



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. 533-62-46

COMPAÑIA MEXICANA AEROFOTO, S. A.



ESPECIALIDADES

Cartografía
Catastro urbano y rural.
Cálculo electrónico.
Diseño fotogramétrico electrónico
de obras de Ingeniería
Estudios preliminares.
Fotointerpretación.
Fotografía aérea: pancromática,
Infrarrojo 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 Mod. XB-XAK | 4 Cámaras de Reproducción |
| 1 Avión Riley Rocket. Mod. XB-SAR | 3 Unidades de Telémetro MRA-3 |
| 1 Avión Beech Craft Mod. XB-VIG | 4 Teodolitos Wild T-2 |
| 2 Aviones Piper Anzic Mod. XB-MOJ y NOC | 2 Niveles automáticos Wild NAK-2 |
| 1 Avión Cessna 185 Mod. XB-TIS | 4 Camionetas doble tracción |
| Unidad Central de Proceso IBM, 1131 | 2 Autógrafos Wild A-7 con Registradora de
coordenadas |
| Unidad impresora, IBM, 1132 | 1 Estéreo cartógrafo Wild A-8 |
| 1 Cámara Fotogramétrica Zeiss MKK A | 1 Autógrafo Wild A-5 |
| 1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-9 | 4 Autógrafos Wild B-8 |
| 1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-8 | 1 Balplex 780, de 7 proyectores |
| 1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-5 | 1 Kelsh K-3, de 4 proyectores c.a. |
| 1 Cámara Fairchild | 1 Kelsh K-1, de 2 proyectores c.a. |
| 4 Cámaras para fotografía oblicua | 2 Múltiples de 9 proyectores c.a. |
| 6 Cámaras Rectificadoras | |

DIRECCION

11 de Abril N° 538 esquina con Pestalozzi Cal Escandón
Teléfono 518-07-40
Cable. AEROFOTO, MEXICO MEXICO 18, D.F.
Servicios Aéreos: Ave. Santos Dumont N° 212

Schlumberger

SCHLUMBERGER SURENCO, S. A.

AGENCIA EN MEXICO

Bahia de San Hipólito 56-Desp. 302

Tel. 250-62-11

MEXICO 17, D.F.

**GEOFISICOS CONSULTORES PARA
PETROLEOS MEXICANOS**



*Seismograph Service Corporation
of Mexico*

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

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

ESPECIALIZADOS EN :

**SERVICIO DE
GEOFISICA**

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

**SERVICIO DE
REGISTRO DE POZOS**

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

C A A , S.A.

EXPLORACION

Y

PERFORACION

Bruselas No. 10 3^{er}. Piso

Tel. 546-63-77

MEXICO 6, D.F.

BOLETIN

de la

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

S U M A R I O

Las Tormentas Eléctricas en la
República Mexicana

Por: Dr. José Merino y Coronado *

* Jefe del Laboratorio de Electricidad del Centro
de Estudios de la Atmósfera, U.N.A.M.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1977-1979

Presidente	Ing. Antonio Deza Suárez
Vicepresidente	Ing. Alberto Arroyo Pichardo
Secretario	M.C. Héctor Palafox Rayón
Tesorero	Ing. Mario Rosello Guzmán
Editor	M.C. Rogelio Aspiroz Aguilar
Vocal Poza Rica, Ver.	Ing. Sergio Figueroa Arias
Vocal Coatzacoalcos, Ver.	M.C. José Ponce de León
Vocal Reynosa, Tam.	Ing. Armando Núñez Núñez
Vocal Tampico, Tam.	Ing. Carlos López Ramírez
Vocal Córdoba, Ver.	Ing. Serafín Ortega Aguilar
Vocal Instituto Mexicano del Petróleo	Ing. Rodolfo Marín Campos
Vocal Instituto Politécnico Nacional	Ing. Jorge Franco Páez
Vocal Universidad Nacional de México	M.C. Luis del Castillo

Presidente saliente: Ing. Raúl Silva Acosta

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.

Cuota anual para miembros	\$ 300.00
Suscripción anual (no socios)	\$ 350.00
Números sueltos	\$ 120.00

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

M.C. ROGELIO ASPIROZ AGUILAR
Apdo. Postal 53-077
México 17, D.F.

Imprenta VERDIGUEL
Mar de Japón 39-A
México 17, D.F.
Tel. 527-42-68

LAS TORMENTAS ELECTRICAS EN LA REPUBLICA MEXICANA

Las tormentas eléctricas producen en México más muertes, más daños y más pérdidas económicas que los terremotos. Sin embargo, no existe en el país ninguna institución que se dedique de modo permanente a su estudio ni a tratar de prevenir esas pérdidas.

Si tomamos en cuenta solamente las informaciones de la prensa capitalina, en 1977 hubo más de 25 muertos atribuibles a las descargas atmosféricas en todo el país. Por otra parte, cada una de las plantas generadoras de energía eléctrica de la República Mexicana deja de vender electricidad durante al menos una hora mensual como promedio, debido a las mismas causas.

Sabemos igualmente que los pararrayos que protegen nuestros edificios son eficientes únicamente un 60 a 65% de las veces y lo mismo podemos decir de los apartarrayos que están instalados como medida de protección de las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión.

Poco conocemos del número de días con tormenta en cada lugar, porque los datos a nuestra disposición para confeccionar y mantener

al día una buena carta isoceráunica son escasos y poco dignos de confianza.

En cuanto al número de rayos que ocurren durante una tormenta, su distribución en el tiempo y el orden de magnitud de las tensiones y corrientes de descarga, nuestros conocimientos son prácticamente nulos.

