

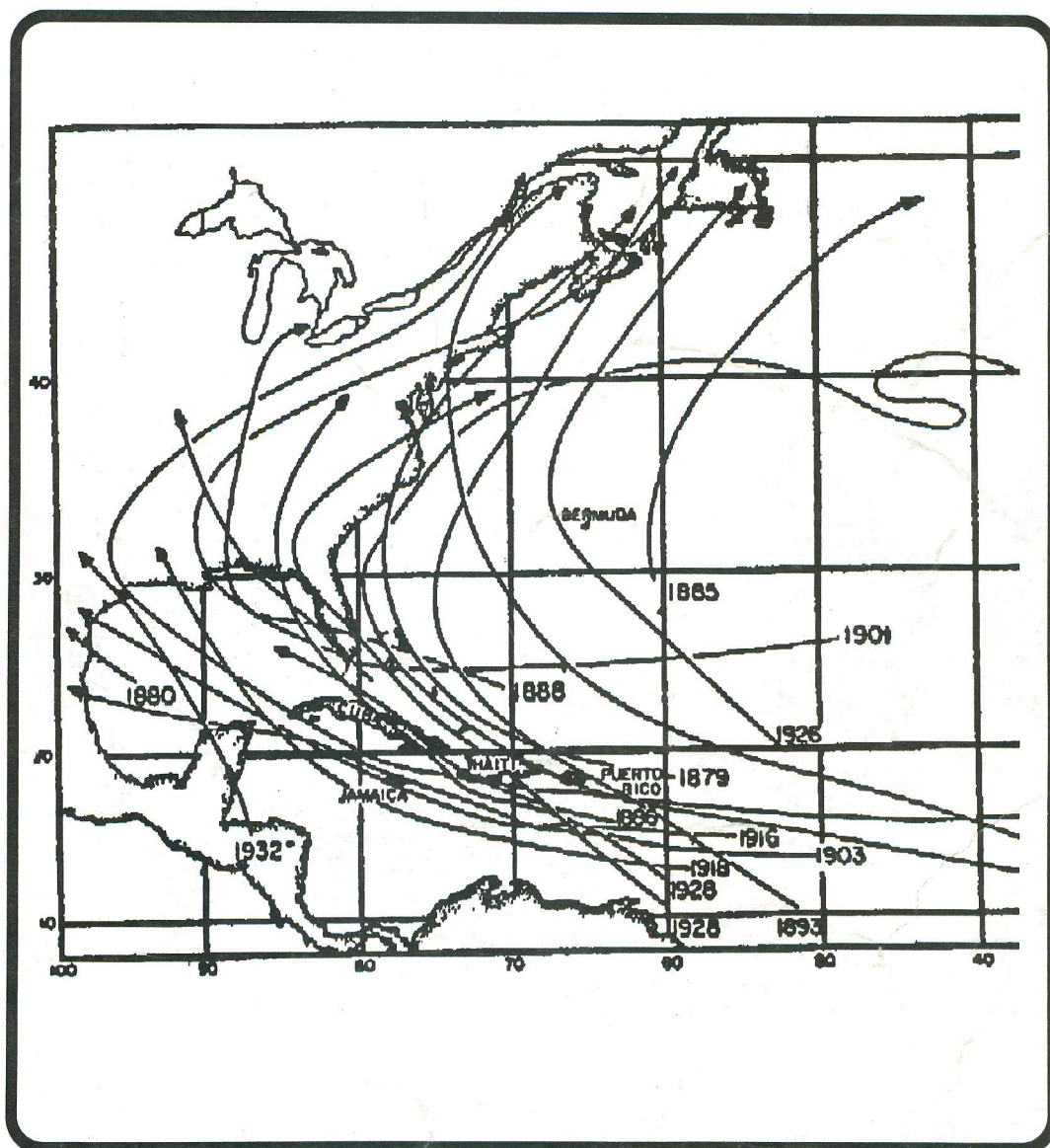
GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BIBLIOTECA
CICESE

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II



Volúmen 10

No.4

Octubre de 1990

GEOS

Organo Informativo de la Unión Geofísica Mexicana.
(ISSN 0186-1891)

EDITORES: José Manuel Romo Jones y Francisco Medina

COMITE EDITORIAL: Juan M. Espíndola Castro, Carmen Marquez, Marcos Paulo
González Otero, Armando Reyes Serrato, Jaime Yamamoto.

(Esta edición ha sido diseñada y formada con ayuda del Instituto de Física de la
UNAM, Ensenada)

Toda correspondencia dirigirla a: CICESE
At'n.: José Manuel Romo J.
Av. Espinoza #843,
Ensenada, B.C. C.P. 22830
FAX: 91-667-449-33 ó 607-61
Tel.: 91-667-449-66

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Presidente:	Dr. Mario Martínez	(CICESE)
Vicepresidente:	Dr. Juan M. Espíndola	(IGF-UNAM)
Tesorero:	M.C. Francisco Medina	(IGF-UNAM)
Srio Gral.:	M.C. Francisco Suárez	(CICESE)
Srio. Difusión:	M.C. José M. Romo	(CICESE)
Srio. Educación:	Dr. Juan M. Barbarín	(FCT-UANL)
Srio. Investigación:	Dra. Silvia Bravo	(IFG-UNAM)

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

INDICE

Editorial	1
El Decano de los Disidentes en la Física de Plasmas <i>por Anthony Peratt</i>	2
Modelo Matematico que Describe la Vanacion de la Temperatura ambiente en el Valle de Perote cuando se presentan Heladas <i>por Zitacuaro Contreras, Pereyra Díaz y De La Mora Basañez</i>	8
Monterrey Air Quality as Related to Meteorological Factors <i>por Ernesto Jauregui</i>	12

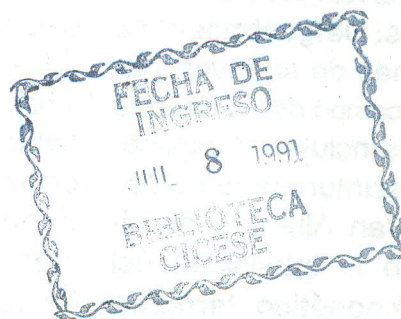
EDITORIAL

Con el presente número concluimos una década de trabajo en la difusión de la Geofísica en México.

Hace diez años eran muy pocas las instituciones del país que se dedicaban a la investigación en las áreas de la Geofísica, pero hemos visto como, año con año, se abren nuevos Centros.

El Centro de previsión meteorológica de Veracruz está por iniciar la construcción de nuevas instalaciones, un nuevo centro de estudios en Ciencias de la Tierra está por iniciar sus operaciones en Colima, el reciente Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad del Estado de Hidalgo está tomando fuerte impulso en sus actividades al igual que la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Nuevo León.

La comunidad geofísica en México crece y el boletín GEOS llega a un mayor número de centros de educación y de investigación en el país. Confiamos en que en la próxima década nuestro boletín continuará creciendo con la aportación de los geofísicos de México.



EL DECANO DE LOS DISIDENTES EN LA FÍSICA DE PLASMAS*

Anthony L. Peratt

Después de haber desafiado y vencido las ideas reinantes en la dinámica electromagnética y de los plasmas en la ionósfera, en el sistema solar y en la galaxia. Hannes Alfvén desafía ahora a la concepción ortodoxa del origen del universo.

