

MIM-01

### ASPECTOS INSTRUMENTALES INVOLUCRADOS EN CAMPAÑAS MICROMETEOROLÓGICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA CAPA ATMOSFÉRICA SUPERFICIAL

U. Miranda y R. Saldaña  
Instituto de Investigaciones Eléctricas

El estudio de la capa atmosférica superficial en sitios de interés requiere la realización de campañas de mediciones con instrumentos específicos tanto a nivel de piso como en altura. A nivel de piso los sensores utilizados son, entre otros, radiómetros, piranómetros, anemómetros, termómetros, higrómetros, etc., y en el caso de las mediciones de altura se utilizan radiosondas que pueden ser de seguimiento manual o automático.

Existen en el mercado una extensa variedad de equipos, sin embargo un aspecto que caracteriza las campañas micrometeorológicas es el empleo de equipo de relativa mayor precisión, sensibilidad y con tiempos de respuesta menores a fin de representar mejor las características del entorno atmosférico.

Actualmente existen estaciones meteorológicas dentro del territorio nacional pero difícilmente pueden llevarse a cabo estudios micrometeorológicos con los datos obtenidos de las mismas, ya que ni la forma de medir ni la ubicación de éstas, están orientadas para ese fin.

Como ejemplo de lo anterior se puede mencionar que la mayoría de los actuales modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos requieren de información que sólo puede obtenerse a partir de campañas de mediciones especiales, las cuales generalmente tienen un costo significativo, tanto por los equipos como por el traslado y el personal involucrado.

En el presente trabajo se presentan algunos aspectos prácticos relacionados con la implementación de estaciones micrometeorológicas a lo largo de varios años de campañas realizadas en diversos lugares por parte del IIE, las maneras de monitorear los parámetros atmosféricos y algunas recomendaciones prácticas al respecto.

MIM-02

### BALANCE DE ENERGÍA: ESTUDIO DE CASO EN UNA ZONA DESÉRTICA RURAL

O. Rafael García Cueto  
Instituto de Ingeniería, UABC

Con el propósito de realizar, en una etapa posterior, un estudio integral de la climatología física en el área urbana de la ciudad de Mexicali, B.C., se llevó a cabo un estudio piloto en un área rural al sureste de la zona urbana. De esta manera, se obtuvieron las primeras mediciones de los flujos de balance de energía, tales como flujo de calor sensible, flujo de calor latente, flujo de calor del suelo y radiación neta. Paralelo a estas mediciones se midió también radiación solar global y temperatura de superficie del suelo, con lo que fue posible, también, hacer un balance de radiación. Las mediciones, que fueron tomadas desde fines del mes de marzo, y hasta principios del mes de mayo, del presente año, se almacenaron en un micrologger 23X, y el principal equipo utilizado fue el siguiente: i) Anemómetro Sónico Tridimensional, ii) Higrómetro de

Krypton, iii) Placas de flujo de calor del suelo, iv) Radiómetro Neto, v) Reflectómetro de contenido de agua, vi) Piranómetro, vii) Termopares, y viii) Piranómetro.

En esta primera aproximación se presentan resultados preliminares de las mediciones efectuadas, y se orienta el trabajo hacia la utilidad que dicha información tiene en los estudios agrometeorológicos.

MIM-03

### MODELACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN PRADERAS SEMIÁRIDAS DEL NORTE DE MÉXICO

Jaime Garatuza Payán, Saturnino García, Mario Jauri y  
Christopher Watts  
Instituto Tecnológico de Sonora, IMADES

Como parte del programa SALSA (Semi Arid Land Surface Atmosphere), se realizaron mediciones de los flujos de vapor y energía y de las variables meteorológicas cercanas a la superficie sobre dos comunidades de vegetación comunes en las regiones semiáridas del Norte de México, una pradera de pastizales y un área de mezquite, durante el verano de 1998. Se utilizó el método de correlación de turbulencias con dos equipos de la marca Campbell compuestos por anemómetro sónico en 3 dimensiones, higrómetro de krypton y radiómetro neto instalados a aproximadamente 3 m sobre la vegetación, así como placas de flujo de calor del suelo. Los datos de flujos de vapor fueron analizados en términos de modelos de evapotranspiración simples y se compararon los valores medidos antes y después de la temporada de lluvias con el fin de determinar la extracción de agua desde el acuífero por estas comunidades. Se calibraron dos modelos para estimar la resistencia superficial en función de parámetros ambientales para estas dos comunidades utilizando optimización multiobjetivos y solo una parte de los datos medidos. Se probaron los parámetros del modelo para determinar su importancia resultando que los parámetros relacionados con temperatura del aire e índice de área foliar son los más importantes mientras que los relacionados con radiación solar son los menos significativos. Se modeló la evapotranspiración siguiendo el modelo propuesto por Penman-Monteith y sus resultados fueron comparados con los datos medidos por el sistema de correlación de turbulencias con buena correlación. En las mediciones de flujos de vapor aparece una substancial dependencia estacional de este parámetro en relación a la temporada de lluvias y mostraron que el mezquite se comporta como una freatofita con tasas de transpiración, durante la época seca, de 1.8 mm/día, aproximadamente.

MIM-04

### MEDICIONES CON UN SCINTILÓMETRO SOBRE TRIGO REGADO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

C. Watts<sup>1</sup>, J. Hoedjes<sup>2</sup>, R. Zuurbier<sup>2</sup>, O. Hartogensis<sup>2</sup>, A. Chehbouni<sup>3</sup>, J. Garatuza<sup>1</sup> y H. de Bruin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, IMADES

<sup>2</sup> WU, Wageningen, Holanda

<sup>3</sup> CESBIO, Toulouse, Francia

Se hicieron mediciones de fluctuaciones del índice refractivo del aire ( $n$ ) con un scintilómetro de apertura grande (LAS) sobre un transecto de 800 m (norte - sur) en una parcela de trigo de 80 ha

desde principios de enero hasta finales de abril de 2000. El LAS utiliza una longitud de onda central de 0.94  $\mu\text{m}$  donde responde al flujo de calor (H) y, en menor grado, al flujo de humedad ( $\lambda E$ ). También se instaló una estación meteorológica (con equipo de correlación turbulenta (EC)) cerca del centro de la parcela durante el mismo período. La estimación de H del LAS muestra una alta correlación con la del equipo EC, pero los valores del LAS son 25% mayores. Un estudio del balance energético en la superficie  $R_n - G = H + \lambda E$  muestra que los flujos estimados por el equipo EC generalmente son menores que la energía disponible (radiación neta ( $R_n$ ) menos el flujo de calor en el suelo (G)) hasta por 250  $\text{W m}^{-2}$ . Estas diferencias persisten en condiciones de cobertura completa del trigo (marzo), por lo que se descartan errores grandes en G. Por otra parte, se midió  $R_n$  con un radiómetro CNR1 de Kipp & Zonen y se espera un error pequeño. Dado lo anterior concluimos que el equipo EC subestima los flujos, como ha sido reportado por otros investigadores. Cuando se realizó un ajuste empírico a los flujos estimados por el equipo EC para que se cerrara el balance energético, entonces concordaron mucho mejor con los del LAS. La subestimación del equipo EC puede explicarse por muchos factores pero se requieren más estudios para identificar los factores más importantes. Por lo pronto, concluimos que el LAS proporciona estimaciones confiables de los flujos de calor y vapor usando un procedimiento iterativo sencillo, el cual requiere datos adicionales de  $R_n$ , G y velocidad de viento.

