

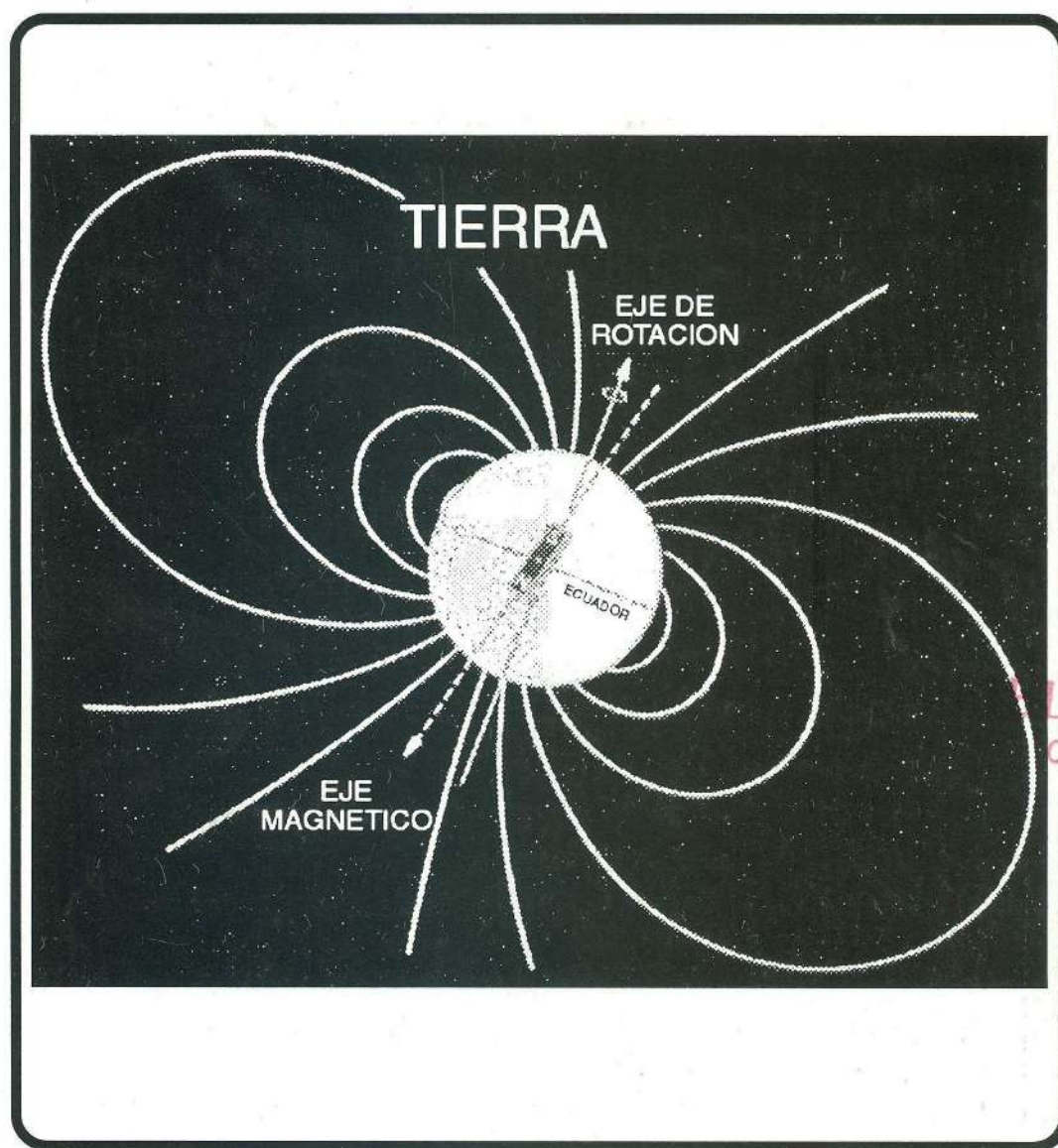
GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II

BIBLIOTECA
CICESE



BIBLIOTECA
CICESE

Volúmen 12

No. 4

Octubre de 1992

GEOS

Organo Informativo de la Unión Geofísica Mexicana.

(ISSN 0186-1891)

Publicación apoyada por: Instituto de Ingeniería-UNAM; Instituto de Geografía -UNAM; Instituto de Geofísica-UNAM; CICESE; Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM, Coordinación de la Investigación Científica-UNAM. Fac. de Ingeniería UNAM, Inst. C. del Mar y Limnol. UNAM, Inst. Invest. Electricas CFE. Agradecemos al Lab. IFUNAM-Ensenada las facilidades que nos brindan

EDITORES: Francisco Medina y Cinna Lomnitz

COMITÉ EDITORIAL: Juan M. Espíndola Castro, (IGF-UNAM), Luis Delgado, (CICESE), Silvia Bravo (IGF-UNAM), Miguel Lavín, (CICESE), Jaime Yamamoto, (EGF-UNAM), Alberto López, (IA-UNAM), Fernando, García, (CCA-UNAM)

APOYO EDITORIAL: Carmen Márquez, Marcos Paulo González Otero, Armando Reyes Serrato, Norma Vázquez.

Toda correspondencia dirigirla a:

Inst. Geofísica UNAM

At'n.: Francisco Medina

A. Postal 2681, Ensenada, B.C. C.P. 22830

FAX: 91-667-446-03 Tel.: 91-667-446-02

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Presidente:	Dr. Carlos Gay	(CCA-UNAM)
Vicepresidente:	Dr. Enrique Gomez T.	(CICESE)
Tesorero:	M.C. Francisco Medina	(IGF-UNAM)
Srio Gral.:	M.C. René Garduño	(CCA-UNAM)
Srio. Difusión:	Dr. Cinna Lomnitz	(IGF-UNAM)
Srio. Educación:	Dr. Miguel Lavín	(CICESE)
Srio. Investigación:	M.C. Luis Delgado	(CICESE)

* La Unión Geofísica Mexicana (UGM) es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias relacionadas.

INDICE

Noticias.....	2
Causas del Cambio en inversiones del Campo Magnético de la Tierra..... J. A. Jabobs.....	3
Las Causas Solares de las Tormentas Geomagnéticas S. Bravo y A. L. Rivera.....	7
Modelado de Irregularidades Topográficas ante Incidencia de Ondas P, SV y de Rayleigh. J. M. Gómez y M. A. Bravo.....	13
Aplicación de Técnicas Huerísticas y Estadísticas a la Caracterización y Pronóstico de las Ráfagas Solares I. Ferro.....	19
Análisis de la Correlación entre 3 Estaciones Metereológicas T. G. Jiménez.....	23
Actividades de la Unión.....	30

EDITORIAL

Recientemente el CONACyT dió a conocer la asignación de recursos a la ciencia en México, para el segundo semestre de 1992. En dicho informe destacan algunos aspectos que merecen ser comentados.

Del número total de proyectos de investigación que tienen apoyo del CONACyT, solo 21 (de un total de 330) corresponden a las áreas de Geofísica y Geología. Estos proyectos representan el 6 % del total y consumen solo el 10 % del monto total asignado a proyectos de investigación.

Consideramos que este número de proyectos es sumamente bajo y que reflejan la baja atención que los investigadores, en el área de las Ciencias de la Tierra, han puesto por conseguir recursos para sus proyectos de investigación.

Así también, solo tres solicitudes del área fueron aprobadas para el fondo de fortalecimiento de la infraestructura, con un monto total ligeramente superior al millón de dolares.

En suma, los proyectos de investigación más los de fortalecimiento de la infraestructura, para el segundo semestre de 1992, tendrán disponibles un monto cercano a los dos millones y medio de dolares.

Consideramos que los investigadores debemos de hacer un esfuerzo adicional para aumentar el número de proyectos de investigación sometidos a CONACyT, y que debe de haber mayor vinculación entre los diferentes centros de Ciencias de la Tierra en México, con objeto de elaborar proyectos de mayor envergadura.

A este respecto, nuestra reunión anual puede servir como una excelente plataforma para la discusión de proyectos, de gran alcance, que logren vincular centros de fuerte tradición de trabajo con los centros que apenas inician su desarrollo.





NOTICIAS

SISMICIDAD EN LAGUNA VERDE

Desde 1990, la CFE instaló una red telemétrica de 13 sismómetros (tres de ellos de 3 componentes) en un área de radio 150 km la cual cubre la zona donde se localiza la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde. La información se colecta en la estación El Farallón, Veracruz, y es analizada por personal de la Comisión. Dicha red tiene como objetivo básico el análisis de la actividad sísmica local con objeto de reforzar la vigilancia de la planta.

RED SISMOLOGICA EN JALISCO

La Universidad de Guadalajara, con la asesoría del Instituto de Geofísica de la UNAM, iniciará la instalación de una red sísmica de 6 a 8 estaciones de una componente. Esta red se destinará al estudio del riesgo sísmico en la ciudad de Guadalajara y estará operada por personal del Centro de Ciencias de la Tierra de la U. de G.

CATALOGO DE IMAGENES DE SATELITE

El CICESE dió a conocer, en la reunión de la UGM de 1992, el catálogo de imágenes de satélite con el que cuenta su grupo de Percepción Remota. Además del catálogo, también cuenta con modelos digitales del terreno e infraestructura de equipo y programas para su análisis y manipulación. Los estudios de Percepción Remota están siendo ampliamente apoyados en esta institución.

NUEVA RED SISMOLOGICA DEL SSN

El Servicio Sismológico Nacional, apoyado por la Secretaría de Gobernación, esta llevando a cabo la modernización de su red. Para ello esta instalando 10 observatorios a los largo de la costa del Pacífico y 10 más distribuidos en la parte central del país y la península de Baja California. Los equipos tendrán especificaciones diferentes a los de la antigua red, siendo estos de banda mas ancha.

CAMBIO GLOBAL

700 científicos, apoyados por 19 naciones,

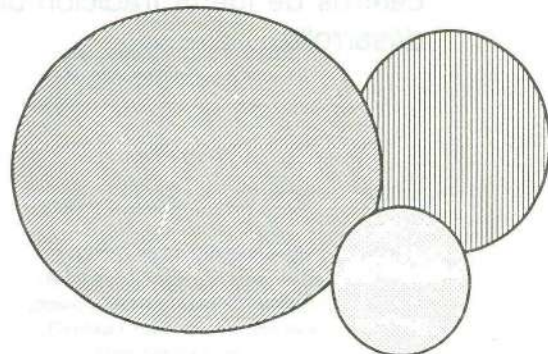
iniciaran un estudio multinacional que tendra una duracion inicial de 4 meses. El Proyecto COARE (Coupled Ocean Atmosphere Response Experiment) reunira expertos en meteorología y oceanografía con objeto de lograr un mejor entendimiento del intercambio de calor entre el océano y la atmósfera y sus efectos climáticos a nivel mundial. El proyecto se centrara en la observación de las denominadas "Warm Pools" o aguas con temperaturas mayores a los 28 grados producto de la interacción entre el océano y la atmósfera.

MECANISMO SISMICO

Alrededor del 20 % de los sismos ocurren a profundidades entre 600 y 700 kilómetros. A esta profundidad la presión es tan grande que la roca tiende a fluir más que romperse, por lo que no es posible explicar el mecanismo sísmico con las teorías elásticas convencionales. Para entender mejor el mecanismo de estos eventos se estan llevando a cabo experimentos, en la Universidad de California, a muy altas presiones para observar las características de los cambios de fase en minerales como la olivina y la espinela.

CLIMA y ACTIVIDAD SOLAR

La mayoría de los especialistas concuerdan en que la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado medio grado desde el principio del presente siglo. El origen de este incremento ha sido causa de controversia. Entre las posibles causas se está revisando las variaciones en la radiación solar, causadas por procesos que ocurren en la superficie del sol y en su interior, las cuales hacen variar la cantidad de energía que recibe la superficie de la Tierra.



CAUSAS DEL CAMBIO EN INVERSIONES DEL CAMPO MAGNETICO DE LA TIERRA: ? DENTRO O FUERA DEL NUCLEO?

J. A. Jacobs

INSTITUTE OF EARTH STUDIES
UNIVERSITY COLLEGE OF WALES, U. K.

Recientemente ha habido un renovado interés por estudiar la posibilidad de una relación entre los acontecimientos en la superficie terrestre y los del núcleo. Hasta ahora siempre se ha considerado poco probable que la frontera del manto, que es sólida y rocosa, y el núcleo externo, que esta constituido basicamente por hierro fluído, pudieran influenciarse uno al otro. Hoy en día, algunos colegas empiezan a considerarlo probable.

Laj et al. (1991) y Clement (1991) examinaron los registros de las inversiones del campo magnético de la Tierra en los últimos diez millones de años y encontraron que los polos tienden a seguir una de dos trayectorias: una a través de norte y sudamérica, y la otra a unos 180 grados de distancia, a través de Asia oriental y Australia. Esto es muy sorprendente, ya que los movimientos en el núcleo fluído de la Tierra son del orden de decenas de kilómetros al año, mientras que los movimientos en el manto sólido remotamente exceden de unos cuantos centímetros al año. Una posible conexión yace en las condiciones de la FNM (frontera Nucleo - Manto). Estudios sísmicos han demostrado que los últimos 200 kilómetros del fondo del manto (llamada capa D") es anomala. Hay opiniones contrarias respecto a si se trata de una frontera química y/o térmica (ver p. ej. Lay, 1989). Se conoce que existe una topografía asociada a la FNM, por lo que no es ilógico suponer que dicha frontera pudiera distorsionar el flujo de corriente en el núcleo.

Knittle y Jeanloz (1991) realizaron experimentos de laboratorio que indican que el hierro líquido reacciona químicamente con los silicatos a presiones y temperaturas elevadas. Ellos sugieren que tales reacciones químicas deben tener lugar en la FNM, introduciendo fuertes heterogeneidades en la capa D", no solo en las propiedades de la densidad y la elasticidad, sino también en la conductividad eléctrica la cual ellos estiman que pudiera variar hasta en ocho ordenes de magnitud. Esto, a su vez, podría afectar el campo magnético terrestre tal como lo observamos en la superficie.

Las bandas preferenciales de longitud de las trayectorias polares encontradas por Laj. et al. (1991) marcan tambien la frontera de las características

dominantes no-dipolares del campo magnético de la Tierra en latitudes bajas, entre 90 grados E y 90 grados W (Bloxham y Woodhouse, 1991) y regiones de velocidades sísmicas mas altas (y por ende bajas temperaturas) en el manto inferior (Dziewonski y Woodhouse, 1987). Sin embargo, no debe olvidarse que este patrón de trayectorias de inversión ha sido observado solamente en registros de los últimos 10 millones de años, y no sabemos si existian en el pasado trayectorias preferenciales similares.

Existe mucha controversia en cuanto a si el campo transicional permanece dipolar durante una inversión. Hay casos que indican que el campo transicional fue fuertemente no-dipolar. Por otro lado, el amontonamiento de trayectorias del polo geomagnético virtual (PGV) de transición a través de norte y sudamérica encontrado por Laj et al. (1991) es una prueba de que en algunos casos un importante contenido dipolar esta presente en el campo transicional.

Larson (1991), estima que la formación de la corteza oceánica aumento en 50 a 75 % en los 40 millones de años comprendidos entre hace 120 Y 80 millones de años. Encontró este aumento tanto en el promedio de expansión de las cordilleras centro-oceánicas como en la distribución por edades de las mesetas oceánicas (ocean plateaus). Larson noto que este aumento, que estaba concentrado en el Océano Pacífico, coincide con el largo período de campo magnético normal del cretácico (supercron normal cretácico o SNC), durante el cual el campo magnético de la tierra no muestra inversiones. Interpreto esto como el resultado de una gran columna de material en estado de fusión (superplume) que se originó hace unos 125 millones de años cerca de la FNM, ascendió por convección a través del manto y emergió formando parte de la cordillera centrooceánica debajo de la cuenca del Pacífico.

Gaffin (1987) había reportado antes una correlación negativa entre el cambio eustático a largo plazo del nivel del mar y la tasa de inversión geomagnética en los últimos 150 millones de años y sugirió que la tasa de creación del piso oceánico y/o la velocidad de de subducción estan estrechamente asociados con la frecuencia de inversiones (Larson

subducción no tuvo variaciones significativas durante los últimos 150 millones de años). Por cambio eustático se entiende la fluctuación del nivel del mar que ocurre simultáneamente en toda la tierra, p. ej., durante un periodo glacial baja el nivel del mar o durante periodos de intensa sedimentación marina sube el nivel; a este respecto debe notarse que Larson calculó la tasa de producción de corteza oceánica como una función del tiempo, utilizando las tablas de Kominz (1984) de longitud de las crestas de las cordilleras centro-oceánicas contra los promedios de expansión, los cuales uso para calcular las variaciones en el nivel del mar.

Bercovici et al. (1989) realizaron calculos tridimensionales en simetría esférica de la convección en el manto terrestre y demostraron que las corrientes ascendentes, que pudieran asociarse con las cordilleras centro-oceánicas, no se presentaron en ninguno de sus modelos al aplicarles calor por debajo. Por lo tanto, las cordilleras centro-oceánicas no son consecuencia de emanaciones provenientes de la profundidad del manto, sino más bien, las cordilleras son fenómenos pasivos resultantes del desgarramiento de las placas de la superficie debido al estiramiento o jaloneo que son sometidas las placas descendentes en las zonas de subducción, tal como lo había sugerido hace tiempo Lachenburch (1976). La tomografía sísmica también ha demostrado que las velocidades bajas y, por ende las regiones probablemente calientes debajo de las cordilleras centro-oceánicas, no se extienden más allá de 350 kilómetros de profundidad (Woodhouse y Dziewonski, 1984).

