)$ se tiene:

$$X(s) = \frac{1}{s[s^2 + 2bs + K]} \quad (36)$$

Para el amortiguamiento crítico, de acuerdo a las expresiones (25) y (27) se tiene :

$$b = \sqrt{\frac{K}{M}} = \omega_n \quad \therefore \quad b^2 = \frac{K}{M} \quad (37)$$

Por lo tanto la expresión (35) se transforma en :

$$X(s) = \frac{1}{s(s^2 + 2bs + b^2)} = \frac{1}{s(s+b)^2} \quad (38)$$

Para encontrar la función $x(t)$ correspondiente será necesario recurrir a la Transformada Inversa ó sea:

$$x(t) = \mathcal{L}^{-1} X(s) \quad (39)$$

Aplicando el método de Fracciones Parciales:

$$X(s) = \frac{s}{s(s+b)^2} = \frac{K_1 s}{s} + \frac{K_2}{(s+b)^2} + \frac{K_3}{s+b} \quad (40)$$

Las raíces de la ecuación serán : $s=0$; $s=-b$ mediante las cuales podemos calcular K_1 K_2 K_3 en la siguiente forma:

$$\text{Para } K_1: \frac{s}{s(s+b)^2} = \frac{K_1 s}{s} + \frac{K_2 s}{(s+b)^2} + \frac{K_3 s}{s+b} \therefore \frac{1}{(s+b)^2} = K_1 = \frac{1}{b^2}$$

Para $s = 0$

$$\text{Para } K_2: \frac{(s+b)^2}{s(s+b)^2} = \frac{K_1(s+b)^2}{s} + \frac{K_2(s+b)^2}{(s+b)^2} + \frac{K_3(s+b)^2}{s+b} \therefore \frac{1}{s} = -\frac{1}{b}$$

Para $s = -b$

$$\text{Para } K_3: 0 = \frac{1}{b^2 s} - \frac{1}{b(s+b)^2} + \frac{K_3}{s+b}, \text{ despejando a } K_3$$

$$K_3 = \frac{s+b}{b(s+b)^2} - \frac{s+b}{b^2 s}; \quad s = 0 \quad \therefore \quad K_3 = -\frac{1}{b^2}$$

$$X(t) = \mathcal{L}^{-1} \frac{1}{s(s+b)^2} = \mathcal{L}^{-1} \frac{1}{b^2} \cdot \frac{1}{s} - \mathcal{L}^{-1} \frac{1}{b} \cdot \frac{1}{(s+b)^2} + \mathcal{L}^{-1} \frac{1}{b^2} \cdot \frac{1}{s+b}$$

$$X(t) = \frac{1}{b^2} - \frac{1}{b} t e^{-bt} + \frac{1}{b^2} b^{-bt} = \frac{1}{b^2} \left[1 - (1+bt)e^{-bt} \right]$$

Si se considera un sismo detector cuya frecuencia natural sea de 14. c.p.s. :

$$b = \frac{K}{M} = 6.28 \times 14 = 88 \text{ rad/seg} \quad \therefore$$

$$X(t) = \frac{1}{88^2} \left[1 - (1+88t) e^{-88t} \right] \quad (41)$$

La respuesta de salida del detector estará dada de acuerdo con la expresión:

$BLV \times 10^{-8}$ volts, en donde : $B = 1000$ líneas / cm^2 ; $L = 8000$ cm. y (v) será

la derivada de la ecuación (41).

$$E = 8 \left[t e^{-bt} \right] \times 10^2 \text{ Volts.}$$

Tabulando esta expresión para valores de (t) de 0 á 100 ms. se tiene:

(1)	(2)	(3)	(4) = (2) x (3)	(5)
t (seg)	e^{-80t}	$1 + 80t$	$(1 + 80t) e^{-80t}$	$\frac{1}{80} [1 - (1 + 80t)] e^{-80t}$
0.001	0.9156	1.008	0.998	0.0025×10^{-4}
0.005	0.644	1.44	0.928	0.0928
0.010	0.414	1.88	0.779	0.2850
0.015	0.266	2.32	0.617	0.4940
0.020	0.172	2.76	0.474	0.6785
0.030	0.071	3.64	0.258	0.9590
0.040	0.029	4.52	0.136	1.1145
0.050	0.0122	5.40	0.066	1.2048
0.060	0.0051	6.28	0.032	1.2487
0.100	0.00015	9.80	0.0015	1.2706