Por otra parte, se estudió el comportamiento de diferentes combinaciones de variables meteorológicas como función de la estabilidad atmosférica para probar las predicciones de la teoría de similitud de Monin y Obukhov. En la mayoría de los casos los resultados fueron muy buenos. En particular, obtuvimos resultados excelentes para condiciones estables cerca de las neutrales y hay pocos resultados en la literatura describiendo estos casos. No obstante estos resultados positivos, el caso de las variables de calor (varianza en temperatura  $\sigma_T$ , parámetro de estructura  $C_T^2$ ) en condiciones inestables, los resultados fueron sorprendentes (tanto por el LAS como el EC) y se observó un comportamiento similar a convección libre en condiciones cercas a neutrales y las fórmulas obtenidas de campañas experimentales previas no se ajustaron a nuestras observaciones, aunque existe por lo menos un caso similar en la literatura (Kohsiek, 1982). No hemos podido localizar un error en el cálculo ni en los procedimientos de campo que explique estas diferencias. Se requieren otros estudios para explicar bien estos resultados

Kohsiek, W (1982) Measuring  $C_T^2$ ,  $C_Q^2$  and  $C_{TQ}$  in the unstable surface layer and relations to the vertical fluxes of heat and moisture, *Boundary Layer Meteorology* 24: 89-107

MIM-05

### CANOPY TRANSMITTANCE OF PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION IN INTACT FOREST, SECOND-GROWTH, AND A PASTURE BORDER IN TROPICAL DECIDUOUS FOREST AT CHAMELA, JALISCO

Geoffrey Parker, Manuel Maass, Clara Tinoco-Ojanguren and Angelina Martinez-Yrizar  
Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater, Maryland, USA  
Instituto de Ecología, UNAM

We studied the vertical pattern of light penetration in four fully-foliated canopies of the Tropical Deciduous Forest at the Chamela Biological Station. These included two examples of the intact selva baja caducifoliada, a monospecific second-growth forest regenerating following slash-and-burn, and a transect of profiles along a gradient extending from a pasture into an intact forest. To quantify mean patterns and spatial variation of attenuation we made vertical transects of PAR (photosynthetically active radiation) measurements to above each canopy at numerous points using a Li-Cor quantum sensor mounted on a telescoping pole. Though all were short (< 12 m), the forests differed in several aspects of light environments. Mean canopy transmittance to 0.5 m above ground ranged from 7-11% in the intact forests to 16% in the regrowth. The intact stands showed a gradual change in attenuation with height compared with that in the regrowth (suggesting an influence of competition between crowns) but attenuation gradients in the understory followed the reverse pattern. The spatial series of profiles through a forest border showed a very steep lateral gradient of transmittance immediately at the edge, with little evidence that exterior conditions penetrated far into the forest interior. Finally, we used the mean transmittance profiles to infer mean stand vertical structure and explain local differences in the production of foliar biomass.

MIM-06

### EL USO DE SENSORES REMOTOS EN LA ESTIMACIÓN Y MAPEO DE LAS DEMANDAS DE AGUA PARA RIEGO EN TRIGO

Jaime Garatuza Payán, Miguel Ruelas y Christopher Watts  
Instituto Tecnológico de Sonora

Las recientes sequías y la creciente presión sobre los recursos hidráulicos en el Noroeste de México han destacado las limitaciones en la disponibilidad de agua para todos los usos, pero especialmente para el riego agrícola que demanda más del 90% de la disponibilidad anual. Las preocupaciones ambientales, la competencia de otros usuarios e incluso la presión de otras regiones, como la exportación de agua a Guaymas y Empalme, están restringiendo el acceso al agua por parte de los agricultores. Esto indica que la estimación precisa de la demanda de agua en redes de riego es de vital importancia en los sistemas agrícolas. Es por esto que estimaciones espaciales y mapas precisos de los requerimientos volumétricos de agua para riego, presentes y futuros, en años secos y húmedos, serán, sin duda, de gran beneficio para los planificadores de recursos hidráulicos. Actualmente la determinación de las necesidades de riego se ha basado en un calendario y lámina de riegos determinados para un año promedio,

sin embargo, existen ahora modelos mas sofisticados que pueden calcular las necesidades de irrigación usando un balance de agua diario incluyendo características específicas de los suelos y los cultivos. El presente trabajo combina datos agroclimáticos, tipos y usos del suelo, así como de sensores remotos, modelar espacialmente los requerimientos volumétricos de agua en un Sistema de Información Geográfico. La tasa de evapotranspiración potencial se determinó usando el modelo de Makkink con información de temperatura medida en una estación meteorológica automatizada y de radiación solar estimada a partir de datos del satélite GOES. Para determinar la lámina de uso real del cultivo, es necesario multiplicar esta evapotranspiración potencial por un factor de cultivo que depende del estado de desarrollo del mismo. El factor de cultivo se obtuvo a partir de información sobre la fecha de siembra previamente mapeados para el distrito y, debido a las complicaciones de esta aproximación, se desarrollo un relación en función del índice de vegetación estimado con datos del satélite Landsat.

Los resultados muestran que es posible determinar radiación solar en tiempo real usando datos de GOES y que existe una relación entre los índices de vegetación medidos en imágenes Landsat y los factores de cultivo del trigo. La metodología propuesta para combinar la información de estos dos satélites se muestra promisorio para la estimación de volúmenes de agua consumidos por los cultivos, tanto a nivel parcelario como de unidad y distrito de riego.

MIM-07

### **TURBULENT FLUXES AND CANOPY ARCHITECTURE OVER AND WITHIN FOREST CANOPIES**

Ricardo K. Sakai, D. R. Fitzjarrald and K. E. Moore  
State University of New York at Albany

This study describes explicitly the impact of the actual canopy area density (CAD) from several forest types over the turbulent moments, assuming that turbulent moments obey an exponential decay similar to the Beer's law for light. Variances, covariances, and skewness profiles can be separated depending on the vegetation type, such as coniferous and broad leaf forests. However, changes in the leaf area density do not explain entirely differences in those moment profiles. This indicates that other parameters are needed to parameterize the turbulent flow within the canopy. Some information about the horizontal distribution of the plant elements is needed. One possibility is the use of the top canopy topological information based on a laser beam.

