

Mesa No. 4 CONTAMINACION

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Ponente: FRANCISCA ALDAPE UGALDE



Ponencia: DETERMINACION DE TAMAÑO DE PARTICULA Y CONTENIDO
DE METALES EN LA ATMOSFERA DE LA ZMCM

F. Aldape, J. Flores M., R.V. Díaz y R. García G.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Entre los problemas más graves que actualmente ocupan la atención mundial están indiscutiblemente la explosión demográfica, el abatimiento de fuentes de energía y la contaminación ambiental. Nuestro país y en particular la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) no es la excepción en cuanto se refiere a los problemas mencionados. Como resultado de una gran concentración urbana, del incremento de actividades industriales, el aumento en el parque vehicular, la destrucción de áreas forestales y la realización de diversas actividades humanas, diariamente se depositan en la atmósfera de la ZMCM cantidades considerables de elementos tóxicos que la deterioran día con día. Los elementos tóxicos se incorporan a la atmósfera en forma de materia particulada (incluyendo metales pesados) y gases (bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono, etc.).

Actualmente se considera que un exceso en el complejo bióxido de azufre/partícula en suspensión es el principal contaminante que puede afectar la salud y el bienestar general de la población [1]. Las altas concentraciones de bióxido de azufre y de partícula suspendida (con frecuencia llamada aerosol) causaron graves incidentes hace poco más de cuarenta años en ciudades como Londres (R.U.) y Donora, Pa. (EE.UU.) y hace aproximadamente treinta años en Nueva York, N.Y. (EE.UU.) [2]. La historia de nuestro país también registra un suceso lamentable ocurrido en 1950 en la ciudad de Poza Rica, Ver. estando presentes los mismos contaminantes que en los casos anteriores [3]. Lo anterior justifica la necesidad de realizar investigaciones que permitan identificar los elementos tóxicos que se encuentran en la atmósfera dentro de la fracción respirable, la distribución de éstos de acuerdo a su tamaño y su variación en el tiempo.

La solución a este grave problema de la contaminación requiere de un conocimiento profundo del mismo. Este debe basarse en mediciones precisas de los contaminantes dispersos en el aire, principalmente en zonas estratégicas tales como el noroeste, suroeste y centro de la ciudad de México. Las mediciones deben involucrar la determinación de la composición elemental y la distribución de tamaño de partícula así como su variación en el tiempo ya que de esto depende el impacto ecológico y toxicológico de los contaminantes. En torno a este problema se han realizado recientemente diferentes investigaciones sobre las propiedades de los aerosoles ya mencionadas [4, 5, 6]. Sin embargo, algunos aspectos como la distribución de tamaño de partícula con respecto a la concentración del elemento tóxico y la fuente que los produce no han sido completamente estudiados. En este trabajo se presentan los avances logrados en los aspectos antes mencionados.

OBJETIVOS

Esta investigación se concretó a detectar la presencia de elementos contaminantes dispersos en la atmósfera de la ZMCM en el intervalo de la fracción respirable, determinar sus concentraciones en función de su tamaño y estudiar el comportamiento temporal de los mismos durante el otoño de 1993.

METODOLOGIA Y TECNICA UTILIZADA

La colección de muestras de materia particulada (aerosoles), se llevó a cabo durante seis horas en siete días alternados, cubriendo así los días de una semana realizándose simultáneamente en tres sitios diferentes de la ciudad: Centro Histórico, Plateros y Pedregal. Los colectores utilizados son del tipo Stacking Filter Unit (SFU) [7], diseñados en el laboratorio nuclear Crocker de la Universidad de California, Davis. Estos consisten de dos etapas dotadas una de ellas con un filtro de nuclepore y la otra con una película de teflón. Este tipo de colectores permite separar las partículas en dos tamaños: masa "gruesa" de 2.5 a 15 μm y masa "fina" para partículas menores de 2.5 μm . Las muestras no requieren de ninguna preparación previa o posterior a la colección lo que reduce al mínimo el riesgo de contaminarlas o perder material de ellas. El análisis de las muestras se efectuó mediante la técnica de rayos X inducidos por protones (Proton Induced X ray Emission: PIXE). Estas fueron irradiadas con un haz de protones (suministrados por un acelerador) el cual al interactuar con los átomos de la muestra produce un espectro característico de rayos X. A partir de éste se pueden identificar los elementos presentes así como determinar sus concentraciones.