En el mundo de la ciencia especializada, el ingeniero electricista de origen sueco, Hannes Alfvén, es un enigma. Considerado un hereje por muchos físicos, Alfvén ha hecho contribuciones a la física que son ahora aplicadas al desarrollo de aceleradores de partículas, al control de la fusión termonuclear, a los vuelos supersónicos, a la propulsión de cohetes y al mecanismo de frenado para el reingreso de naves espaciales. De igual modo, las aplicaciones de su investigación en el campo de las ciencias espaciales incluyen la explicación de los cinturones de radiación de Van Allen, la disminución de la intensidad del campo magnético terrestre durante las tormentas magnéticas, la magnetósfera (la cubierta de plasma protector que

rodea a la Tierra), la formación de las colas de los cometas, la formación del sistema solar, la dinámica de plasmas en nuestra galaxia y la naturaleza fundamental del universo mismo.

Hannes Alfvén ha jugado un papel central en el desarrollo de algunos campos modernos de la Física, incluyendo la física de plasmas, la física de haces de partículas cargadas y la física de la magnetósfera y del medio interplanetario. También se le considera generalmente como el padre de la rama de la física del plasma conocida como *magnetohidrodinámica*. Además, las contribuciones de Alfvén a la astrofísica han sido tan importantes como sus contribuciones a la física. Su postulado de 1937 de la existencia de un campo magnético galáctico forma la base actual de una de las áreas de investigación de más rápido crecimiento en la astrofísica. En 1950, junto con su colega N. Herofson, fue el primero en identificar la radiación no

térmica proveniente de fuentes estelares como radiación sincrotrónica, la cual se produce por electrones que se mueven muy rápidamente en presencia de campos magnéticos.

El haber descubierto que el mecanismo sincrotrónico de radiación es importante en los objetos celestes fue una de las más fructíferas revelaciones en astrofísica, pues casi toda la radiación registrada por radiotelescopios se emite mediante este mecanismo.

A pesar de estas contribuciones tan fundamentales para la física y astrofísica, Alfvén, ahora profesor de ingeniería eléctrica en la Universidad de California en San Diego, aún es visto como un hereje por mucha gente que trabaja en esas mismas disciplinas. Las teorías de Alfvén en astrofísica y en física de plasmas en general han ido ganando aceptación solo después de dos o tres décadas de haber sido publicadas. En reconocimiento y con motivo de su aniversario número 80, en 1968 Alfvén fue galardonado

con el más prestigiado premio de la Unión Geofísica Americana, la medalla Bowie, por su trabajo de hace 30 años sobre cometas y plasmas en el sistema solar. Discutidas durante tres décadas, muchas de sus teorías acerca del sistema solar fueron, hasta hace poco, confirmadas por las mediciones, en las magnetósfera cometarias y planetarias que fueron llevadas a cabo por satélites artificiales y sondas espaciales.

Los logros de Hannes Alfvén le han otorgado reconocimiento mundial, incluyendo la Medalla de Oro de la Real Sociedad Astronómica (1967), el Premio Nobel de Física (1970), la Medalla de Oro del Instituto Franklin (1971) y la Medalla Lomonosov de la Academia de Ciencias de la URSS (1971). Varias academias e institutos incluyen su nombre entre sus listas de miembros: el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de Suecia (miembro vitalicio), la Sociedad Europea de Física, la Real Academia Sueca, la Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería, la Academia Americana de Artes y Ciencias y la Academia Yugoslava de Ciencias. Alfvén es, también, uno de los pocos científicos que es miembro tanto de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos de América, como de la Academia de Ciencias de la URSS. Aunque Alfvén ha recibido estos singulares honores en muchas partes

del mundo y al menos dos revistas científicas han programado ediciones especiales en honor de sus 80 años de vida durante buena parte de su carrera sus ideas fueron ignoradas o tratadas con condescendencia. Frecuentemente se vio obligado a publicar sus artículos en revistas desconocidas y su trabajo fue continuamente debatido, durante muchos años, por el más renombrado científico en materia de física espacial, el geofísico angloamericano Sydney Chapman. Aún entre los físicos de hoy, existe poco conocimiento de muchas de las contribuciones de Alfvén a campos de la física, sus ideas son utilizadas sin reconocimiento para quien las condició.

Tratando de explicar la resistencia a sus ideas, Alfvén destaca la creciente especialización de la ciencia durante este siglo. "Debemos recordar que hubo alguna vez una disciplina llamada filosofía natural", nos dice. "Por desgracia, esta disciplina parece ya no existir. Ha sido rebautizada con el nombre de ciencia, pero la ciencia actual está en peligro de perder mucho del aspecto de filosofía natural". Alfvén cree que entre las causas de esta transición se cuentan "el dominio territorial, la codicia y el temor a lo desconocido". "Los científicos tienden a resistirse a las investigaciones interdisciplinarias dentro de sus propios territorios. Muchas veces, ese parroquialismo se

funda en el miedo a que la intromisión de otras disciplinas pueda competir injustamente por los limitados recursos financieros y, de este modo, disminuir sus propias oportunidades de investigación".

EDUCACION

Hannes Olof Gösta Alfvén nació el 30 de mayo de 1908, en Norrköping, Suecia. Recibió su grado de doctor de la Universidad de Uppsala en 1934, con la tesis intitulada "Investigaciones sobre las ondas electromagnéticas ultracortas". El mismo año, Alfvén fue nombrado Profesor de Física en la Universidad de Uppsala y en el Instituto Nobel para la Física en Estocolmo. En 1940 llegó a ser Profesor de Teoría Electromagnética y Mediciones Eléctricas en el Instituto Real de Tecnología de Estocolmo, y en 1945 fue electo para un cargo de creación reciente, la Jefatura del Área Electrónica, en el mismo instituto, la cual se convirtió en 1963 en la Jefatura del área de física del Plasma.

En 1967, Alfvén criticó duramente al programa sueco de investigación nuclear, por considerar insuficientes los fondos para proyectos sobre usos pacíficos de la energía termonuclear, y dejó Suecia diciendo "ya no se desea mi trabajo en este país". Inmediatamente La Unión Soviética y los Estados Unidos de América le ofrecieron cargos. Después

de dos meses en la URSS, se dirigió a los Estados Unidos de América para ocupar cargos de profesor en los departamentos de ingeniería eléctrica de dos universidades del sur de California, la Universidad de California en San Diego y la Universidad del Sur de California. Cuando hizo las paces con el gobierno sueco, poco después de marcharse, Alfvén pasó el período comprendido desde octubre hasta marzo en la Jolla y desde abril hasta septiembre en Estocolmo, en el Instituto Real de Tecnología.

EL MODO COMO ALFVÉN DESARROLLA LA FÍSICA

La forma en que Alfvén desarrolla la Física está basada en la intuición y en la invisión. Entiende rápidamente cómo trabaja la naturaleza y tiene la habilidad de ubicar las nuevas observaciones dentro de un marco conceptual más amplio que el requerido para explicar las observaciones mismas. Por ejemplo, al principio de la década de los treinta, se creía comúnmente que los rayos cósmicos eran radiación gamma que inundaba todo el universo. Sin embargo, cuando se descubrió que eran partículas cargadas, Alfvén hizo la novedosa proposición de que la galaxia contenía un campo magnético de gran escala y que la radiación cósmica se movía siguiendo órbitas espirales dentro de la

galaxia, debido a las fuerzas ejercidas por el campo magnético. Argumentaba que si el plasma se diseminara a través de la galaxia, podría existir un campo magnético penetrándola. Este plasma podría transportar las corrientes eléctricas que darían entonces lugar al campo magnético galáctico.

Tal Hipótesis, basada en una inspiración de intuición creativa, pero sin fundamento en un razonamiento lógico o una inferencia aparentes, dejó la propuesta de Alfvén expuesta a la crítica; su teoría fue desechada con el argumento de que se sabía que el espacio interestelar estaba vacío y que evidentemente era incapaz de tener las corrientes eléctricas y los haces de partículas que él proponía. No obstante lo anterior, Alfvén había logrado ya que la comunidad científica mundial empezara a pensar en una idea que habría de volverse muy atractiva.