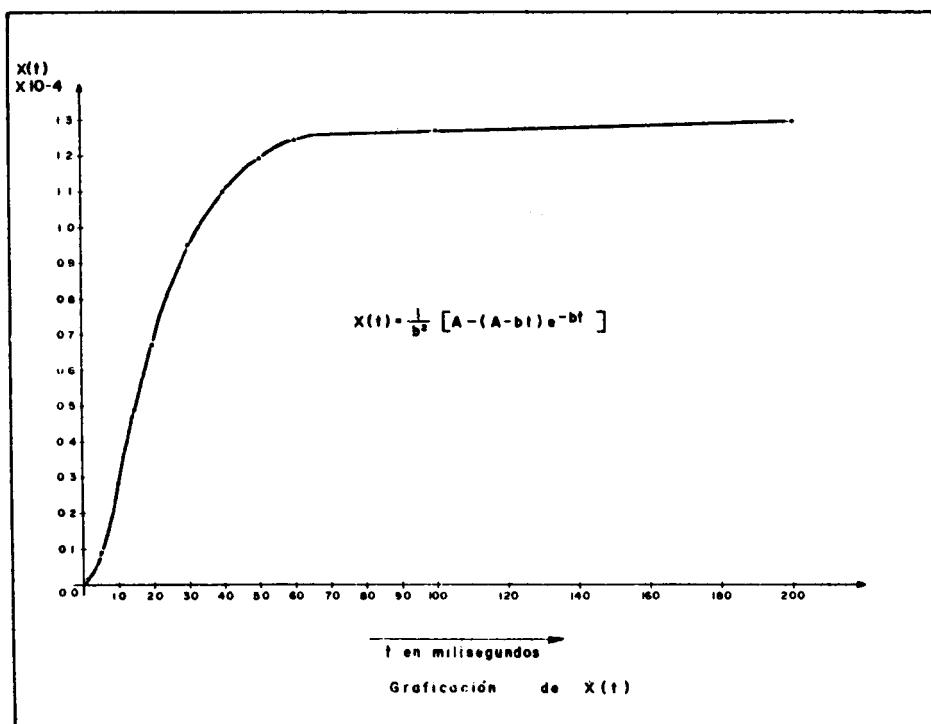
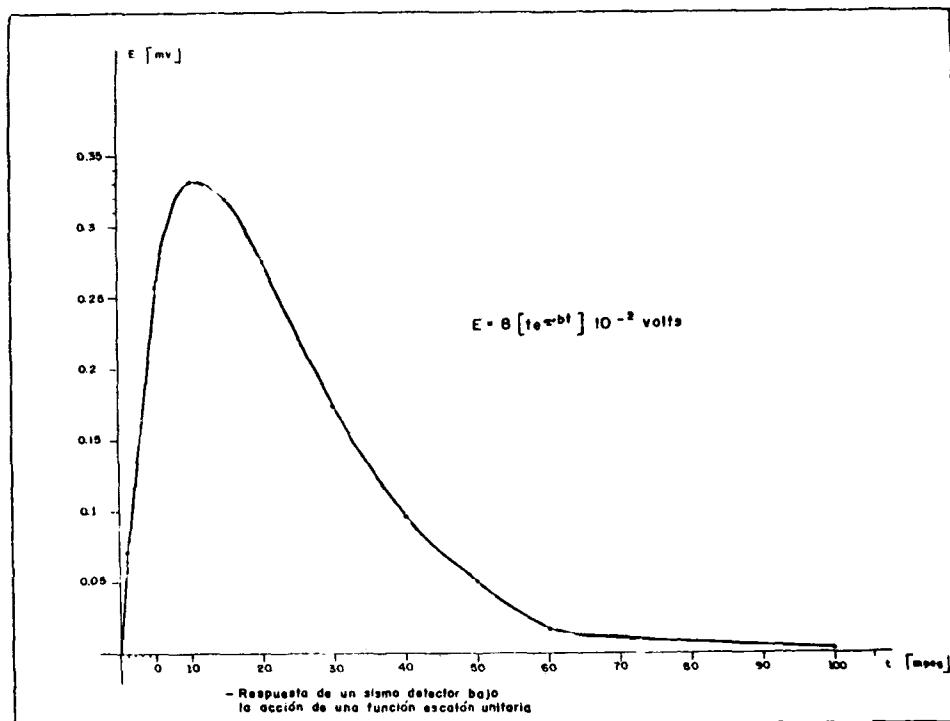