En 1981, encontré una correlación entre el flujo de calor del piso oceánico y la frecuencia de inversiones del campo magnético de la tierra; el comienzo de la SNC coincide con el comienzo del aumento de flujo de calor (Jacobs, 1981). El máximo en el flujo de calor se presentó al final del SNC y regreso a su valor anterior aproximadamente 40 millones de años después. Así, el principio y el final del SNC fueron marcados por cambios en el flujo de calor del piso oceánico aunque existe un intervalo de tiempo de 40 millones de años entre la reanudación de la actividad de inversión y el retorno del flujo de calor a su valor anterior.

Courtillot y Besse (1987) usaron la velocidad de la desviación polar real (DPR; migración del hot spot que sirve como marco de referencia en el manto con relación al eje de rotación de la tierra), como medida de la fuerza de convección del manto. Encontraron un periodo muy bajo de DPR en el lapso comprendido entre 170 y 100 millones de años en el pasado, que coincide con un importante aumento de desintegración continental. Esto ocurrió bastante antes del comienzo del SNC, aunque

durante un tiempo de continua disminución en la frecuencia de inversiones. Poco después del comienzo del SNC, el DPR recuperó su alto valor actual de una manera abrupta. Existe, por lo tanto, un intervalo de retardo bastante largo entre la medida de Courtillot y Besse de la convección del manto y el SNC. Su periodo de muy lento DPR coincide con mi periodo de incremento en el flujo de calor con un intervalo de defasamiento de 60 millones de años.

Si dos eventos tienen lugar más o menos al mismo tiempo, es más fácil pensar en una correlación antes que aceptar esto como una coincidencia. Glass y Heesen (1967) señalaron que la amplia zona de tectitas que cubre Australia, Indonesia y gran parte del océano Indico, se deben a un cuerpo meteorítico que cayó hace aproximadamente 700 000 años, más o menos al mismo tiempo que la última inversión magnética (la Brunhes - Matuyama). Sugirieron que la caída del cuerpo meteorítico, del cual se formaron las tectitas, mató a las radiolarias (ahora extintas), y dio una sacudida a la tierra alterando los movimientos del núcleo y provocando la inversión del dinamo. De Menocal et al. (1990) examinaron las posiciones estratigráficas relativas del estado interglacial 19.1 (correspondiente al periodo de tiempo mencionado y que ha sido determinado por estudios de isótopos de oxígeno), la inversión Brunhes - Matuyama, y la expansión de la capa de tectitas en sedimentos del fondo del océano. Encontraron que la inversión Brunhes - Matuyama ocurrió entre 4 000 y 8 000 años después de los datos que se tienen para el estado 19.1, la cual, a su vez, ocurrió entre 6 000 y 9 000 años después del esparcimiento del campo de tectitas. Concluyeron que no existe conexión entre las inversiones del campo geomagnético, los cambios del clima y los eventos de impacto.

Se han hecho otras propuestas sobre una asociación entre las tectitas y la inversión del campo, pero no han sido comprobadas. Así, Durrant y Khan (1971) y Glass y Zwart (1979) sugirieron que podría existir una relación entre las microtectitas de Costa de Marfil y el comienzo del subcron de polaridad normal (SPN) Jaramillo de hace aproximadamente 0.97 millones de años. Esto apresuró a Schneider y Kent (1990) a reexaminar la estratigrafía paleomagnética de dos núcleos decisivos de las profundidades del océano que contienen microtectitas de Costa de Marfil. Concluyeron que el evento que las produjo (el cráter de impacto Bosumtwi en Ghana Oriental; ver Shaw y Wassenburg, 1982), muy probablemente ocurrió durante el corto periodo de polaridad normal Jaramillo (subcron Jaramillo), pero 30 000 años después de su comienzo y 40 000 años antes de su terminación, sin dar ningún apoyo a alguna relación casual entre los dos eventos.

Es más, no aparece ningún registro de tectitas o microtectitas asociado con períodos de otras inversiones de campo (ha habido más de 70 en los últimos 20 millones de años). También ha sido difícil explicar cómo un impacto en la superficie de la tierra pudiera alterar físicamente los movimientos en el núcleo y consecuentemente afectar el campo magnético de la tierra. En este aspecto, la frontera cretáceo - terciaria (K-T) la cual Alvarez et al., (1980) han sugerido que puede marcar un fuerte evento de impacto, no coincide con una inversión de polaridad, digresión o algún otro cambio en la tasa de inversiones.

Merrill y McFadden (1988, 1990) han revisado toda la cuestión de un origen externo para inversiones magnéticas y concluyeron que aunque la posibilidad de tal origen no puede ser descartada definitivamente, la evidencia actual es muy deficiente.

Loper y McCartney (1986) asumieron que la frecuencia de inversiones está relacionada con el porcentaje de abastecimiento de energía al geodynamo, el cual, en su modelo, está directamente relacionado con el promedio de enfriamiento del núcleo terrestre y este, a su vez, está controlado por la capa D". Cuando la capa D" es gruesa, el gradiente de temperatura a través de ella es pequeño, y el abastecimiento de energía para el dinamo es bajo, de modo que este se encuentra en un estado de calma, con pocas inversiones. Por otro lado, cuando la capa D" es delgada, el gradiente de temperatura a través de ella es alto, y el abastecimiento de energía al dinamo es mayor, de modo que se encuentra en un estado de mayor alteración, con inversiones frecuentes. Resulta interesante que Sheridan (1983), quien desarrolló un modelo basado en ideas similares haya llegado a una correlación justamente opuesta a la de Loper y McCartney. En el modelo, la frecuencia es baja durante períodos de generación de columnas de material fundido desde el manto (plumes) y alta en la ausencia de estas columnas.

¿Hacia dónde nos lleva todo esto?, No parece lógico que toda inversión esté asociada con un evento en la FNM. Por otro lado, es muy posible que un cambio de mayor importancia en el patrón de frecuencia de inversiones, como el SNC, esté conectado con las condiciones cambiantes del manto. Uno desearía tener más evidencia de observación para cualquier otro cambio en la frecuencia de inversión. Las anomalías magnéticas marítimas proveen la única gran fuente de información acerca de las inversiones magnéticas, pero solamente los últimos 160 millones de años, el rango de edad del piso oceánico, mantiene un buen registro de inversiones. Sin embargo, las mediciones en tierra han demostrado que por un período de 60 millones de años (de 295 a 235

millones de años), el campo magnético de la tierra parece haberse invertido casi todo el tiempo. Panella (1972) calculó la longitud del mes sinódico de hace 500 millones de años usando los patrones de crecimiento periódico de los moluscos y estromatolitos, controlados por las mareas. Encontró que el grado de desaceleración de la rotación de la tierra no ha sido constante. Existieron dos interrupciones, la primera comenzó en el período pensilvánico y terminó en el permico, después del cual se mantuvo básicamente constante hasta hace aproximadamente 75 millones de años, en el cretácico superior, cuando regresó a su anterior valor de 2 milisegundos por siglo. La primera interrupción coincide casi exactamente con el largo período de 60 millones de años, en el que el campo se invirtió casi todo el tiempo. La segunda interrupción ocurrió justo después del final de SNC.

REFERENCIAS

- Alvarez L.W. et al. 1980. *Science* 208:1095.
 Bercovici D. et al. 1989. *Science* 244:950.
 Bloxham J., Jackson A. 1991. *Rev. Geophys.* 29:97.
 Clement B. M. 1991 *Earth Planet. Sci. Lett.* 104:48.
 Courtillot V., Besse J. 1987. *Science* 237:1140.
 Durrani S., Khan H. 1971. *Nature* 232:320.
 Dziwonski A., Woodhouse J. 1987. *Science* 236:37.
 Gaffin S. 1987. *Nature* 329:816.
 Glass B., Heezen B. 1967. *Sci. Am.* 217:32.
 Glass B., Zwart P. 1979. *Earth Planet. Sci. Lett.* 43:336.
 Jacobs J. 1981. *J. Geomagn. Geoelectr.* 33:527.
 Knittle E., Jeanloz R. 1991. *Science* 251:1438.
 Kominz M.A. 1984. *Am. Ass. Petrol. Geol., Tulsa, Okla.*
 Lachenbruch A.H. 1976. *J. Geophys. Res.* 81:1883.
 Laj. C. et al. 1991. *Nature* 351:447.
 Larson R.L. 1991. *Geology* 19:547.
 Lay T. 1989. *EOS, Trans. AGU.* 70:49.
 Loper D., McCartney K. 1986. *Geophys. Res. Lett.* 13:1525.
 De Menocal P. et al. 1990. *Earth Planet. Sci. Lett.* 99:1.
 Merrill T., McFadden P. 1988. *J. Geophys. Res.* 93:589.
 Merrill T., McFadden P. 1990. *Science* 248:345.
 Panella G. 1972. *Astrophys. Space Sci.* 16:212.
 Schneider D., Kent D. 1990. *Geophys. Res. Lett.* 17:163.
 Shaw H., Wasserburg G. 1982. *Earth Planet. Sci. Lett.* 60:155.
 Sheridan E. 1983. *Tectonophysics.* 94:169.
 Woodhouse J., Dziwonski A. 1984. *J. Geophys. Res.* 89:5933.

Escrito original aparecido en EOS, publicación de la American Geophysical Union, de junio de 1992.

SISTEMAS DE INGENIERIA SISMICA Y DINAMICA ESTRUCTURAL



**REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA LA REPUBLICA
MEXICANA:**



**MEDIDORES INDUSTRIALES Y
MEDICOS S.A. DE C.V.**

ODESA #1110
COL. PORTALES
03300, MEXICO, D.F.

**FAX: (5) 605-9181 PHONE: (5) 604-0058
605-6312**

***Física
del Mar***

Un programa de posgrado

CICESE



Departamento de Oceanografía Física
Apartado postal #2732. Ensenada, B.Cfa., México
Teléfono 52 (667) 4 5050 ext. 4010. Fax 52 (667) 4 5154

Fotografía: Van Dyke

LAS CAUSAS SOLARES DE LAS TORMENTAS GEOMAGNETICAS

S. Bravo y A. L. Rivera

Departamento de Física Espacial

Instituto de Geofísica, UNAM

Coyoacán D.F., 04510

México, D. F.

RESUMEN

Es bien sabido que las tormentas geomagnéticas son causadas por perturbaciones que viajan en el medio interplanetario provenientes del Sol, comunmente en la forma de choques seguidos de plasma que contienen un campo magnético con Bz sur de gran intensidad y de larga duración (B*). Sin embargo, no está claro aún cuáles, de entre todos los eventos solares, son los responsables de estas perturbaciones. En este trabajo se analiza un grupo de 10 tormentas geomagnéticas intensas que ocurrieron entre agosto de 1978 y septiembre de 1979, considerando las perturbaciones interplanetarias que las produjeron y la fuente solar de estas perturbaciones rastreada por medio de centelleo interplanetario. Consideramos que las observaciones son consistentes con la imagen de que el choque y el material con B* no son parte de la misma estructura y de que tiene un origen diferente en el Sol: el choque es producido por un cambio repentino en la base de un hoyo coronal y el plasma es el resultado de la expulsión simultánea de material de una región cerrada que estalló en las cercanías de hoyo, de acuerdo con Bravo y Lanzagorta (1992). Observamos que para los casos estudiados, que corresponden a plasma con B*, el material eyectado está asociado con más frecuencia a una protuberancia eruptiva; solo en un caso hubo una ráfaga asociada. La conclusión que obtenemos es que la causa solar de las tormentas geomagnéticas intensas es el estallido de una protuberancia (o en algunos casos de una ráfaga) cerca de un hoyo coronal, que expulsa al espacio interplanetario material con B*. Se discute también la posibilidad

de pronosticar tormentas geomagnéticas mediante observaciones de centelleo interplanetario.

INTRODUCCION

Desde el siglo pasado se reconoció ya una relación entre ciertas manifestaciones de la actividad solar (específicamente las ráfagas solares) y las perturbaciones del campo magnético en la Tierra. Al descubrirse el viento solar y las ondas de choque que viajan en él a muy altas velocidades, se asociaron, de manera natural, las perturbaciones geomagnéticas con el arribo a la magnetosfera de choques interplanetarios de gran intensidad (e.g. Hundhause, 1972). De esta manera, la relación entre la actividad solar y las perturbaciones geomagnéticas se enfocó a la determinación del origen en el sol de los choques que viajan en el medio interplanetario. Sin embargo, la asociación originalmente natural entre choques interplanetarios y ráfagas solares resultó no ser satisfactoria, pues es común observar choques sin que haya habido ráfagas y es común también que muchas ráfagas, incluyendo algunas muy intensas, no estén asociadas con perturbaciones importantes en el medio interplanetario. Las agrupaciones repentinas de protuberancias solares también se han sugerido como fuentes de los choques interplanetarios y de las perturbaciones geomagnéticas (Joselyn y McIntosh, 1981; Wright y McNamara, 1983), pero, igualmente se observan choques interplanetarios sin que hayan ocurrido erupciones de protuberancias (ni ráfagas) y muchas protuberancias eruptivas no tienen efectos interplanetarios.

Las corrientes de viento solar de alta velocidad se han identificado sin duda alguna como fuentes de perturbaciones geomagnéticas (Snyder y Neugebauer, 1966). Estas corrientes, que provienen

de hoyos coronales (Krieger et al., 1973), pueden regresar durante varias rotaciones solares y provocar perturbaciones geomagnéticas recurrentes aproximadamente cada 27 días. Sin embargo, las tormentas geomagnéticas más intensas parecen estar asociadas a eventos explosivos en el Sol que producen ondas de choque que viajan radialmente del sol hacia la Tierra en unos cuantos días. Este tipo de ondas de choque también han sido asociadas a los hoyos coronales por Hewish y Bravo (1986), quienes hicieron un rastreo de más de cien perturbaciones de gran escala en el viento solar durante un año mediante técnicas de centelleo interplanetario (IPS). En ese estudio encontraron siempre un hoyo coronal en la región solar fuente de la perturbación interplanetaria y propusieron un cambio repentino en la velocidad del viento solar emitido por el hoyo como la causa de la formación del choque interplanetario (ver también Bravo et al. 1991 a,b).

Pero la asociación entre perturbaciones geomagnéticas y choques interplanetarios tampoco es clara. No todos los choques son efectivos en producir una tormenta geomagnética y se ha demostrado que éstas solo ocurren cuando tiene lugar un acoplamiento entre el campo magnético interplanetario (IMF), transportado por el viento solar, y el campo magnetosférico, como propuso originalmente Dungey (1961). Para esto es necesario que el IMF tenga una componente Bz orientada hacia el sur respecto al plano del ecuador geomagnético. La importancia de esta componente sur en el desarrollo de la fase principal de una tormenta geomagnética ha sido puesta en evidencia por Rostoker y Falthamar (1967) y Burton et al. (1975), entre otros, y actualmente no existe ninguna duda del papel principal que esta componente juega en la determinación de la intensidad de la tormenta. Recientemente, González y Tsurutani (1987) analizaron en detalle las diez tormentas geomagnéticas más intensas (para las cuales el valor pico de Dst fue menor o igual que -100 nT) que ocurrieron durante el periodo de agosto de 1978 a diciembre de 1979 que correspondió a la fase ascendente del ciclo solar 21. Su interés fue relacionar las características de las tormentas con las características del viento solar y encontraron una relación de uno a uno entre estos eventos y la presencia de una componente Bz sur en el viento

solar de gran magnitud (> 10 nT) y por un periodo de más de 3 horas; en lo sucesivo llamaremos Bz* a un campo interplanetario con estas características.

Encontraron un coeficiente de correlación de 0.75 entre el valor del flujo de esta Bz* integrado a todo el periodo de su duración y los valores pico del índice Dst. Sin embargo, también encontraron que, aunque en nueve de los diez casos el plasma con Bx* estuvo precedido por una onda de choque, la intensidad del choque (medida por su número de Mach) no estaba correlacionada en absoluto con la intensidad de la tormenta, medida por el valor pico de Dst. Así pues, aunque las tormentas geomagnéticas se pueden asociar a la llegada de los choques interplanetarios, el papel de éstos en la tormenta no es claro y más bien se ha tratado de encontrar el papel que juega el choque en la producción de la Bz* que a veces lo sigue y que es la que sí tiene relación directa con la tormenta. En este trabajo volvemos a analizar esos mismos diez casos, pero añadiendo información sobre las fuentes solares de las perturbaciones que los produjeron, obtenida a partir de las observaciones de IPS realizadas durante ese periodo.

LOS EVENTOS ANALIZADOS

En la tabla siguiente se muestran algunos parámetros de las diez tormentas geomagnéticas más intensas del periodo del 16 de agosto de 1978 al 28 de diciembre de 1979 y los parámetros correspondientes del viento solar, junto con el evento solar explosivo asociado.

La primera columna de la Tabla indica el número dado al evento. Las columnas segunda y tercera indican el día, el mes, el año y la hora en tiempo universal del arribo del choque al vehículo espacial ISEE-3 a la altura de la órbita de la Tierra, de acuerdo con González y Tsurutani (1987); en el décimo caso, no hubo un choque sino una intensificación no compresiva de densidad (NCDE); en los casos de choque, el tiempo registrado para su llegada correspondió al del comienzo repentino de la tormenta (SC), pero en el caso de la NCDE, no hubo SC. Las columnas cuatro y cinco muestran la fecha y hora del arribo del material con Bz* al satélite ISEE-3, de acuerdo con Tsurutani et al. (1988) el cual coincide con el momento en que el valor de Dst empieza a disminuir en la fase principal de la

TABLA 1.