El descubrimiento de Alfvén de las ondas hidromagnéticas es otro ejemplo de una idea original que ha tenido un impacto de alcance muy amplio en la ciencia multidisciplinaria. Sobre bases puramente físicas, Alfvén concluyó que una onda electromagnética podría propagarse a través de un medio altamente conductor, como el gas ionizado del Sol, o en cualquier otro plasma. Sin embargo, en 1942, cuando Alfvén publicó su descubrimiento, la teoría electro-

magnética de Maxwell era una estructura muy bien asentada, una materia para libros de texto, pedagogía y aplicaciones ingenieriles. Era "bien sabido" que las ondas electromagnéticas podían penetrar solamente pequeñísimas distancias dentro de un conductor y que, conforme la resistencia del conductor se fuera haciendo más y más pequeña, la profundidad de penetración de una onda electromagnética decaería a cero. Así, en un conductor eléctrico ideal no habría penetración de radiación electromagnética. Pero Alfvén estaba proponiendo una forma de onda electromagnética que podría propagarse en un conductor perfecto, sin atenuación o reflexión alguna. El descubrimiento de Alfvén fue generalmente despreciado con comentarios tales como "si semejantes ondas fuesen posibles, el mismo Maxwell las habría descubierto".

Su trabajo no fué reconocido como correcto y significativo sino hasta seis años después, cuando impartió varias conferencias sobre ondas hidrodinámicas durante su primera visita a los Estados Unidos de América. Una declaración bastante simplificada de lo que ocurrió fué proporcionada por Alex Dessler, actualmente editor de la prestigiosa revista *Geophysical Research Letters*: "Durante su visita, Alfvén dió una conferencia en la Universidad de Chi-

cago, a la cual asistió Enrico Fermi. Al explicar Alfvén su trabajo, Fermi movió su cabeza afirmativamente y dijo "...Por supuesto". Al día siguiente, todos los físicos del mundo dijeron "..Oh, por supuesto".

ALFVEN VERSUS CHAPMAN

Alfvén inició su actividad en la Física de la magnetósfera y del espacio interplanetario, cuando prevalecía una concepción contraria a la suya. Las ideas de Alfvén eran congruentes con las del fundador de la Física magnetosférica, el gran científico noruego Kristian Birkeland. A finales del siglo pasado, Birkeland había planteado un asunto muy controvertido (apoyado por la teoría, por experimentos en el laboratorio, por expediciones polares y por una cadena de "observatorios" del campo magnético alrededor de todo el mundo), sosteniendo que las auroras boreales y las perturbaciones magnéticas polares se debían a corrientes eléctricas que descendían a lo largo del campo magnético terrestre hasta la atmósfera.

Sin embargo, en las décadas que siguieron a la muerte de Birkeland, acaecida en 1917, Chapman se convirtió en el líder acreditado en física interplanetaria y magnetosférica. Chapman propuso, contrariamente a las ideas de Birkeland, que las corrientes estaban confinadas a fluir sólo

en la ionósfera, sin corrientes descendentes. La teoría de Chapman era tan elegante, desde el punto de vista matemático que ganó una amplia aceptación y dominó sobre la de Birkeland. Cualquier estudioso de la materia podía derivar soluciones cerradas al sistema de corrientes ionosféricas, con todo el rigor de la matemática basándose en la teoría de Chapman. Las ideas de Birkeland se hubieran desvanecido completamente de no habersido por Hannes Alfvén, quien se involucró con ellas bastante después de que las ideas de Chapman habían ganado el predominio. Alfvén insistió en que el sistema de corrientes propuesto por Birkeland tenía más sentido, debido a que se requería de corrientes descendentes que siguieran las líneas del campo magnético terrestre, para conducir a la mayoría de las corrientes ionosféricas. El asunto no se aclaró hasta 1974, cuatro años después de la muerte de Chapman, cuando satélites terrestres midieron por primera vez corrientes descendentes.

Esta historia es típica de las dificultades que Alfvén ha afrontado en su carrera científica. El espacio interplanetario fué comúnmente considerado como un excelente vacío, solo perturbado por cometas esporádicos. Este punto de vista fue ampliamente aceptado porque el espacio "se veía así, cuando

solamente se había visto usando telescopios en longitudes de onda ópticas. En contraste, las corrientes eléctricas sugeridas por Alfvén generaban señales sólo apreciables en la región de radio del espectro electromagnético, por lo que aún no se habían observado y, de esta forma, la propuesta de Alfvén de que había corrientes eléctricas en el espacio, fue recibida con gran escepticismo.

En 1939, Alfvén elaboró una notable teoría de tormentas magnéticas y auroras que ha influido enormemente en las teorías contemporáneas de la dinámica en la magnetósfera terrestre. Usó la noción de cargas eléctricas moviéndose en espiral en campos magnéticos para calcular el movimiento de electrones e iones. Este método fué adoptado universalmente por los físicos de plasmas y se utilizó hasta que la tediosa tarea fue asignada a las computadoras a mediados de los años setentas. Sin embargo, en 1939, cuando Alfvén remitió su trabajo a la eminente revista americana *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, éste fue rechazado con el argumento de que no concordaba con los cálculos teóricos de Chapman y sus colegas. Alfvén se vió en la necesidad de publicar este trabajo fundamental en una revista sueca de lectura inaccesible para la comunidad científica internacional. Trabas como ésta fueron también impuestas a algunos otros de los trabajos clave de Alfvén.

En la ciencia, es usual que uno o dos grandes descubrimientos sitúen a su autor en la categoría de las autoridades líderes, a lo cual comúnmente siguen una gran influencia y una continua consolidación. Ciertamente, éste no fue el caso de Alfvén. En ningún momento de su carrera científica antes de ganar el Premio Nobel fue reconocido como un puntero innovador por aquéllos que en la comunidad científica estaban haciendo uso de su trabajo.

Dessler escribió que, a su parecer, las contribuciones de Alfvén estaban siendo pasadas por alto.

"Cuando ingresé al campo de la física espacial en 1956, recuerdo que compartía la creencia general, por ejemplo, de que no podían existir los campos eléctricos en el plasma altamente conductor del espacio. Fue hasta tres años después que fui puesto en ridículo por S. Chandrasekhar, quien me hizo investigar objetivamente el trabajo de Alfvén. Dificilmente podría describir la magnitud de mi impresión y sorpresa al encontrar que Alfvén estaba en lo correcto y que sus críticos estaban equivocados. Aprendí que Alfvén había prestado previamente un mecanismo de aceleración para la radiación cósmica, básicamente idéntico al propuesto por Fermi en 1949.

ALFVÉN Y LA ASTROFÍSICA

Mirando más allá del sistema solar y nuestra galaxia, Alfvén ha encausado su intuición para proponer un modelo del universo mismo. Bajo la tutela del físico y cosmólogo sueco Oskar Klein, Alfvén desarrolló una cosmología basada en el concepto del físico británico P.A.M. Dirac, en el sentido de que el universo es simétrico y consiste en partes iguales de materia y antimateria. Aunque Alfvén ha expuesto este modelo de un universo de materia-antimateria en 29 artículos y 4 libros, publicados entre 1962 y 1988, el trabajo continúa siendo conocido sólo superficialmente por los astrofísicos.