The impact of the CAD over the roughness sublayer (RSL) is also under investigation since many of tower based measurements over forest are close to the canopy ( $z/h < 1.5$ , where  $z$  and  $h$  are the instrument and the canopy height respectively). Some preliminary results indicate that the skewness of the vertical wind speed in the roughness sublayer seems to follow a single curve, when the CAD is accounted.

An extensive spectral analysis for a deciduous forest is also performed. In the RSL the spectra and cospectra curves presented a more peaked shape than the one found in the inertial sublayer. The subcanopy spectra curves present the short circuit shape where the energy of lower frequencies are transported to higher frequencies through the interaction of plant canopies. The understanding of the

dissipation term as a function of the LAD can be useful for subgrid parameterizations such as the large eddy simulation (LES).

Finally, we discuss the importance of low frequencies in the determination of turbulent surface layer fluxes from towers. It is based on the analysis of the eddy covariance technique to estimate the momentum, heat, moisture and carbon dioxide fluxes using data collected over a deciduous and a boreal forest during midday periods. There is an average contribution of about 17% due to long period signals, ranging from 4 to 30 minutes in convective conditions. One possible cause of this contribution is the presence of large eddies in the convective boundary layer (CBL) passing the micrometeorological tower. Spectral analysis indicates that not only the horizontal but also the vertical wind spectra are being influenced by the CBL eddies. For the data presented a single cospectral similarity function describing the turbulent fluxes has been found. Several running mean periods have been used to assess the effect of the Reynolds' mean removal procedure on flux estimates. Traditional methods of data conditioning are tested and compared with the fluxes obtained from the running mean filter results. A procedure is introduced to correct fluxes obtained with short averaging intervals. The correction is successful in achieving observational energy balance closure at two dissimilar forested sites.

MIM-08

### **BOUNDARY LAYER BUDGET METHODS IN LBA: USING LOCAL WINDS**

David R. Fitzjarrald  
State University of New York at Albany

As part of the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA), a network of automatic weather stations and three flux towers has been installed near Santarém, Pará, Brazil. Additional data acquisition activities include regular monitoring of satellite images, continuous measurements of cloud base altitude and turbulence intensity and wind vector in the lower boundary layer. Among the aims of the LBA-Ecology is to quantify the role of land surface type on regionally averaged CO<sub>2</sub> exchange. This presentation includes:

a) A review of the importance of Amazonian river breezes and topographic circulations in determining a climatic gradient in temperature, humidity, cloudiness, and rainfall. The biases that result from ignoring this gradient when analyzing data from climate stations are illustrated.

b) Preliminary results from LBA-Ecology. Data for two years of measurement at two weather stations illustrate the river breeze. Preliminary results from three additional weather stations and three flux towers installed during 2000 will illustrate the river breeze and flux observations in particular environments.

c) An outline of an experimental design to take advantage of the regular features of river breeze, the terrestrial breeze, and topographically-induced drainage flows to estimate the respiration rate (nocturnal CO<sub>2</sub> flux) from a tropical rain forest. Observations from related experiments at the Harvard Forest in Massachusetts will be used to demonstrate feasibility.

d) Brief discussion of the design of a hypothetical, similar project that could be performed in coastal Veracruz state, México.

MIM-09

### NIGHTTIME SURFACE FLUXES IN A HETEROGENEOUS LANDSCAPE

Otavio C. Acevedo and David R. Fitzjarrald  
State University of New York at Albany

Strong surface cooling is usually observed on clear nights, as a consequence of enhanced radiative loss. A stable stratification forms, reducing turbulence levels and the exchange between the surface and the atmosphere. Turbulence scales in this case are small, determining the surface fluxes to be dependent on local characteristics at a very small scale. Even small heterogeneities in properties such as topography, land use or sheltering are able to determine significant spatial variability of temperature, winds and concentrations of scalars, which affect the turbulent exchanges themselves, in a feedback process.

Mesoscale models, used for regional weather forecasts have a typical horizontal grid size on the order of tens of kilometers, a scale much larger than that typical of horizontal variability at night. Different processes can exist at the same time within a single grid cell, with some regions of it (typically those that are higher than their surroundings) having significant turbulent activity whereas other regions (lower than their surroundings) experience strong turbulence decay, with the surface decoupling from the upper boundary layer. The determination of subgrid fluxes for such models is, thus, no trivial matter, as no simple relation exists between the average gradients of a variable and the average fluxes of that variable within the grid cell (Mahrt, 1987).

In this work, we use a network of 26 automatic weather stations located in an area of 30 km x 30 km with moderately complex terrain and a variety of land use types. We apply the simple 1-minute mean quantities measured by these stations to investigate the relation of the average surface fluxes in a heterogeneous region to the degree of heterogeneity. We do that by determining local bulk Richardson numbers and their dependence on topography, land use and sheltering. With the use of an appropriate turbulence formulation, we then estimate the area averaged fluxes and generalize the results to an expression that relates the average flux within a grid cell to the mean properties in the region, as a function of the surface heterogeneities.

MIM-10

### UN MODELO ESTADISTICO DEL CAMPO DE VIENTO SUPERFICIAL PARA LAGUNA VERDE Y ALREDEDORES

Adalberto Tejeda Martínez, Alejandro Jiménez Lagunes y  
Graciela E. Ramos

Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas,  
Universidad Veracruzana.

La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde requiere de la modelación del campo de viento superficial en un radio de 25 km. Para ello, desde hace 25 años se realizan mediciones rutinarias de velocidad del viento en la CNLV a 10, 40 y 60 m de altura. En puntos de circunvecinos han funcionado distintas estaciones climatológicas convencionales, pero desde 1998 operan tres estaciones automáticas alrededor de Laguna Verde. Con la información de esta nueva red se ha venido gestando un modelo

estadístico del viento superficial (10 m de altura), cuyos primeros avances se presentaron en la Reunión Anual 1999 de la Unión Geofísica Mexicana (resumen CAT-21). En esta ocasión se detallarán los procedimientos de validación, estimación e interpolación.