RESULTADOS Y LOGROS ALCANZADOS

Los elementos detectados en este estudio fueron 16: Al, Si, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn y Pb. La presencia de ellos depende de las actividades humanas así como de las variaciones del clima tales como lluvias, vientos, nubosidad, temperatura, etc.

Las concentraciones de estos elementos van desde unos cuantos nanogramos hasta uno o dos microgramos por metro cúbico. Para ilustrar los resultados se ha elegido al azufre. Se sabe que este elemento se encuentra disperso en el aire proveniente de diversas fuentes tales como la quema de combustibles (diesel, gasolina, carbón, etc.) para transportación, uso doméstico y procesos industriales como producción de energía, procesamiento del petróleo y fundición de minerales, entre otros [8, 9].

Tanto el bióxido de azufre como las partículas en suspensión se les considera conjuntamente, como el complejo bióxido de azufre/partícula en suspensión, debido a que ambos se encuentran asociados en la atmósfera de las ciudades y a que el bióxido de azufre se transforma en partículas. El resto de las partículas de este complejo incluye desechos de polvos, carbón, humo y diversos compuestos químicos de toxicidad variable como Al, Si, Fe, C, P, etc. [1].

Los elementos del complejo bióxido de azufre/partícula suspendida tienen efectos tóxicos importantes sobre los tejidos del aparato respiratorio; provocan irritación de éste y agravan los síntomas de personas con enfermedades pulmonares (bronquitis crónica, asma). También se ha reportado que producen enfermedades respiratorias agudas, especialmente en los niños y que aumentan en ellos la susceptibilidad a las infecciones de este tipo [1].

Las figuras 1a y 1b muestran respectivamente la variación temporal de la concentración de partícula gruesa y fina de azufre (en ng/m^3) medidas simultáneamente en tres sitios diferentes de la ciudad a fines del año de 1993. La principal diferencia encontrada al comparar estos histogramas es que la concentración de la partícula fina ($2.5 \mu\text{m}$ y menores) es varias veces mayor que la correspondiente a la de partícula gruesa ($2.5 \mu\text{m}$ a $15 \mu\text{m}$) la cual en pocas ocasiones rebasa los $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En los primeros meses de 1994 se realizó una jornada de monitoreo ambiental con las mismas características que la anterior. Los colectores utilizados en este caso fueron impactores de cascada con el objeto de desplegar, en más intervalos, la materia particulada (aerosoles) comprendida entre 16 y $0.25 \mu\text{m}$, las partículas de tamaños menores son capturadas en un filtro posterior a la última etapa.

Un impactor de cascada o diferencial [10, 11] está constituido por una serie de etapas cuyos parámetros aerodinámicos de construcción se eligen de tal manera que partículas de diferentes tamaños se colectan de mayor a menor. Su diseño permite separar inercialmente las partículas aerotransportadas. Para lograr esto, se obliga a la muestra de aire a circular por un conducto cilíndrico cuya sección transversal disminuye sustancialmente a la salida del aparato con lo que su velocidad aumenta considerablemente en ese lugar. En seguida el volumen de aire se dirige hacia una placa circular sobre la que se impactan aquellas partículas cuyo momento inercial vence el arrastre que ejerce la corriente de aire. De acuerdo a los parámetros de diseño solo las partículas que posean un cierto tamaño mínimo (mínimo momento inercial) se impactarán en la placa, mientras que el resto será arrastrado por la corriente de aire alrededor de la placa de impacción. Este proceso continúa tantas veces como placas tenga el impactor. De esta manera se construyen automáticamente las muestras que contienen las partículas contaminantes.

Los impactores usados en este estudio están dotados de 7 etapas, capaces de separar 7 distintos tamaños de partícula que quedarán distribuidas dentro de un intervalo de 16 a $0.5 \mu\text{m}$ y de un filtro posterior que colecta aquellas partículas de $0.25 \mu\text{m}$ y menores.