**PARAMETROS DE LAS TORMENTAS GEOMAGNETICAS MAS INTENSAS
Y DEL VIENTO SOLAR CORRESPONDIENTE**

Evento No.	Choque Fecha	TU	Inicio de B* Fecha	TU	Δt (h)	V_{vs} (km s^{-1})	V_{B^*} (km s^{-1})	B_z^*/B (%)	Evento solar
1	27/8/78	02	27/8/78	18	16	450	460	97	F
2	28/9/78	21	29/9/78	08	11	700	900	98	R
3	25/11/78	12	25/11/78	12	0	500	500	86	F
4	21/2/79	02	21/2/79	15	13	530	580	80	F
5	9/3/79	05	10/3/79	18	37	400	450	86	F
6	28/3/79	08	29/3/79	05	21	650	550	92	*
7	3/4/79	09	3/4/79	19	10	550	550	82	*
8	24/4/79	23	25/4/79	01	2	600	600	49	F
9	29/8/79	05	29/8/79	07	2	620	620	68	F
10	(17/9/79)	(21)	18/9/79	06	9	425	425	100	*

tormenta. La sexta columna (Δt) contiene el lapso de tiempo entre el arribo del choque (o NCDE) y el arribo del plasma con B_z^* . La columna siete nos da un valor representativo de la velocidad del plasma detrás del choque mientras que la columna ocho nos da la velocidad del plasma con B_z^* . La columna nueve indica la razón en porcentaje del valor de la componente B_z^* respecto a la magnitud total del campo y la columna diez indica si hubo el estallido de un filamento (F) o de una ráfaga (R) en la región fuente estimada mediante observaciones de IPS en la fecha aproximada de ocurrencia del evento solar responsable de la perturbación geomagnética de acuerdo con Hewish y Bravo (1986); es importante recordar que en todos los casos se encontró también un hoyo coronal en la región; un asterisco en esta columna indica que no se cuenta con observaciones de centelleo para estos casos. Todos los datos del viento solar fueron tomados de King (1983).

DISCUSION Y ANALISIS

De la inspección de la Tabla anterior y de los análisis previos se pueden ver varias cosas interesantes.

1) La "nube" con B_z^* no parece estar dinámicamente relacionada con el choque interplanetario pues ésta lo mismo aparece exactamente detrás del choque que 37 horas después (ver la cuarta columna en la Tabla): Además, la velocidad de la nube suele ser en ocasiones diferente de la del viento solar detrás del choque (ver columnas 5 y 6) y todo esto conduce en algunos casos a tiempos distintos de partida del Sol para el viento solar rápido y para la nube de B_z^* . Cabe hacer notar que en todos los casos estudiados

por IPS ocurrió la desaparición brusca de un filamento o el estallido de una ráfaga cerca de un hoyo coronal en la región fuente. Esto coincide con los resultados de Bravo y Lanzagorta (1992) quienes estudiaron los choques y las nubes interplanetarias durante todo el año y concluye que los choques son originados por cambios bruscos de velocidad e el viento emitido por el hoyo y las nubes corresponden al material del fenómeno explosivo (ráfaga o estallido del filamento) el cual puede ser lanzado hacia el medio interplanetario gracias a su cercanía a las líneas de campo abiertas del hoyo coronal.

2) Desde el punto de vista de sus efectos geomagnéticos, la llegada del choque a la magnetosfera solo produce la compresión de ésta que se refleja en un aumento súbito en el valor de Dst a lo cual se le ha llamado el comienzo repentino de la tormenta geomagnética (SC). Sin embargo, como la tormenta se inicia propiamente hasta la llegada del plasma con B_z^* y esto puede ocurrir mucha horas después, consideramos que es inapropiado llamarle a este aumento el "comienzo" de la tormenta. Así pues, el choque en sí no tiene influencia en la tormenta y esto explica por qué González y Tsurutani (1986) no encontraron ninguna correlación entre la intensidad del choque y la intensidad de la tormenta geomagnética. El choque puede considerarse en algunos casos como "pre-cursor" de la nube de plasma B_z^* , aunque muchos choques no son seguidos de plasma con B_z^* y en algunas ocasiones, como en el evento No. 10, el plasma B_z^* no está precedido por un choque.

3) Respecto al plasma Bz^* en sí, es interesante notar que en casi todos los casos la componente Bz representa una proporción muy alta del campo magnético total. Esto es, más que una componente o que una fluctuación, la aparición de este campo corresponde a una estructura de plasma de muy grandes dimensiones en las que el campo magnético es muy intenso y tiene una orientación cercana a la dirección sur. También es notable que en casi todos los casos el fenómeno explosivo asociado haya sido el estallido de una protuberancia que es una estructura solar bastante definida y magnéticamente ordenada. Esto corrobora la idea de que la nube Bz^* es material de la protuberancia (o, en algunos casos, de la región activa) emitido por su estallido que salió hacia el medio interplanetario debido a que ésta se encontraba cerca de un hoyo coronal. Cabe hacer notar que en los casos 6 y 7, para los que no tienen registros de IPS que localicen su región fuente en el Sol, ocurrieron el estallido de una protuberancia y de una ráfaga, respectivamente, muy cerca también de un hoyo coronal y aunque sin la información de IPS no se puede asegurar que la perturbación interplanetaria se produjo ahí, las observaciones son consistentes con la imagen presentada aquí. El evento No. 10, sin embargo, no es claro. Por desgracia, tampoco se registraron ráfagas o estallidos de protuberancias en los días adecuados para ser asociados con el evento interplanetario. Tang et al. (1989) lo asocian con una ráfaga detrás del limbo este, pero sin observaciones de centelleo no se puede asegurar. Es importante recordar que en este caso no se tuvo ningún choque antecesor del Bz^* , sino que se registró una NCDE; este tipo de fenómenos ha sido muy poco estudiado y no se comprende aún su origen.

CONCLUSIONES

La conclusión principal de este estudio es que las causas solares de las tormentas geométricas son principalmente los estallidos de protuberancias y ocasionalmente también de ráfagas lo suficientemente cerca de hoyos coronales como para que el material expulsado por la explosión puede salir al medio interplanetario y ser transportado por el viento solar hasta la Tierra. Para que este material sea geomagnéticamente efectivo, es necesario que transporte un campo magnético

con una orientación predominantemente sur que pueda acoplarse con el campo magnetosférico. La aparición del frente de choque interplanetario antes de este material es simplemente un fenómeno colateral debido a que la misma alteración de la estructura magnética del Sol que produce el estallido de la protuberancia o de la ráfaga altera también la forma del hoyo coronal cercano y por lo tanto cambia la velocidad de flujo del viento solar que éste emite. En particular la "apertura" de nuevas líneas de campo aumentará el área en la base del hoyo, disminuirá su divergencia y aumentará la velocidad de su flujo. Una descripción detallada del escenario solar en el que todos estos eventos asociados resultan de las respuestas de diversas estructuras cromosféricas y coronales a una desestabilización magnética de gran escala en la atmósfera del Sol se puede encontrar en Bravo (1992).

PRONOSTICO DE TORMENTAS GEOMAGNETICAS POR MEDIO DE IPS

Aunque no entraremos en detalle en este asunto, si mencionaremos que la posibilidad de rastrear las perturbaciones interplanetarias durante su tránsito del Sol hacia la Tierra mediante el IPS nos permite, por un lado, ver si en su región fuente estalló un filamento o una ráfaga cuyo campo magnético esté adecuadamente orientado y, por otro lado, prevenir (aproximadamente) su tiempo de arribo a la magnetosfera. Esto último en realidad no es aún muy claro pues la región efectiva es la que transporta el Bz^* y no el frente de la perturbación delimitado por la onda de choque. La técnica de rastreo por centelleo deberá mejorarse para permitir una estimación más precisa del tiempo esperado para el inicio de la tormenta geomagnética.

REFERENCIAS

- Bravo, S., B. Mendoza y R. Pérez-Enríquez, Coronal holes as sources of large-scale solar wind disturbances and geomagnetic perturbations, *J. Geophys. Res.*, 96, 5387, 1991a.
- Bravo, S., B. Mendoza y R. Pérez-Enríquez, Geomagnetic storm sudden commencements and their possible sources at the Sun, *Geophys. Int.*, 30, 23, 1991b.
- Bravo, S. y M. Lanzagorta, Características magnéticas y de plasma del viento solar detrás de

una onda de choque interplanetaria, GEOS, Bol. Unión Geof. Mex., 12(2), pp 22-25, 1992

Bravo, S., The SC event of 6 June 1979 and related

solar and interplanetary observations, Adv. Space Res., (en prensa) 1992.

Burton, R.K., R.L. McPherron, and C.T. Russell, An empirical relationship between interplanetary conditions and Dst, J. Geophys. Res., 80, 4204, 1975.

Dungey, J.W., Interplanetary magnetic fields and the auroral zone, Phys. Rev. Lett., 6, 47, 1961.

González, W. y B. T. Tsurutani, Criteria of interplanetary parameters causing intense magnetic storms ($Dst < -100nT$), Planet. Space Sci., 35, 1101, 1987.

Hewish, A. y S. Bravo, The sources of large-scale heliospheric disturbances, Solar Phys., 106, 185, 1986.

Hundhausen, A., Coronal expansion and solar wind, Springer-Verlag, Berlin, 1972.

Jocelyn, J.A. y P.S. McIntosh, Disappearing solar filaments: a useful predictor of geomagnetic activity, J. Geophys. Res., 86, 4555, 1981. King, J. H., Interplanetary Medium Data Book, Supplement 2, NSSDC/83-01, 1983 Krieger, A.S., A.F. Timothy,

and E.C. Roelof, a coronal hole and its identification as the source of a high velocity solar wind stream, Solar Phys., 29, 505, 1973.

Rostoker, G. y C.G. Falthamar, Relationships between changes in the interplanetary magnetic field and variations in the magnetic field at the Earth's surface, J. Geophys. Res., 72, 5853, 1967.

Snyder, C.W. y M. Neugebauer, en The Solar Wind, R. J. Markin Jr. y M. Neugebauer (eds.) Pergamon Press, Nueva York, 1966.

Tang, F., B.T. Tsurutani, W.D. González, S.I. Akasofu y E. J. Smith, Solar sources of interplanetary southward Bz events responsible for major magnetic storms (1978-1979), J. Geophys. Res., 94, 3535, 1989.

Tsurutani, B.T., W.D. González, F. Tang, S. I. Adasofu y E. J. Smith, Origin of interplanetary southward magnetic fields responsible for major magnetic storms near solar maximum (1978-1979), J. Geophys. Res., 93, 8519, 1988

Wright, C.S. y L.F. McNamara. The relation between disappearing solar filaments, coronal mass ejections, and geomagnetic activity, Solar Phys., 87, 401, 1983.

**Reunion anual de la sociedad
Sismologica norteamericana**

Abril 14-16 1993
Ixtapa-Zihuatanejo

Informes

SSA headquarters
201 Plaza Profesional Building
El Cerrito CA 94530 USA

7ª Asamblea científica IAGA

Agosto 7 - 20 1993
Buenos Aires -Argentina

Informes

M. Gadseb IAGA, Phys. Unit
Fraser Noble Building
Aberdeen Univ.
Aberdeen AB9 8UE Scotland U.K.

**Novena Conferencia tematica
sensores remotos en geologia**

8 - 11 Febrero 1993
Pasadena, California USA

Informes:

Erim
P.O. Box 134001
Ann Arbor MI 48113-4001 USA
Tel 313 994-1200 Ext 3234
Fax: 313 994-5123



Maestría y Doctorado en Ingeniería Hidráulica



La División de estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM ofrece cursos de maestría y doctorado en Ingeniería Hidráulica en sus instalaciones de Progreso, Morelos.

Las asignaturas que se imparten son, entre otras:

Hidráulica general
Métodos Matemáticos
Mecánica de Fluidos
Hidrología de Superficie

Irrigación y drenaje
Geohidrología
Métodos Numéricos
Obras Hidráulicas

La maestría y el doctorado están dirigidos a egresados de ingeniería civil, ciencias agropecuarias y carreras afines. Estos cursos están apoyados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua a través de becas, biblioteca, computadoras y laboratorios.

Informes al (73) 19-40-49 o 19-40-00 ext. 532 con el Dr. Alvaro Muñoz en Paseo Cuauhnáhuac #8532, Progreso, Mor. C.P. 62550

POSGRADO EN Geofísica



Unidad Académica de los Ciclos
Profesionales y de Posgrado del
Colegio de Ciencias y Humanidades

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

El instituto de Geofísica y la Unidad Académica de los ciclos Profesional y de Posgrado del CCH de la UNAM ofrecen a todos los profesionales en Física, Geofísica, Geología, Ingeniería, Química, o alguna área académica afín, los Posgrados de Maestría y Doctorado de Geofísica dentro de las siguientes áreas:

AGUAS SUBTERRANEAS
EXPLORACIÓN GEOFÍSICA
SISIMOLOGÍA Y FÍSICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA
ESTUDIOS ESPACIALES
MODELACIÓN MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL DE SISTEMAS GEOFÍSICOS

Informes: Instituto de Geofísica UNAM
Cd. Universitaria
México 04510 D.F.
Tel 662-4130 y 622-4137 Fax 550-2486

MODELADO DE IRREGULARIDADES TOPOGRAFICAS ANTE INCIDENCIA DE ONDAS P, SV Y DE RAYLEIGH

Juan Martín Gómez-González* y Miguel A. Bravo**

*Centro de Investigación Sísmica, AC, Carretera al Ajusco 203
Col Héroes de Padierna, México, D.F. 14200

**IBM de México, S.A., Sector Educación, Rubén Darío No. 55,
Col. Polanco Chapultepec, México, D.F. 11560

RESUMEN

Se presenta un método de frontera para resolver el problema de difracción de ondas P, SV y de Rayleigh por irregularidades topográficas en un semiespacio elástico, homogéneo e isótropo. El método representa los campos difractados de onda mediante combinaciones lineales de soluciones que forman familias completas de la ecuación reducida de Navier. Los coeficientes indeterminados de las combinaciones lineales se encuentran al ajustar las condiciones de frontera en el sentido de mínimos cuadrados. Se obtienen resultados en la frecuencia para un valle aluvial y varias geometrías topográficas ante diversas incidencias. Se analiza la sensibilidad de las amplitudes con respecto a variaciones de la geometría y la frecuencia. Se verifica que las mayores amplificaciones del movimiento del terreno ocurren en el centro de las irregularidades. Asimismo, se demuestra la factibilidad de emplear el método en un ambiente de cómputo personal.

INTRODUCCION

Los datos instrumentales verifican la importancia de la topografía en la amplificación dinámica del movimiento del terreno. La base de los promontorios es una de las causas principales de importantes efectos laterales (Grafiths y Bollinger, 1979; Sánchez-Sesma, 1987), lo que indica que para estudiarlos adecuadamente el fenómeno debe tratarse espacialmente. Debido a esto, un modelo unidimensional simple no permite inferir en forma adecuada las amplificaciones reales del movimiento del terreno.

En este trabajo se extiende el método de frontera desarrollado por Sánchez-Sesma et al. (1982a). Ellos utilizaron el método para estudiar los efectos provocados por cañones y obtuvieron buenas representaciones en el dominio de la frecuencia. Ahora, se parte del él, μ se aplica a promontorios para medir las bondades del método en los dominios de la frecuencia y del tiempo. Los coeficientes indeterminados que aparecen en las combinaciones lineales se obtienen al minimizar el error cuadrático medio mediante la solución de las condiciones de frontera en la interfaz del semiespacio y la irregularidad, así como en un intervalo finito de la superficie del semiespacio.

FORMULACION DEL PROBLEMA

Considérese una inclusión elástica en la superficie de un semiespacio como se muestra en la Figura 1. En ella se incluyen esquemáticamente algunos campos incidentes de ondas P, SV y de Rayleigh. La inclusión se denomina región R y el semiespacio región E. El problema se trata como de difracción de ondas elásticas y se pretende encontrar los campos de desplazamientos en la inclusión y en el semiespacio provocados por las onda incidentes. El problema es de tipo vectorial debido a la existencia de desplazamientos horizontales y verticales y se supone que las ondas son periódicas con dependencia armónica del tiempo dada por $\exp(i\omega t)$.

Los vectores de desplazamiento u_i^E y u_i^R satisfacen la ecuación reducida de Navier, misma que en notación índice puede prepresentarse por

$$\mu_{\xi} U_{i,jj}^{\xi} + (\lambda_{\xi} + \mu_{\xi}) U_{i,jj}^{\xi} + \rho_{\xi} \omega^2 U_i^{\xi} = 0, \quad i,j = x,z \quad (1)$$

donde $\xi = E$ o R para el semiespacio o la inclusión, respectivamente.

Si se define U_i^0 como la solución de campo libre, es decir, la solución en ausencia de la irregularidad ante el campo de ondas incidente, entonces, ocurre que para la región exterior E el campo de desplazamiento U_i^E se puede definir como

$$U_i^E = U_i^0 + V_i^E, \quad i = x,z \quad (2)$$

donde V_i^E es vector de desplazamientos generado por las ondas difractadas en la irregularidad. Por su parte, para la región interior R la solución de campo se puede expresar como

$$U_i^R = V_i^R \quad (3)$$

donde V_i^R es el vector de desplazamientos generado por las ondas refractadas por la inclusión. Por otra parte, las condiciones de frontera que deben cumplirse son tracciones nulas en la superficie libre

$$t(v^s) = \sigma_{ij}(v^s) n_j = 0 \text{ en } \partial_1 \xi, \quad i, j = x, z. \quad (4)$$

Además, se deben de cumplir condiciones de continuidad de desplazamientos y tracciones en $\partial E_2 = \partial R_2$

$$(V)_i = V_i^E - V_i^R = U_i^{(n)} \quad i = x, z \quad (5)$$

$$(t(\vec{v}))_i = t_i(\vec{v}^E) - t_i(\vec{v}^R) = -t_i(u^{(n)}) \quad i = x, z \quad (6)$$

En las expresiones (4) y (6) se define a $t_i(\vec{v})$ como el vector de tracción asociado con la frontera de vector normal n_i para el desplazamiento v_i , donde n_i se considera dirigida hacia fuera de R. El tensor de esfuerzo asociado al vector V_i está dado por $\sigma_{ij}(\vec{v})$.