Mientras que en años recientes su trabajo en astrofísica ha sido destacado en los prólogos o en algunos artículos de apertura en revistas conmemorativas por todo el mundo, ninguno de estos trabajos ha sido publicado en el *Astrophysical Journal*, el órgano de información y de establecimiento de políticas de la Sociedad Astronómica Americana, de la cual es miembro Alfvén. Una razón posible sería que un universo simétrico de materia-antimateria es irreconciliable con el modelo cosmológico del Big-Bang, que es el modelo dominante en la actualidad.

Como sus ideas frecuentemente chocan con las teorías

generalmente aceptadas, o teorías "standard", Alfvén siempre ha tenido problemas con el sistema de arbitraje de las revistas, especialmente con el practicado por las revistas de astrofísica angloamericanas. "No tengo problema alguno en publicar en las revistas de astrofísica soviéticas", dice Alfvén, "pero mi trabajo es inaceptable para las revistas de astrofísica americanas". De hecho, él nunca ha gozado de la aceptación casi automática generalmente dispensada a los científicos eminentes en las revistas de ciencia. "El sistema de arbitraje en las revistas es satisfactorio durante épocas de tranquilidad, pero no durante una revolución en una disciplina como la astrofísica, cuando lo establecido busca preservar el *status quo*, explica Alfvén.

La razón por la cual el trabajo de Alfvén es desdeñado en astrofísica pudiera ser el que él mismo se considera, primeramente y ante todo, un ingeniero electricista y disputa de la acusación de intromisión en la astrofísica que le hacen otros cosmólogos y teóricos. "La física de plasmas ha sido tradicionalmente despreciada en astrofísica", dice Alfvén. "Los estudiantes que usan los textos de astrofísica en esencia ignoran la existencia misma de los conceptos del plasma, a pesar de que algunos de ellos son conocidos desde hace medio siglo", argumenta. "La conclusión es que la astrofísica

es demasiado importante como para dejarla en manos de astrofísicos que han adquirido sus conocimientos fundamentales en esos libros. La información recabada por telescopios terrenos y espaciales debe ser analizada por científicos familiarizados con la física magnetosférica y de laboratorio, con la teoría de circuitos y, por supuesto, con la teoría moderna de plasmas".

Sin duda alguna, Alfvén ha llegado a disfrutar su papel como el decano de los disidentes de la cosmología contemporánea. Continúa muy activo publicando sus teorías, especialmente en revistas de física interplanetaria, magnetosférica y de plasmas. Sus posiciones críticas de la teoría del Big-Bang, especialmente cuando se han hecho cambios *ad-hoc* en este modelo cosmológico para ajustarlo a algunas observaciones nuevas, pueden encontrarse en ejemplares recientes de *Physics Today*, *Nature*, *Science*, y *Scientific American*. Al aproximarse a sus 80 años, Alfvén tiene aún que refrenar su implacable búsqueda de comprensión del universo o su batalla por transmitir al mundo sus percepciones. ●

*Aparecido en la revista "The World & I", mayo 1988, pág. 190. Traducido por Gerardo Ocaña. Estudiante de la UAM, asociado al IGF, UNAM

La capa de Ozono y el Clima

Los científicos han observado el significativo adelgazamiento de la capa de Ozono en la Antártida, y aún cuando este adelgazamiento está directamente asociado con la actividad química de los gases cloro-fluoro-carbonados que usa el hombre, parece haber otros efectos que ayudan a que la capa se adelgace rápidamente. Uno de estos efectos es la variación de temperatura en la estratósfera polar, ya que el enfriamiento también produce un adelgazamiento en la capa de ozono. Aún cuando este fenómeno está siendo estudiado, requiere de mayor esfuerzo para lograr dilucidar los diferentes factores que inciden en el adelgazamiento de la capa.



Océanos en Marte

Las principales conclusiones de los estudios de la superficie de Marte, llevada a cabo por geólogos y planetólogos, apuntan hacia la existencia de océanos en Marte en un pasado remoto. Aún cuando no todos los científicos apoyan esta conclusión, el nuevo análisis de los datos de las misiones Vikingo realizadas en 1976, ha aportado nuevos argumentos geológicos y geoquímicos que parecen confirmar la idea de que en Marte hubo alguna vez grandes océanos.

MODELO MATEMATICO QUE DESCRIBE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE EN EL VALLE DE PEROTE CUANDO SE PRESENTAN HELADAS

IRMA ZITACUARO CONTRERAS

DOMITILLO PEREYRA DIAZ

RUBEN DE LA MORA BASAÑEZ

CENTRO DE METEOROLOGIA APLICADA, FACULTAD DE FISICA

UNIVERSIDAD VERACRUZANA. APARTADO POSTAL 270

XALAPA, VERACRUZ, 91000 MEXICO.

Se presenta una investigación basada en un modelo matemático de la forma $T(t) = a \cdot t^b \cdot \exp(c \cdot t) + d$, el cual permite conocer el comportamiento diario de la temperatura ambiente $T(t)$, en las cercanías del suelo, cuando se han determinado los parámetros a , b , c y d típicos de la región en estudio.

Para conocer los parámetros de la función $T(t)$ se registró la temperatura del aire en el Valle de Perote, utilizando un teletermógrafo Rossbach, Modelo 45-R, cuyo sensor se colocó aproximadamente a 10 cm. de la superficie del suelo, durante el período enero-marzo de 1989, lapso de tiempo en el que se presentaron 22 heladas, estas heladas se distribuyeron en 3 grupos, en el primer grupo la temperatura varió de 0° a -2°C , en el segundo la temperatura varió de $<-2^\circ\text{C}$ hasta -4°C y en el tercer grupo la temperatura varió desde $<-4^\circ\text{C}$ hasta -6°C ; con los puntos medios de las curvas promedio se hizo el ajuste por mínimos cuadrados resultando, para la primera curva $a_1 =$

0.0002953 , $b_1 = 7.367$, $c_1 = -0.590$ y $d_1 = 0$, para la segunda $a_2 = 0.0008872$, $b_2 = 7.594$, $c_2 = -0.704$ y $d_2 = -3$ y para la tercera curva $a_3 = 0.035$, $b_3 = 5.005$, $c_3 = -0.482$ y $d_3 = -6$, con estos coeficientes se graficaron las $T(t)$ y se compararon con las curvas promedio observada notándose gran similitud entre ellas.

INTRODUCCION

Varios investigadores han tratado de modelar el comportamiento diario de la temperatura del aire entre ellos se encuentra Trewartha (1968) quien afirma que la variación de la temperatura del aire entre el día y la noche es un reflejo del balance de energía que recibe y emite la tierra y que esta variación es mayor durante días despejados, Matveev (1965) después de realizar varias observaciones encontró que la temperatura mínima en la superficie se presenta antes de la salida del sol y que posteriormente ésta aumenta rápidamente, Guerrero (1989) encontró relaciones para la tem-

peratura horaria mediamensual para la República Mexicana.

Conocer el comportamiento diario de la temperatura del aire en las cercanías del suelo, es de gran importancia para el sector agrícola, debido a que las temperaturas mínimas registradas son indicadores de la presencia o ausencia de heladas. Para conocer el comportamiento diario de la temperatura es necesario contar con un aparato de registro continuo como puede ser un termógrafo o un teletermógrafo. En nuestro país las estaciones climatológicas no cuentan con esta clase de equipo, generalmente registran temperaturas máximas y mínimas al abrigo y la del aire a las 8 de la mañana, para esto utilizan generalmente un termómetro de temperaturas extremas. Debido a que el objetivo de este estudio es conocer el comportamiento diario de la temperatura en la región agrícola del Valle de Perote, durante el período de heladas, fué necesario instalar un teletermógrafo Rossbach Modelo 45-

R, el cual monitorió la temperatura durante el período enero-marzo de 1989, lapso de tiempo durante el cual se registraron 22 heladas.¹

METODOLOGIA

Al observar el comportamiento de la temperatura del aire durante el día, se pudo constatar que no tiene un comportamiento simétrico con respecto al eje del tiempo en los puntos de temperatura máxima o mínima por lo cual la función que la modele debe de cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Que sea una función continua.
- b) Que presente solamente un máximo y un mínimo.
- c) Que la rapidez de crecimiento hasta el punto más alto (temperatura máxima) sea mayor que la de decaimiento hasta el punto más bajo (temperatura mínima).