Figura 2

t [seg]	e^{-88t}	e^{-88t}	(te^{-88t})	$s[te^{-88t}] 10^{-2} = E$
0.001	-0.088	0.9157	.0009157	0.7305×10^{-4}
0.005	-0.44	0.644	.00322	2.576×10^{-4}
0.010	-0.88	0.414	.00414	3.312×10^{-4}
0.015	-1.32	0.267	.004005	3.2×10^{-4}
0.020	-1.76	0.172	.00344	2.752×10^{-4}
0.030	-2.64	0.071	.00213	1.704×10^{-4}
0.040	-3.52	0.0297	.001188	0.950×10^{-4}
0.050	-4.4	0.0123	.000625	0.5×10^{-4}
0.060	-5.28	0.0051	.000306	0.183×10^{-4}
0.100	-8.8	0.00015	.000015	0.012×10^{-4}



Figura

Las figuras 2 y 3 representan la función exacta de un transductor, la primera, el gráfico del movimiento detectado, y la segunda el voltaje generado.

Bajo estas condiciones quedan planteadas las consideraciones teóricas que determinan la respuesta del detector.

BIBLIOGRAFIA

1. -GRAY, T. S.
Electrónica aplicada. - John Wiley
2. -HEILAND
Geophysical exploration. - Prentice Hall
3. -HEWITT DIX
Seismic Prospecting for oil. -Harper
4. -LIPKA JOSEPH
Graphical and mechanical computation. -John Wiley
5. -PENDER McI LWAIN
Electrical engineers handbook. -John Wiley
6. -R. C. A.
Radiotron designer's handbook
7. -TERMAN
Radio Engineering. -Mc. Graw Hill
8. -NETTLETON
Geophysical prospecting for oil. -Mc Graw Hill
9. -BROWN - NISSON
Introduction to Linear Systems Analysis.

AUTORES



Ing. ERNESTO ELORDUY

Titulado en la Facultad de Ing. de la U.N.A.M.

Trabajó como Calculista en la Cfa. Servicios Geofísicos de 1961 a 1965; en 1966 pasó a ser Jefe del Depto. de Geofísica de Solum, S. A., Encargado de los estudios en el Colector Central y - Cametreras del Pacífico,

En 1967 y 1968 a cargo del Depto. de Gravimetría y en los estudios del Depto. de Sismología - de Servicios Geofísicos, S. A.

Ingresó en Petróleos Mexicanos en 1969 y actualmente responsable de la Sección de Programación y Cálculo del Laboratorio de Procesado Magnético de Poza Rica, Ver.



Ing. ANTONIO GARCIA ROJAS.

El Ing. Antonio García Rojas nació en Sn. Luis Potosí el 19 de noviembre de 1910. Hizo sus estudios elementales en escuelas de aquella ciudad y de la ciudad de México, habiendo estudiado la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista en la E.S.I.M.E. en el periodo de 1926 a 1932. Su primer contacto con trabajos de exploración los tuvo en el año de 1934, cuando comenzó a trabajar como Geofísico en el Departamento Geológico de la Cfa. Mexicana de Petróleo "El Agua" en México, primeramente y después con su filial la Cfa. Shell de Venezuela. En 1939 regresó a su patria a trabajar con Petróleos Mexicanos con el cargo de Jefe del Departamento Geofísico, encargándose de la organización del mismo y colaborando en la organización de la Gerencia de Exploración. Posteriormente, en 1953 fue nombrado Subgerente de Exploración y en 1955, Gerente de Exploración, puesto que desempeñó hasta abril de 1966. Entre abril de 1966 y - mayo de 1967 desempeñó el puesto de Subdirector de Exploración en el Instituto Mexicano del Petróleo. Actualmente es Presidente de la Empresa "Servicios Técnicos Industriales, S. A.".



Ing. ANTONIO C. LIMÓN

El Ing. Antonio C. Limón, nació en México el 13 de junio de 1931. Terminó la carrera de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica en 1953 en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN.