USO DE FAMILIAS COMPLETAS

Herrera y Sabina (1987) proponen la factibilidad de usar las siguientes familias de funciones dadas en las coordenadas polares, las cuales son bases completas de la ecuación reducida de onda en dos dimensiones, con número de onda $k = \omega/c$,

$$C_R = \left[J_0(kr), J_n(kr)\sin(n\theta), J_n(kr)\cos(n\theta), \right. \\ \left. n = 1, 2, \dots \right] \quad (7)$$

$$C_E = \left[H_0^{(2)}(kr), H_n^{(2)}(kr)\sin(n\theta), H_n^{(2)}(kr)\cos(n\theta), \right. \\ \left. n = 1, 2, \dots \right] \quad (8)$$

donde $J_n(0)$ = función de Bessel de primera especie y orden n , $H_n^{(2)}(0)$ = función de Hankel de segunda especie y orden n , y r y θ son coordenadas polares. La familia C_R es completa en regiones acotadas y C_E lo es para regiones no acotadas (Herrera y Sabina, 1978). Sánchez-Sesma et al. (1982b) han usado la completez de estas familias para el caso escalar de ondas SH.

De los potenciales de cada tipo de onda en ambas regiones se obtienen ocho familias de vectores de desplazamientos, cuatro para R y cuatro para E. Tales vectores cumplen en la región E con las condiciones de sommerfeld (1984), donde la energía irradiada por las fuentes debe dispersarse al infinito sin que pueda irradiarse energía desde el infinito hasta las singularidades del campo de desplazamientos.

SOLUCION NUMERICA

Considérense las aproximaciones para V_i^E y V_i^R dada por

$$V_i^E = \sum_{m=1}^{4N+2} A_m W_{1m}^E, \quad (9)$$

$$V_i^R = \sum_{m=1}^{4N+2} B_m W_{1m}^R, \quad (10)$$

donde W_{1m}^E y W_{1m}^R son los vectores de desplazamiento para las regiones E y R, respectivamente, y si el orden de los desarrollos para los potenciales es N , el límite superior para m es $4N + 2$. Las familias completas C_R y C_E se utilizan para generar el conjunto de vectores V_i^E y V_i^R que permiten resolver el problema.

Los coeficientes de las ecuaciones (9) y (10) se determinan de tal manera que el error cuadrático medio para satisfacer las condiciones de frontera sea mínimo. Para ello se utiliza el método de mínimos cuadrados para formar el sistema de ecuaciones generados por los puntos de colocación al imponer condiciones de frontera en $\partial_1 R$, $\partial_2 E$ y $\partial_1 E$, tomando K , L y $2M$ puntos, respectivamente. La solución del sistema de ecuaciones se obtiene mediante descomposición LU (Stewart, 1973).

El número de incógnitas es $8N + 4$, se forman $2L + 2K + 4M$ ecuaciones, buscando obtener un sistema sobredeterminado de ecuaciones lineales. El sistema de ecuaciones a resolver surge de las ecuaciones normales.

RESULTADOS

Para examinar los alcances del método se obtienen resultados numéricos para geometrías de dos irregularidades topográficas: valles aluviales y promontorios. Los resultados en el dominio de la frecuencia están dados en términos de la frecuencia adimensional

$$\eta = \frac{\omega a}{\pi \beta_E} = \frac{2a}{\lambda_S},$$

donde ω = frecuencia circular, a = semiancho de la irregularidad, β_E es la velocidad de ondas S en el semiespacio y λ_S es la longitud de onda. Se analiza la incidencia de ondas P, SV y de Rayleigh. Tanto las ondas incidentes como las ondas difractadas dependen del parámetro η .

La figura 2 muestra las funciones de transferencia de 12 estaciones, colocadas simétricamente sobre el valle y la superficie plana, para incidencia normal de ondas SV. Se usó una relación de Poisson $\nu = 1/3$, una relación de densidades $\rho_R/\rho_E = 2/3$ y una relación de velocidades $\beta_R/\beta_E = 1/2$. Se utilizaron 90 puntos de colocación y 100 de evaluación. Se requirieron dos intervalos de frecuencia. En el primero (de 0-2) se utilizaron 12 desarrollos de funciones dentro del valle y 6 fuera de él. En el segundo (de 2-4) se utilizaron 14 y 8 desarrollos, respectivamente. Se presentan en la misma gráfica los componentes horizontal y vertical del movimiento. Se observa que las funciones de transferencia son iguales por simetría en las estaciones opuestas con respecto al centro. Las amplitudes son mayores al entrar al valle y aumentan en las estaciones más cercanas al centro. Las mayores amplitudes están en el

$$t(v^z) = \sigma_{ij}(v^z) n_j = 0 \text{ en } \partial_1 \xi, \quad i, j = x, z. \quad (4)$$

Además, se deben de cumplir condiciones de continuidad de desplazamientos y tracciones en $\partial E_2 = \partial R_2$

$$(V)_i = V_i^E - V_i^R = U_i^{(0)} \quad i = x, z \quad (5)$$

$$(t(\vec{v}))_i = t_i(\vec{v}^E) - t_i(\vec{v}^R) = -t_i(u^{(r)}) \quad i = x, z \quad (6)$$

En las expresiones (4) y (6) se define a $t_i(\vec{v})$ como el vector de tracción asociado con la frontera de vector normal n_i para el desplazamiento v_i , donde n_i se considera dirigida hacia fuera de R. El tensor de esfuerzo asociado al vector V_i está dado por $\sigma_{ij}(\vec{v})$.

USO DE FAMILIAS COMPLETAS

Herrera y Sabina (1987) proponen la factibilidad de usar las siguientes familias de funciones dadas en las coordenadas polares, las cuales son bases completas de la ecuación reducida de onda en dos dimensiones, con número de onda $k = \omega/c$,

$$C_R = \left[\begin{array}{l} J_n(kr), \quad J_n(kr)\sin(n\theta), \quad J_n(kr)\cos(n\theta), \\ n = 1, 2, \dots \end{array} \right] \quad (7)$$

$$C_E = \left[\begin{array}{l} H_n^{(2)}(kr), \quad H_n^{(2)}(kr)\sin(n\theta), \quad H_n^{(2)}(kr)\cos(n\theta), \\ n = 1, 2, \dots \end{array} \right] \quad (8)$$

donde $J_n(o)$ = función de Bessel de primera especie y orden n , $H_n^{(2)}(o)$ = función de Hankel de segunda especie y orden n , y r y θ son coordenadas polares. La familia CR es completa en regiones acotadas y CE lo es para regiones no acotadas (Herrera y Sabina, 1978). Sánchez-Sesma et al. (1982b) han usado la completez de estas familias para el caso escalar de ondas SH.

De los potenciales de cada tipo de onda en ambas regiones se obtienen ocho familias de vectores de desplazamientos, cuatro para R y cuatro para E. Tales vectores cumplen en la región E con las condiciones de sommerfeld (1984), donde la energía irradiada por las fuentes debe dispersarse al infinito sin que pueda irradiarse energía desde el infinito hasta las singularidades del campo de desplazamientos.

SOLUCION NUMERICA

Considérense las aproximaciones para V_i^E y V_i^R dada por

$$V_i^E = \sum_{m=1}^{4N+2} A_m^E W_{im}^E, \quad (9)$$

$$V_i^R = \sum_{m=1}^{4N+2} B_m^R W_{im}^R, \quad (10)$$

donde W_{im}^E y W_{im}^R son los vectores de desplazamiento para las regiones E y R, respectivamente, y si el orden de los desarrollos para los potenciales es N, el límite superior para m es $4N + 2$. Las familias completas CR y CE se utilizan para generar el conjunto de vectores V_i^E y V_i^R que permiten resolver el problema.

Los coeficientes de las ecuaciones (9) y (10) se determinan de tal manera que el error cuadrático medio para satisfacer las condiciones de frontera sea mínimo. Para ello se utiliza el método de mínimos cuadrados para formar el sistema de ecuaciones generados por los puntos de colocación al imponer condiciones de frontera en $\partial_1 R$, $\partial_2 E$ y $\partial_1 E$, tomando K, L y 2M puntos, respectivamente. La solución del sistema de ecuaciones se obtiene mediante descomposición LU (Stewart, 1973).

El número de incógnitas es $8N + 4$, se forman $2L + 2K + 4M$ ecuaciones, buscando obtener un sistema sobredeterminado de ecuaciones lineales. El sistema de ecuaciones a resolver surge de las ecuaciones normales.

RESULTADOS

Para examinar los alcances del método se obtienen resultados numéricos para geometrías de dos irregularidades topográficas: valles aluviales y promontorios. Los resultados en el dominio de la frecuencia están dados en términos de la frecuencia adimensional

$$\eta = \frac{\omega a}{\pi \beta_E} = \frac{2a}{\lambda_s},$$

donde ω = frecuencia circular, a = semiancho de la irregularidad, β_E es la velocidad de ondas S en el semiespacio y λ_s es la longitud de onda. Se analiza la incidencia de ondas P, SV y de Rayleigh. Tanto las ondas incidentes como las ondas difractadas dependen del parámetro η .

La figura 2 muestra las funciones de transferencia de 12 estaciones, colocadas simétricamente sobre el valle y la superficie plana, para incidencia normal de ondas SV. Se usó una relación de Poisson $\nu = 1/3$, una relación de densidades $\rho_R/\rho_E = 2/3$ y una relación de velocidades $\beta_R/\beta_E = 1/2$. Se utilizaron 90 puntos de colocación y 100 de evaluación. Se requirieron dos intervalos de frecuencia. En el primero (de 0-2) se utilizaron 12 desarrollos de funciones dentro del valle y 6 fuera de él. En el segundo (de 2-4) se utilizaron 14 y 8 desarrollos, respectivamente. Se presentan en la misma gráfica los componentes horizontal y vertical del movimiento. Se observa que las funciones de transferencia son iguales por simetría en las estaciones opuestas con respecto al centro. Las amplitudes son mayores al entrar al valle y aumentan en las estaciones más cercanas al centro. Las mayores amplitudes están en el

componente horizontal, en el que después de $\eta = 1.5$ aparecen varios picos máximos en la frecuencia y la mayor variación de frecuencias ocurre en el centro del valle, mientras que el evento pasa casi desapercibido en el semiespacio.

La Figura 3 muestra sismogramas sintéticos para los desplazamientos horizontales y verticales de ondas SV, calculados para dos promotorios. En ellos se evalúa la solución en 100 estaciones colocadas sobre la superficie con una distancia total de 6 km, ante incidencia ablicua (30°). La frecuencia adimensional máxima para el cosenoide fue de 3.2 con dos intervalos de frecuencia, 0-2 y 2-3, con 12 desarrollos dentro de la inclusión y 5 fuera de ella, para el primer intervalo, y 16 y 8 desarrollos, respectivamente, para el segundo. Para la topografía cúbica la máxima frecuencia fue de 4, con tres intervalos, de 0-2, 2-3 y 3-4 con 14 y 6, 18 y 8, y 24 y 14 desarrollos dentro y fuera de la región, respectivamente. Nótese como las amplitudes son muy grandes. Estas amplitudes en la parte exterior de los promontorios son muy pequeñas, posiblemente por la forma en que se representa el campo difractado. Todas las trazas fueron normalizadas con respecto a la mayor amplitud de ambos componentes.

Estos cálculos muestran que la variabilidad de las amplitudes depende del tipo de geometría, de la frecuencia y del orden de los desarrollos. Como la selección de los desarrollos para el cálculo de los desplazamientos se realiza mediante ensayo y error, no se puede asegurar que los intervalos de frecuencia

seleccionados sean óptimos.

DISCUSION

En general, las amplitudes de los desplazamientos en la frecuencia están bien representadas y las tracciones residuales son muy pequeñas. Se observa de la representación en el tiempo que las amplitudes están subestimadas en el interior de la irregularidad y subestimadas en el exterior.

Los cálculos requirieron 4 MegaBytes de memoria principal (RAM) para alcanzar un valor de $\eta = 3.5$ y se realizaron con éxito en una computadora personal 80386. El problema de tener una representación continua del campo de desplazamientos en frecuencias muy bajas (convergencia) y las oscilaciones en frecuencias altas (estabilidad), además de los altos aleatorio de las amplitudes, hacen que el método no se represente muy bien en el dominio del tiempo.

El método no requiere de un número excesivo de puntos de discretización de la topografía, aunque resulta sensible a la geometría cuando se utilizan frecuencias altas. Con él se corrobora la importancia de las ampliaciones en el centro del promotorio con respecto a la base, las cuales, en algunos ejemplos, alcanzan amplitudes relativas de hasta 12. El orden de los desarrollos juega un papel determinante, ya que cada modelo requiere de un conjunto de desarrollos específicos para distintos intervalos de análisis. La selección del conjunto adecuado se determina mediante ensayo y error.

REFERENCIAS

- Griffiths D.W. y G. A. Bollinger (1979). The effect of Appalachian Mountain topography on seismic waves, Bull. Seism. Soc. Am. 69, 1081-1105
- Herrera I. y F. J. Sabina (1978). Connectivity as an alternative to boundary integral equations. Construction of bases, Proc. Nat'l Acad. Sci. USA 75, 2059-2063
- Sánchez-Sesma F. J. (1987). Site effects on strong motion, soil Dyn. Earthquake Eng 6, 124-132
- Sánchez-Sesma F. J., I. Herrera y M A. Bravo (1982a). Difracción de ondas P, SV y de Rayleigh en un semiespacio elástico, Informe interno, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, DF.
- Sánchez-Sesma F. J., I. Herrera y J. Avilés (1982b). A Boundary method for elastic wave diffraction: application to scattering of SH waves by surface irregularities, Bull. Seism. Soc. Am. 72, 473-490
- Sommerfeld A., (1949). Partial differential equations in physics, Academic Press, Nueva York.
- Stewart G.W. (1973). Introduction to Matrix Computations, Academic Press, Orlando.

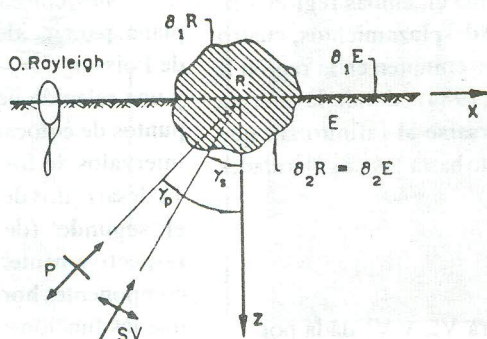


Figura 1. Definición de las fronteras entre el semiespacio y la inclusión elástica bajo incidencia de ondas P, SV y de Rayleigh.

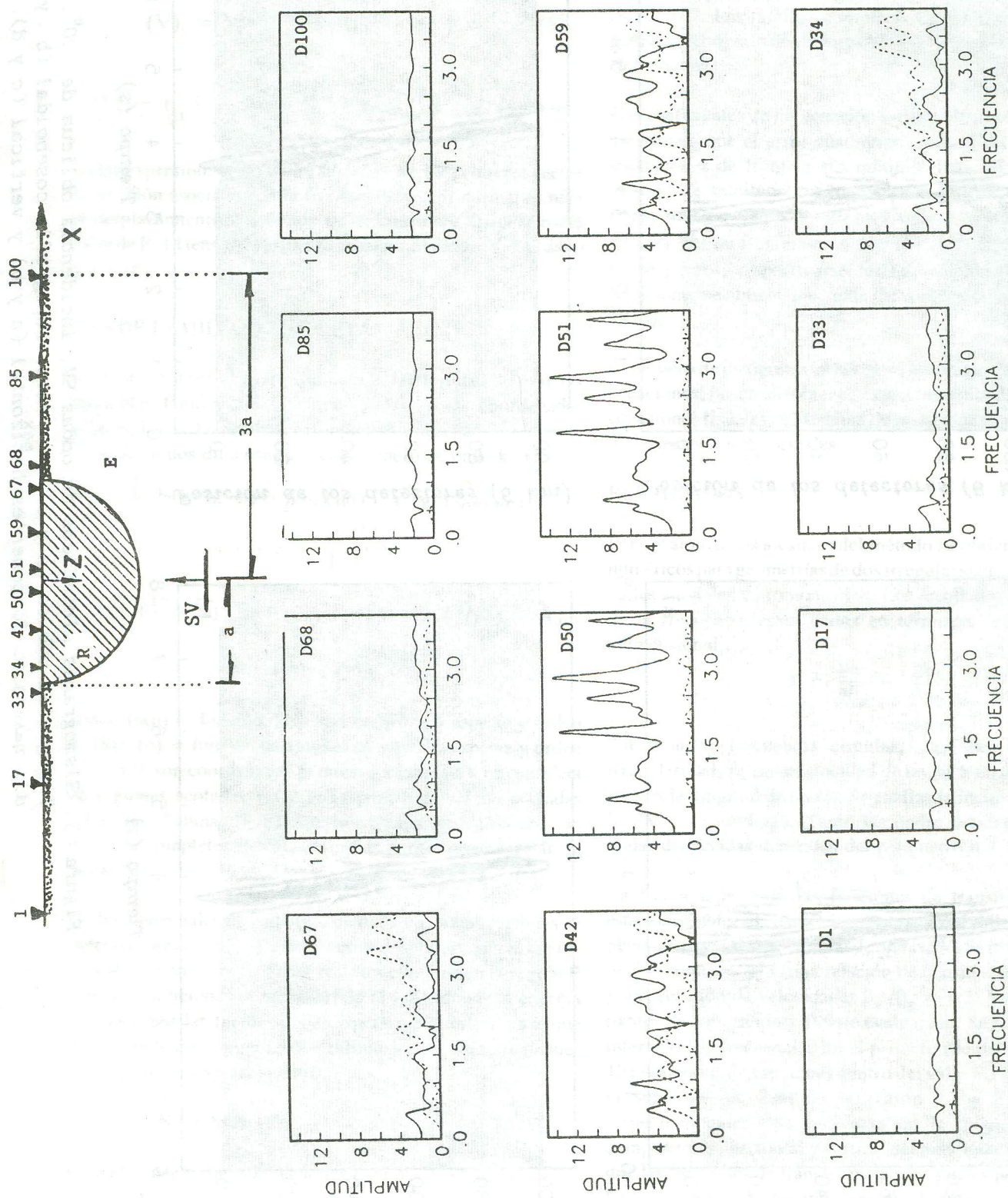


Figura 2. Funciones de transferencia para incidencia normal de ondas SV en un valle aluvial. Estaciones colocadas simétricamente, respecto al centro, sobre la superficie.