Según Guerrero (1989) la función que cumple con estas condiciones es de la forma

$$T(t) = a \cdot t^b \cdot e^{ct} + d$$

donde a, b, c, y d son parámetros típicos de cada región.

Para que la ecuación 1 modele el comportamiento diario de la temperatura sus parámetros deberán cumplir con las siguientes condiciones:

$$a > 0 \quad b > 1 \quad c < 0$$

RESULTADOS

De los registros de temperatura del período enero-marzo de 1989 se encontró que durante ese tiempo se presentaron 22 heladas, las cuales se distribuyeron en tres grupos, en las heladas del primer grupo su temperatura varió entre 0°C y 2°C, las del segundo entre <-2°C y -4°C y las del tercer grupo entre <-4°C y -6°C. a los puntos medios de los registros se les ajustó la ecuación 1, usando el método de mínimos cuadrados, teniendo como resultado las siguientes expresiones:

$$T_1(t) = 0.0002953 t^{7.367} e^{-0.590t} \quad -2^\circ\text{C} \leq T \leq 0^\circ\text{C} \quad (1.a)$$

$$T_2(t) = 0.0008872 t^{7.594} e^{-0.704t-3} \quad -4^\circ\text{C} \leq T < -2^\circ\text{C} \quad (1.b)$$

$$T_3(t) = 0.035 t^{5.005} e^{-0.482t-6} \quad -6^\circ\text{C} \leq T < -4^\circ\text{C} \quad (1.c)$$

Las ecuaciones 1.a), 1.b), y 1.c) se graficaron y se compararon con los valores promedios obtenidos de los registros, ver figs. 1, 2 y 3.

En la figura 1, se puede observar que la curva ajustada (Ec. 1.a) se comporta en forma similar a la curva promedio de los registros. También se puede ver que la temperatura máxima promedio difiere de la promedio observada en aproximadamente 1°C y que ésta se presenta alrededor de las 12 Hrs. En cuanto a la temperatura mínima del siguiente día la diferencia es muy pequeña y se presenta en ambos casos

alrededor de las 6 Hrs.

En la figura 2, se puede observar que la curva ajustada y la promedio observada difieren en cerca de 5°C cuando se presenta la temperatura máxima y en tiempo están desfasadas en una hora aproximadamente, ya que la observada indica que se presentó a las 12 Hrs. y la ajustada indica que fué a las 11 Hrs. en cuanto a la temperatura mínima la diferencia es muy pequeña y se presenta en ambos casos alrededor de las 6 Hrs.

En la figura 3, se puede observar un comportamiento mejor entre las curvas ajustada y observada promedio pues la diferencia entre la temperatura máxima de cada una es de unos 3°C y se presenta alrededor de las 11 Hrs. en ambos casos. En cuanto a la temperatura mínima la diferencia vuelve a ser muy pequeña, y se presenta alrededor de las 6 Hrs.

CONCLUSIONES

De las figuras 1, 2 y 3 se puede concluir que el modelo matemático propuesto para describir el comportamiento diario de la temperatura, cuando se presenta una helada, en el Valle de Perote es bueno, debido a que simula bastante bien el descenso de la temperatura, objeto de este estudio.

La diferencia entre el modelo y la curva promedio observada para la temperatura

¹Se consideró que se había presentado una helada cuando la temperatura del aire alcanzó o disminuyó por debajo de cero grados Celsius (Pereyra y Zifácuaro, 1988; Pereyra, et. al., 1990).

mínima fue muy pequeña y el tiempo de ocurrencia fué alrededor de las 6 Hrs. En cambio para la temperatura máxima se obtuvo una diferencia entre 1°C y 5°C y se presentó entre las 11 y las 12 Hrs. A futuro se alimentará el modelo con los registros de enero-febrero y de noviembre-diciembre de 1990, de donde se espera hacerlo más confiable y poder construir un nomograma que sirva de auxilio a las personas relacionadas con el sector agrícola.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Universidad Veracruzana por estar apoyando económicamente este proyecto clave: P220CC0R892483 el cual finalizará el fin de año. 🌸

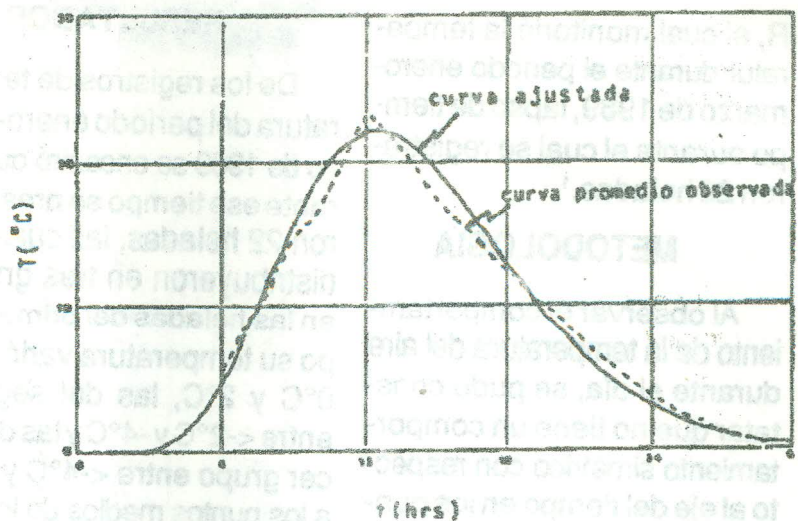


Fig. 1 Curva ajustada y curva promedio observada para $-2^{\circ}\text{C} \leq T \leq 0^{\circ}\text{C}$

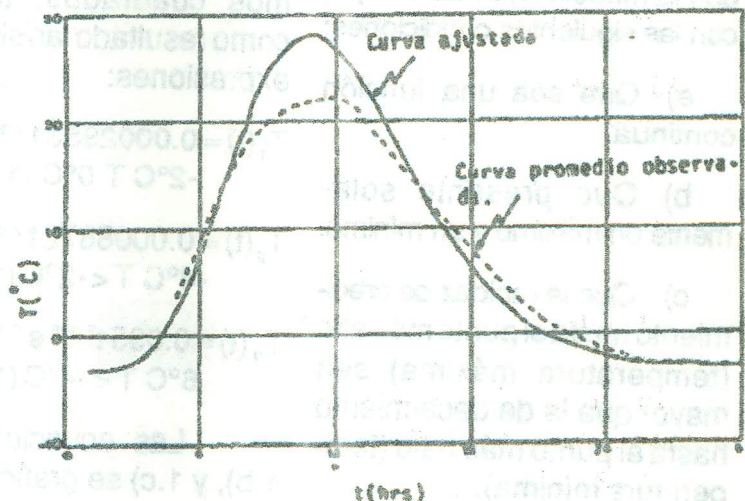


Fig. 2 Curva ajustada y curva promedio observada para $-4^{\circ}\text{C} \leq T \leq -2^{\circ}\text{C}$