Para subsanar siquiera en parte las deficiencias anotadas, ha tratado el autor de organizar el estudio sistemático de la electricidad atmosférica en un Departamento de Electricidad Atmosférica en el Centro de Estudios de la Atmósfera en el cual se podrán continuar los estudios iniciados por nosotros hace más de 30 años en el Instituto de Geofísica y donde se podrán resolver problemas específicos de carácter tanto de ingeniería, como de ciencia básica.

El Campo Eléctrico de la Atmósfera

En la atmósfera existe siempre un campo electrostático cuyo valor varía constantemente. Durante las condiciones de buen tiempo el gradiente de potencial es del orden de unos 100 V/m, pero la cantidad de electricidad es muy pequeña: apenas unas 2.7×10^{-4} unidades electrostáticas por centímetro cuadrado, o sea unos 0.0009 coulomb/Km.² La carga total de toda la tierra en un día en que el buen tiempo fuera general (cosa que no ocurre nunca) sería apenas del orden de los 500 000 coulombs, lo cual nos indica que no es posible obtener electricidad pa-

ra fines industriales a partir de las cargas acumuladas en la tropósfera.

Aún cuando las medidas hechas al respecto dejan mucho que desear en cuanto a precisión y continuidad, sabemos que el campo eléctrico de la atmósfera disminuye rápidamente con la altura y es un hecho firmemente establecido que a los 18 Km. de altura su valor es menor de $\frac{1}{100}$ del valor observado en la superficie.

Como a esta altura la atmósfera es ya muy tenue, las cargas libres pueden moverse con facilidad, lo cual explica por qué las tormentas eléctricas generadas en nubes del tipo cúmulo-nimbus cuyo desarrollo vertical puede alcanzar fácilmente la altura citada, sean capaces de alterar la densidad de carga eléctrica de la ionósfera por migración de las cargas, modificando así la transmisión de las ondas cortas que se reflejan allí. Ese fenómeno ha sido utilizado por nosotros desde hace más de 30 años como una ayuda en el pronóstico del tiempo, para localizar la presencia de frentes fríos y de ciclones del Caribe observando los desvanecimientos de las ondas cortas (fading) de estaciones colocadas de manera que el fenómeno meteorológico se encuentre entre el transmisor y el receptor. Otros autores (Kenrich y F. H. Murray entre otros) han hecho lo mismo en latitudes tan elevadas como Chicago, con éxito similar.

El campo eléctrico de buen tiempo varía de lugar a lugar: 316 V/m es un valor medio frecuente en Kew, mientras que en Davos, Suiza no pasa de 65 V/m. En la Ciudad Universitaria de México, 150 V/m es un

valor frecuente. El signo del gradiente de potencial es positivo en todas partes. Sobre los océanos se ha encontrado que el valor de ese gradiente es de unos 126 V/m, cualquiera que sea la latitud geográfica.

En tierra el valor del gradiente de potencial varía hasta 50% por encima y por debajo del valor medio, de acuerdo con la hora local, con máximos hacia las 8:00 hrs. y las 21:00 hrs. y mínimos hacia las 4:00 hrs. y las 16:00 y se observa igualmente que la magnitud de las variaciones está relacionada estrechamente a la contaminación del aire por partículas sólidas procedentes del humo de vehículos y fábricas en las vecindades de las grandes ciudades.

Cuando el tiempo deja de ser bueno, todo lo dicho anteriormente deja de ser válido: el valor del gradiente de potencial aumenta seis o siete veces cuando hay niebla y en las cercanías de la base de una nube de tormenta pueden medirse valores tan altos como 50 000 V/m durante intervalos de tiempo cortos, aunque este caso no sea frecuente. La regla general es que no se excedan valores de 10 a 20 000 V/m excepto poco antes de que caiga un rayo cerca del observador. En este caso el valor del campo va aumentando hasta que ocurre la descarga y entonces el campo prácticamente se anula y a veces se invierte durante un tiempo corto.

Sobre una llanura las líneas equipotenciales pueden considerarse paralelas y horizontales. Pero tan pronto como aparece un obstáculo -

(tal como un poste o un hombre) puesto a tierra, dichas líneas convergen hacia arriba y el campo se deforma (Fig. 1)

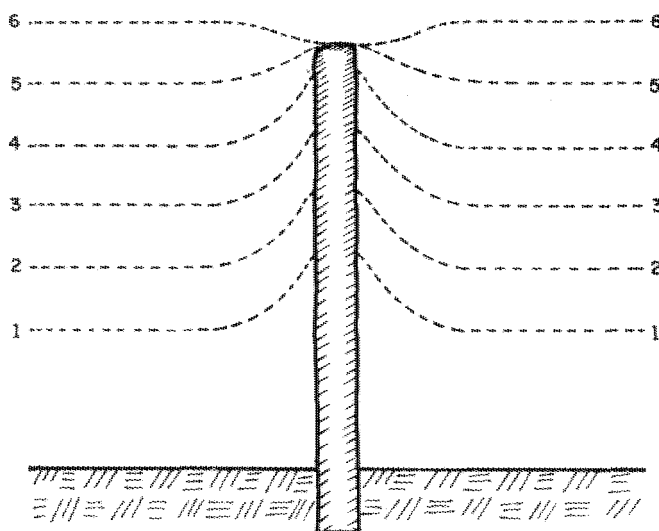


FIG. 1.- ACCION DE UN POSTE SOBRE EL CAMPO ELECTROSTATICO DE LA ATMOSFERA EN UNA LLANURA.

Un edificio produce deformaciones aún mayores y si se trata de una estructura metálica o que pueda considerarse como un conductor hueco, en su interior el campo se anula por efecto de caja de Faraday.