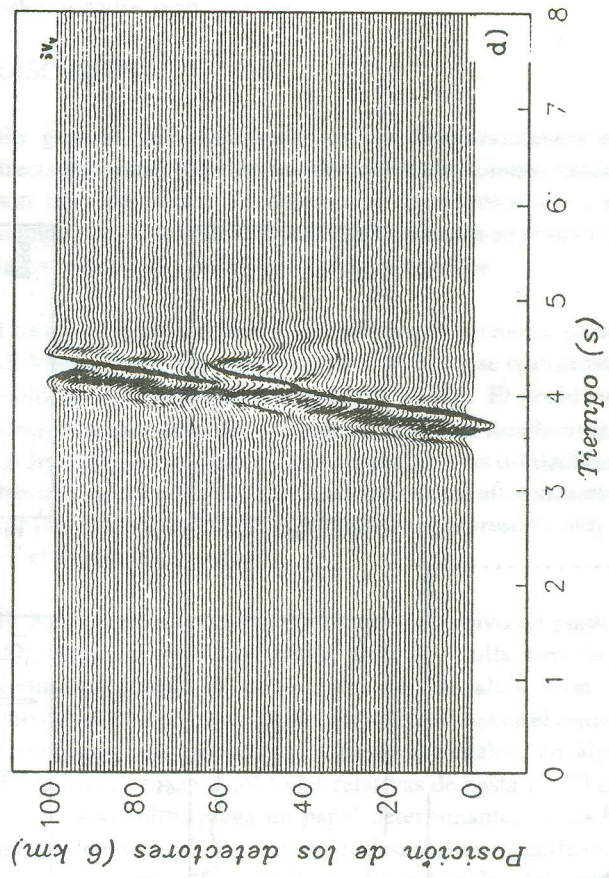
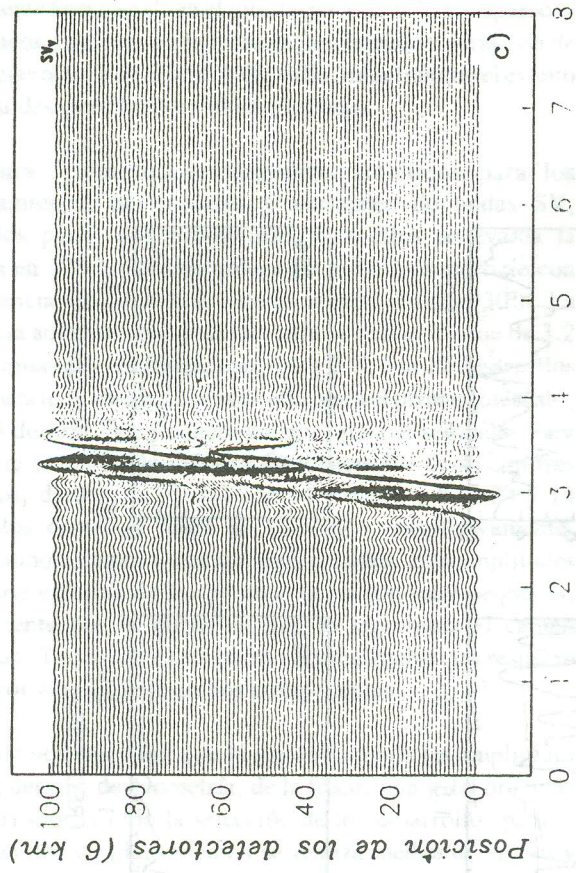
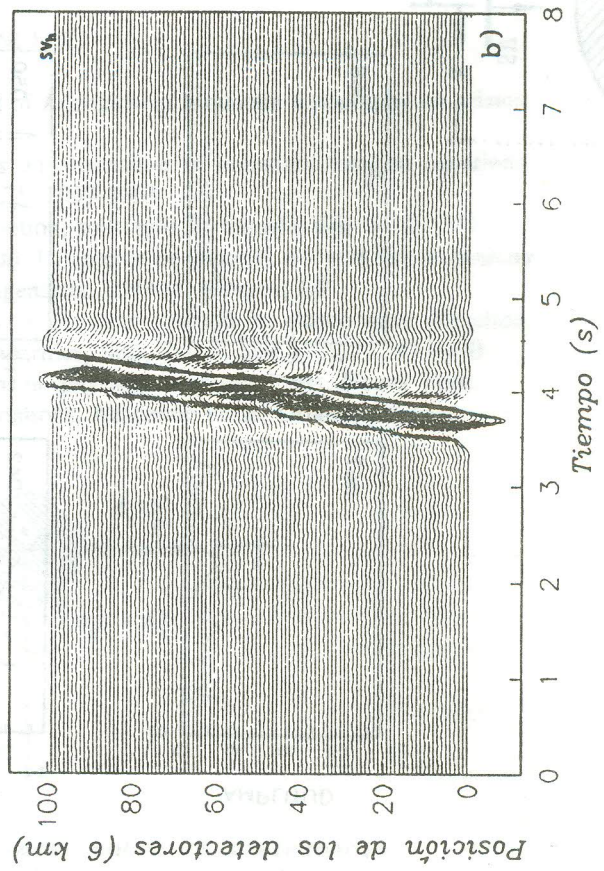
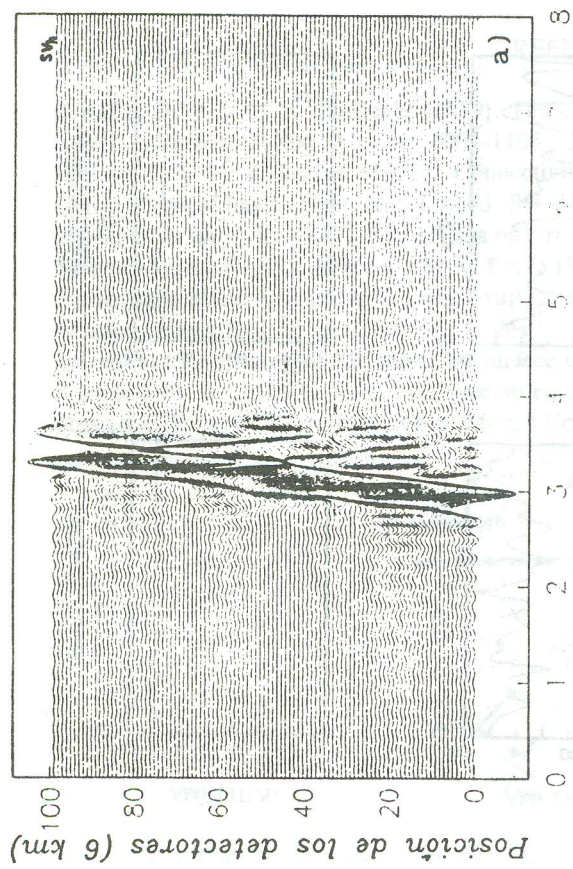


Figura 3. Sismogramas sintéticos de ondas SV, incidencia oblicua de 30° . Topografía cúbica (a y c), $\eta_{\text{máx}}=4.0$. Topografía cosenoidal (b y d), $\eta_{\text{máx}}=3.2$. Componentes horizontal (a y b) y vertical (c y d).

"APLICACION DE TECNICAS HEURISTICAS Y ESTADISTICAS A LA CARACTERIZACION Y PRONOSTICO DE LAS RAFAGAS SOLARES".

Isabel Ferro Ramos

Instituto de Geofísica y Astronomía
Academia de Ciencias de Cuba

RESUMEN

Se exponen los principales resultados obtenidos en el Departamento de Astronomía del IGA, Academia de Ciencias de Cuba sobre las ráfagas solares, luego de aplicar técnicas masivas de análisis de datos tales como análisis de arrumazón, reconocimiento de patrones en sus vertientes estadística y heurística, análisis de componentes principales, técnicas no paramétricas, generación automatizada de hipótesis y técnicas de inteligencia artificial, entre otras. Las mismas permitieron, por ejemplo, establecer diversas clasificaciones de las ráfagas, caracterizar aquellas que invaden la umbra de las manchas, definir el nuevo concepto de destello típico, poner de manifiesto la importancia de las variables en las bandas X y radio del espectro, y crear dos sistemas expertos para el pronóstico respectivo de la situación destellante y de la ocurrencia o no de ráfagas en las próximas 24 horas de la observación del grupo de manchas asociado. En la implementación práctica a través de un gran sistema experto que tenga como base de conocimiento estos y otros resultados de la literatura internacional, se comienza a trabajar actualmente con el objetivo de lograr un servicio de pronóstico de las ráfagas solares.

INTRODUCCION

El avance obtenido en los últimos años en el conocimiento de las ráfagas solares (Neiding 1986, Stepanov y Obridko 1987, Haish y Rodono 1989), unido a las posibilidades que la implementación computacional ha abierto en el empleo de técnicas heurísticas y estadísticas, ha hecho factible el pronóstico de las mismas con una efectividad entre 80 - 90 %. En el Departamento de Astronomía del IGA, Academia de Ciencias de Cuba, se vienen empleando desde hace unos 10 años, métodos heurísticos y estadísticos para el diagnóstico y pronóstico de esos fenómenos.

MATERIALES Y METODOS

Los datos sobre ráfagas solares fueron tomados de las publicaciones internacionales "Quarterly Bulletin on Solar Activity" y "Solar Geophysical Data", y los datos sobre manchas solares, utilizados muchas veces como índices pronosticadores, se tomaron del Servicio de Manchas Solares del IGA, ACC. También fueron utilizados los datos de ráfagas

recopilados por Kaastra 1985.

Los principales métodos utilizados fueron:

1.- Taxonomía numérica, a través del método de agrupamiento por pares ponderados (Davis 1973) mediante la coeficiente de similaridad de Gower (Gower 1971) y a través del método de Ward mediante la distancia euclidiana.

Se utilizaron además los métodos jerárquicos aglomerativos (Anderber 1973): conexión simple, conexión completa, centroide, mediana, promediación entre los grupos y promediación dentro del nuevo grupo.

2.- Métodos de la estadística no paramétrica como los ya tradicionales de Kolmogorov-Smirnov, criterio de los signos, prueba de las rachas (Gluber 1973) y métodos de correlación semiheurística para variables cualitativas (Ferro 1987)

3.- Reconocimiento de patrones a) en su vertiente heurística a través de la teoría de test (Zhurabliov 1978, Bravo 1983) y b) en su vertiente estadística a través del análisis discriminante (Davis 1973).

4.- Análisis de componente principales (Davis 1973).

5.- Generación automatizada de hipótesis de (método GUHA) mediante el cuantificador de asociación (Hajek y Valdés y de la Cruz 1984).

6.- Métodos de la inteligencia artificial mediante un algoritmo basado en la entropía y otros basados en los coeficientes λ asimétrico, λ simétrico y de reducción de error (Gil Chaviano 1989).

DESARROLLO Y RESULTADOS

Los métodos enumerados se aplicaron para tratar de investigar diversos aspectos de los destellos y lograr su pronóstico. Esos diversos temas, y los resultados principales obtenidos en cada uno de ellos, son:

1.-Clasificación de los destellos con uno y dos máximos de intensidad.

Se obtuvo una clasificación para los destellos que presentan un solo máximo de intensidad a través de las cinco variables ópticas más utilizadas, a saber: tiempo de subida al máximo, tiempo total de vida, tiempo relativo de subida al máximo, área en la escala ordinal acostumbrada y brillantez cualitativa. Las clases formadas fueron: destellos de larga duración, destellos brillantes de mediana duración, destellos brillantes de corta duración, destellos normales impulsivos, destellos normales de impulsividad media y destellos no brillantes lentos.

El porcentaje de buena clasificación resultó ser de 88 % (Ferro y Alfonso 1989a).

Se obtuvo además una clasificación para los destellos con dos máximos de intensidad a través de las mismas cinco variables anteriores más el tiempo de subida al segundo máximo y el tiempo relativo de subida a este máximo. Las clases formadas se expresan por combinaciones complejas de los estados de las variables, lo cual es consecuencia del carácter más complejo de estos destellos o de la insuficiencia de esas siete variables para describirlos (Ferro y Alfonso 1989b). El porcentaje de buena clasificación resultó ser de 73 %.

2.-Clasificación de los destellos de pequeña área.

Se consideró que para cada fenómeno las 29 variables más utilizadas por el Servicio Internacional del sol y reportadas en QBSA y SGD. Resultó que la principal variable diferenciante es la brillantez y no el área. Los destellos se dividen ante todo en normales (según la brillantez) y brillantes. La segunda variable diferenciante resultó ser la forma de surgimiento de los destellos: D, como un punto brillante, E, como varios puntos brillantes, y F, como varios centros eruptivos (Ferro y Alfonso 1986a).

3.-Clasificación de los destellos caracterizados por las variables de la gama óptica, X y de radio del espectro. Se obtuvo que aparecen dos grandes grupos: uno integrado por destellos con brillantez normal y moderadamente energéticos y otro por destellos brillantes y muy energéticos donde están representados el 69 % de los destellos de dos bandas de la muestra. Las variables temporales y el índice espectral energético no muestran diferencias para estos dos grupos (Ferro 1989e).

4. Establecimiento de relaciones entre variables cuantitativas y cualitativas de los destellos. Se obtuvo que los destellos D muestran raramente dos máximos, son de corta duración (5 - 25 min) y son lentos, o sea, el tiempo relativo de la fase relámpago es mayor que el 20 % del tiempo total de vida (Ferro y Alfonso 1986a). Se observó que los destellos E y F no difieren entre sí de acuerdo a los anteriores parámetros. Se obtuvieron diversas relaciones (Ferro 1989e) entre las variables ópticas, X y radio del espectro.

Las más notables son

a) Para los destellos grandes, valores altos de la temperatura en el X blando se relacionan con valores bajos de los tiempos de subida en H alfa.

b) Para los destellos grandes brillantes, valores altos de la temperatura en el X blando se relacionan con valores altos de los tiempos de subida en H alfa.

c) se probó una fórmula que relaciona la energía en el X con la frecuencia máxima centimétrica f_{max} , el flujo máximo centimétrico F_{max} , el índice espectral λ_d y el área en H alfa A. El coeficiente de correlación es de 90 %.

$$E = A^{0.99} f_{max}^{0.31} F_{max}^{0.24} 10^{(0.12-0.1d)}$$

5.-Estudios estructurales de la actividad destellante de los centros activos. Se obtuvo (Ferro y Alfonso 1986b, Ferro 1986) que la cantidad de tipos de en un centro activo es proporcional a la cantidad de destellos que produce. Se definió la similitud destellante S de un centro activo como el mínimo nivel de similitud al cual todos los destellos integran un mismo grupo, o sea S expresa el nivel de parecido de todos los destellos del centro activo y resultó inversamente proporcional a la cantidad de destellos que produce el centro activo y no está relacionado con la edad del mismo.

Se halló que los centros activos con polaridad magnética irregular (PMI) presentan un valor bajo de S, o sea, producen destellos muy disímiles y son así también irregulares en sentido estructural.

Se obtuvo que un centro activo puede ser el asiento de destellos muy parecidos como muy diferentes, o sea porque los destellos surjan en una región contigua en el Sol, ellos necesariamente no tienen por qué parecerse: pueden ser incluso tan diferentes como los que produce todo el Sol en un intervalo largo de tiempo (1 año).

Se definió el destello típico de un centro activo mediante la introducción de una nueva aproximación algorítmica como aquel más parecido a todos los restantes tomados a la vez, cumple que en el caso de los grupos bipolares simples, ese destello definido como típico, se sitúa a lo largo del eje que conecta las dos manchas y tiende a ocupar una posición central. Temporalmente no se le halló regularidad alguna.

6.-Estudio de los destellos que cubren o invaden la umbra de las manchas (destellos Z).

Se obtuvo (Ferro 1985) que los destellos Z son estadísticamente más brillantes y grandes que los no Z. Presentan con más frecuencia dos máximos y los centros activos donde surgen duran más y son más productivos en destellos. Los centros activos Z producen por lo general un solo destello Z con igual probabilidad de surgimiento antes o después del máximo de

desarrollo del centro activo. Y si el centro activo produjo varios destellos Z, ellos se distribuyen aleatoriamente entre el número total de los restantes destellos.

Se obtuvo además (Ferro 1987) que las variables más relacionadas con los destellos Z son: F, presencia de varios centros eruptivos; I, región activa muy extendida, H, erupción acompañada de un filamento oscuro.

7.-Estudio de las curvas de luz de los destellos.

Se obtuvo una clasificación de las curvas de luz de los destellos con un máximo de brillantez en cinco tipos: subdestellos normales, destellos brillantes y destellos Z y/o U y/o S brillantes.

Los parámetros temporales más importantes en las curvas de luz para el caso de los destellos con un máximo fueron el tiempo total de vida y el tiempo relativo de subida al máximo, independientemente del área y de la característica Z del destello. Para el caso de los destellos dobles, la importancia de las variables es diferente y depende del área y de la característica Z del destello.

De nuevo la brillantez resultó una variable diferenciante pues para los destellos dobles que presentan un tiempo de subida al máximo menor que 18 min, resulta que éste es proporcional al tiempo relativo de subida al segundo máximo, mientras que para aquellos con $t_1 > 18$ min, la proporcionalidad es inversa y en lo fundamental se crea debido a los destellos de brillantez B.

El único parámetro de las curvas de luz que es sensible a la fase del ciclo es la duración relativa de la fase relámpago: los destellos en el mínimo de actividad son más lentos (Ferro 1987).

8.-Informatividad o importancia de las variables de manchas relacionadas con los destellos.