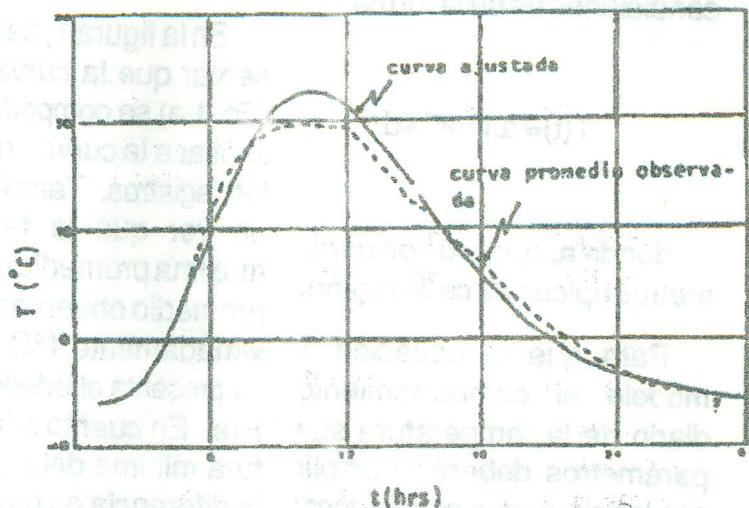


Fig. 3 Curva ajustada y curva promedio observada para $-6^{\circ}\text{C} \leq T \leq -4^{\circ}\text{C}$

BIBLIOGRAFIA

Guerrero, C.M. 1989; Modelo exponencial de la marcha diaria promedio mensual de la temperatura ambiente, Tesis profesional Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana, México.

Matveev, L.T. 1965: Fundamentos de Meteorología General, Moscú, URSS.

Pereyra, D.D. y Zitácuaro, C.I., 1988; Probabilidad de heladas en los campos agrícolas del Noreste del Cofre de Perote, Memorias del Tercer Congreso Interamericano y Mexicano de Meteorología, Pag.84-88, México.

Pereyra, D.D., Zitácuaro, C.I. y Palma, G.B.E., 1990: Heladas en el Cofre de Perote: técnicas de protección, Universidad Veracruzana, Col. Textos Universitarios, México.

Trewartha, G.T., 1968: An Introduction to climate, Macgraw Hill, New York, U.S.A.

El Ciclo de Actividad Solar de 11 años

Aparentemente el Sol tiene mayor influencia en la Tierra de lo que podemos imaginar, nuevos estudios meteorológicos reportaron la posible relación entre el ciclo de actividad Solar de 11 años y algunos aspectos de la ocurrencia de tormentas invernales (winter storms) en el hemisferio norte. Las oscilaciones del Sur o fenómeno del Niño en el océano, la formación de nubes, el calentamiento global de la estratósfera y el adelgazamiento en la capa de ozono en los polos son otros de los muchos fenómenos que se han tratado de relacionar con dicho ciclo de actividad solar. Últimamente, un investigador de la NASA afirmó que la frecuencia de erupciones volcánicas en el mundo también está relacionada con dicha variación de 11 años en la actividad Solar.



Mas Rayos de los que vemos

La National Weather Service de los Estados Unidos puso en servicio una red de detectores de rayos; los detectores son activados por la perturbación que crean, en el campo magnético terrestre, las ondas electromagnéticas generadas por los rayos. De acuerdo a esta red, en una tormenta puede haber hasta 2 ó 3 veces más rayos de los que un humano es capaz de detectar.

MONTERREY AIR QUALITY AS RELATED TO METEOROLOGICAL FACTORS

ERNESTO JAUREGUI*

1. INTRODUCTION

Urban areas along Mexico's border region have experienced an accelerated growth during the last decade. By the year 2000 a large proportion of the urban population in the country will probably be located on or near the border. Intensification of urban activity may perhaps lead to a deterioration of air quality.

Which are the main characteristics of air pollution in a large urban area in the semi-arid and/or arid climate of the border region? To answer this question this paper examines some aspects of air contamination (only one contaminant, however) in the city of Monterrey as related to meteorological factor. An analysis is also made to explore the possibility of an urban-induced effect on the enhancement of showery rainfall in Monterrey. Monterrey is the largest urban area in Mexico's northern border region. During the last decade its population has more than doubled, from 0.86 to 1.7 million (CONAPO, 1982). This rate of in-

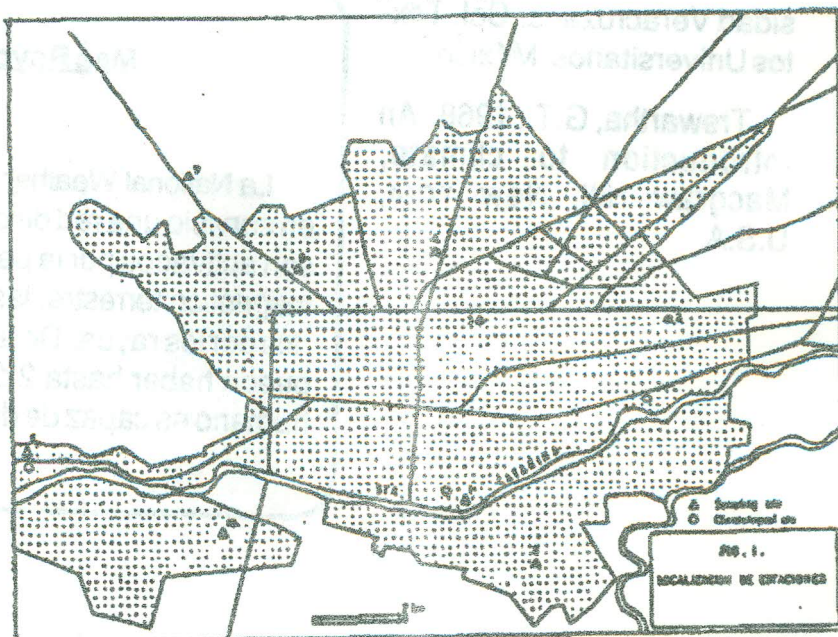
crease is higher than the one corresponding to Mexico city or Guadalajara.

The accelerated rate of urbanization in the industrial near-the-border metropolis has brought about a deterioration of its air quality. We shall try to explain space and time variation of this pollutant in relation to topographic and meteorological influences in Monterrey.

2. THE DATA

Sanitation authorities in Monterrey have established a network of sampling stations for total suspended particles (TSP) since the mid 1970's. The method used for the determination of TSP is the standard high volume sampler that passes air at a flow rate of 1.13 to 1.7 m³/min through a fiber glass filter over a period of twenty-four hours. The mass

FIGURA 1. LOCALIZACION DE ESTACIONES



concentration of the suspended particulates (size range 100 to 0.1 μm) is determined by the gravimetric method.

verse relationship with dust pollution levels.

The high frequency of sur-

inversions are, the longer they last in the day, and therefore, high levels of pollution are expected to remain for a longer

TABLE 1. FREQUENCY (%) OF SURFACE INVERSIONS IN MONTERREY IN 1980 AT 6 A.M.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Up to 90 m	55	52	55	50	13	10	6	13	20	35	57	45
Up to 500 m	39	45	32	27	16	3	10	3	10	10	30	35

The number of sampling stations for the available period (1976-77) are shown in fig 1. Climatological data is available for three urban stations (fig 1).

3. TIME AND SPACE VARIATION IN DUST PARTICLES

a) Seasonal variation.