Las Tormentas Eléctricas

Es un hecho de observación que todas las nubes están cargadas eléctricamente y ya hemos dicho que la niebla hace aumentar mucho el campo electrostático: la niebla puede considerarse como una nube estratiforme que se forma en la superficie del suelo. Pero las grandes diferencias de potencial necesarias para la producción de los rayos solamente ocurren en el seno de las nubes de desarrollo vertical que se forman por el efecto de fuertes corrientes de convección en las llamadas celdas con vectivas, o por razones orográficas, cuando una corriente de aire húmedo se ve obligada a subir montaña arriba y pierde su humedad por expansión adiabática.

Las cordilleras cercanas a las costas son siempre zonas de tormentas eléctricas y las fotografías tomadas por los satélites meteorológicos nos enseñan que - al menos durante la noche - hay sobre los continentes de tres a cuatro veces más tormentas que sobre los océanos.

En un instante dado hay por lo menos veinte tormentas sobre el globo terrestre y, como promedio, caen a tierra unos cien rayos por segundo.

Como fenómenos convectivos que son, las tormentas eléctricas ocurren principalmente durante el verano, excepto en las zonas ecuatoriales, donde las podemos observar durante todo el año. Existe, pues, un ciclo anual de las tormentas. Debería existir otro ciclo ligado a la actividad solar, pero no tenemos suficiente información al respecto. Ese ciclo tendría, en caso de existir, una duración de poco más de once años.

Los observadores meteorológicos reportan en sus informes si hubo tormenta o no en su lugar de observación. Pero desgraciadamente no informan nada más y para ellos un día de tormenta es aquel en que se observó por lo menos un rayo o se oyó por lo menos un trueno. Con esos datos se indican cuantas tormentas mensuales o anuales hubo en cada lugar y se unen en la carta todos los lugares que tienen el mismo número de tormentas, con las líneas llamadas líneas isoceraúnicas (del griego "ceraunos", trueno). Una carta isoceraúnica construída con datos insuficientes como los citados, es necesariamente defectuosa y poco representativa. Buendía, del Centro de Estudios de la Atmósfera, U.N. - A.M., trató de mejorarla hace algunos años. Su carta, la mejor que existe, no ha sido puesto al día desde entonces. No es de extrañar que no empalme bien con las cartas del mismo tipo que, de tiempo en tiempo, edita el servicio meteorológico de los Estados Unidos.

A partir de datos de la marina Británica sabemos hoy que el territorio comprendido entre el Istmo de Tehuantepec y Guatemala ocupa el

tercer lugar en el mundo en cuanto se refiere a frecuencia e intensidad de las tormentas. Esto tiene una importancia muy grande en la construcción de líneas de transmisión eléctrica y en la protección de las mismas contra los efectos de las descargas atmosféricas: por lo menos tres de las más grandes plantas hidroeléctricas del país se en cuenta en el Estado de Chiapas.

Existen diversas teorías para explicar la generación de cargas eléctricas en la atmósfera, ninguna de las cuales explica satisfactoriamente todos los casos posibles. Para nosotros y, como primera aproximación, bastaría con la teoría de Simpsom. En ellas las corrientes verticales - juegan un papel principal, ya que siempre existen en las nubes de tormenta. Esas corrientes son de aire húmedo. El vapor de agua que llevan se condensa al subir, formando gotas cuyo tamaño aumenta por condensación y por coalescencia. Cuando su tamaño es tal que las corrientes verticales no las pueden soportar, caen pero el aire ascendente dividirá muchas de ellas en gotillas que vuelven a subir, mientras que otras alcanzan su tamaño límite que es de unos 5 milímetros de diámetro - según Leonard y caerán con una velocidad límite de unos 8 m/seg. Las gotas de tamaño mayor son inestables y se rompen en gotillas que rodean a una gota mayor.

Al romperse las gotas, liberan iones negativos que se unen a las partículas mas pequeñas de la nube y son arrastradas hacia arriba, le

jos de las gotas mayores que quedan cargadas positivamente y que caen, o son arrastradas hacia arriba con una velocidad menor, hasta que se vuelven nuevamente tan pesadas, que caen de nuevo, liberando así más energía eléctrica. De este modo en una porción pequeña de la nube de tormenta cae lluvia cargada positiva, con lo cual las cargas negativas - excedentes pueden distribuirse por el resto de la base de la nube, que - se cargará negativamente. La parte superior se cargará positivamente. En la Fig. 2 vemos claramente lo que ocurre en una nube de tormenta en estado de madurez, cuando está lista para comenzar a descargarse - emitiendo rayos u otros tipos de descargas eléctricas.

Una nube tempestuosa puede tener más de 10 Km. de altura y más de 25 en sentido horizontal. Su base, bastante plana por razones meteorológicas bien conocidas, se encuentra a menos de 1 Km. de altura sobre el mar o las llanuras.

Si como en la figura, la nube se mueve hacia la izquierda, el aire - en la superficie se mueve hacia la derecha y entra en ella para subir - con gran rapidez. En la zona de entrada del aire ascendente se localiza la región inferior donde la nube es positiva. Detrás de ella, en el punto marcado con una V en la figura, las corrientes ascendentes son susti - tuídas por corrientes descendentes que forman en la nube una protube - rencia hacia abajo que se conoce con el nombre de virga. Es bajo ella que existe una fuerte precipitación cargada positivamente y ahí la direc -

ción del viento cambia en 180° . Detrás de la virga viene la precipitación cargada negativamente, que se va haciendo cada vez más débil, hasta que, al final de la tormenta, la lluvia es débil y continua y las descargas eléctricas, al principio muy frecuentes, se van espaciando más y más hasta que desaparecen. La vida media de una nube tempestuosa no pasa de 45 a 50 minutos, pero como no siempre existe solamente una nube, sino que casi siempre hay dos o tres, una tormenta eléctrica de este tipo puede durar una hora u hora y media.