Las cuatro estaciones utilizadas están distantes una de otra aproximadamente 20 km, tres de ellas son costeras y una tierra adentro, sobre terreno escarpado. El modelo estadístico interpola la dirección y rapidez del viento, a partir de los datos observados en las tres estaciones más cercanas, para cada uno de los 66 puntos que conforman la malla, los cuales están separados cada 5 km, cubriendo un área de 1650 km<sup>2</sup>. La interpolación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el punto de malla y la estación anemométrica, y corrige con un factor de semejanza de rugosidad entre dichos puntos. Previo a lo anterior se estiman los datos para la estación anemométrica que registre datos perdidos, mediante un proceso de regresión angular múltiple. El desarrollo de este procedimiento (ver resumen CAT 21, Reunión UGM'99) permitió establecer que entre los cuatro puntos de observación se presenta una correlación significativa (alrededor de 0.7 en la escala de 0-1), lo que posibilita la modelación del viento en esta zona, particularmente difícil por tratarse de un sitio costero y tropical sobre terreno complejo.

MIM-11

### ESTIMACION DEL EFECTO DE LA ADVECCION EN LA TRANSPIRACION DE ARBOLES AISLADOS EN LA CIUDAD DE MEXICO

Víctor L. Barradas  
Instituto de Ecología, UNAM

Cuando la vegetación se encuentra en equilibrio con el aire en su entorno, la radiación neta se disipa principalmente mediante los flujos de calor sensible y latente. Sin embargo, si la atmósfera circundante no se encuentra en equilibrio con la vegetación, se establecen gradientes horizontales que pueden producir un flujo advectivo. La advección puede incrementar la evapotranspiración ya que el valor del déficit de presión de vapor del aire (dpv) que se encuentra en el entorno de las plantas es más alto que el del estado de equilibrio con la vegetación. En una situación opuesta, que sucede cuando el valor del dpv es más bajo que el del estado de equilibrio, la advección puede reducir la evapotranspiración. Para plantas bien irrigadas se establece la evapotranspiración de equilibrio y que es una condición en la que al compararla con la transpiración actual de las plantas se pueden estimar los efectos de la advección. En este trabajo se presenta una serie de determinaciones de balance energético, velocidad del viento y diferencias de temperatura y humedad en el lugar y en los alrededores de diferentes árboles aislados bien irrigados y en estrés hídrico, con el fin de estimar el efecto de la advección en la transpiración de las plantas. En los árboles bien irrigados la advección propició el aumento de la transpiración actual en comparación con la de equilibrio cerca de un 40%; pero la transpiración de los árboles en estrés hídrico fue menor de la de equilibrio en un 20%. Esta depresión de la transpiración ocasionada por la advección fue debido a la reducción de la conductividad superficial probablemente debido a la falta de humedad del aire, mientras que la transpiración fue mayor en los árboles bien irrigados debido a la alta conductividad superficial que presentaron.

MIM-12

## INFLUENCIA DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC EN EL CLIMA URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Mario Casasola Montañez  
 Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM  
 E-mail: geomex@latinmail.com

El bosque o parque urbano cumple con varias funciones en el ámbito de la ciudad por un lado son áreas de esparcimiento de la población, y por otro cumplen con la función bioclimática de filtrar y mejorar la calidad del aire, además de atenuar el impacto de la elevación de la temperatura por efecto de la urbanización, y por el cambio climático regional. Estas zonas cubiertas de vegetación son más frescas, húmedas y con el ambiente más limpio, que aquellos espacios cubiertos de pavimento, acero, concreto, y cristal (casas, edificios de comercios, oficinas, industrias etc.) donde la temperatura es más elevada, hay menos humedad del aire y con mayor concentración de contaminantes atmosféricos. El presente trabajo muestra la ingerencia que tienen los parques urbanos como limpiadores naturales y reguladores térmicos del ambiente higrótermal de la Ciudad de México.

Se hicieron recorridos en un vehículo instrumentado con un psicómetro para registrar valores de  $T_s$  y  $T_w$ , también se contó con un anemómetro manual para determinar la velocidad del viento y verificar la estabilidad atmosférica necesaria para el registro de los datos y así estimar la zona de influencia del Bosque de Chapultepec en su entorno urbano. Con datos meteorológicos de las estaciones Chapultepec, Minería y Tacubaya, y datos de la red de monitoreo atmosférico de la RAMA, se hicieron mapas de distribución espacial y temporal de; isotermas, humedad relativa, humedad específica y se procesaron en la hoja de cálculo datos de las variables meteorológicas así como de contaminantes atmosféricos por ejemplo el PST y otros, para hacer comparación entre estaciones situadas cerca de los parques urbanos y las que carecen de cubierta vegetal para mostrar como influyen, las áreas arboladas como diluyentes de contaminantes atmosféricos y reguladores térmicos en el entorno urbano.

El transecto realizado en la mañana del 17 junio de 1997 con los datos de  $T_s$  y  $T_w$  al hacer el mapa muestra que la distribución de la temperatura es menor dentro del Bosque de Chapultepec como era de esperarse y es mayor a medida que su impacto disminuye con una diferencia hasta 5°C, por otro lado nos muestra la aparición del fenómeno de la isla de calor el cual se muestra en las áreas desprovistas de vegetación y donde la temperatura es mayor respecto a la del Bosque de Chapultepec.

La distribución espacial de la humedad relativa señala que es mayor en el Bosque de Chapultepec y su entorno y esta disminuye a medida que la influencia del bosque es menor, lo mismo sucede con la humedad específica la cual es mayor en los parques urbanos donde la concentración de vapor de agua es mayor y constante que en las áreas desprovistas de cubierta vegetal.

Se observó en las estaciones seleccionadas de la red de monitoreo atmosférico RAMA, que la estación CFE ubicada en los límites del Bosque de Chapultepec, donde la concentración de PST es menor a lo largo del año comparada con la estación de Pedregal que muestra una concentración mayor de PST, siendo el mes de marzo el de mayor cantidad de PST, Pedregal con una concentración de 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que la estación CFE es de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Las áreas cubiertas por vegetación contribuyen a mejorar en gran medida la calidad del aire al filtrar las partículas (PST) del aire las cuales quedan atrapadas en el follaje de los árboles, ayudando a disminuir la concentración de partículas además de servir como filtros naturales de gases producto de las actividades antropogénicas que genera la ciudad como el CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y otros. La temperatura ambiente como hemos podido comprobar es menor en los parques urbanos lo que demuestra que estas áreas cubiertas de vegetación sirven como sumideros de calor ayudando a regular el ambiente higrótermal de la ciudad.

La concentración de humedad relativa y humedad específica es mayor en los bosques urbanos por la cantidad constante de vapor de agua emanada por los árboles, arbustos y vegetación herbácea, ayudando a un ambiente bioclimático más fresco.

Los bosques urbanos deben tener mayor extensión y con un mantenimiento constante, y no de disminuir su extensión ya que son parte fundamental para mejorar la calidad del aire que durante décadas ha sufrido y sigue sufriendo la Ciudad de México y los habitantes que vivimos en ella.