Residents in Monterrey are aware of a slight seasonal variation in air quality. Clean air days are somewhat more frequent during the wet season (May - October) when the rains wash out some of the dust particles. Rains, however, are scarce in the semi-arid climate of the Monterrey area, and the wash-out effect is therefore not noticeably marked. The effect of rainfall on dust content in the air is evident in fig 2 where it may be seen that the number of days with rain keeps an in-

face inversions keep pollutants in a shallow layer during the early hours of the morning and not infrequently until mid-day.

The frequency of shallow inversions (up to 90 m) during the dry season is much higher (up to 50% of the time or more) than in the short rainy season (see table 1, fig 3). Deep surface inversions (up to 500 m). Although less frequent, exhibit a well marked seasonal variation. The deeper the surface

number of hours. Briefly said, the seasonal variation in pollution levels in Monterrey is dependent, as everywhere else, on meteorological factors such as the wash-out effect and surface inversions. The scarcity of rains, however, is responsible for the weak seasonal changes observed in suspended particles.

b) Spatial variations

Fig 4 shows a typical dry season distribution of total sus-

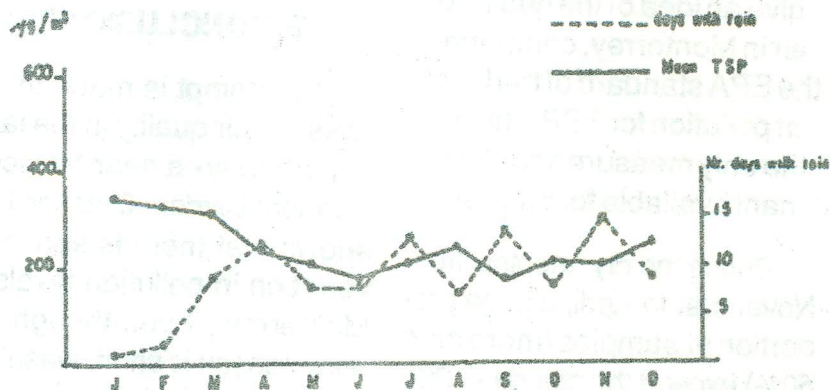


FIGURE 2. MONTHLY MEAN TSP VALUES FOR 10 STATIONS AND NUMBER OF RAINY DAYS IN MONTERREY FOR 1976

pended particles (TSP) in Monterrey urban air, the highest values are observed around the geometric center of town and along an East-West axis corresponding to the general direction of the Santa Catarina river valley. The Easterly wind circulation that prevails in the afternoon hours and in the first part of the night, help in producing a secondary maximum located to the west near the town of Santa Catarina. Here the pollutants accumulate against the mountains to the West (Cerro de la Mitra) and South (La Silla). In general it may be said that the less polluted areas in Monterrey are those located to the North and East of downtown where pollution levels are one half to one fifth lower.

4. AIR QUALITY

Air quality is usually assessed by means of a health related index. The so called Pollutant Std. Index (PSI) requires the systematic sampling of 2-5 contaminants. Consequently, we shall only give an idea of the quality of air in Monterrey, comparing the EPA standard of the levels of pollution for TSP which is the only measured contaminant available for analysis.

During the dry months, from November to April, a large proportion of samples (more than 50%) exceed the standard $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ whereas in the wet

months the standard was exceeded in less than forty of all the samples (fig 5a). The somewhat large amplitude in seasonal variation shown by the curve in fig 5a is only apparent, since the wet season mean monthly TSP values are then not markedly lower than the standard (fig 2).

In fact, the most frequently observed TSP values throughout the year were between $200\text{--}300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (fig 5b).

5. URBAN INDUCED PRECIPITATION

An attempt to discover anthropogenic influences is showery precipitation in Monterrey shows that intense showers (greater than $50 \text{ mm}/24 \text{ hrs.}$) have increased their frequency significantly from the early 1960's to the late 1970's

6. CONCLUSIONS

An attempt is made to assess the air quality in the largest urban area near Mexico's Northern border. Data for TSP shows that there is seasonal variation in pollution levels in Monterrey. Even though the rainy season is short, wash-out effect from showers and less frequency in surface inversions

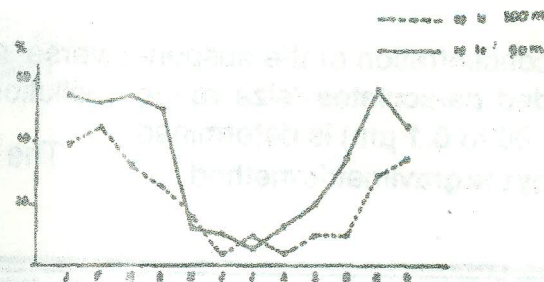


FIG. 2a. FREQUENCY OF SURFACE INVERSIONS IN MONTERREY IN 1960 AT 6 AM.

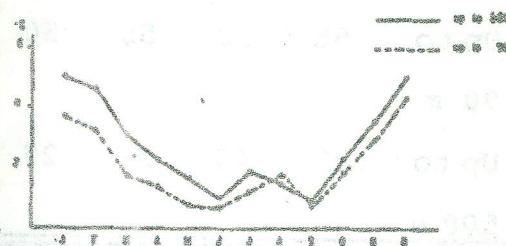


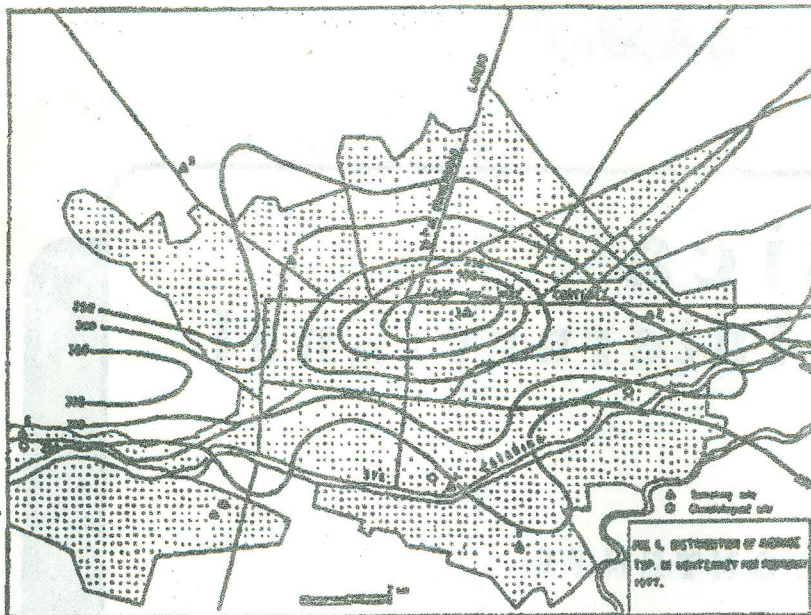
FIG. 2b. FREQUENCY OF SURFACE INVERSIONS IN MONTERREY IN 1960 AT 6 AM.

lead to a slightly better air quality during this period. In the dry season the standard for TSP is exceeded in more than 70% of samples, especially in the downtown area and toward the West end.

Analysis of rainfall data for Monterrey shows an urban-induced enhancement of showers as the city has increased in size.

Additional amounts of water obtained by the inadvertent intensification of showers near or over the city could help mitigate the water supply problems of urban centers in the semi-arid border regions. Consequently more research is needed in this direction.

It is now quite evident that serious deterioration of the environment occurs in regions



of rapidly expanding agglomeration. Consequently, the potential benefits should be explored in locating new areas for settlements adjacent to the existing urban centers in Mexico's border regions on the basis of meso-climatic characteristics.

At present there is a very sparse network of urban/rural climatological station in Mexico's border cities. Moreover, the existing stations are not equipped to generate the data needed for urban climate studies (such as wind, insolation). Furthermore, systematic sampling has only been done sporadically in Mexico's border cities, and then mainly for suspended particulates.