Ingresó a Petróleos Mexicanos en Marzo de 1954; habiendo desempeñado diferentes puestos en la rama de Geofísica de la Gerencia de Exploración, siendo a la fecha Superintendente de Instrumentación y Proceso en dicha Gerencia.

Actualmente es Presidente de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración para el bienio - 1971 - 1972. Es miembro activo de la AMGE, Society of Exploration Geophysicists, AMGP y AMICE.

NOTA NECROLOGICA



El día 25 de Julio de 1971 falleció en un accidente automovilístico en las cercanías de Huachinango, Pue., el Ing. Luis Carlos Bravo Gómez, - quien estaba adscrito a la Superintendencia de Geofísica en la Zona Poza Rica.

El Ing. Bravo nació en Parian, Oax., el 25 de Agosto de 1937. Terminó la carrera de Ingeniero Electricista en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de I. P. N. en 1959, ingresando a Petróleos Mexicanos el 30 de Marzo de 1960. Desde esa fecha ocupó diferentes puestos como Geofísico en las Zonas Veracruz y Noreste, a partir del 13 de Mayo de 1965, tuvo a su cargo la Oficina de Operación y Copilación de la Zona Noreste en la ciudad de México; finalmente el 29 de Octubre de 1968 fué trasladado a la Zona de Poza Rica, al Departamento de Interpretación.

El Ing. Bravo era miembro de la AMGE, teniendo derecho al Seguro de Grupo que ésta Institución ha formado para sus socios.

La Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, ha perdido - en el Ing. Bravo, a un gran amigo y excelente colaborador.

FABRIMEX, S. A. DE C.V.



Con los Borreros FABRIMEX (Tipo Williams) se obtienen más metros perforados y menores costos de perforación.

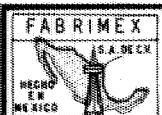
Con los SELLOS DE TEFLON colocados en el interior de los coples API de las tuberías de producción se eliminan, en su totalidad, las fugas de fluidos.

EVITE problemas en las cementaciones primarias utilizando CENTRADORES, RASPADORES Y COLLARINES TOPE TIPO FABRIMEX.



Los PRODUCTOS QUÍMICOS FABRI-NUTRO son una garantía para evitar los problemas de corrosión, parafinamiento, incrustaciones de carbonatos, etc.

Los JUNTAS FABRI-GRIFFIN DS están diseñados para terminaciones múltiples y el sello de teflón les permite operar con gran eficiencia en pozos de alta presión.

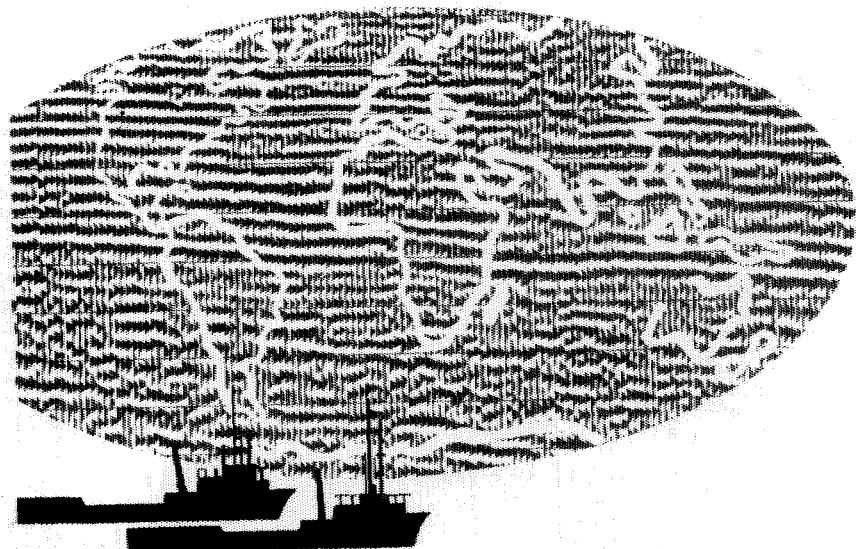


Estamos para servirle.

FABRIMEX
S.A. DE C.V.