En la cima de la nube, en el punto marcado con una E en la figura, las cargas eléctricas positivas pueden escapar hacia arriba porque a los 10 Km. de altura la densidad del aire es muy pequeña. Estas cargas llegarán fácilmente hasta los 80 Km. y podrán afectar la ionósfera aumentando los desvanecimientos (fading) de las ondas cortas reflejadas en el lugar afectado. Este fenómeno puede utilizarse como ayuda en el pronóstico del tiempo y el autor lo ha hecho así desde hace más de 30 años.

El campo electrostático de la atmósfera comienza a aumentar antes de que las nubes se vuelvan cúmulos potentes, pero únicamente en las vecindades de la celda convectiva que va a dar origen a la tormenta y durante ésta el campo varía mucho. En la Fig. 3 vemos lo que ocurre en la Cuenca del Valle de México en un día en que el país está invadido por aire marítimo tropical, a fines de junio. El registrador, un apara

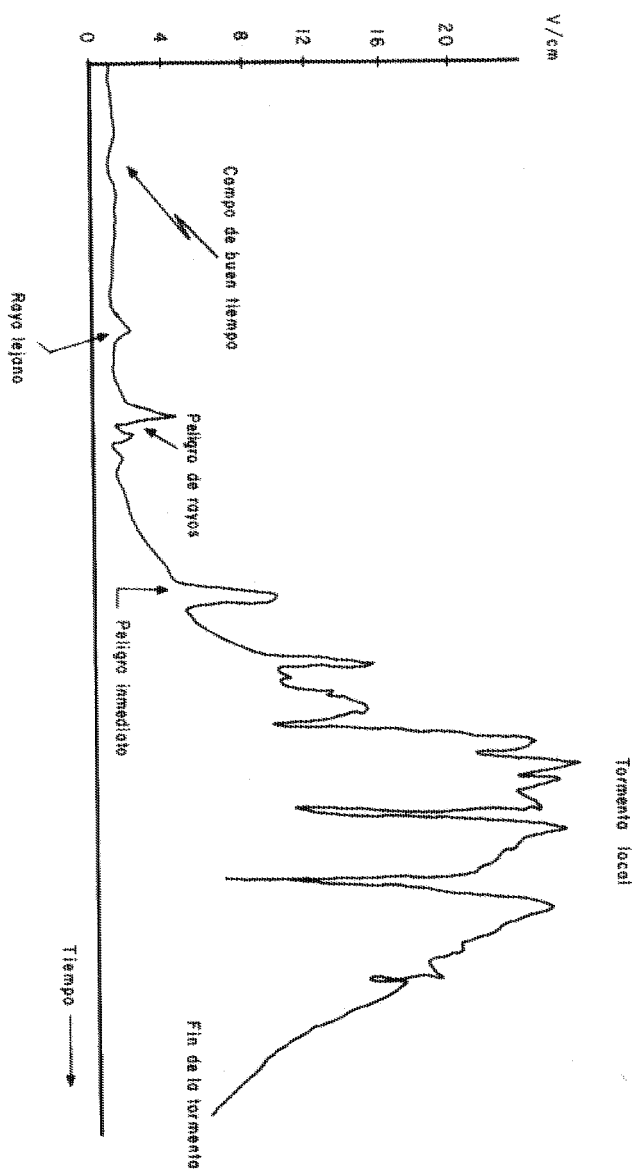


Fig. 3 Campo eléctrico a unos 10 km. de una tormenta.

to para medir la intensidad del campo, estaba colocado en Ciudad Universitaria y la tormenta ocurrió a unos 10 Km. al E de la misma.

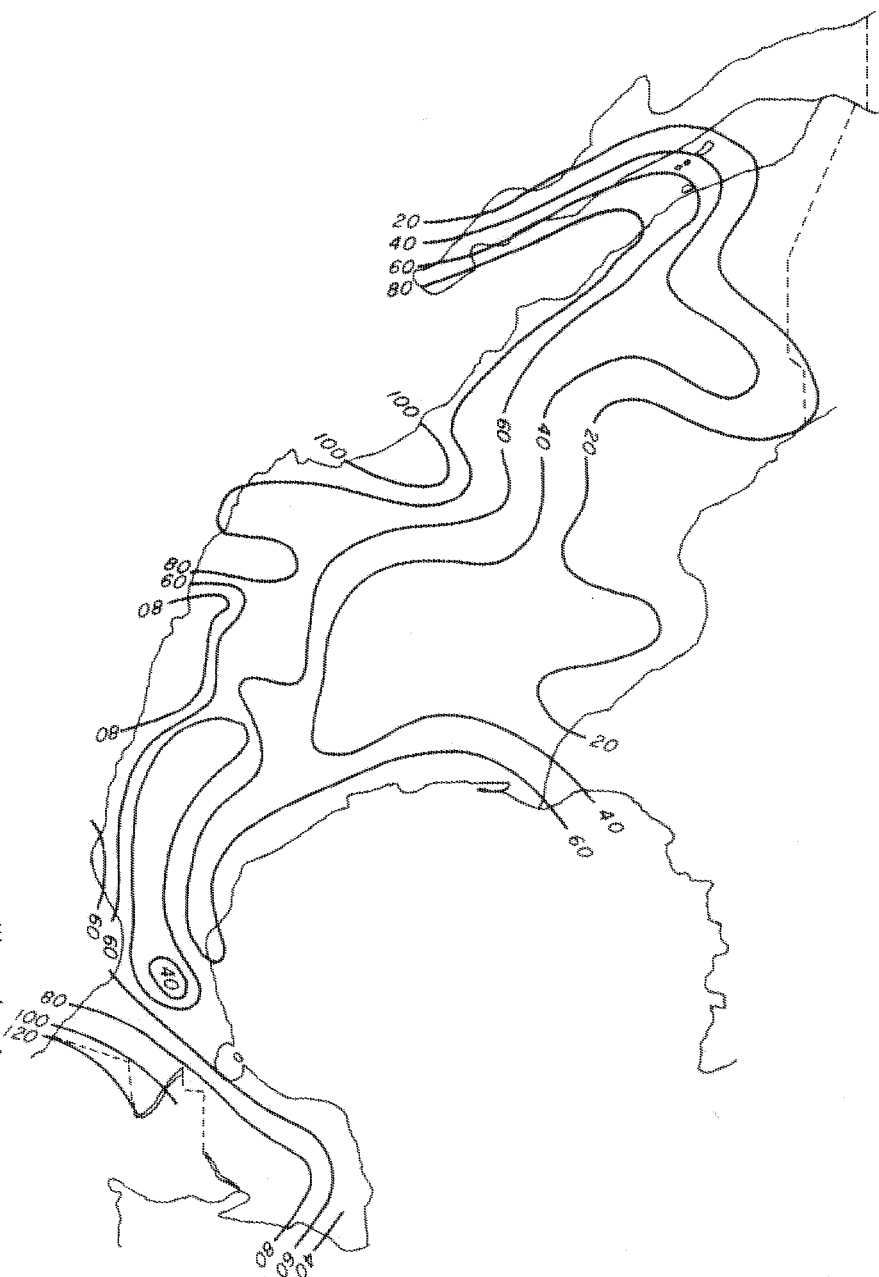
En la República Mexicana se presentan tormentas de varios tipos, - distribuídas por todo el territorio de una manera que depende tanto de la latitud, como de la orografía y la cercanía del mar. Cuando los tres factores citados concuerdan, como ocurre en Chiapas, en Sinaloa y Nayarit, el número de días con tormenta y la intensidad de éstas aumenta mucho, como puede verse en la figura 4, que es una de las varias cartas isoceraúnicas de la República que se han elaborado. La carta de la figura indica el número de días de tormenta por año, es la que utiliza el autor y no dice nada acerca de la intensidad de las mismas.