Por algoritmos de inteligencia artificial se obtuvo para cada clase de Zurich, las variables que más y que menos condicionaban la presencia de destello. Las que más relacionadas están con los destellos son: para la clase A: la variación del número de poros y el área del grupo; para la clase B, la variación del área del grupo y el área de la mancha mayor; para la clase C, la fase del ciclo, la población y el área del grupo; para la clase D, el área del grupo, el tipo de penumbra, la población y la fase del ciclo; para la clase E, el tipo de penumbra y para la clase H, la fase del ciclo, el tipo de penumbra y el área del grupo.

El análisis también indica que ni el número de poros, ni la variación del área de la mancha mayor, están entre las variables con más participación en la producción de destellos.

9.-Informatividad o importancia de las variables propias de los destellos.

Se obtuvo (López y Ferro 1987) que de entre 14 variables propias de los destellos, reportadas por el Servicio Internacional del Sol, la F (presencia de varios centros eruptivos), el tiempo relativo de la fase relámpago y la brillantez, son las más importantes para diferenciar los destellos tomados por todo el Sol. El peso informacional de la variable área es mucho menor (0.14) que el de la variable brillantez (0.71), lo que ya de forma explícita indica su relativa importancia.

El estudio evolutivo de la informatividad de las variables a medida que el centro activo produce 1, 2, ..., N destellos, mostró que cuando cualquier variable se hace informativa con peso igual 1, sigue con ese peso durante todo el desarrollo del centro activo. Esto dio lugar para encontrar relaciones regresivas que se presentan en el siguiente epígrafe.

10.-Métodos de pronósticos

a) Mediante análisis discriminantes

Se obtuvieron las ecuaciones discriminantes lineales que permiten pronosticar si un grupo de manchas producirá destellos o no en las próximas 24 horas. La clase más fácil de pronosticar resultó ser la E, con una efectividad del 80 % pero por debajo del pronóstico ciego y la más difícil de pronosticar es la A con una efectividad de sólo 69 % pero significativa.

b) Mediante teoría de test.

Se obtuvieron ecuaciones regresivas entre la cantidad de destellos esperada en un momento dado que va produciendo una región activa (N) y la cantidad total de variables informativas con peso igual a uno hasta un momento dado (M). Y además, entre la cantidad de destellos que producirá la región activa en su paso por el disco y IB, el número de orden del destello diferente entre los producidos para el cual la variable brillantez comienza a hacerse informativa con peso igual uno. Se obtuvieron las siguientes reglas:

Si M es 0 ó 1, Nmin es 2-10; si M es 2-4, Nmin es 11-25 y si M es 4, Nmin es mayor que 25. Este criterio llamado M opera con una efectividad de 71 %.

El segundo criterio llamado IB estipula que si IB es de 0 a 5, NT es menor que 20; si IB es igual a 6, NT es aproximadamente 20 y si IB es mayor o igual a 7, NT es mayor que 20. Este criterio posee una eficiencia de 73 %.

c) Mediante los sistemas expertos FUL y FULGOR.

El primero de ellos (Ferro, Pérez Foval y Cepero 1991) pronostica si existe o no una situación destellante en el centro activo y el segundo, si ocurrirán destellos en las próximas 24 horas. Ambos operan sobre nueve variables de manchas y la fase del ciclo. Se logra una efectividad de 80 % para las clases de Zurich C y D. Para las restantes clases los porcentajes son

aún más altos pero no superiores al mejor de los pronósticos triviales, el pronóstico ciego.

CONCLUSIONES

1. Un resultado al parecer de interés es la importancia de la variable brillantez por sobre la variable área del destello. Es conocido desde tiempo atrás (Smith y Smith 1966) que estas variables correlacionan bien una con otra, no obstante se ha considerado como primaria y más significativa a la variable área (De Jager 1975). Esto se trasluce en los supuestos del programa CINOF y en que hace unos años los boletines de

actividad solar dejaron de publicar datos sobre el valor cuantitativo de la brillantez.

2. El método para pronosticar la cantidad total de destellos que producirá una región activa en su paso por el disco, es aún burdo, pero no conocemos que antes se haya intentado pronosticar esta magnitud.

3. El método de pronóstico basado en sistemas expertos es el más perspectivo de todos y actualmente se trabaja para lograr una base de conocimiento creada por algoritmos de aprendizaje automático y que incluya a la vez resultados de la literatura internacional.

BIBLIOGRAFIA

- Anderberg M. R., 1973, "Cluster analysis for applications", N.Y. Acad. Press, 372 pp.
- Bravo, A. 1983, Rev. Ciencias Matemáticas, vol. 4, No. 2, pp. 123 - 144.
- De Jager, C., 1975, Solar Physics, vol. 40, No. 1, pp 133 - 140.
- Ferro Ramos, I., 1985, Datos Solares No. 6, pp. 87 - 92.
- Ferro Ramos, I., 1986, Datos Solares No. 9, pp. 37 - 50.
- Ferro Ramos, I., 1987a, Datos Solares No. 5, pp. 81 - 91.
- Ferro Ramos, I., 1987b, Datos Solares No. 7, pp. 69 - 74.
- Ferro Ramos, I., 1989, Comunicaciones Cient. sobre Geofísica y Astronomía, No. 20, 15 pp
- Ferro Ramos, I., Alfonso Sosa J., 1986a, Datos Solares, No. 2, pp. 73 - 80
- Ferro Ramos, I., Alfonso Sosa J., 1989b, Datos Solares, No. 6, pp. 47 - 52
- Ferro Ramos, I., Alfonso Sosa J., 1989a, Comunicaciones Cient. sobre Geofísica y Astronomía, No. 6, 17 pp.
- Ferro Ramos, I., Alfonso Sosa J., 1989b, Comunicaciones Cient. sobre Geofísica y Astronomía No. 7, 13 pp.
- Gil Chaviano M., 1989, Tesis de grado, Escuela de Matemáticas, Universidad de la Habana.
- Gubler, E. V., Genkin, A. A. 1973, "Utilización de criterios no paramétricos en las investigaciones médico-biológicas. Leningrado, Medicina, 141 pp.
- Haish B., Rodono M., 1989, "Solar and Stellar Flares", Kluwer Ac. Pb., 511 pp
- Hajek P., Valdés J. J., de la Cruz A. V., 1984, Matematicky Ustav, Cekoslovenska Akademie Ved., No.9, 27 pp.
- Kaastra J. S., 1985, "Solar Flares: an electrodynamic model", Utrecht, 184 pp
- López Reyes N., Ferro Ramos, I., 1987, Datos Solares No. 3, pp. 71 - 79
- Neiding D. F. ed., 1986 "The lower atmosphere of solar flares". Proceed. NSO, Solar Maximum Mission, 503 pp.
- Smith G. J., Smith E.P. 1966, "Destellos solares", Mir, Moscú, 426 pp.
- Stepanov V. E., Obridko V.N., 1987, "Solar Maximum Analysis, VNU Science Press, 457 pp.
- Zhuravliov Y. U., 1978, Problemas de cibernética, No. 33

ANALISIS DE LA CORRELACION ENTRE 3 ESTACIONES METEOROLOGICAS

L.C.A. Teodulo Gerardo Jiménez Lima
Comisión Federal de Electricidad
Jefatura de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Ambiental

Las observaciones meteorológicas en 3 sitios (Laguna Verde, Palma Sola y Farallon) ubicados en el Estado de Veracruz, con características físicas similares, son comparados para determinar la estación con mayor representatividad en caso de que una de ellas (Laguna Verde) este fuera de servicio. Y si es posible determinar en que grado, bajo que condiciones y para que parámetros, las estaciones de Palma Sola y el Farallon son representativas de Laguna Verde. Los parámetros considerados son: Intensidad, Dirección de viento y Temperatura. El estudio consiste básicamente en un análisis de correlación y regresión lineal entre los parámetros considerados, elaboración de tablas de contingencia y análisis de correlación para diferentes intervalos de intensidad. La comparación de los sitios nos da como resultado una correlación alta entre las 9 estaciones, siendo mayor para el Farallon que para Palma Sola, lo que nos permite concluir que el sitio mas confiable para obtener información meteorológica de respaldo es el Farallon.

INTRODUCCION:

Los sistemas de mediciones meteorológicas muchas veces quedan inoperables durante ciertos periodos de tiempo por lo que es necesario ubicar un sistema de respaldo en el caso de que el sistema principal quede inoperable, ya sea por mantenimientos de rutinas, por fallas en los instrumentos o cuando se presentan condiciones severas de tiempo.

Las estaciones meteorológicas instaladas en la región circundante a Laguna Verde, que es el sistema principal, cuentan con equipos automáticos de registro múltiple para 5 parámetros: intensidad y dirección de viento, temperatura, humedad y precipitación. Estos equipos fueron instalados en torres de 10 metros de altura, en 4 diferentes lugares, 2 al sur y 2 al norte de Laguna Verde. Los sitios que se analizaron para determinar el sitio de respaldo fueron Palma Sola y el Farallon.

CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS DE COMPARACION

Laguna Verde se ubica a $90^{\circ} 43' \text{ Lat. N}$ con $96^{\circ} 24' \text{ Long. W.}$ esta flanqueado por 2 lagunas, Laguna Verde al NW y al SW Laguna Salada; al WNW se encuentra el Cerro Monte de Oro con una altura aproximada de 500 m;

la estación esta a un nivel aproximado de 18 mts. sobre el nivel del mar.

Palma Sola se encuentra ubicada a $19^{\circ} 45' \text{ Lat. N}$ con $96^{\circ} 26' \text{ Long. W.}$ en una ladera que desciende suavemente hasta la costa en la cuenca del río de Barranca Hernández; al NW se elevan 2 cerros de 750 mts. de altura, la estación se encuentra aproximadamente a 35 mts. sobre el nivel del mar.

El Farallon esta ubicado a $19^{\circ} 37' \text{ Lat. N}$ con $96^{\circ} 24' \text{ Long. W.}$ al NW se encuentra la Laguna de Llano y el Cerro de los Metates de aproximadamente 250 mts. de altura, y al SW tiene la Laguna del Farallon; la estación se encuentra a aproximadamente 20 mts. sobre el nivel del mar.

Los tres lugares tiene características físicas semejantes, sin embargo Laguna Verde, se encuentra en un punto más cercano a la costa aproximadamente a 50 mts. mientras que Palma Sola y Farallon se encuentran a 1 Km.

La localización general de las estaciones se muestra en la Fig. 1.

DATOS METEOROLOGICOS:

Los datos usados para la comparación de las condiciones meteorológicas en los 3 sitios, fueron recolectados en la estación automática de Laguna Verde y las estaciones automáticas de multipunto de Palma Sola y Farallon por personal de la disciplina de Ingeniería Ambiental de Comisión Federal de Electricidad como parte del programa meteorológico que se implementó en la región. Las variables consideradas son intensidad y dirección de viento y temperatura ambiente. Los datos son promedios horarios, excepto en la dirección del viento que se considera como la dominante en la hora, e incluyen observaciones del periodo del 1 de enero al 31 de diciembre de 1989. Estos datos son preprocesados por programas filtros para garantizar la calidad de la información.

METODOLOGIA.

El estudio consiste básicamente en determinar la correlación lineal que pudiese existir entre los parámetros meteorológicos medidos en las estaciones Palma Sola - Farallón con respecto a los de Laguna Verde.

Se efectuaron correlaciones mensuales para conocer la variación diurna y estacional para 3 intervalos de tiempo: 12 horas - día (6 A.M. - 6 P.M.), 12 horas-noche

TABLA 1.- CORRELACION DE VARIABLES METEOROLOGICAS ENTRE LAGUNA VERDE Y EL FARALLON EN EL AÑO DE 1989

24 HORAS	PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
6 AM - 6 PM	INTENSIDAD	0.79 (517)	0.72 (597)	0.78 (451)	0.75 (560)	0.55 (514)	0.75 (508)	0.86 (648)	0.57 (232)	0.78 (482)	0.30 (430)	0.80 (572)	0.76 (582)
	DIRECCION	0.97 (571)	0.93 (538)	0.95 (495)	0.90 (538)	0.86 (511)	0.90 (509)	0.87 (651)	0.82 (232)	0.92 (481)	0.93 (481)	0.92 (575)	0.94 (582)
	TEMPERATURA	0.79 (728)	0.83 (599)	0.81 (561)	0.80 (644)	0.71 (112)	0.70 (641)	0.80 (726)	0.80 (133)	0.88 (101)	0.85 (627)	0.83 (679)	0.94 (444)
6 AM - 6 PM	INTENSIDAD	0.75 (281)	0.72 (299)	0.79 (266)	0.75 (305)	0.57 (273)	0.80 (281)	0.87 (338)	0.58 (112)	0.77 (442)	0.89 (272)	0.82 (296)	0.71 (198)
	DIRECCION	0.92 (512)	0.93 (517)	0.86 (265)	0.95 (505)	0.85 (273)	0.86 (282)	0.90 (340)	0.75 (112)	0.90 (442)	0.92 (272)	0.94 (238)	0.96 (193)
	TEMPERATURA	0.84 (562)	0.87 (299)	0.86 (279)	0.65 (317)	0.76 (58)	0.65 (317)	0.81 (357)	0.83 (67)	0.92 (48)	0.88 (316)	0.89 (334)	0.96 (222)
6 AM - 6 PM	INTENSIDAD	0.86 (236)	0.69 (265)	0.80 (185)	0.80 (255)	0.71 (243)	0.72 (227)	0.71 (310)	0.43 (120)	0.71 (50)	0.91 (209)	0.76 (184)	0.80 (184)
	DIRECCION	0.91 (259)	0.96 (186)	0.97 (180)	0.91 (255)	0.84 (244)	0.90 (227)	0.72 (311)	0.93 (120)	0.88 (50)	0.93 (209)	0.87 (271)	0.91 (183)
	TEMPERATURA	0.88 (366)	0.85 (300)	0.92 (282)	0.74 (327)	0.71 (54)	0.86 (324)	0.77 (369)	0.81 (66)	0.82 (53)	0.85 (311)	0.88 (345)	0.94 (222)

TABLA 2.- CORRELACION DE VARIABLES METEOROLOGICAS ENTRE LAGUNA VERDE Y PALMA SOLA EN EL AÑO DE 1989

24 HORAS	PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
6 AM - 6 PM	INTENSIDAD	-0.12 (76)	0.42 (624)	0.50 (564)	0.47 (582)	0.15 (506)	0.17 (246)	0.00 (00)	0.50 (488)	0.79 (79)	0.00 (00)	0.48 (368)	0.59 (410)
	DIRECCION	0.82 (142)	0.87 (453)	0.88 (556)	0.85 (582)	0.55 (516)	0.47 (245)	0.00 (00)	0.90 (487)	0.55 (79)	0.94 (163)	0.87 (351)	0.91 (410)
	TEMPERATURA	0.58 (250)	0.87 (632)	0.87 (570)	0.66 (451)	0.50 (112)	0.54 (276)	0.00 (00)	0.81 (527)	0.79 (82)	0.00 (00)	0.80 (423)	0.94 (470)
6 AM - 6 PM	INTENSIDAD	-0.24 (51)	0.40 (511)	0.40 (183)	0.38 (206)	0.05 (256)	0.15 (123)	0.00 (00)	0.51 (245)	0.70 (70)	0.00 (00)	0.47 (192)	0.58 (213)
	DIRECCION	0.87 (87)	0.95 (229)	0.94 (182)	0.82 (204)	0.67 (262)	0.56 (124)	0.00 (00)	0.94 (244)	0.63 (41)	0.97 (89)	0.90 (192)	0.94 (213)
	TEMPERATURA	0.54 (116)	0.88 (514)	0.90 (184)	0.62 (212)	0.22 (58)	0.49 (138)	0.00 (00)	0.77 (263)	0.84 (43)	0.00 (00)	0.79 (213)	0.94 (233)
6 AM - 6 PM	INTENSIDAD	0.05 (25)	0.32 (313)	0.52 (181)	0.62 (176)	0.25 (250)	0.16 (123)	0.00 (00)	0.33 (243)	0.75 (75)	0.00 (00)	0.40 (176)	0.59 (197)
	DIRECCION	0.80 (55)	0.70 (224)	0.71 (174)	0.83 (178)	0.42 (254)	0.48 (121)	0.00 (00)	0.75 (243)	0.35 (38)	0.74 (74)	0.78 (175)	0.81 (197)
	TEMPERATURA	0.70 (114)	0.90 (318)	0.95 (186)	0.72 (219)	0.54 (54)	0.66 (138)	0.00 (00)	0.79 (264)	0.76 (39)	0.00 (00)	0.91 (210)	0.96 (237)

Nota: Los valores entre parentesis corresponden a los eventos registrados en el mes.

TABLA 3.- ECUACIONES DE REGRESION LINEAL PARA LA DIRECCION DEL VIENTO EN EL AÑO DE 1989

a) ENTRE LAGUNA VERDE (YLV) Y FARALLON (XEF).

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
YLV = 1.064XEF - 63.983	YLV = 1.098XEF - 60.122	YLV = 1.063XEF - 49.033	YLV = 0.954XEF - 36.643	YLV = 0.828XEF - 8.495	YLV = 0.983XEF - 15.252	YLV = 0.916XEF - 15.912	YLV = 1.052XEF - 71.212	YLV = 1.014XEF - 55.411	YLV = 1.102XEF - 59.374	YLV = 1.088XEF - 69.180	YLV = 1.088XEF - 69.180
EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS
YLV = 1.064XEF - 63.983	YLV = 1.098XEF - 60.122	YLV = 1.063XEF - 49.033	YLV = 0.954XEF - 36.643	YLV = 0.828XEF - 8.495	YLV = 0.983XEF - 15.252	YLV = 0.916XEF - 15.912	YLV = 1.052XEF - 71.212	YLV = 1.014XEF - 55.411	YLV = 1.102XEF - 59.374	YLV = 1.088XEF - 69.180	YLV = 1.088XEF - 69.180

b) ENTRE LAGUNA VERDE (YLV) Y PALMA SOLA (XEF).