Pco. Novo 105, México 14, D. F. Tel. 6-77-83-22

NUESTRO "SIS" ES MUNDIAL



La Petty Geophysical Engineering Company está creciendo. La demanda constante por más y más productos derivados del petróleo y la consiguiente búsqueda de reservas, dan la oportunidad de crecer. Lo demás es cosa nuestra. La respuesta, creemos, es obtener resultados positivos para Ud. a través de nuestra experiencia, conocimientos, habilidades y creatividad. No es por accidente que las cuadrillas de la Petty están formadas por gente que ha tomado parte en el desarrollo de métodos nuevos—aceptados por toda la industria. Como líder en la exploración geofísica, la Petty minimiza sus riesgos exploratorios con los datos más precisos disponibles.

97 Avenida Juarez, Desp. 405, Mexico 1, DF
Tel. 521-08-34



"Desde 1925, Progreso por Excelencia"



CORPORATION

THOMPSON BUILDING
TULSA, OKLAHOMA 74103

CONSULTORES INTERNACIONALES DE
GEOLOGIA Y GEOFISICA

Ben. F. Rummerfield.- Presidente

Norman S. Morrisey.- Vice-Presidente

John Rice.- Jefe de Geofisicos

Operación con unidades Vibroseis*

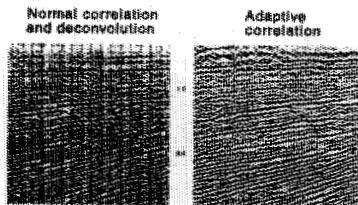
Aplicada a la tecnología de campo



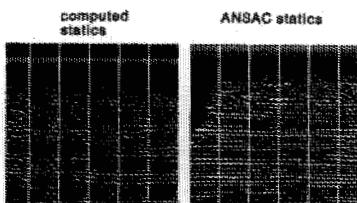
- Diseño de vehículo adaptado al terreno.
- Correlación digital de campo.
- Diseño específico de campo.

Adeuada para el proceso de datos

TVAC



ANSAC



La técnica de Vibroseis requiere de una continua evaluación de los parámetros de campo y su relación con una cuidadosa planeación del proceso de datos. Y esta es la función del Seiscom/Delta en

- Técnica de pulsos compresionales para el contenido de información traza por traza.
- Deconvolución apropiada a la mezcla de fases, característica del Vibroseis.
- Apilamiento vertical con la consiguiente supresión de ruido de gran amplitud.

Esta técnica está diseñada para determinar y aplicar correcciones estáticas inherentes al sistema CDP basada en las siguientes consideraciones.

- Correcciones por fuente de energía.
- Correcciones por detección
- Echado
- Dinámicas residuales

las operaciones Vibroseis. Eficiencia en el trabajo de campo, calidad en el centro de proceso. Mayor información con el representante Seiscom/Delta.