MIM-13

## COOLING RATES IN THREE LARGE URBAN/SUBURBAN PARKS IN MEXICO CITY

Ernesto Jáuregui and Mario Casasola  
 Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM  
 E-mail: ejos@ccaunam.atmosfcu.unam.mx

Some characteristics of the structure of urban green areas e.g. tree cover, can be related to the observed meteorological variables. In this paper cooling rates in three large urban/suburban parks in Mexico City with contrasting vegetation cover are compared. While the two suburban parks are predominately covered one by salt-resistant native grass (Texcoco reserve), the other (Xochimilco) a grassed park with scattered small trees, Chapultepec Forest is densely covered mostly by a mixture of ancient tall trees.

During the day time hours (from sunrise till about 4 pm) the air layer below the canopy in Chapultepec Park is kept 1° to 2° Celsius cooler for longer time than in the other more open suburban parks, partly because of the shade provided by trees but also due to evaporational cooling being more effective the more dense the urban forest is. Around noon the air below canopy in Chapultepec gets 2° to 4° Celsius cooler than at an urban station located in the central district near the heat island core. Comparison of cooling rates in the parks shows that, Chapultepec cooling rate is the lowest of the three mainly due to the reduced radiational cooling by reason of its low sky-view factor. Relative humidity measurements showed the below-canopy air to be more humid in Chapultepec with respect to the suburban parks, especially during the second half of the night. Small sky-view factor and higher water vapour content in Chapultepec help explain the lower cooling rates observed in this park.

MIM-14

## BALANCE ENERGÉTICO ATMOSFÉRICO Y CAPA LÍMITE SUPERFICIAL EN EL VALLE DE MÉXICO

Luis García, David Rivas, Adalberto Tejeda y Ernesto Jauregui

Posgrado en Ingeniería Ambiental, DEPI, UNAM

Se presentarán análisis comparativos de seis campañas de mediciones de las características de la capa límite superficial en el valle de México, la tabla 1 resumen los sitios y fechas de las campañas de medición así como los instrumentos utilizados en cada campaña.

### FECHA LUGAR

Mayo 1992: Termoelct. Valle Méx. (Mediciones con Radiómetro Neto)

Sept. 1993: Plan Texcoco (Mediciones con Radiómetro Neto, Anemómetro Sónico y placas Campbell para radiación neta)

Dic. 1993: Palacio de Minería (Mediciones con Radiómetro Neto, Anemómetro Sónico)

Jul-Oct. 1994: Tres sitios suburbanos y uno rural (Mediciones con Radiómetro Neto, Anemómetro Sónico)

Agosto 1994: Plan Texcoco (Mediciones con Radiómetro Neto 2 niveles, placas Campbell y Sist. Razón de Bowen)

Jun-Ago 1994: Iztacala, Iztapalapa, UNAM y Texcoco (Mediciones con Radiómetro Neto 2 niveles, placas Campbell y Sist. Razón de Bowen)

May-Jul. 1995: Pedregal de San Ángel (Mediciones con Radiómetro Neto 2 niveles, placas Campbell y Sist. Razón de Bowen).

Tabla 1. Resumen de las mediciones de balance energético atmosférico realizadas en el Valle de México.

Se mostrará que el uso del suelo así como la estación del año juegan un papel importante en el balance energético atmosférico y en la generación de turbulencia mecánica y termodinámica. Las campañas de medición del balance energético de este trabajo, se han efectuado en áreas densamente edificadas del centro de la ciudad con cercanía a áreas verdes (Tacubaya y Minería); en zonas escolares que se pueden catalogar de suburbanas (Iztapalapa, Iztacala y Ciudad Universitaria), o en ambientes rurales o suburbanos (Plan Texcoco y Pedregal de San Ángel).

Los datos de intercambio vertical turbulento son analizados en términos de la teoría de similitud de Monin Obukov.

MIM-15

## EL USO DEL SUELO Y SU IMPACTO EN EL CLIMA DE ALGUNAS CIUDADES DE MÉXICO

Juan Cervantes Pérez, Víctor L. Barradas Miranda y Adalberto Tejeda Martínez

Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana  
Instituto de Ecología, UNAM

La urbanización implica cambios en los materiales constituyentes de la superficie, lo que significa una alteración de las propiedades aerodinámicas, radiativas, térmicas e hídricas; las que a su vez modifican el balance de energía, masa y momento y llevan a la generación del «clima urbano», comúnmente caracterizado por el aumento de temperatura («isla de calor»), pobre calidad del aire, etc.

En diversos estudios se ha mostrado que la variación espacial de las variables climáticas urbanas presentan patrones fuertemente influenciados por la composición de la superficie urbana, y que dichos patrones pueden tener variaciones que pueden ser tan intensas en un espacio relativamente pequeño, como las que se presentan entre el centro de una ciudad grande y sus alrededores.

En este trabajo se presentan algunos aspectos de la variación temporal y/o espacial de algunas variables climáticas, relacionadas con propuestas simples del uso del suelo, en tres ciudades de México con climas diferentes: Ciudad de México (2400 msnm); Xalapa (1400 msnm) y Villahermosa (9 msnm). Las mediciones de temperatura y humedad del aire realizadas se hicieron con un vehículo instrumentado o a pie.

Los resultados muestran de manera cualitativa la influencia del uso del suelo en el comportamiento espacial y/o temporal de las variables medidas y calculadas.

MIM-16

## DETECTION OF THE INDUSTRIAL PLANTS VIOLATING PRESCRIBED EMISSION RATES

Skiba Yuri

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

A pollution transport problem and its adjoint are formulated in order to monitor mean pollution concentration values in a few ecologically important zones. The problem considered is to detect the industrial plants that work with emission rates exceeding prescribed values. These plants are responsible for excessive polluting the zones. The problem is of great practical and mathematical interest and is not trivial for time-dependent emission rates. In this work, we give a solution of this problem in the case of invariable emission rates. The method is based on using average pollution concentration values in  $K$  zones where  $K$  is no less than the number  $N$  of industrial plants under consideration. With the help of solutions of  $K$  adjoint transport problems (for each zone) the problem is reduced to a system of linear equations with a rectangular matrix  $A$ . If  $K=N$  then  $A$  is square. In the general case ( $K>N$ ), the linear system can be solved by means of least squares. The solution gives true emission rates of the industrial plants. By comparing them with the prescribed values one can detect the plants-infringers. It is noted that the solution obtained by means of

least squares is less sensitive with respect to errors in the system parameters and measurements. Varios tipos de the average pollution estimates in the zones are considered.