Los tipos de tormentas eléctricas que observamos en la República Mexicana y los lugares donde más frecuentemente ocurren son los siguientes:

Tormentas Frontales.- Este tipo ocurre cuando una masa de aire polar substituye a otra de aire tropical marítimo más húmedo y más caliente obligándolo a subir y a desplazarse. Así se comportan los nortes entre noviembre y marzo. Las tormentas frontales se observan durante esos meses en las Costas del Golfo de México y sobre toda la porción nor-oriental del país.

Tormentas de Calor.- Su mecanismo ha sido descrito ya (Fig. 2) y ocu-

Fig. 4 Carta isocerónica de México. Esta es la que utiliza el autor.



rren hacia las 3 p.m. y 7 p.m. hora local, cuando la región donde tienen lugar está invadido por aire marítimo tropical bastante húmedo. Se les observa en todo el país, pero sobre todo en la Cuenca del Valle de México, en Yucatán y en la región comprendida entre Querétaro, Zacatecas y Aguascalientes.

Tormentas Orográficas.— Se observan en las montañas que corren paralelas a la costa en Nayarit y Sinaloa; luego en Colima y parte de Jalisco; más al sur en las costas de Guerrero y Oaxaca. En las costas del Golfo se observan en Tamaulipas, Veracruz y parte de Tabasco. Son fenómenos de carácter semipermanente, pero que ocurren de preferencia en el verano, (ver Fig. 4) ya sea a media tarde, o en las primeras horas de la noche. Para su formación se requiere la presencia de una montaña con frente hacia el mar y con una llanura hacia la parte opuesta. En la montaña, cuando el tiempo está en calma y hay pocas nubes y el país está invadido por masas de aire caliente y húmedo (marítimo tropical), la montaña se calienta antes que la llanura y el aire que la rodea calentado a su vez por el terreno, asciende perdiendo humedad. Se forma de este modo una nube sobre la montaña que dará precipitación hacia las 3 p.m. (hora local) con las primeras descargas eléctricas. La lluvia forma un "colchón frío" debajo de la nube y esta se extiende hacia la llanura. La parte posterior de la tormenta se extingue, mientras el resto avanza sobre la llanura arrastrado por el viento que para estas horas ya comenzó a soplar desde el mar. La tormenta se extingue

hacia la puesta del sol por haberse precipitado la humedad: el cielo se aclara y durante la noche la evaporación humedece de nueva cuenta el aire y el ciclo puede repetirse al día siguiente.

Si el fenómeno no se produjo durante el día, puede producirse durante las primeras horas de la noche, pero su mecanismo es diferente: la montaña se enfría antes que la llanura, enfriando el aire de los alrededores. Este aire bajará levantando mecánicamente el aire caliente y húmedo de la llanura, el cual al subir perderá humedad y se formarán nubes convectivas que producirán una tormenta sobre la llanura hacia las 7 ó 7:30 p.m., hora local.

Las tormentas orográficas son fenómenos muy violentos, pero corta duración (a lo sumo una hora u hora y media) que producen de 20 a 50 rayos fuertes y aguaceros cortos pero muy violentos.

Tormentas Costeras.— En Tamaulipas, parte de Veracruz, Yucatán y Quintana Roo, así como en las porciones más meridionales de Chiapas y Oaxaca (ver Fig. 4) y en Baja California Sur observamos este tipo de tormentas, que requieren para su formación de una costa con pocas montañas hasta unos 30 a 50 Km. tierra adentro y de la presencia de aire marítimo tropical: son fenómenos de los meses del verano.

La diferencia de calor específico que existe entre la tierra y el mar hace que el aire sobre la primera se caliente más y con mayor veloci-

dad que el aire existente sobre el segundo. El aire que se encuentra sobre tierra sube durante el día y se inicia entonces el fenómeno llamado brisa de mar, que ocurre todo el año si no hay vientos de carácter general que soplan en el momento considerado. Cuando el aire de la costa está cargada de humedad, ésta se condensa cuando el aire sube, dando lugar a la formación de nubes que, hacia las 3 p.m. hora local, llegan a ser suficientemente grandes para producir una tormenta sobre la tierra.