Las figuras 2a, 2b y 2c corresponden al período de colección de muestras realizado en 1994. El colector usado para obtener esta información fue el impactor de cascada descrito con anterioridad. La diferencia más importante que puede mencionarse es la capacidad para separar, por tamaños, las partículas comprendidas dentro de la "fracción respirable" principalmente aquellas en el intervalo de $2.5 \mu\text{m}$ y menores a éstas que son las responsables de los efectos en la salud de los habitantes. Por otra parte, éstas contribuyen en un gran porcentaje a la disminución de la visibilidad.

POSIBILIDADES DE CRECIMIENTO Y APLICACION

Los resultados obtenidos en cuanto al número de elementos tóxicos detectados, concentraciones, tamaño de partícula, variaciones temporales, comportamientos regionales, etc., podrían aportar más información en relación al origen de ellos al estudiarse combinadamente con los parámetros ambientales (a través de un análisis multivariacional) que hayan regido durante la época de colección como son: velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad. Asimismo ha de considerarse que una colección de muestras usando simultáneamente los dos tipos de colectores, para poder capturar en un mismo sitio tanto partículas dentro de la fracción respirable (PM10) en dos tamaños y desdoblar las partículas secundarias (PM2.5) en intervalos más pequeños, podría aportar un conocimiento más amplio del comportamiento de los contaminantes en cada sitio. Un proyecto de esta naturaleza podría realizarse en corto plazo.

PERSPECTIVAS DE INTERACCION CON OTROS INSTITUTOS

Existe la posibilidad de realizar una investigación multidisciplinaria entre grupos de investigación con intereses comunes o complementarios.

REFERENCIAS

- [1] La salud ambiental en México. Daniel López Acuña, Deyanira González de León y Ana Rosa Moreno Sánchez. Universo Veintiuno, México 1987 (107).
- [2] Introduction to Environmental Health, N. Y., Blumenthal, D.S., Springer Publishing Co. 1985, 23-43.
- [3] La contaminación atmosférica en México. Sus causas y efectos en la salud. Comisión Nacional de los Derechos Humanos, México 1992.
- [4] Aldape, F.; Flores M., J.; Díaz, R. V.; Morales, J. R.; Cahill, T.A., and Sarabia, L., 1991a. Seasonal Study of the Composition of Atmospheric Aerosols in Mexico City. Int. Journal of PIXE, 355-371.
- [5] Aldape, F.; Flores M., J.; Díaz, R. V.; Miranda, J.; Cahill, T. A., and Morales, J. R., 1991b. Two Year Study of Elemental Composition of Atmospheric Aerosol in Mexico City. Int. Journal of PIXE, 373-388.
- [6] Miranda, J.; Cahill, T. A.; Morales, J. R.; Aldape, F.; Flores M., J.; and Díaz, R. V.; Determination of Elemental Concentrations in Atmospheric Aerosols in Mexico City using Proton Induced X-Ray Emission, Proton Elastic Scattering and Laser Absorption. Atmospheric Environment. En prensa.
- [7] Cahill, T. A.; Eldred, R. A.; Feeney, P. J.; Beveridge, P. J.; and Wilkinson, L. K., 1990. The Stacking Filter Unit Revisited. Trans. of the Air and Waste Management Assoc., 213-222.
- [8] OPS/OMS Oxidos de Azufre y Partículas en Suspensión. Serie Criterios de Salud Ambiental, No. 8, Washington 1982, pp 24-26.
- [9] La contaminación atmosférica en la ciudad de México. Héctor Riveros R., Ciencia y Desarrollo, Vol. XVI, No. 94, Sept.-Oct. 1990.
- [10] Marple, V. A. and Willeke, K., Atmospheric Environment 10(1976)891.
- [11] Particle Size Analysis in Estimating the Significance of Airborne Contamination, International Atomic Energy Agency, Vienna (1978).