MIM-17

### EXPERIMENTOS NUMÉRICOS DEL TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Valentina Davydova-Belitskaya<sup>1</sup> y Yuri N. Skiba<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara

E-mail: vdauidov@udgserv.cencar.udg.mx

<sup>2</sup> Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

El impacto de las emisiones industriales sobre la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se estimó a través de las concentraciones promedio de un contaminante en algunas zonas ecológicamente importantes: Parque Colomos (principal área verde de la ciudad), zona del Centro Histórico y Parque Zoológico. Se estudia la dependencia de estas estimaciones con el viento y con las localizaciones y tazas de emisión de las plantas industriales.

El estudio se basó en el uso de varias soluciones de dos modelos: el modelo de transporte de contaminantes y su adjunto. Se muestra que las soluciones del modelo adjunto proveen información importante sobre el papel que cada fábrica juega en el proceso de contaminar una u otra zona ecológica. Tales soluciones se calculan con ayuda de los esquemas en diferencias finitas basados en el método de separación y son balanceados, absolutamente estables y de segundo orden de aproximación respecto a todas las variables del problema.

Los experimentos numéricos fueron realizados para dos tipos de viento climático: vientos dominantes en temporada húmeda y los dominantes en temporada seca, calculados utilizando las observaciones de ocho estaciones de monitoreo ecológico y ambiental ubicadas sobre la ZMG a cargo de la Comisión Estatal de Ecología en Jalisco.

Como fuentes de contaminación se seleccionaron cinco establecimientos industriales o fuentes estacionarias de ubicación real, aunque la concentración de emisiones para experimentos numéricos en el problema directo de transporte de contaminantes se basó en estimados.

Entre los resultados más importantes obtenidos durante la investigación realizada se puede nombrar

- Realización computacional de ambos modelos en FORTRAN
- Estimación de los niveles de contaminación en las zonas de interés bajo la influencia de las cinco fuentes de emisiones predeterminadas
- Estimación de las funciones de peso  $g(i, j)$  para cada una de las fuentes de emisión preseleccionadas y para cada tipo de viento dominante
- Análisis del comportamiento en el tiempo de  $g(i, j)$  para cada una de las fuentes preseleccionadas.

MIM-18

### EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MEXICALI (1997-1998)

Margarito Quintero Núñez y Tenoch Quintana Alvarado  
Instituto de Ingeniería, UABC

El trabajo llevado a cabo en la evaluación de la calidad del aire de la ciudad de Mexicali, para lo cual se tomo en cuenta la base de datos registrados durante 1997 y 1998 en los 6 monitores establecidos en varias zonas de la ciudad, manifiestan violaciones a la norma aplicada a CO, O<sub>3</sub> y PM<sub>10</sub>. El CO es el que manifiesta mas excesos sobretodo en los meses de invierno, i.e. noviembre, diciembre y enero (más de tres veces por mes). El segundo en importancia en cuanto a gases se refiere seria el O<sub>3</sub>. Las violaciones a la norma del parte de las PM-10, así como de las partículas suspendidas totales (PST) se dan durante la mayor parte del año, independientemente de la estación.

Estos excesos a la norma de los gases se derivan de las emanaciones vehiculares fundamentalmente, lo cual origina una contaminación tipo «Los Angeles» también conocida como «fotoquímica», que se manifiesta sobretodo al mediodía con la formación clásica de ozono. La contaminación por partículas se da más intensamente en las zonas con características rurales como son el Ejido Puebla y la Colonia Progreso, al sur y oeste de la ciudad, respectivamente. En base a lo anterior y de acuerdo al Programa Frontera XXI establecido entre México y los EEUU para el saneamiento de la franja limítrofe común de 100 Km en ambos lados, Mexicali tiene la clasificación de zona de no cumplimiento por rebasar los estándares de la calidad el aire en cuanto a CO, O<sub>3</sub> y PM-10 se refiere, al igual que otras ciudades establecidas en esa zona.

Los problemas de contaminación del aire de la ciudad de Mexicali en cuanto a gases, se derivan de la existencia de una flotilla vehicular de usuarios (un automóvil por cada tres habitantes de Mexicali) y taxis, de una flota de autobuses urbanos y camiones viejos, gran parte de ellos importados de segunda mano de los Estados Unidos que comunmente no cumplen con las normas de emisiones debido a que no han sido objeto de un adecuado mantenimiento antes de su venta, además las autoridades locales no han planeado ni diseñado eficientemente calles y avenidas para permitir un tráfico fluido. Asimismo hay que considerar las aportaciones de la quema de residuos de cosechas en la zona rural, de la operación de la geotermoelectrica con sus descargas de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>, así como de la existencia de una gran cantidad de ladrilleras en el valle que queman material diverso.

En relación a las partículas suspendidas, el valle de Mexicali constituye un área de PM-10, por la abundancia de tierra limo y las dunas de arena, por la vegetación desértica o los campos ociosos no sembrados, por las calles no pavimentadas en el área suburbana de la ciudad y por los caminos vecinales compactados en la zona rural, por la aplicación aérea de pesticidas, por el polén de las gramíneas y de la espuma del agua residual del rio Nuevo que transporta microorganismos patógenos en la zona no encasillada, y por la presencia de vientos dominantes del noroeste en el invierno y del sureste en el verano que hacen de Mexicali una ciudad de tolvaneras.

Se puede concluir que va a ser difícil eliminar la presencia de las partículas PM-10 por la naturaleza del valle, y otros factores arriba enunciados, pero se puede controlar con al menos la pavimentación de más avenidas en la ciudad, y con un aumento de las áreas verdes. La disminución de los gases se dará a medida que se actualice la flota vehicular de usuarios ciudadanos así como de taxis y camiones urbanos y se disminuyan las quemaduras de residuos agrícolas y la combustión al aire libre para el cocimiento de ladrillos. De ahí que van a seguir manifestándose las enfermedades alérgicas en Mexicali, las cuales pueden derivar en infecciones respiratorias agudas que van de la mano con la contaminación del aire.

Para esto es importante lograr que el municipio de Mexicali con auxilio de las instituciones académicas locales se encargue de la administración de las 6 estaciones de monitoreo actualmente a cargo de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA por sus siglas en inglés) para contar con información en tiempo real y poder establecer programas como el de los IMECAS, de contingencia en caso de afectación a la salud y el programa de verificación vehicular; y de desarrollar proyectos de investigación de manera independiente tales como el estudio de la capa de mezcla, del establecimiento de modelos de dispersión de contaminantes y de las inversiones térmicas que se sospecha se dan en Mexicali sobretodo en el invierno, todo lo anterior para beneficio del conocimiento del área y de la comunidad en general.