In order to assess air quality levels and changes in urban climates in the cities of Northern Mexico, it is essential that more urban, suburban, and rural climatological and air-monitoring stations be established in the region.

There is a clear need for convincing the appropriate governmental agencies about the role of urban climate (including urban air quality), especially in the case of a developing country such as Mexico,

where the provision of this type of data would impose a budgetary effort to both, the Meteorological Service and the Sub-Secretaria de Ecologia before the country could benefit economically from the data application. 🌸

*Centro de Ciencias de la Atmosfera UNAM. CONAPO Mexico demografico. Mexico.

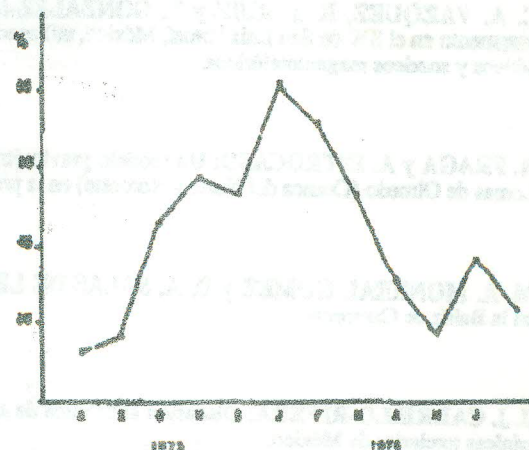
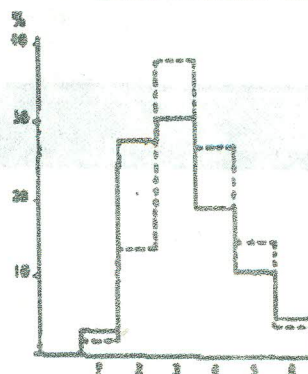


FIG. 10. PERCENT OF ALL TSP SAMPLES WHEN THE STANDARD 1200 µg/m³ WAS EXCEEDED IN MONTERREY 1973-76.



1975 - DEC 1975
1976 - DEC 1976

1	50 - 100
2	101 - 200
3	201 - 300
4	301 - 400
5	401 - 500
6	> 500

geofísica internacional

CONTENTS

Volume 29, 2, April-June 1990

V. G. GORSHKOV and K. Ya. KONDRATYEV: Conceptual aspects of ecological studies: the role of the energy- and mass- exchange. 61

C. A. VAZQUEZ, R. J. RUIZ y T. GONZALEZ-MORAN T.: Exploración del basamento en el SW de San Luis Potosí, México, utilizando datos gravimétricos, aeromagnéticos y sondeos magnetotélúricos. 71

H. FRAGA y A. INTROCASO: Un modelo gravimétrico litosférico para la Subcuenca Lomas de Olmedo (Cuenca del Norte y Noroeste) en la provincia de Salta - Argentina. 89

M. A. MONREAL-GOMEZ y D. A. SALAS DE LEON: Simulación de la circulación en la Bahía de Campeche. 101

J. J. CARRILLO-RIVERA: Discusión al balance de aguas subterráneas en cuencas volcánicas terciarias de México. 113

BOOK REVIEW 119

NOTAS

Nueva Misión Giotto

La agencia espacial europea ha decidido enviar una nueva misión Giotto, similar a la que en 1986 logró captar imágenes del cometa Halley e incluso buenas imágenes de su núcleo. La nueva misión será enviada en 1992 para encontrarse con el cometa Grigg-Skjellerup.

Nueva Luna en Saturno

El análisis de las imágenes tomadas del planeta Saturno y su sistema de anillos por el Voyager, en 1981, sigue aportando nuevos datos. Una nueva luna ha sido descubierta, tiene un diámetro de sólo 20 km y está situada en una de las bandas del sistema de anillos de Saturno. Este nuevo satélite, denominado 1981513, parece "limpiar" de material, en una banda de 300 km, el sistema de anillos generando una de las bandas sin material denominadas también gaps.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

GEOTERMIA

REVISTA MEXICANA DE GEOTERMIA

CONTENIDO

VOL. 5 No. 3 (Septiembre-Diciembre, 1988)

ZONAS GEOTERMICAS DE INTERES EN MEXICO L.C.A. Gutiérrez N., A. López H., J.L. Gajano L.	539
CARACTERIZACION MINERALOGICA EN 16 POZOS DEL CAMPO GEOTERMICO DE LOS AZULES, MICHAEL: MINERALES OPACOS E. González Partida, S. Nova Gómez	547
LAS TECNICAS DE MEDIDA DEL FLUJO TERMICO EN CONTORNOS, METODOS OPCIONALES Y SU APLICACION EN MEXICO. G.M. García Estrada	575
ALTERACION HIDROTHERMAL EN EL CAMPO GEO- TERMICO DE LOS HUMEROS, FUE. EL INTERACCION AGUA-ROCA J. G. Viggiano G., J.L. Gajano L.	411
TIPOS DE FILICLATICOS EN ROCAS ALTERADAS HIDROTHERMALMENTE EN EL CAMPO GEOTERMICO DE LOS AZULES, MICHAEL: IDENTIFICACION POR DIFRACCION DE RAYOS X Georgina Ingrida Montalvo	439

ATMOSFERA

REVISTA TRIMESTRAL PUBLICADA POR EL CENTRO
DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

VOLUMEN 4
NUMERO 1
1° DE ENERO DE 1991

CONTENIDO

A. WIIN-NIELSEN: On resolution in atmospheric numerical models and cascading processes.	3
ISABEL RAMÍREZ: Propagación de señales en registros del nivel del mar, en la costa occidental de México.	23
JOSEPH A. ZEHNDER and ROBERT L. GAILL: Alternative mechanisms of tropical cyclone formation in the Eastern North Pacific.	37
F. GARCIA-GARCIA and R. A. MONTAÑEZ: Warm fog in eastern Mo- xico: A case study.	53

MAESTRIA Y DOCTORADO EN GEOCIENCIAS

Los estudios de posgrado en Geociencias pueden llevarse a cabo en:

Mestría en Geofísica

Area: Tierra Sólida, Ciencias Atmosféricas y Espacio Exterior.
SEDE: Facultad de Ciencias, UNAM, Div. Estudios de Posgrado.
Requisitos: Grado de licenciatura en el área de Ciencias o Ingeniería.
Duración: 4 semestres para cubrir 72 créditos.
Informes: División Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias UNAM
Cd. Universitaria, México 04510, D. F.

Maestría y Doctorado en Geofísica:

Areas: Oceanografía Física, Ecología Marina, Sismología, Exploración Geofísica.
SEDE: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C.
Requisitos: Licenciatura en el área de Ciencias o Ingeniería.
Duración: 4 semestres (maestría), 6 - 8 semestres (doctorado).
Informes: CICESE, Av. Espinoza #843, Ensenada 22800, B. C.
Tel.: 91(667) 44501 - 05, Télex: 056539 CICESE, Fax: 91(667) 60761 y 44933.

Maestría y Doctorado en Geofísica

Areas: Geohidrología, Exploración Geofísica, Sismología y Física del Interior de la Tierra, Estudios Espaciales.
SEDE: Instituto de Geofísica, UNAM
Requisitos: Licenciatura en el área de las Ciencias o Ingeniería
Duración: 4 semestres (maestría), 6 - 8 semestres (doctorado)
Informes: Instituto de Geofísica, UNAM, Unidad Académica y Posgrado
Cd. Universitaria, México 04510, D. F.
Tel.: 91(5)5505364 y Fax: 91(5)5502486