AZUFRE PARTICULA GRUESA

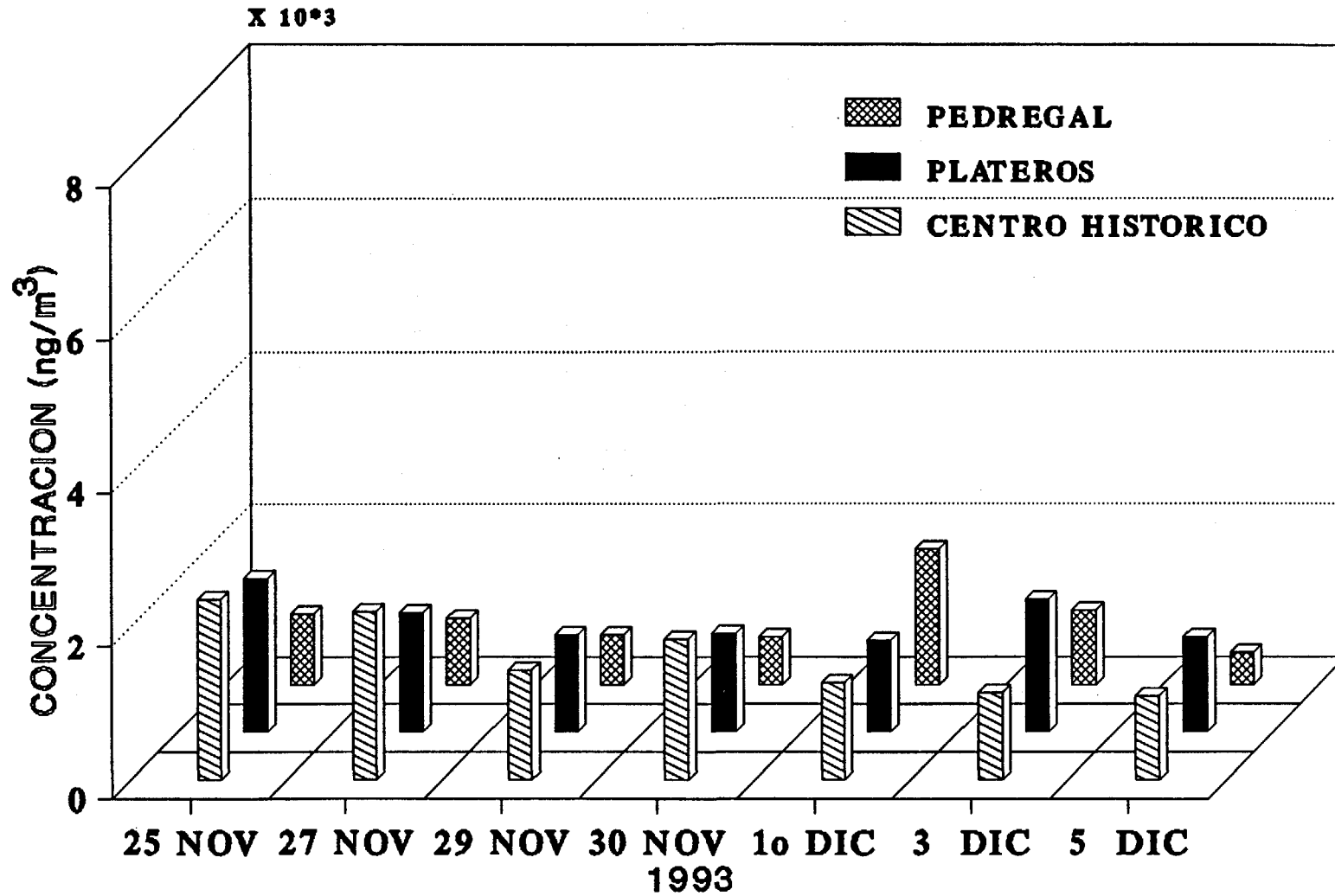