MIM-19

### **ANÁLISIS DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, PERIODO 1994–1999**

Davydova-Belitskaya Valentina y Alejandro Martínez Zatarain  
Departamento de Física, Instituto de Astronomía y Meteorología,  
CUCEI, Universidad de Guadalajara  
E-mail: v davidov@udgserv.cencar.udg.mx

En este trabajo se dan algunos resultados del análisis sobre niveles de contaminación en la ZMG en relación a variaciones climáticas y eventos extremos causados por estos. Seis años de observaciones sobre ozono ( $O_3$ ), partículas suspendidas fracción respirable ( $PM_{10}$ ), bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), monóxido de carbono (CO) y bióxido de azufre ( $SO_2$ ) de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA) situada en el territorio de la Zona Metropolitana de Guadalajara arrojan una importante base de información sobre la calidad del aire. El análisis cuantitativo de esta información permitió determinar que los principales contaminantes en el problema de contaminación atmosférica de la ciudad fueron ozono y partículas de fracción respirable.

Sin embargo, cada año presenta un comportamiento de contaminantes muy particular que puede deberse en gran medida a:

1. Variaciones climáticas y eventos extremos particulares de cada año del análisis;
2. Actualización de los reglamentos sobre emisiones para industrias y transporte;
3. Violaciones y/o irregularidades en el cumplimiento de los criterios sobre emisiones para industria y parque vehicular.

Se determinó que los años 1995 y 1996 se caracterizaron por altos niveles de ozono, mientras que los años 1997, 1998 y 1999 establecieron valores record para  $PM_{10}$ , de tal manera que, los promedios anuales para la ZMG durante estos años (57.4, 73.4 y 65.0  $\mu g/m^3$  respectivamente) superaron el promedio de exposición crónica, 50.0  $\mu g/m^3$ . Entre éstos tres años el 98 resalta por la frecuencia extremadamente alta de días con calidad del aire “mala” (200 a 299 IMECAs) y “muy mala” (300 IMECAs) registrados principalmente en abril y mayo.

Dado a que los incendios forestales ocurridos en abril–mayo de 1998 fueron los responsables de niveles record en los valores de contenido de  $PM_{10}$  en el aire de la ciudad, se evaluaron las condiciones climatológicas que antecedieron a dichos eventos mediante técnicas de predicción del riesgo de incendios forestales adaptadas por la OMM.

Entre los resultados se puede nombrar

1. Creación de un archivo de datos ambientales para la ZMG
2. Desarrollo de una metodología para pronosticar niveles de riesgo por incendio en zonas boscosas aledañas a la urbe.
3. Definición del periodo de máximos niveles de contaminación relacionados con eventos de incendios forestales.
4. Se encontró que en algunas zonas determinadas como potencialmente contaminadas, eventos de incendios forestales contribuyeron a producir niveles de alto riesgo a la salud humana.

MIM-20

### **DETERMINACIÓN DE ALGUNOS PRECURSORES DE OZONO TROPOSFÉRICO EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Guillermo Montero Martínez  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

El Centro de Ciencias de la Atmósfera ha llevado a cabo proyectos para la determinación de carbonilos en la troposfera baja sobre el Valle de México, tanto en fase gaseosa como en partículas y en lluvia. Durante los muestreos se han utilizado diferentes instrumentos con la misma la técnica de fijación: reacción de los carbonilos presentes con 2,4-dinitrofenilhidrazina, con lo que se obtienen hidrazonas más estables para su análisis. Éstos son realizados mediante cromatografía de líquidos con técnicas que han probado ser efectivas, pero cuya eficiencia en cuanto al número de compuestos por determinar es limitada. En este trabajo se presenta la descripción de una modificación a la técnica cromatográfica, mediante la introducción de un programa de elución ternaria con gradiente, con la que es posible determinar más de once carbonilos diferentes en un solo análisis. Las modificaciones incluyen el proceso de obtención de estándares de los compuestos a determinar, consistente en la purificación mediante la recristalización del precipitado de la reacción entre la 2,4-dinitrofenilhidrazina y el carbonilo correspondiente según el procedimiento de Shiner. El uso de otros solventes, como acetoneitrilo, para este último paso ha logrado resolver el problema de la purificación de cristales para carbonilos con más de 5 carbonos en la molécula. Los cristales así obtenidos no muestran la aparición de otros picos en las pruebas cromatográficas utilizadas para determinar su pureza. Las curvas de

calibración obtenidas con este método para cada uno de los carbonilos son lineales y permiten identificar aquéllos de la técnica original y otros más a un menor costo de operación.

MIM-21

### **MODELO LINEAL PARA PARTÍCULAS PM10 Y MATERIA ORGÁNICA EXTRAÍDA**

José Luis Bravo y Omar Amador Muñoz  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se analizan dos años de mediciones de aerosoles atmosféricos de radio menor o igual que 10 micras y materia orgánica extraída. Los muestreos se realizaron en el Campus de la Ciudad Universitaria en la Ciudad de México y simultáneamente a ellos se hicieron mediciones de parámetros meteorológicos como temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y de radiación solar, en el mismo sitio de muestreo de aerosoles. Se ajustaron por mínimos cuadrados varios modelos multilíneales con el propósito de realizar pronóstico a corto plazo y además estimar la importancia de los parámetros meteorológicos en la explicación de la variabilidad de la concentración de partículas PM10 y de la materia orgánica extraída de los muestreos y determinar cuales parámetros meteorológicos son los más significativos en la explicación de dicha variabilidad y se analiza la bondad de cada modelo ajustado. Se ha incluido en los modelos un término autoregresivo para estimar la influencia de la permanencia de los aerosoles en la atmósfera. Se tiene también una muestra independiente al ajuste de los modelos que permite evaluar la bondad de los pronósticos a corto plazo.

Los resultados muestran que la parte autoregresiva del modelo es la que explica mayor varianza poniendo de manifiesto la importancia de la permanencia de los aerosoles en la atmósfera de la Ciudad de México. Son parámetros importantes también la magnitud de la velocidad del viento y la temperatura ambiente. Se detectó además tendencia en el conjunto de datos.

MIM-22

### **ESTUDIO PRELIMINAR DE NUCLEOS DE CONDENSACION DE NUBES EN LA ATMOSFERA DE LA CD. DE MEXICO**

T. Castro, D. Baumgardner, L. Alfonso y G. Raga  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Los núcleos de condensación de nubes (CCN) son muy importantes para la formación de nubes. En el pasado se han realizado muchas mediciones de CCN en áreas rurales y en el mar pero hay pocas mediciones para grandes ciudades. Ciertos aerosoles urbanos pueden formar CCN y posteriormente afectar el desarrollo de nubes y con ello, la precipitación pluvial.

Por otro lado, el estudio de CCN dentro del contexto de exportación de aerosoles fuera de la Zona Metropolitana de la Cd. de México (ZMCM) es de suma importancia ya que estos aerosoles pueden generar nubosidad que no se presentaría en condiciones normales, lo que conduciría a cambios tanto en la agricultura como en la hidrología local.