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
YLV = 0.858XEF - 79.262	YLV = 0.811XEF - 77.295	YLV = 0.781XEF - 72.290	YLV = 0.781XEF - 114.221	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263
EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS	EM 24 HORAS
YLV = 0.858XEF - 79.262	YLV = 0.811XEF - 77.295	YLV = 0.781XEF - 72.290	YLV = 0.781XEF - 114.221	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263	YLV = 0.781XEF - 109.263

(6 P.M. 6 A.M.) y 24 horas (día y noche).

Para asegurar una mejor representación de los datos la dirección del viento fué ajustada antes de efectuar la correlación (por ejemplo, la diferencia entre 355° y 5° debe ser igual a la diferencia entre 20° y 30°). El método de ajuste, sugerido por Aron y Shu-ping (1982) consiste en tomar el menor de los sectores comprendidos entre las dos direcciones comparadas, es decir, si DIRLV y DIREF representan las direcciones de Laguna Verde y la estación a comparar respectivamente, se tiene que:

si $|DIRLV-DIREF| > 180^\circ$ y $DIRLV > DIREF$

entonces $DIRLV = DIREF - 360^\circ$;

si $|DIRLV-DIREF| > 180^\circ$ y $DIREF > DIRLV$

entonces $DIREF = DIRLV - 360^\circ$;

y cuando $|DIRLV-DIREF| \leq 180^\circ$ Los datos no son ajustados.

Se elaboraron tablas de contingencia para la dirección y la intensidad del viento, en el caso de la dirección se tomaron 16 sectores de 22.5° cada uno para dos estaciones, fijando una (Laguna Verde) y tomando la otra como variable (Farallón o Palma Sola), en el caso de la intensidad del viento se tomaron 11 intervalos de intensidad, los cuales van desde 0.55 m/seg. hasta intensidades mayores de 18 m/seg. Para lo anterior se utilizó un programa elaborado por Ramírez (1984).

RESULTADOS:

a) DIRECCION DEL VIENTO:

La correlación mensual de la dirección del viento en Laguna Verde sobre Palma Sola y el Farallón es alta, oscilando entre un valor de 0.80 y 0.96, durante todo el periodo de estudio, excepto para los meses de Mayo, Junio y Septiembre en la estación de Palma Sola, (tablas 1 y 2), sin embargo se observa que la correlación durante la noche es menor que durante el día; en la estación del Farallón se encontró una correlación de 0.90 promedio durante el día y de 0.88 durante la noche, siendo más notoria la diferencia en la estación de Palma Sola, de 0.76 durante el día y 0.61 durante la noche; esto puede ser debido al hecho de que durante el día el factor local de la dirección del viento (brisa) es constante mientras que durante la noche (terral) el factor local tiene diferente componente por las diferencias orográficas de los dos sitios.

En la tabla 3 se presentan las ecuaciones mensuales de regresión lineal para Laguna Verde-Palma Sola y Laguna Verde-Farallón, en las que la variable independiente es la dirección de la estación Farallón o Palma Sola y la variable dependiente es la dirección de Laguna Verde. En las ecuaciones Laguna Verde-Farallón la pendiente es cercana a 1 y el valor absoluto de la intersección con la ordenada está entre 0° y 70°, es decir, hay una diferencia sistemática en la dirección del viento entre Laguna Verde

y Farallón de hasta 3 sectores, esta diferencia es mayor en los meses que la influencia de los fenómenos sinópticos (como los llamados "Nortes") predomina sobre los fenómenos locales (como la brisa y el terreal). En las ecuaciones Laguna Verde-Palma Sola la pendiente oscila entre 0.48 y 0.95 la intersección con la ordenada se encuentra entre 60 y 100° excepto en el mes de noviembre que registra un valor de 243.

La contingencia de la dirección del viento entre Laguna Verde-Farallón y Laguna Verde-Palma Sola se presenta en la tabla 8, la alta correlación se manifiesta en la pequeña dispersión de los eventos con respecto a la diagonal. En la tabla 6 se presenta la frecuencia del valor absoluto de las diferencias en la dirección del viento entre Laguna Verde-Farallón y Laguna Verde-Palma Sola, como se puede observar el 80% de los eventos tienen una diferencia menor que 45°

Un análisis de la correlación de la dirección del viento para diferentes intervalos de intensidad (tablas 4 y 5) muestran que a mayor intensidad mayor es la correlación, lo que implica que la influencia de los factores locales en la dirección disminuye al aumentar la intensidad del viento.

b) INTENSIDAD DEL VIENTO:

La correlación mensual de la intensidad del viento no es alta como para la dirección, para Laguna Verde-Farallón se encuentra entre 0.55 y 0.90 mientras que para Laguna Verde-Palma Sola es menor, si bien el porcentaje de información recuperada para este parámetro en la estación de Palma Sola es pequeño.

La correlación de la intensidad del viento entre Laguna Verde-Palma Sola es mayor durante el día que durante la noche mientras que entre Laguna Verde y Farallón no se encuentra una variación diurna definida.

La intensidad del viento en Laguna Verde es mayor que en Palma Sola y el Farallón como se muestra en la tabla 7 donde se presenta la contingencia de la intensidad del viento entre las estaciones.

c) TEMPERATURA

La correlación mensual de la temperatura entre Laguna Verde-Farallón es alta para los 3 periodos considerados, siendo mayor durante la noche que durante el día. La correlación entre Laguna Verde-Palma Sola es más baja y se encuentra entre 0.3 en el mes de mayo y de 0.66 a 0.94 en los demás meses. La tabla 9 nos muestra la contingencia de la temperatura entre Laguna Verde-Palma Sola y Laguna Verde-Farallón en donde podemos ver que la mayoría de los eventos caen dentro de la diagonal principal lo que nos indica que la temperatura medida en las estaciones tiene aproximadamente el mismo valor.

TABLA 4.- CORRELACION DE LA DIRECCION DEL VIENTO EN DIFERENTES INTERVALOS DE INTENSIDAD ENTRE LAGUNA VERDE Y FARALLON EN EL AÑO DE 1989.

[illegible]

TABLA 5.- CORRELACION DE LA DIRECCION DEL VIENTO EN DIFERENTES INTERVALOS DE INTENSIDAD ENTRE LAGUNA VERDE Y PALMA SOLA EN EL AÑO DE 1989

INT. (M/seg)	ENE	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	A60	SEP	OCT	NOV	DIC
1.0	861	918	756	587	511	418	000	047	001	000	919	001
>	111	888	556	444	444	524	000	444	555	000	555	110
>	634	222	511	333	333	144	000	155	666	000	666	222
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	555	222	444	333	333	144	000	555	222	000	222	444
>	111	888	556	444	444	524	000	111	888	000	888	111
>	634	222	511	333	333	144	000	634	222	000	222	511
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	555	222	444	333	444	333	000	555	222	000	222	444
>	222	555	222	444	444	333	000	222	444	000	444	555
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	144
>	444	333	144	222	555	555	000	444	333	000	333	14

Vota: Los valores entre paréntesis corresponden al número de suenos registrados.

TABLA 6.- FRECUENCIA (2) DE LAS DIFERENCIAS DE LA DIRECCION DEL VIENTO EN EL AÑO DE 1989.

a) ENTRE LAGUNA VERDE Y FARALLON:

24 HORAS:

EN DIR.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0-5	7-71	7-08	3-44	5-38	6-58	5-89	48-08	1-72	6-52	4-93	6-09	4-13	11-20
225-5	17-16	25-90	23-60	18-08	26-91	17-88	6-30	10-34	17-53	12-06	18-22	10-71	17-11
67-5	22-34	25-90	23-60	22-08	26-91	22-00	10-61	18-10	11-51	17-88	23-22	10-71	17-11
90-5	13-73	25-18	16-18	15-08	16-44	15-22	19-51	19-40	14-15	12-51	23-03	10-71	17-11
112-5	19-43	5-18	14-43	15-08	15-03	10-21	16-45	15-88	15-81	12-87	10-03	10-71	17-11
135-5	0-67	0-25	0-67	1-08	1-58	1-38	1-61	1-03	2-21	2-22	1-91	0-22	0-41
157-5	0-70	0-25	0-00	1-08	0-58	0-19	0-61	1-03	1-03	0-00	1-04	0-22	0-41
180-5	0-00	0-25	0-00	0-18	0-00	0-19	0-61	1-03	1-03	0-00	1-04	0-22	0-41

6 A.M. - 6 P.M.:

EN DIR.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0-5	7-37	5-19	3-81	7-92	9-52	7-45	55-29	0-89	4-76	3-68	6-04	4-02	12-30
225-5	17-10	25-94	23-02	20-51	25-08	21-99	6-18	15-00	11-30	10-22	20-47	5-54	18-23
67-5	20-13	25-94	23-02	20-51	25-08	21-99	6-18	15-00	11-30	10-22	20-47	5-54	18-23
90-5	12-17	25-13	16-98	22-44	14-65	20-50	11-06	20-54	15-23	15-60	22-17	2-14	12-33
112-5	15-77	5-13	0-38	2-56	1-83	17-18	14-06	17-86	15-21	16-91	8-33	6-53	14-51
135-5	1-60	0-94	0-75	1-33	1-83	0-71	0-88	1-73	14-76	3-68	1-01	1-01	1-51
157-5	0-00	0-47	0-00	0-33	1-10	3-13	0-29	2-68	4-76	0-00	0-67	0-00	0-34
180-5	0-00	0-47	0-00	0-33	1-10	3-13	0-29	2-68	4-76	0-00	0-67	0-00	0-34

6 P.M. - 6 A.M.:

EN DIR.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0-5	8-11	3-14	8-89	2-57	3-28	3-96	40-19	2-50	8-00	6-70	6-14	7-02	9-92
225-5	20-08	25-26	24-44	16-24	11-83	12-26	8-14	5-35	14-00	10-53	15-33	12-08	15-31
67-5	14-23	22-09	15-00	22-44	18-44	20-26	5-14	11-35	14-00	10-53	15-33	12-08	15-31
90-5	25-02	4-30	1-67	16-61	21-31	18-14	2-19	3-35	16-00	19-19	21-05	18-03	20-65
112-5	2-22	0-00	0-56	1-78	0-82	14-27	2-89	15-17	2-00	6-22	11-69	5-49	6-56
135-5	0-33	0-00	0-00	0-13	0-00	0-28	0-64	0-83	2-00	0-44	1-81	1-03	1-80
157-5	0-00	0-00	0-00	0-33	0-00	0-44	0-64	0-83	2-00	0-00	1-81	1-03	1-80
180-5	0-00	0-00	0-00	0-33	0-00	0-44	0-64	0-83	2-00	0-00	1-81	1-03	1-80

b) ENTRE LAGUNA VERDE Y PALMA SOLA.

24 HORAS:

EN DIR.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0-5	7-04	16-78	12-92	8-27	10-27	11-02	0-00	33-26	6-37	4-23	4-63	8-05	12-97
225-5	19-01	22-15	19-04	15-94	18-93	18-27	0-00	20-71	18-53	15-55	15-61	25-66	22-05
67-5	26-06	19-21	14-04	12-04	15-20	23-64	0-00	22-05	18-53	15-55	15-61	25-66	22-05
90-5	4-45	14-48	20-98	11-06	15-40	18-27	0-00	1	2	1	1	1	1
112-5	2-22	1-99	1-55	1-64	1-88	1-55	0-00	2-06	2-53	2-47	1-63	1-88	1-88
135-5	2-11	1-56	1-37	1-30	1-53	1-55	0-00	2-06	2-53	2-47	1-63	1-88	1-88
157-5	0-15	0-66	0-84	1-45	1-88	1-55	0-00	2-06	2-53	2-47	1-63	1-88	1-88
180-5	0-15	0-66	0-84	1-45	1-88	1-55	0-00	2-06	2-53	2-47	1-63	1-88	1-88

6 A.M. - 6 P.M.:

EN DIR.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0-5	4-60	27-51	17-53	7-53	11-85	14-52	0-00	25-00	7-93	4-93	08	7-50	15-34
225-5	18-23	17-40	22-53	18-65	16-13	24-13	0-00	25-00	7-93	4-93	08	7-50	15-34
67-5	18-23	17-40	22-53	18-65	16-13	24-13	0-00	25-00	7-93	4-93	08	7-50	15-34
90-5	6-40	18-18	14-98	12-23	16-16	20-06	0-00	15-16	14-7	16-55	19-08	11-71	15-34
112-5	2-23	2-15	1-14	1-22	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20
135-5	2-23	2-15	1-14	1-22	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20
157-5	2-23	2-15	1-14	1-22	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20
180-5	2-23	2-15	1-14	1-22	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20

6 P.M. - 6 A.M.:

EN DIR.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0-5	10-31	5-85	8-52	8-93	6-84	7-40	0-00	11-50	3-10	5-85	7-40	6-44	15-34
225-5	16-26	23-64	15-73	12-93	13-77	20-27	0-00	22-11	10-57	4-93	1-00	1-44	12-05
67-5	16-26	23-64	15-73	12-93	13-77	20-27	0-00	22-11	10-57	4-93	1-00	1-44	12-05
90-5	2-31	1-27	1-07	1-24	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20
112-5	2-31	1-27	1-07	1-24	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20
135-5	2-31	1-27	1-07	1-24	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20
157-5	2-31	1-27	1-07	1-24	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20
180-5	2-31	1-27	1-07	1-24	1-54	2-54	0-00	1-41	2-00	1-12	3-63	3-33	2-20

CONCLUSIONES:

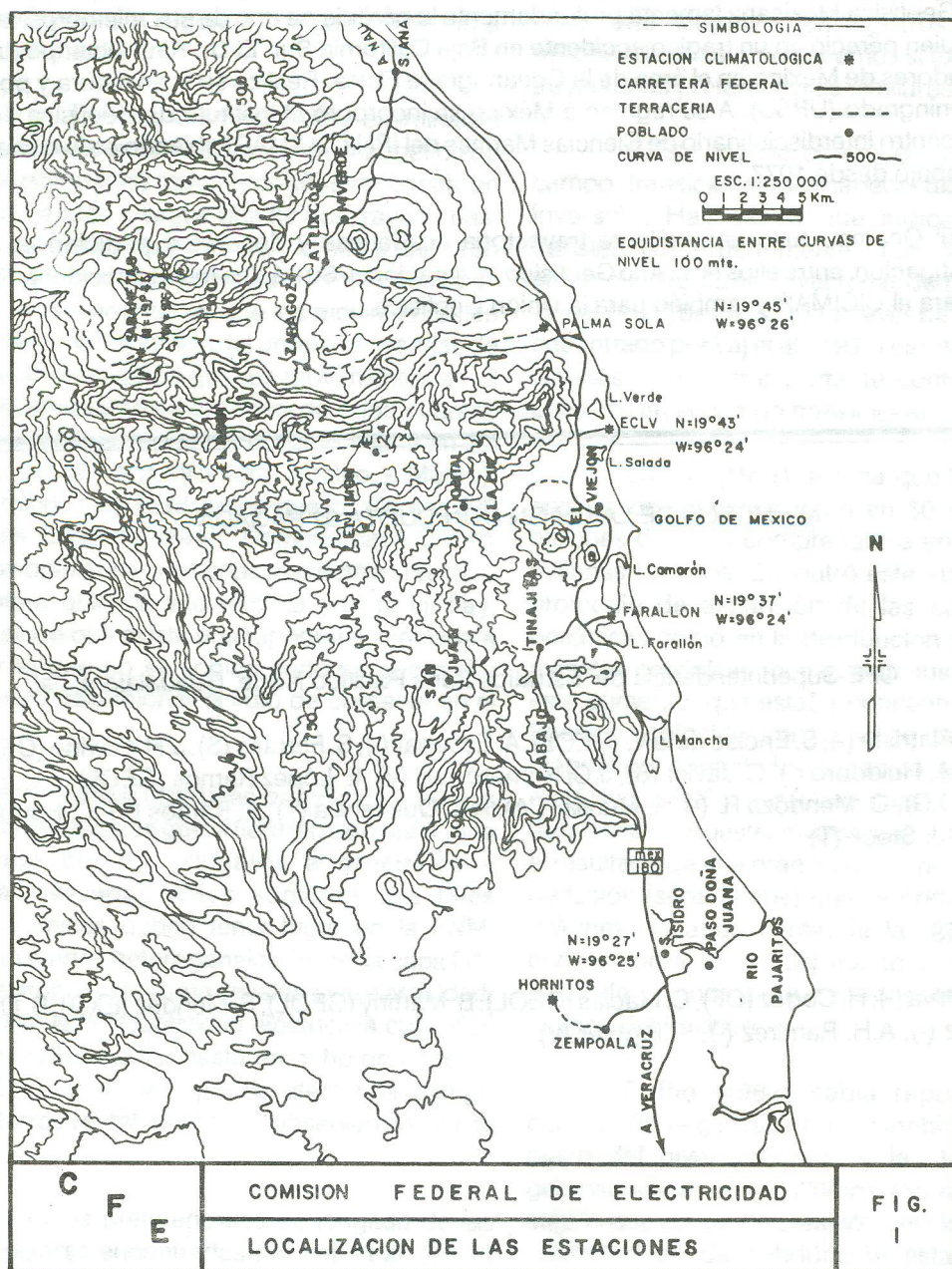
La correlación entre Laguna Verde sobre Palma Sola y Farallón es alta para la dirección del viento y la temperatura, en tanto que es baja para la intensidad del viento. Encontrándose que la intensidad del viento es mayor en Laguna Verde que en cualquiera de las otras estaciones.

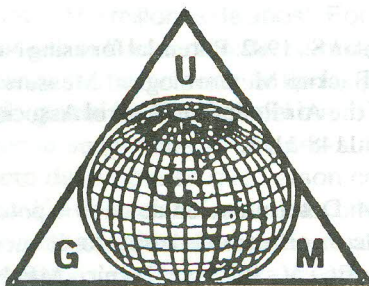
El análisis de las correlaciones Laguna Verde-Palma Sola y Laguna Verde-Farallón nos indica que el sitio más confiable para obtener información meteorológica de respaldo es el Farallón siendo también posibilitar los datos de Palma Sola aunque analizando las condiciones en las cuales se van a utilizar.