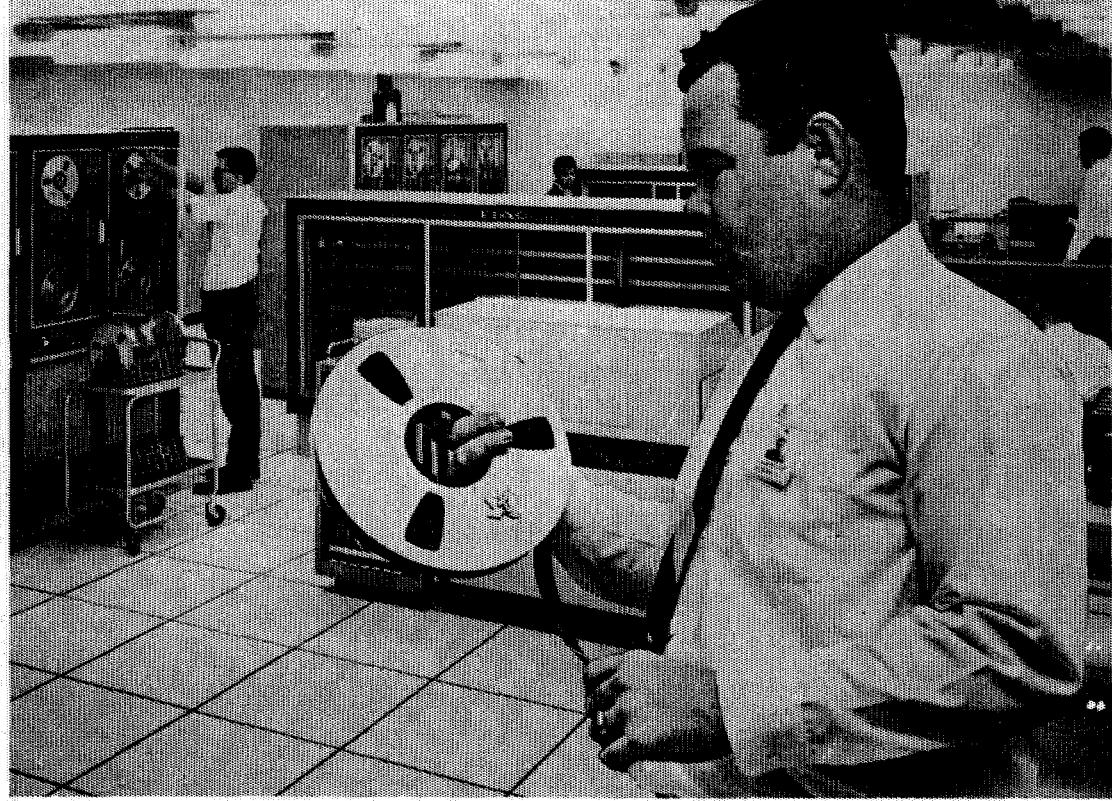


Seismic Computing Corp
P. O. Box 36789 Houston, Texas 77036 713/785-4060



Delta Exploration Company Inc

*Registered trademark and service mark of Continental Oil Company



Su trabajo: PRODUCCION SISMICA!

Procesos solicitados: PROGRAMAS AEN-O, DCN-1, DPG-O

La cinta que Carlos Bissell se prepara a montar en un centro GSI de procesamiento, contiene registros de una de las líneas principales de su levantamiento marino. La oficina de interpretación necesita una sección después de que los sismogramas han sido editados (eliminadas trazas ruidosas, cambio de polaridad, etc.), corregidos por desplazamiento horizontal, deconvueltos y reunidas las trazas de profundidad común. Usted tiene prisa por ver los resultados en el informe semanal. Ahora es el momento en que Carlos tiene que producir.

¿Qué le ayuda a Carlos a producir? Primero, él conoce su trabajo. Ha sido entrenado para ello y tiene más de cinco años de experiencia en producción sismica, 12 meses de esta aquí mismo, en este centro. Segundo, trabaja con equipo digital de alta velocidad, probado en producción y específicamente diseñado para procesar datos sísmicos. Tercero, tiene a su mando una biblioteca completa de alta eficiencia, programas de producción para aprovechar la potencia elaboradora del TIAC. Sobre todo, él está respaldado por hombres de la mayor, experiencia digital en producción sismica—

Programadores, geofísicos de área, sismólogos, investigadores y gerentes de operaciones.

Con todo este apoyo, Carlos tiene qué producir. Es su levantamiento y Ud. quiere su información geofísica libre de ruido y múltiples, y deconvuelta.

GSI está entregando producción sismica digital en todo el mundo. Carlos podría hacer este mismo trabajo al igual que otros en centros de procesación sismica digital pertenecientes a GSI en Dallas, Nueva Orleans, Midland, Houston, Londres, Calgary y en otros que se abrirán próximamente.

GSI significa producción geofísica, sismica digital o analógica, gravimetría, magnetometría, acumulación de datos de campo, procesamiento e interpretación.

Estamos obligados a ello. Es nuestro trabajo.

GSI

de Mexico S. A. de C. V.

AVENIDA JUAREZ 119. DESPACHO 42.

MEXICO 1, D.F.





Du Pont, S. A. de C. V.

Av. Juárez No. 117-5o. Piso
México 1, D. F. Tel. 5 46 90 20

DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS

Fábrica Ubicada en:
DINAMITA DURANGO

DINAMITAS
GEOMEX* 60% (Gelatina Sismográfica)
SUPER MEXAMON*
TOVEX* EXTRA
DETOMEX*
FULMINANTES
ESTOPINES ELECTRICOS
ESTOPINES SISMOGRAFICOS "SSS"