FIGURA 1a

AZUFRE PARTICULA FINA

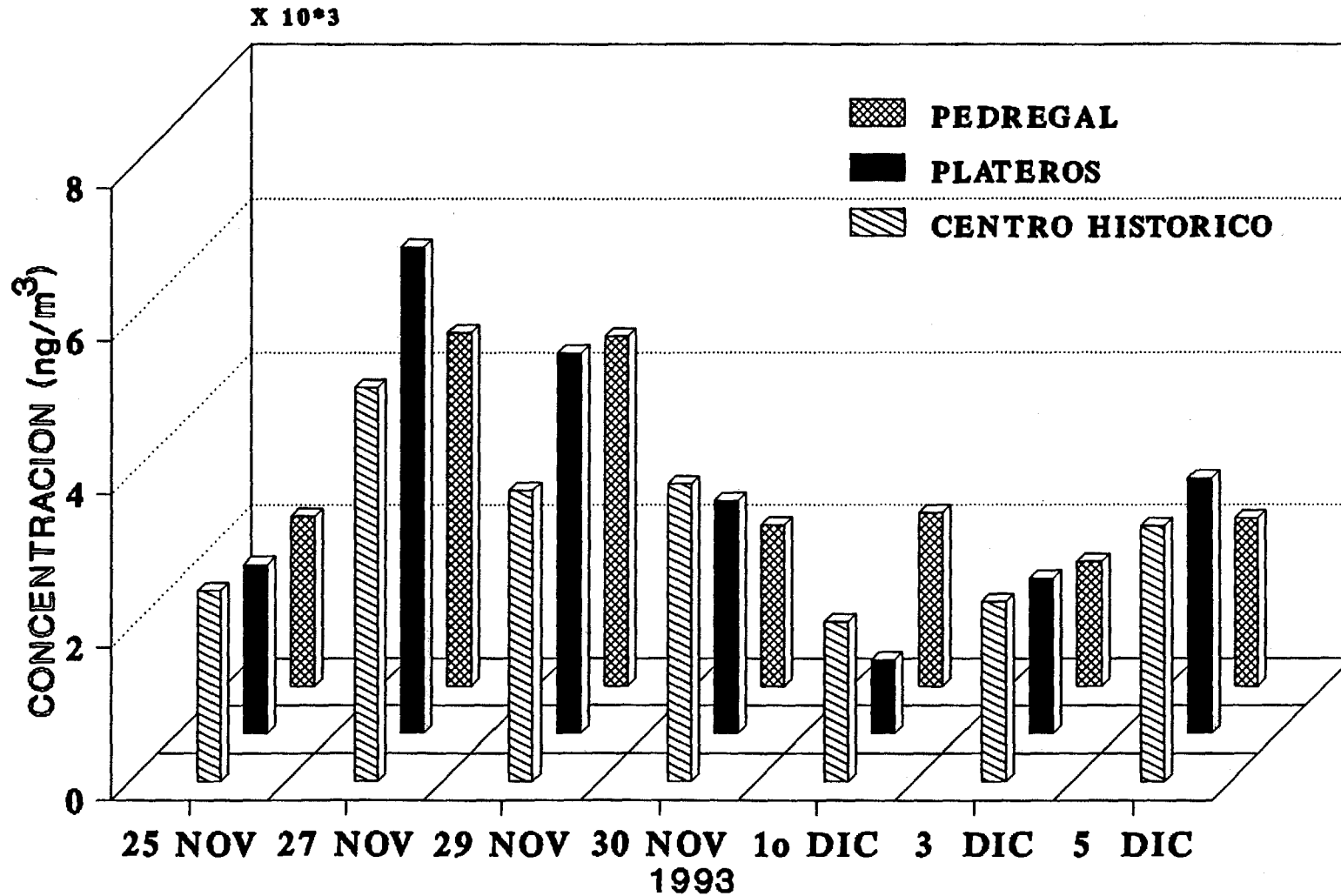