Durante la noche el proceso se invierte. La tierra se enfría con mayor rapidez que el mar. El aire que está sobre éste, por tener una temperatura mayor, asciende y forma nubes al perder su humedad y ser substituído por el aire frío procedente de la costa. Se establece la llamada brisa de tierra y hacia las 8 p.m. (hora local) puede producirse una tormenta, pero esta vez sobre el mar.

Tormentas Mixtas o Combinadas.— Estas se observan en todo el país y su formación obedece a dos o más de los mecanismos citados, ya que es muy poco frecuente que actúe uno solo, por lo que podemos decir que la mayoría de nuestras tormentas son de este tipo.

Riesgos de las Tormentas y Protección Contra las Mismas.— Las tormentas eléctricas son fenómenos que ocasionan grandes pérdidas todos los años, pero nadie parece darse cuenta del problema. Según datos de la C. F. E. (Comisión Federal de Electricidad) cada una de las plantas

eléctrica del país y cada una de las subestaciones grandes tiene interrupciones en sus servicios de al menos medio hora mensual como promedio, debido a las descargas atmosféricas. No tenemos datos de las pérdidas ocasionadas por estas interrupciones, pues no se trata solamente del valor de la electricidad que se dejó de vender durante este tiempo en toda la red nacional, sino de las pérdidas ocasionadas a la industria con las interrupciones en el suministro de energía eléctrica y de las molestias, a veces de carácter económico grave, ocasionadas al resto de los usuarios.

Tenemos, por otra parte, las muertes ocasionadas por los rayos, las cuales no pueden fácilmente computarse en pesos y centavos cuando se trata de humanos, aunque podrían reducirse a pérdidas económicas si se trata de ganado o de aves de corral. El peligro que un fuerte campo eléctrico de la atmósfera representa para los que manejan explosivos o gas, gasolina y combustibles, no es tampoco despreciable. Cada año informa la prensa de diez o doce incendios producidos por los rayos y de otros tantos fuegos forestales ocasionados por la misma causa. Los Geofísicos de Exploración saben muy bien que en tiempos de tormenta no es posible utilizar explosivos y que las líneas de las cargas y de los sismógrafos deben desconectarse, cortocircuitarse y ponerse a tierra.

Es verdad que tenemos pararrayos y apartarrayos. Los primeros se basan en el efecto de las puntas (pararrayos de Franklin) o en la ac -

ción de una caja de Faraday (pararrayos de Melsens) y son dispositivos colocados fuera del equipo que se desea proteger. Los segundos son verdaderas resistencias variables cuyo valor se reduce prácticamente a cero en presencia de una sobretensión. Están colocadas en, o dentro del equipo y su misión es derivar a tierra cualquier tipo de sobretensión que se produzca. Pero la eficiencia de estos dos tipos de protección no llega nunca al 70 %.

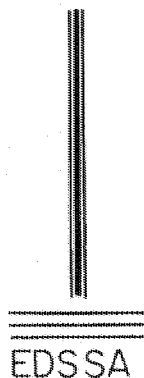
Las pocas normas que hay para la construcción y montaje de los pararrayos y, sobre todo, para las tomas de tierra, son ya viejas, deficientes o copiadas mecánicamente de las que existen en otros países.

Para remediar otros inconvenientes siquiera en parte se está organizando el Laboratorio de Electricidad Atmosférica como una sección del Centro de Estudios de la Atmósfera de la U.N.A.M. Pero esto no basta, no habría suficiente dinero ni, lo que es peor, suficiente personal capaz para ocuparse con éxito de todos los problemas que se pueden presentar. Es necesario coordinar los esfuerzos de la U.N.A.M. del I.P.N., de la Comisión Federal de Electricidad, del Instituto de Investigaciones Eléctricas y de muchas otras instituciones tales como PEMEX, para llegar a tener un gran laboratorio que estudie todos los problemas de la electricidad atmosférica y de sus posibles aplicaciones.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Chal Mers, J.A. Atmospheric Electricity
Clarendon Press, 1949
- 2.- Mc. Graw Hill Book Co.- Physics of The Earth Vol. 8 Terrestrial
Magnetism and Electricity, 1933
- 3.- Merino y Coronado, José.- Localización de Ciclones por la Estática
que producen. Memorias del IV Congreso Nacional
de Oceanografía, 17 - 19 Nov. 1969 - 1972
- 4.- Merino y Coronado, José.- Notas Sobre las Tormentas Eléctricas -
observadas en México. Anales del Inst. de Geofísica,
Vol. 21/1975
- 5.- Merino y Coronado, José.- Notas Sobre la Actividad Eléctrica de las
Nubes Tempestuosas en México. Anales del Inst. -
de Geofísica, Vol. 21/1974
- 6.- Schonland, B.F.J. Atmospheric Electricity. Methuen and Co. Ltd.
London, 1953
- 7.- Simpson, G.C. On The Electricity of Rain and its Origin in Thunderstorms.
Philosophical Transactions of the Royal Society -
Series A, Vol. 209 - 1909
- 8.- Simpson, C.G. The Mechanism of a Thunderstorm
Proceedings of the Royal Society, Series A, Vol.
114, No. 788, 1927
- 9.- Simpson, George y J.F. Scrase. The Distribution of Electricity -
in Thunderclouds. Proceedings of

EXPLORACIONES DEL SUBSUELO, S.A.



- OCEANOGRAFIA
- GEOFISICA
- GEOLOGIA
- PERFORACIONES
- REPRESENTANTE EN MEXICO DE
DECCA SURVEY (LATIN AMERICA) INC.