ACCESORIOS DEL RAMO

OFICINAS EN: TORREON, COAH.
Edificio Banco de México Desp. 305 Tel. 2 09 55

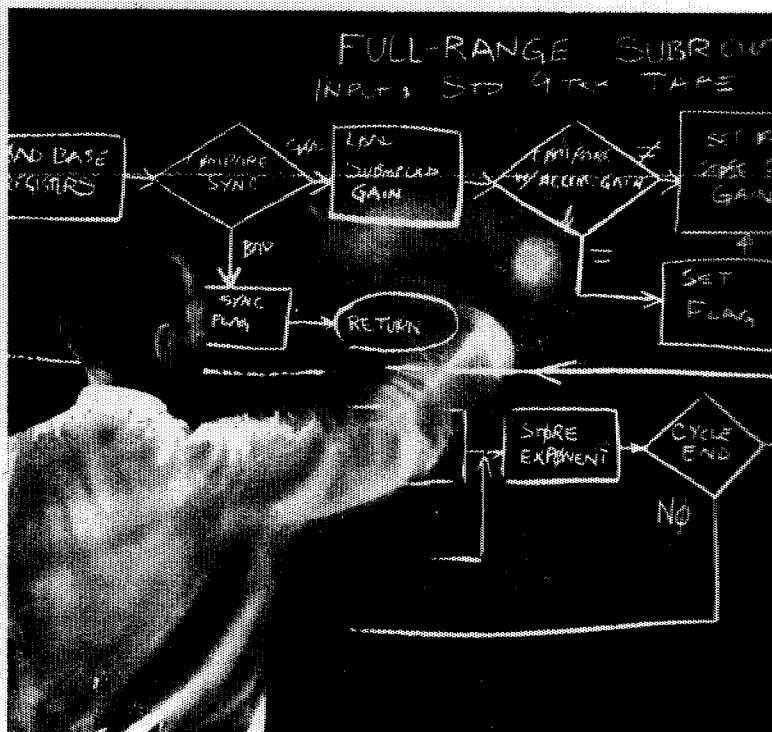
REPRESENTANTE EN: GUADALAJARA, JAL.
Juan Manuel No. 1184 Tels: 25 56 82 y 25 56 08

* MARCA REGISTRADA DE DU PONT

WESTERN

SIEMPRE EN MARCHA

desde la programación de rango completo producida por amplificadores de incremento binario, hasta los nuevos conceptos sobre orígenes sísmicos.



933 North La Brea Avenue • Los Angeles, California 90038, U.S.A.
520 North Market Street • Shreveport, Louisiana 71107, U.S.A.

WESTERN 
GEOPHYSICAL
DIVISION OF SIEGEN INDUSTRIES

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

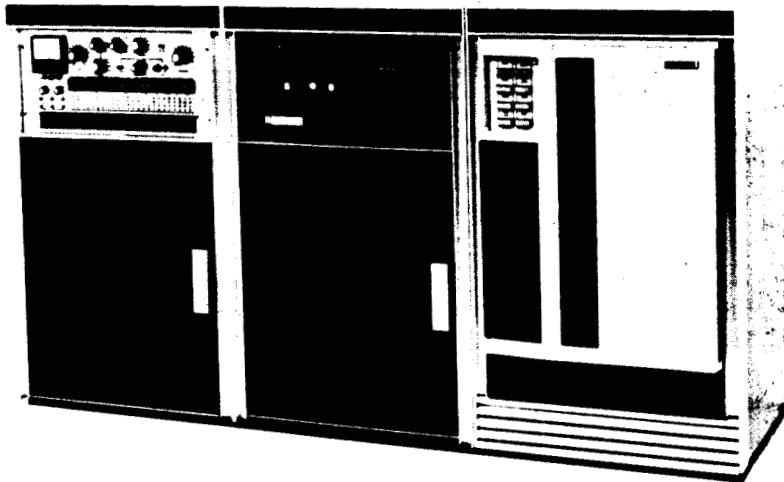
TEL. 566-44-11 CON 2 LINEAS

MEXICO 1, D. F.

El equipo digital de campo SUM-IT VII es un sistema completo para emplearse en el registro sísmico de datos con cualquier técnica de campo: Vibroseis, Dinoseis, Dinamita y - otros generadores de energía.

El formato empleado es SEG-A de 9 pistas -- en cinta de $\frac{1}{2}$ ".

SUM-IT VII



Para mayor información dirigirse a : Electro -
Technical Labs Div., Mandrel Industries, Inc.
P. O. Box 36306, Houston, Texas 77036



ELECTRO-TECHNICAL LABS



Vector
Fabrica Cables
para todo
uso en
Geofísica

Vector Cable Company

5616 Lawndale
Houston, Texas
Phone — 713-926 8821
TWX — 713-571 1492