FIGURA 1b

AZUFRE CENTRO HISTORICO

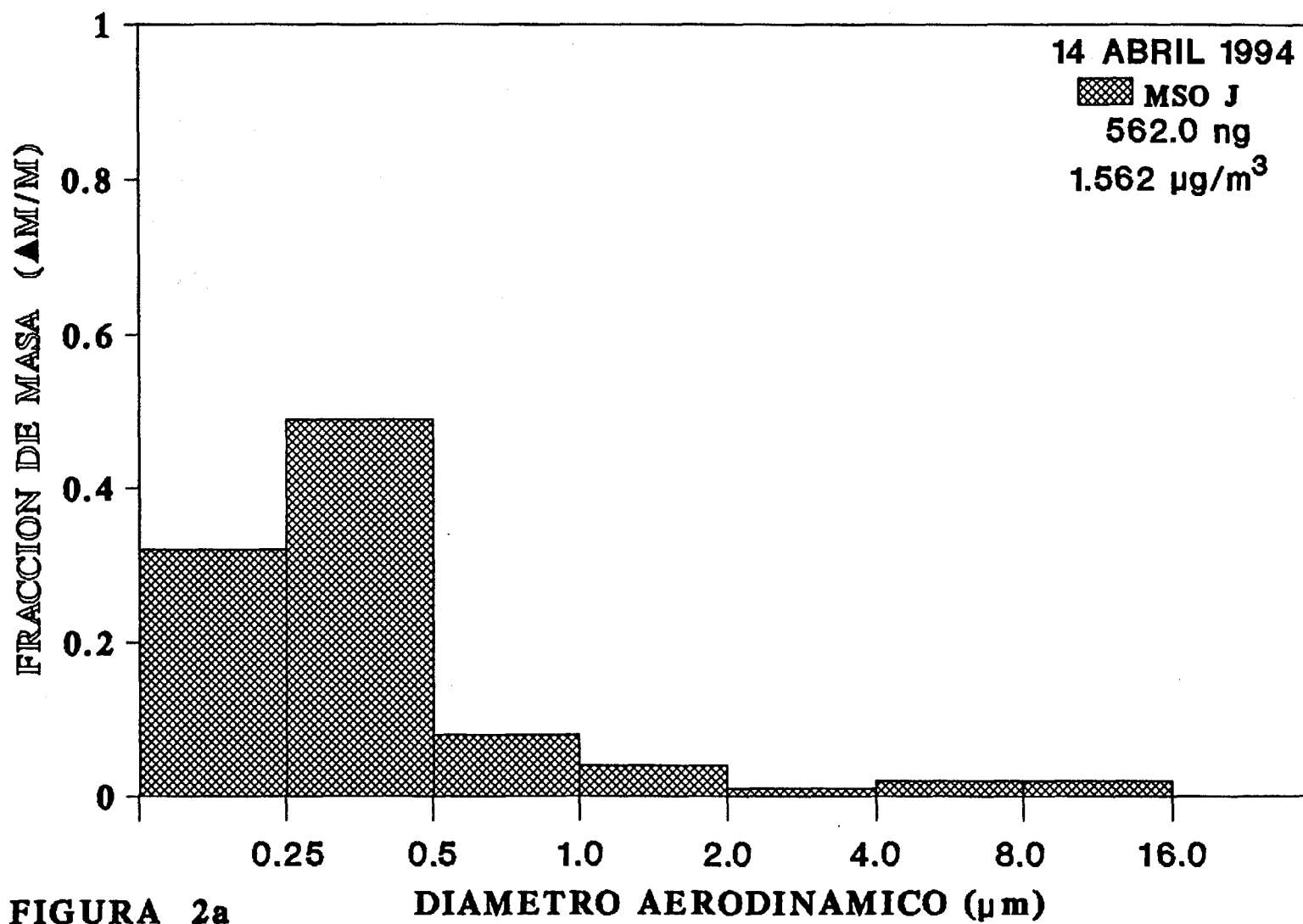
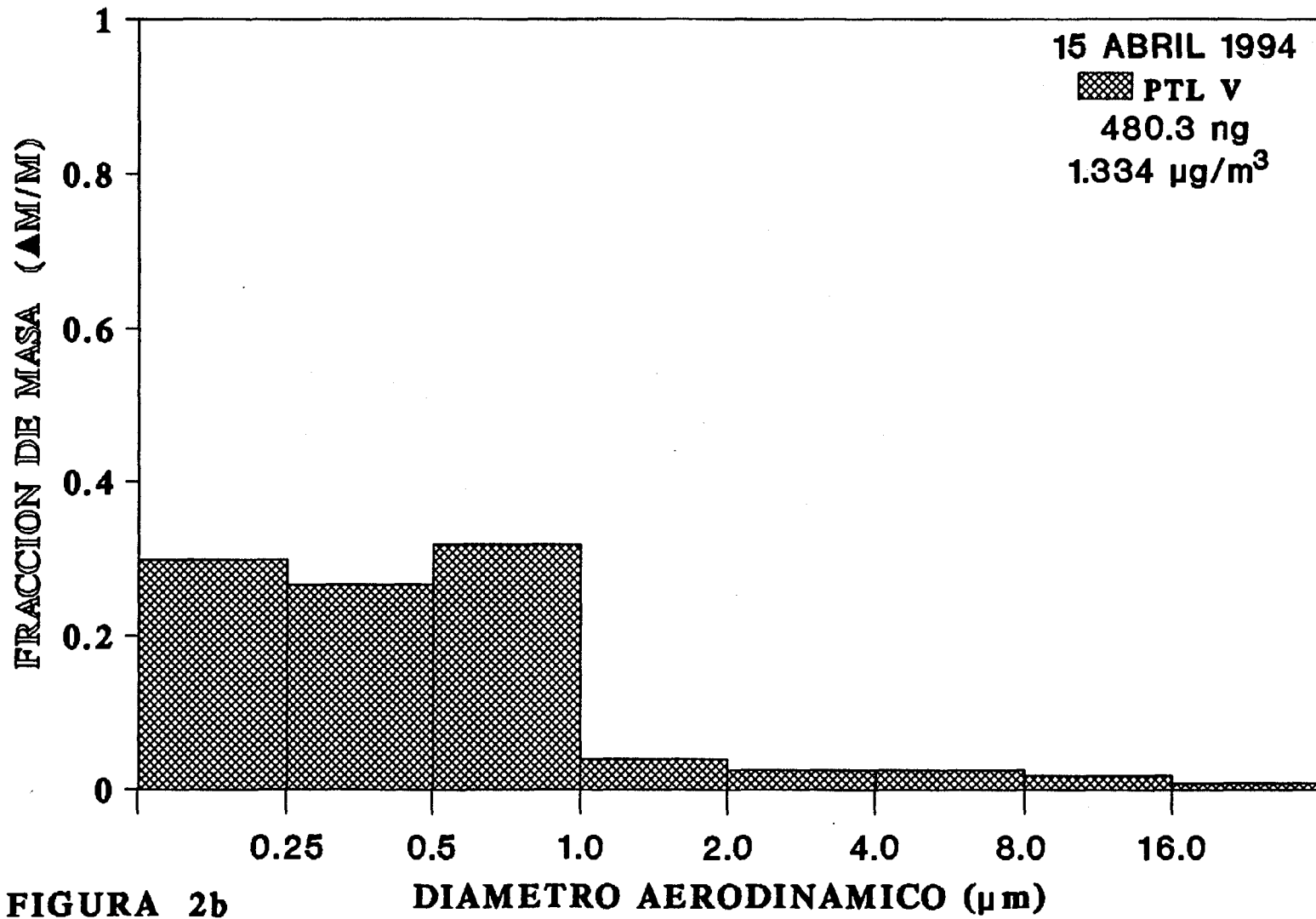