REFERENCIAS:

Aaron R. and Hodgson S., 1982: Potential for using Nearby Stations as Viable Backup Meteorological Measurement Systems. Journal of the Air Pollution Control Association, Vol. 32 No.11., p.p. 1148-1151.

Ramírez G.A., 1984: Determinación de un sitio potencial para la ubicación de un sistema de respaldo de medidas meteorológicas a la ECLV., Informe Técnico ME-No. 9. (Circ. restr.) C.F.E., México.





IN MEMORIAN

La Unión Geofísica Mexicana lamenta profundamente la pérdida de uno de sus miembros, la del Dr. Raúl Ocampo Torrea quien pereció en un trágico accidente en Baja California Sur. El Dr. Raúl Ocampo fué uno de los primeros investigadores de México en el área de la Oceanografía Física. Realizo su licenciatura y posgrado en la Universidad de Leningrado (URSS). A su regreso a México se incorporó al Instituto de Geofísica de la UNAM y posteriormente al centro interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN (CICIMAR) ubicado en la ciudad de La Paz, BCS, en el cual trabajó desde 1977.

El Dr. Raúl Ocampo tuvo una brillante trayectoria académica y docente y participó en importantes proyectos de investigación, entre ellos en el Año Geofísico Internacional. Su trágica muerte accidental deja un vacío muy importante para el CICIMAR y también para la Unión Geofísica.

MIEMBROS DE LA UNION CON CUOTA 92 PAGADA

CFE-Superintendencia de Estudios Zona Pacífico Norte, Guadalajara, Jal.

D.R. Alatraste (-), S. Enciso de la V. (GEOL), A. Escobar (-), S. Ferraes (S), J.H. Gaviño (OF), Ph.C. Goddel (-), A.A. Huidobro (-), C. Javier (S), J.C. Komorowski (V), E. López Ramos (GEOL), J. Lugo (-) E. Méndez H. (EXG), G. Mendoza R. (-), A. Muhlia (CA), A.L. Quintanilla (T), E. Ramos (V), C. Rebollar (S), G. Reyes (V), J. Stock (T)

ESTUDIANTES

L.M. Alva (-), H. Cortéz (OF), C. Macías (GEOL), B. Martiny (GEOL), S. Méndez (EXG), B. Oropeza (-), J. Ramírez (-), A.H. Ramírez (-), K. Righter (V).

ATLAS NACIONAL DE MEXICO

Obra en tres tomos que presenta la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, donde la labor de más de 300 especialistas quedará reunida en una colección de 160 cartas (alrededor de 600 mapas) editados a todo color por el Instituto de Geografía.

Volumen I

I. Mapas Generales

- 1.- Mapas generales
- 2.- Desarrollo histórico de la expresión cartográfica.
- 3.- Desarrollo histórico del levantamiento cartográfico.

II. Historia

- 1.- Epoca prehispánica,
- 2.- Epoca colonial
- 3.- Siglo XIX
- 4.- Movimientos armados
- 5.- Historia de las divisiones político-administrativas

III. Sociedad

- 1.- Distribución de las poblaciones y características demográficas
- 2.- Migraciones
- 3.- Sistema urbano
- 4.- Vivienda
- 5.- Educación
- 6.- Cultura
- 7.- Salud
- 8.- Tipología sociodemográfica

Volumen II

IV. Naturaleza

- 1.- Geología
- 2.- Tectónica
- 3.- Relieve
- 4.- Clima
- 5.- Agroclimatología
- 6.- Hidrogeografía
- 7.- Edafología
- 8.- Biogeografía
- 9.- Oceanografía
- 10.- Regionalización física

V. Medio ambiente

- 1.- Influencia del hombre en el medio ambiente
- 2.- Estado de los componentes naturales del medio ambiente
- 3.- La población y el medio ambiente
- 4.- Evaluación del patrimonio natural y cultural
- 5.- Síntesis del medio ambiente

Volumen III

VI. Economía

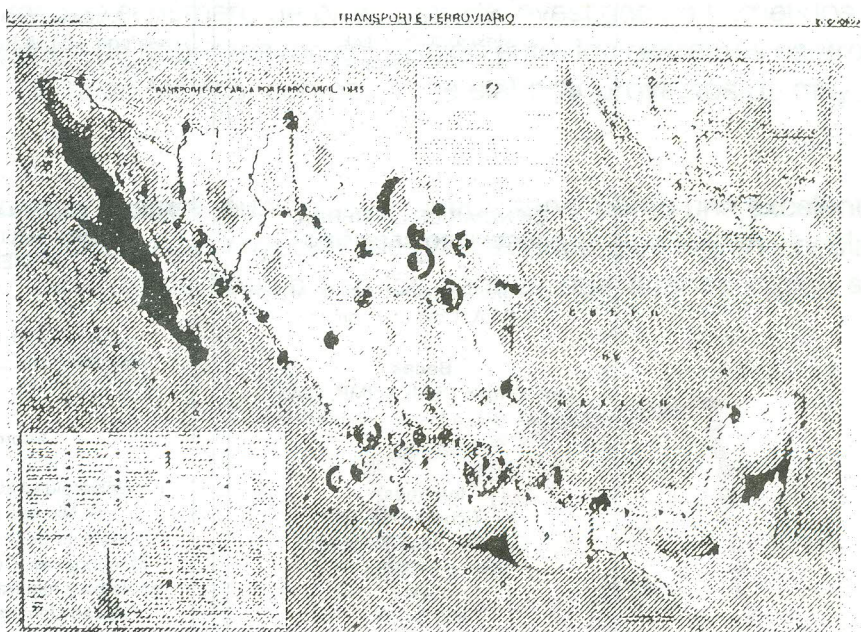
- 1.- Energía, agua y suelo, bases de la actividad económica
- 2.- Agricultura
- 3.- ganadería
- 4.- Actividad forestal
- 5.- Pesca
- 6.- Energía Eléctrica
- 7.- Economía petrolera
- 8.- Minería
- 9.- Industria
- 10.- Transporte y comunicación
- 11.- Turismo
- 12.- Comercio y servicios
- 13.- Asimilación económica del territorio
- 14.- Regionalización económica

VII México en el mundo

1. Relaciones Internacionales
- 2.- Comercio Internacional
- 3.- México en el mundo

Informes y ventas:

Instituto de Geografía,
UNAM
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 20-850
México, 01000, D.F.
Tel.: 548-97-79
Fax.: 548-40-86



MONOGRAFIAS DE LA UNION GEOFISICA MEXICANA, INVITACION A ENVIAR CONTRIBUCIONES

La Unión Geofísica Mexicana iniciará la edición de una serie de libros con el título general de "Monografías de la Unión Geofísica Mexicana".

Estos libros pretenden cubrir los siguientes objetivos:

- Ofrecer a los estudiantes de licenciatura y posgrado literatura geofísica en español, mediante la exposición de temas de investigación reciente.
- Ofrecer a los estudiantes de licenciatura y posgrado literatura en español, que contenga artículos de revisión sobre temas de actualidad científica.
- Ofrecer a los lectores en general, el panorama de la investigación que se lleva a cabo actualmente en México sobre temas de geofísica. Cada monografía contará con uno o varios editores quienes se encargarán de establecer la mecánica de trabajo en cada tema, vigilando la calidad de las contribuciones así como la trascendencia de la misma. Los interesados en participar favor de ponerse en contacto con los editores:

MONOGRAFIA NUMERO 1 SISMICIDAD EN MEXICO. EDITOR: DR. GERARDO SUAREZ R. Instituto de Geofísica - UNAM A. Postal 21 - 499, México 04000 D.F Tel. 548 5892 Fax 550 2486

MONOGRAFIA NUMERO 2 TECTONICA DEL OCCIDENTE DE MEXICO EDITOR: M.C. LUIS A. DELGADO A. CICESE A. Postal 2732, Ensenada 22800 B.C. Tel. 667 44501 - 06 Fax 667 44933

MONOGRAFIA NUMERO 5 ASPECTOS DE OCEANOGRAFIA EN MEXICO EDITOR: DR. MIGUEL LAVIN CICESE A. Postal 2732, Ensenada 22800 B.C. Tel. 667 45050 - 53 ext-4038 Fax 667 45154

REUNION INTERNACIONAL CONMEMORATIVA

50 ANIVERSARIO

NACIMIENTO DEL VOLCAN PARICUTIN

Febrero 16-20 de 1993
Uruapan, Michoacán

Organiza
Dr. J. Lugo H.
Instituto de Geografía-UNAM
A. Postal 20-850
México 01000, D.F.
Fax: (915) 548 4086

CONFERENCIA EN GEOMATEMATICAS Y GEOESTADISTICA

7-11, Junio 1993
I.T.C. Enschede, The Netherlands

Informes:
Conferencia CODATA
Prof. A.G. Fabbri
Department of Earth
Resources Surveys
ITC
350 Boulevard 1945
P.O. Box 6
7500 AA Enschede, The Netherlands.
Telefono: +31 (53) 874-282 / 874-305
Fax: +31 (53) 874-336 / 874-400

CIENCIAS DE LA TIERRA INGENIERO GEOFÍSICO

Instituto Politécnico Nacional
E.S.I.A. Unidad Ticomán

Becas

Las otorgan PEMEX, IMP, CIAS.
Mineras, etc. a los estudiantes de la
carrera.

Informes:
Av. Ticomán No. 600
Col. San José Ticomán
México 07330, D.F.
Tels:
586-54-36
586-23-71
586-24-91
Fax. 586-22-16

PRIMER TALLER INTERNACIONAL SOBRE VULCANOLOGIA AMBIENTAL.

Noviembre 15-17, 1993
Morelia, Michoacán México

Informes:

Universidad Michoacana de
S. Nicolas de Hidalgo,
Instituto de Investigaciones
Metalúrgicas, Departamento de
geología y mineralogía, Edificio Q,
Ciudad Universitaria, Morelia
Michoacán México

Tel: 52-451-67436.
Fax mismo telefono.

POSGRADO



CICESE

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

SISMOLOGÍA

Peligro y Riesgo Sísmico
Propagación de Ondas
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Petrología
Tectónica

Pide tu folleto informativo:

CICESE

Dirección de estudios de Posgrado

Apartado Postal 2732

km 107 Carretera Tij. - Eda.

Ensenada, Baja California

C.P. 22800 México

Tel. (667) 4-50-50 ext. 2050

Fax. (667) 4-48-80

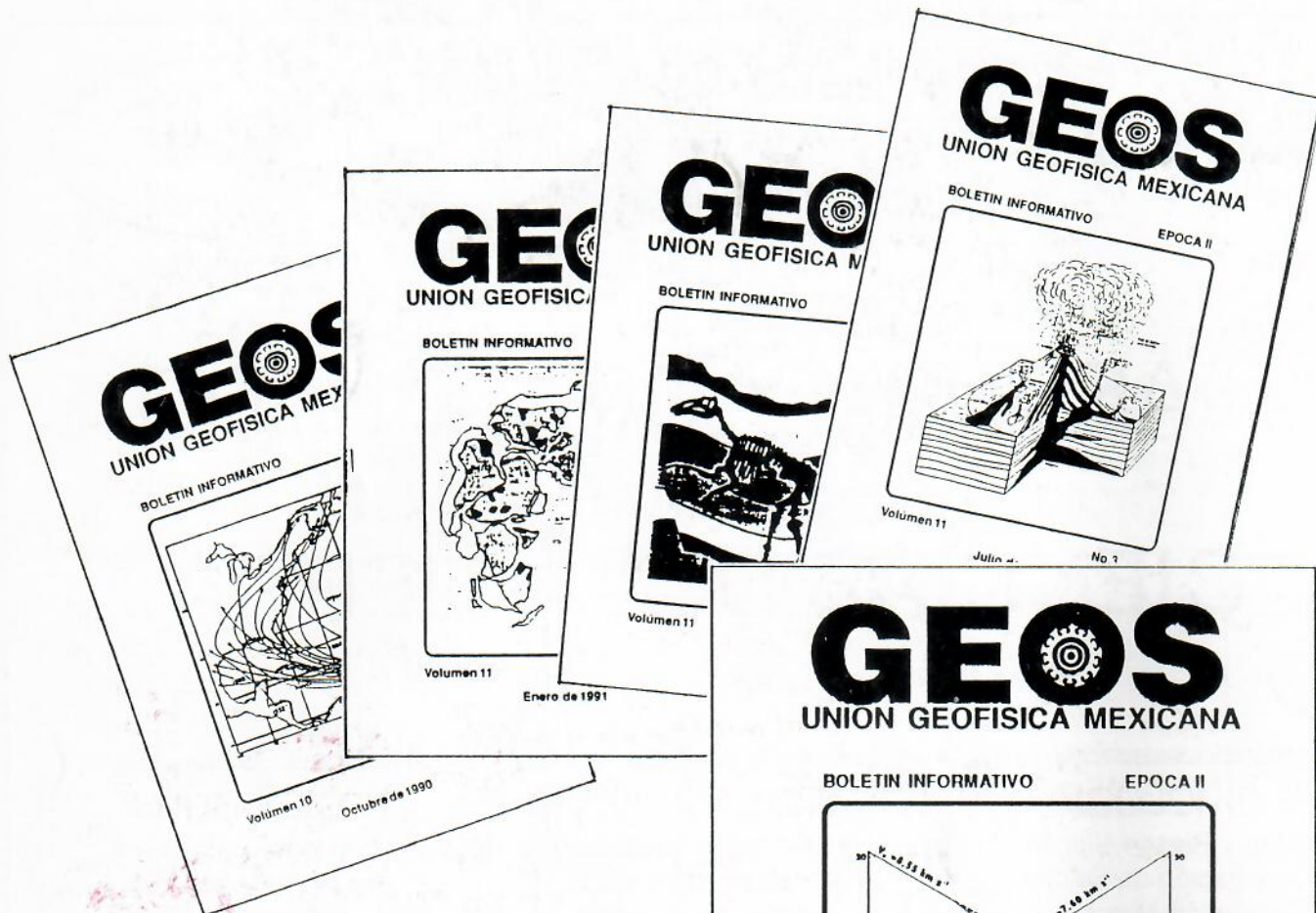
TRAMITAMOS TU BECA

Centro de Investigación Científica
y de Educación Superior
de Ensenada.

PARA EGRESADOS DE CARRERAS DE CIENCIAS E INGENIERÍA:

Físicos
Químicos
Matemáticos
Oceanólogos
Geólogos
Geofísicos

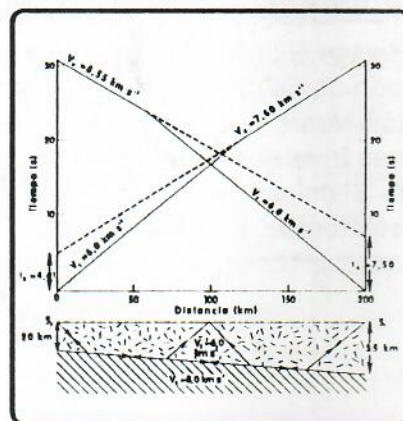
Civil
Mec. y Elec.
Geodesia
Electrónica
Computación
Sistemas



GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO EPOCA II



Volumen 12 No.1
Enero de 1992

geofísica internacional

CONTENTS

Volume 31, 1 January-March 1992

Foreword of the 3rd Latin American Conference on Space Geophysics (LACOG-3)	1
J. C. BOUWER: The Earth's magnetosphere in transition	5
W. D. GONZALEZ, A. L. CLIA DE GONZALEZ and B. T. TSUTSUMI: Ionospheric magnetospheric coupling during geomagnetic storms in the mid-latitudes	11
H. PEREZ DE TEJADA: Structure of the Venus ionosphere	15
J. F. VALDES-GALICIA: Ionospheric magnetic field fluctuations and the propagation of cosmic rays	21
R. KIMURA and R. PEREZ ENRIQUEZ: Solar winds and T1 Nite	27
R. PEREZ ENRIQUEZ and H. DEWAND: Seismic particle acceleration by a magnetosheath field in normal lines	37
M. LANZAGORTA and S. BRAY: Solar maximum in the mid-latitudes: Observations from Mexico City	51
P. ASTRALIERSSINA and M. A. ABDU: High-frequency plasma structures observed in the ionosphere of Mexico and high frequency (HF) propagation from the ionosphere	55
E. G. COMBARTI and M. STUBBINS: The response of the ionosphere to the 1982 GLE event	67
E. G. COMBARTI, B. JOHNSON and M. STUBBINS: A review of the ionosphere of Mexico	75
L. F. MONTEZUMA, B. LAZAROLAR, E. BRAUJPRATHEE: Profiles of the ionosphere of Mexico and its comparison with the ionosphere of the US	81
P. BILAZI and A. M. PEREZ DE TEJADA: Mapping ability in an oblique ionospheric sounding system using GPS and GPS-Lite systems	87

geofísica internacional

CONTENTS

Volume 30, 1 April-June 1991

G. MORA ALVAREZ, C. CABALLERO MIRANDA, J. URBUTIA PUCUCU, C. B. and R. URBUTIA: Ionospheric structure of the ionosphere of the State of Mexico. Part I: A preliminary study. An analysis of the ionosphere of Mexico	61
A. F. HERNANDEZ-REYES, R. FERNANDEZ: Un caso de estudio de actividad solar para el estudio de la ionosfera	71
J. LUCIO-RUIZ, A. PEREZ-VEGA, M. BUJAS-SALAS: Fenómenos de gran escala en la ionosfera de México y su relación con la actividad solar	87
H. HEDERLERS: Sondeo ionosférico a través del valle de México	97
J. J. CAMPOS-ENRIQUEZ, J. D. CAMPOS-ENRIQUEZ, J. URBUTIA-PUCUCU, R. URBUTIA: Variación temporal de la ionosfera de México	107