PASEO DE LA REFORMA 393-401
MEXICO 5, D.F. TEL. 511-27-66

SOCIOS PATROCINADORES

PETROLEOS MEXICANOS

COMPañIA MEXICANA DE EXPLORACIONES, S.A.

C A A S A

D U P O N T

SERCEL INC.

WESTERN GEOPHYSICAL

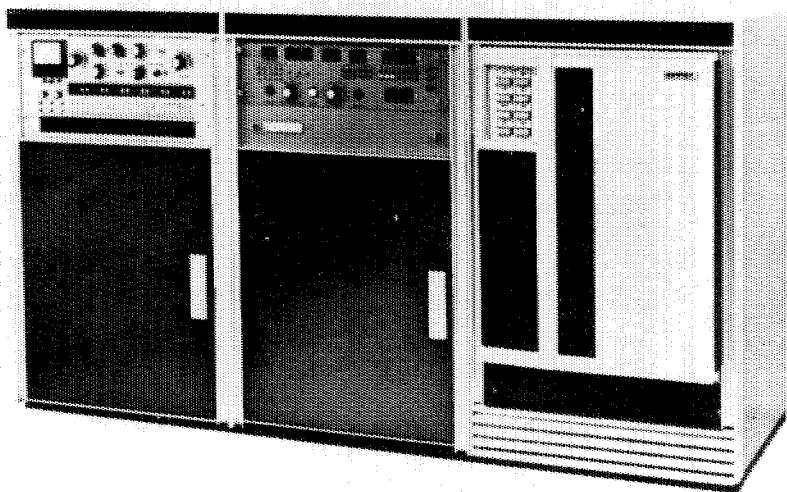
GEOPHYSICAL SERVICE DE MEXICO, S.A. DE C.V.

PETTY GEOPHYSICAL ENGINEERING DE MEXICO

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

Com*Mand, LO MAXIMO !

TANTO EN ASISTENCIA PARA CENTROS DE PROCESADO.

COMO LA GRAN AYUDA INMEDIATA EN EL CAMPO.

EL SISTEMA Com*Mand ES DE FACIL INSTALACION EN EL CAMPO O COMO UNA EXTENSION DE UN CENTRO DE PROCESADO ESTABLECIDO. DEBIDO A SU POCA SENSIBILIDAD A LAS CONDICIONES CLIMATOLOGICAS, EL SISTEMA Com*Mand PUEDE SER INSTALADO EN TRAILERS, CAMPOS PORTATILES O EN UNIDADES MOBILES AUTONOMAS.

EL SISTEMA Com*Mand PROPORCIONA UNA CAPACIDAD TOTAL DE PROCESADO A COSTOS LO SUFICIENTEMENTE BAJOS COMO PARA SER ASIGNADO A UNA SOLA BRIGADA.

LA RAPIDEZ DEL PROCESADO PERMITE QUE LA CALIDAD DE LOS REGISTROS Y LAS TECNICAS DE REGISTRO DE CAMPO PUEDAN SER EVALUADAS INMEDIATAMENTE Y, DE SER NECESARIO, QUE SEAN MODIFICADAS SIN COSTOSAS DEMORAS.

EN EL CAMPO O COMO EXTENSION DE UN CENTRO DE PROCESADO, EL SISTEMA Com*Mand ES UN INSTRUMENTO DE GEOFISICA CON UNA PROPORCION DE COSTOS A RESULTADOS SIMPLEMENTE INIGUALABLE.

Para mayor información comuníquese a:

Petty-Ray

Petty-Ray Geophysical, Inc.

P.O. BOX 56308

HOUSTON, TEXAS TEL. 713-714-7561

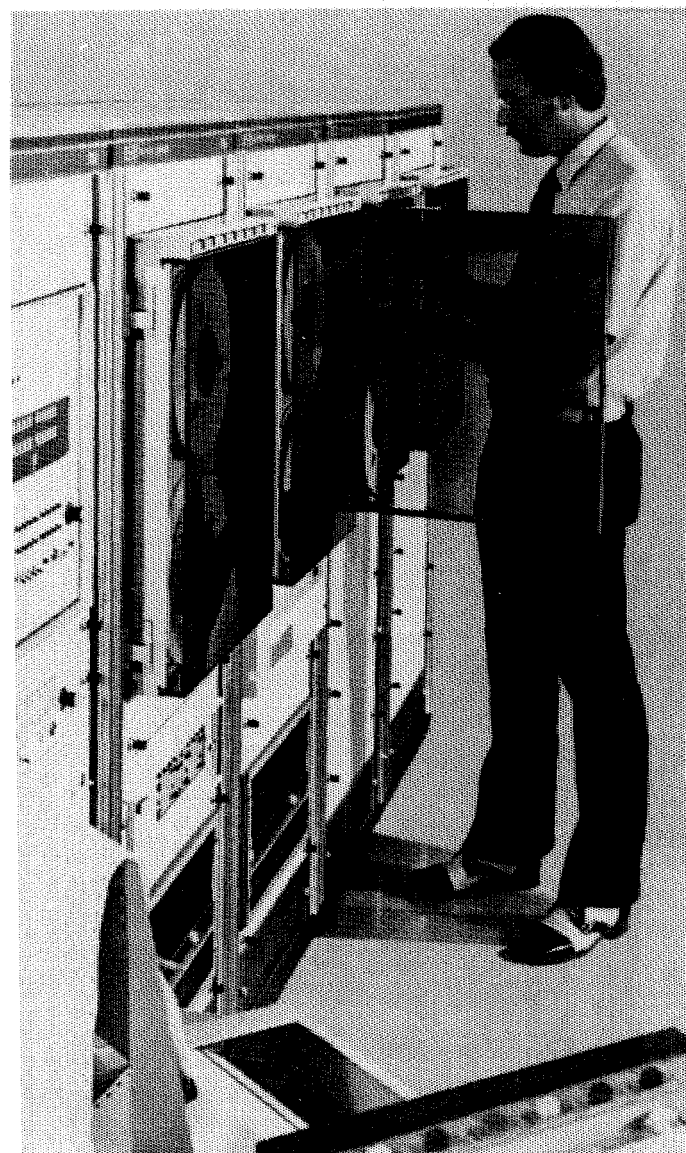
Petty-Ray

Petty-Ray Geophysical, Inc.