FIGURA 2a

AZUFRE P L A T E R O S



AZUFRE PEDREGAL

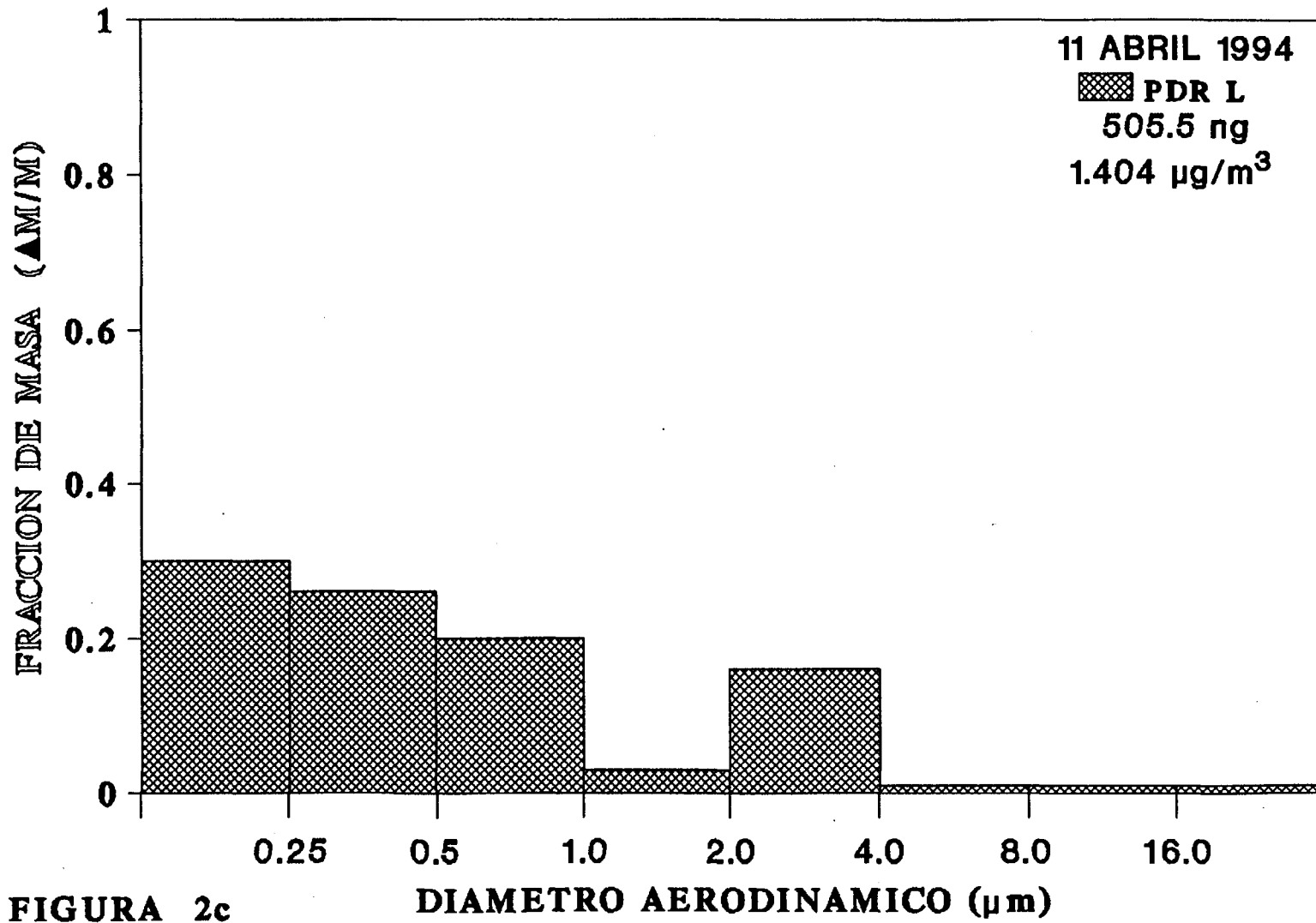


FIGURA 2c

CONCLUSIONES

**VII SEMINARIO IIE-IMP-ININ
SOBRE ESPECIALIDADES
TECNOLÓGICAS.
CONCLUSIONES
MESA 4 PROTECCIÓN AMBIENTAL**

En esta mesa se presentaron diez ponencias, cuatro del IIE, tres del IMP y tres del ININ.

La asistencia promedio durante las sesiones fue de treinta y ocho personas, entre ellos la presencia de distinguidos invitados de Petróleos Mexicanos, la UAM y la Comisión Federal de Electricidad, a los que agradecemos su asistencia y participación.

Los temas comunes a las tres instituciones que se destacaron durante el desarrollo del seminario, fueron los siguientes : Investigación y aplicación de modelos de calidad del aire, Reedición de suelos y aguas contaminadas y Acceso a información confiable y actualizada sobre contaminación.

En cuanto a acciones futuras que los integrantes de esta mesa recomendamos seguir en el futuro inmediato, se pueden recomendar las siguientes : Campañas de caracterización de aerosoles y partículas dentro del IMADA, integrar un Grupo Trilateral para diseñar acciones específicas y Elaboración de un directorio de especialidades.