Se analizan datos para un mes (13 de julio al 13 de agosto, 2000) obtenidos con un contador de CCN y un contador de núcleos de condensación (CN). Este estudio es el primero de su género realizado en la Cd. de México. Los resultados preliminares muestran que algunas veces la concentración de CN es mayor que 40,000 cm<sup>-3</sup> y la concentración de CCN es mayor que 6000 cm<sup>-3</sup>. La concentración de CCN en una atmósfera sin contaminación normalmente es menor que 1000 cm<sup>-3</sup>, por lo que el efecto de los CCN en la atmósfera de la Cd. de México puede ser muy significativo. Se utiliza un modelo de nubes para evaluar el efecto que tienen los CCN de la ciudad en el desarrollo de precipitación en nubes convectivas.

Otro resultado de este estudio es que la fotoquímica puede jugar un papel importante en la formación de aerosoles urbanos que son potencialmente formadores de núcleos de condensación.

MIM-23

### **RELACIONES ENTRE PM-10 EN SUPERFICIE Y NUBES CONVECTIVAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

G.B. Raga, D. Baumgardner and F. Oropeza  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

En un estudio reciente de electrificación en nubes convectivas (Lyons et al., 1998) se comprobó que el humo proveniente de incendios forestales ocasionó un cambio significativo en el número de descargas eléctricas positivas. No resulta nada claro cuál sería el mecanismo físico que causaría esta anomalía. Asimismo, en un trabajo aún más reciente por Rosenfeld (2000) se puede comprobar que las emisiones antropogénicas están modificando las características de las nubes convectivas.

La Ciudad de México se encuentra ubicada en un altiplano rodeado por montañas y es notoria por su problema de contaminación del aire, en particular por las elevadas concentraciones de ozono y de materia particulada. En este estudio investigamos si las emisiones de la Ciudad de México están afectando las características de las nubes convectivas que se desarrollan en la misma. Utilizamos las observaciones de partículas con diámetros menores a 10 micrómetros (PM-10) en superficie, obtenidas por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Gobierno del Distrito Federal. Dichas mediciones se obtienen en forma horaria con el método TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance). Asimismo, utilizamos las imágenes de satélite GOES-8, para obtener ciertas características de las nubes convectivas.

El área de estudio fue dividida en 2 zonas: noroeste (NO) y suroeste (SO), y se procedió a comparar las observaciones en superficie y derivadas de satélite en ambas zonas. Se utilizaron los meses de julio a noviembre (época de lluvias) de 1997 y 1998. Los resultados indican que las observaciones de PM-10 realizadas en el SO en 1998 son significativamente diferentes que las del NO y también que ambas zonas en 1997. El análisis de los parámetros derivados de las imágenes de satélite sugiere que en la zona SW en 1998 los núcleos convectivos son más numerosos, cubren una superficie mayor y tienen topes más fríos que en la zona NO. Este resultado se relaciona directamente con observaciones de actividad eléctrica en ambas zonas, determinadas por Smith y Baker (comunicación personal, University of Washington) a partir del sensor LIS en el satélite TRMM. Esta correlación preliminar sugiere

que habría un vínculo entre las partículas en superficie y ciertas características en las nubes convectivas que podrían relacionarse con la actividad eléctrica en las mismas.

Lyons et al, 1998: Enhanced positive cloud-to-ground lightning in thunderstorms ingesting smoke from fires *Science*, 282, 77-81.

Rosenfeld, D., 2000: Suppression of rain and snow by urban and industrial air pollution *Science*, 287, 1793-1796.

MIM-24

### **MEDICIONES DE DISTRIBUCIONES DE GOTITAS DE NIEBLA EN DIVERSAS ESCALAS ESPACIALES**

F. García-García y Ulises Virafuentes  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se analizaron datos históricos de espectros de gotitas de niebla en un sitio de la Depresión Central de Chiapas. Las concentraciones y distribuciones por tamaño fueron obtenidas haciendo uso de una plataforma móvil de muestreo para estudios de microfísica de nubes, equipada con un espectrómetro de gotas de dispersión frontal (rango nominal: 2 a 60 micrómetros de diámetro). La técnica utilizada resulta adecuada para investigar la estructura microfísica de niebla en escalas del orden de centímetros. Las pruebas estadísticas aplicadas a segmentos de la nube indican la variabilidad de las características microfísicas en diversas escalas espaciales. En este trabajo se presentan los resultados de dicho análisis y se discuten sus posibles implicaciones en diversos procesos del desarrollo de la niebla.

MIM-25 CARTEL

### **PROCESADOR MICROMETEOROLÓGICO (PROMI) PARA LA GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE TURBULENCIA ATMOSFÉRICA REQUERIDA PARA SIMULAR LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES A PARTIR DE LA METEOROLOGÍA CONVENCIONAL PARA UNA REGIÓN TROPICAL**

Lopez Martinez Jose, Salcido Gonzalez Alejandro y Saldaña Flores Ricardo  
Instituto Mexicano del Petroleo  
Instituto de Investigaciones Electricas

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos por un procesador micrometeorológico (PROMI) para la generación de la información de la turbulencia atmosférica requerida para realizar la simulación de la dispersión de contaminantes, utilizando la información de meteorología convencional. Este procesador utiliza la parametrización de la velocidad de fricción con la intensidad del viento y de la covarianza  $W'T'$  con la intensidad del viento en la horizontal y la temperatura ambiente. Estas parametrizaciones fueron obtenidas a partir de la información meteorológica convencional y turbulenta recopilada de dos campañas de medición realizadas en Salamanca, Guanajuato y Salina Cruz, Oaxaca. El estudio consistió en analizar la información meteorológica convencional (velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, humedad relativa y radiación global) y la turbulenta (velocidad de fricción y convectiva, temperatura de escala convectiva, longitud de Monin Obukhov, flujo de calor sensible y energía cinética turbulenta). Del análisis se esclareció la tendencia

estadística en el comportamiento de los parámetros meteorológicos convencionales y turbulentos. Se analizaron diversas funcionalidades, ajustando los coeficientes para minimizar las diferencias entre lo observado y estimado, utilizando para ello el método de Newton - Raphson. Los resultados de la turbulencia generados a través de las parametrizaciones, obtenidas de este análisis, se compararon con las medidas experimentalmente, encontrando una aproximación satisfactoria. Además las parametrizaciones propuestas fueron aplicadas en diversas regiones, Minatitlán, Veracruz y de Cuernavaca, Morelos, obteniendo resultados similares. Se realizó la simulación de la dispersión de bióxido de azufre utilizando información medida de turbulencia atmosférica y la generada por PROMI, ambos resultados fueron comparados con la medición real de bióxido de azufre, obteniendo resultados positivos.