De México, S.A. de C.V.

AV. JUAREZ 97, DESP. 408

MEXICO 1, D.F. TEL. 521-08-34





WESTERN en Mexico

La exploración geofísica, encuentra la riqueza del subsuelo para el desarrollo del país, sin destruir la belleza del paisaje.



WESTERN GEOPHYSICAL
Post Office Box 2469
Litton Houston, Texas 77001, E.E.U.U.

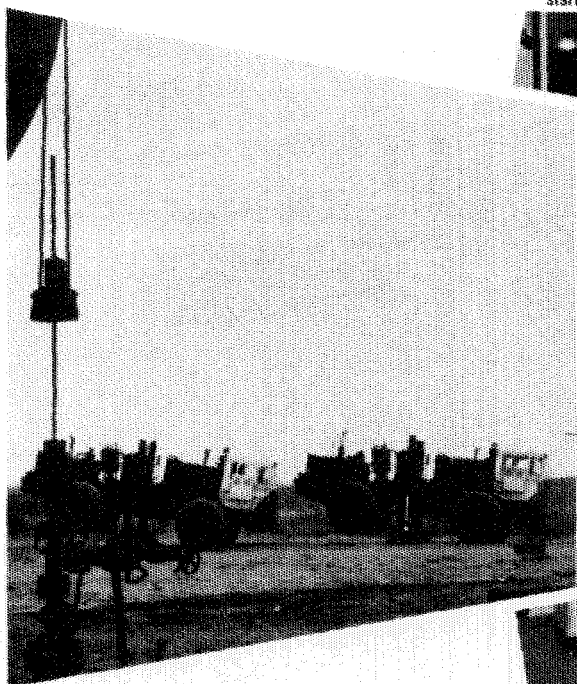


EN EL TRABAJO

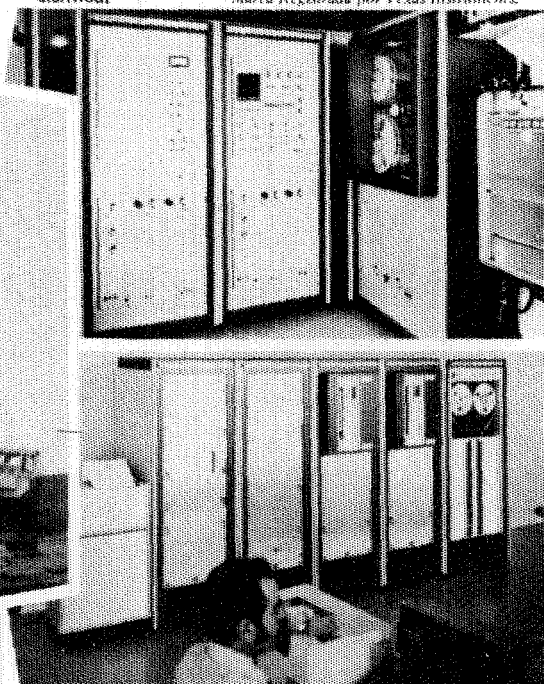
*... para ayudar a resolver sus
problemas en exploración sísmica*

Sistema de registrado digital (DFS-IV*) montado
en camión usado por GSI para reunir la información
sísmica.

**Marca Registrada por Texas Instruments.*



Los vibradores GSI combinan potencia
y frecuencia para proveer información
sísmica de alta relación señal-ruido.



Los programas de procesamiento de GSI
combinados con Texas Instruments
Multiple Applications Processor (TIMAP*)
producen información sísmica muy
efectiva en costo, rapidez y alta fidelidad.

Para mayores informes comuníquese a GSI de
Mexico, S. A. de C. V., Av. Juárez 119, Despacho
42, Mexico 1, D. F. Telefono 566-92-44.

GSI de MEXICO, S.A. de C.V.
SUBSIDIARIA DE
TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED





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

Morelos N° 98-5° Piso
México 6, D.F. Tel. 546-90-20

DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS

**Fábrica Ubicada en:
DINAMITA DURANGO**

**DINAMITAS
GEOMEX* 60% (Gelatina Sismográfica)
SUPER MEXAMON*
TOVEX* EXTRA
DETOEX*
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

Operación con unidades Vibroseis*

Aplicada a la tecnología de campo

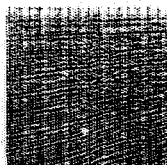


- Diseño de vehículo adaptado al terreno.
- Correlación digital de campo.
- Diseño específico de campo.

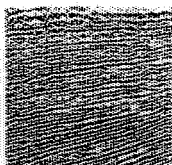
Adecuada para el proceso de datos

TVAC

Normal correlation
and deconvolution



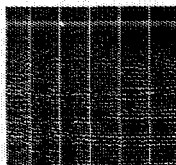
Adaptive
correlation



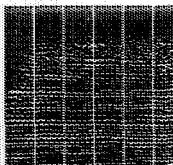
- Técnica de pulsos compresionales para el contenido de información traza por traza.
- Deconvolución apropiada a la mezcla de fases, característica del Vibroseis.
- Apilamiento vertical con la consiguiente supresión de ruido de gran amplitud.

ANSAC

computed
statics



ANSAC statics



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

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



Delta Exploration Company Inc.

Houston, Texas 77036 713/785-4060

*Registered trademark and service mark of Continental Oil Company