

# DETERMINACION DE METALES PESADOS EN PARTICULAS PM10 EN AIRE

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire existió aun antes del desarrollo industrial, dado que los primeros contaminantes atmosféricos eran de origen natural, los daños que se causaban no eran significativos puesto que existía de alguna manera, equilibrio ecológico. Estos contaminantes podían ser desde polvo y humo, hasta gases y ceniza volcánica. Los primeros contaminantes antropogénicos se generaron a partir de que el hombre empezó a utilizar los combustibles fósiles para producir el fuego y así, el problema aumentaba, a medida que la población también aumentaba.

En 1930 se reportaron los primeros efectos de la contaminación atmosférica, murieron 63 personas. Pero los más graves se registraron en Londres, desde 1952 hasta 1963 cuando se reportó un total de aproximadamente 7500 muertos en diversos periodos que duraron de tres a quince días. [1],[2]. Uno de los contaminantes más importantes son los metales pesados, esto se debe a que provocan daños graves a la salud y al medio ambiente aun a bajas concentraciones. Ya se conocía el saturnismo en los años 700 y 500 A.C. y para el año 1965, la enfermedad “itai-itai” había causado mas de 100 muertes. [1],[3].

Existen diversos métodos para determinar las partículas suspendidas en el aire, estos métodos generalmente consisten en tres pasos; el primero es el muestreo de partículas en filtros, el segundo es preparación de la muestra para su análisis y finalmente el tercero, el análisis instrumental de los filtros para determinar la composición de la materia que tiene retenida. Para colectar la muestra existen 5 equipos; el muestreador de alto volumen (HIVOL), el muestreador dicotomo (DICHOT), el muestreador de aire Partisol, el impactor uniforme de micro-orificio (MOUDI) y la unidad de filtro reforzado (ANSTO-SFU). Ya que se ha obtenido la muestra en el filtro, es necesario prepararla para su análisis. El filtro pasa así, por un proceso llamado digestión, el cual consiste en someter al filtro a una solución ácida y posteriormente se mantiene en un microondas a alta presión y temperatura. [6]

Las diferentes técnicas utilizadas para la determinación de los metales son; espectroscopia de absorción atómica de flama (FAAS), espectroscopia de absorción atómica de horno de grafito (GFAAS), Espectroscopia fluoescente de rayos X (XRF), espectroscopia de partículas inducidas por rayos X (PIXE), espectroscopia de emisión atómica inducida por plasma (ICP-AES), espectroscopia de masas inducida por plasma (ICP-MS), Análisis de activación de neutrones (NAA), espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS), cromatografía de iones para metales solubles y microscopía electrónica para análisis cualitativos. [6]

## Discusión:

Se han llevado a cabo muchos trabajos para determinar cualitativamente y cuantitativamente la composición de los contaminantes presentes en las partículas suspendidas en el aire.

Se hacen diversas determinaciones cualitativas, entre ellas las más importantes son elementos como azufre, carbono orgánico, silicio y metales pesados como Titanio, cobre, plomo y zinc. La cantidad de elementos determinados varía desde 8 hasta 38, ambos en la ciudad de México. También se determinan algunos iones como el potasio (K<sup>+</sup>) y sodio (Na<sup>+</sup>) solubles, el ion cloruro (Cl<sup>-</sup>) y sulfatos y nitratos. Se determinan también las concentraciones de las partículas en µg/m<sup>3</sup>, esta información se presenta, generalmente en graficas de dispersion. La caracterización de las partículas se presenta en graficas de pastel, donde se incluyen elementos no crustales, geológicos, orgánicos, carbón elemental, sales, elementos no identificados, etc.

Se presenta también, en algunos casos, la distribución espacial de las partículas. Los muestreadores mas utilizados son el muestreador de alto volumen, muestreadores portátiles, muestreadores con filtros secuenciales para volumen medio y muestreadores DICHOT. Las técnicas mas utilizadas son la espectroscopia de emisión de partículas inducidas por rayos X (PIXE), la espectroscopía de absorción atómica (AAS), la espectroscopia de masas (ICP-MS) y la espectroscopía acoplada por plasma (ICP-AES).

Se han realizado trabajos similares a este en todas partes del mundo. En la zona donde se desarrollará este proyecto no se tienen bases de datos anteriores, sin embargo, en la ciudad de México se han llevado a cabo trabajos muy completos, los cuales se tomarán como referencia.

De tal manera que se pueda cumplir con las especificaciones de la normatividad Mexicana, se utilizará el muestreador de alto volumen (Hi-VOL), la técnica de digestión de filtros será la especificada en el método EPA I-O 3.1 y el equipo que se utilizará para la cualificacion y cuantificacion de partículas será el espectrofotómetro de emisión atómica inducida por plasma (ICP-AES).

## Trabajos más sobresalientes que se han realizado a cerca de la determinación de metales pesados en partículas suspendidas en el aire.

Año	Investigador	Lugar	Determinación
1984	Barfoot, et al	Mexico	S,Cl,Ti,Fe,Cu,Zn,Br,Pb. Con HI-VOL sampler, mediante la técnica PIXE.
1990	Scheff, Valiozis	Atenas	Sulfatos y nitratos: Cromatografía de iones. carbón orgánico y elemental: Método térmico-optico; 20 elementos con espectroscopia de emisión de rayos X. SO2 y HNO3: cromatografía de iones. 2 trenes de muestreo, un ciclón de partículas respirables, 1 Mini-Vol portable.
1994	Kretzschmar	Bélgica	Revisión de datos históricos de los monitoreos de PM10 realizados con los muestreadores HI-VOL en México, Sao Paulo, Buenos Aires y Río de Janeiro.
1997	Meuzelaar, et al	Frontera México-EU	Concentración PM10 en la parte sureste de la frontera. Muestreadores de filtros de fibra de cuarzo modificado con una entrada tipo DICHOT.
1999	Paoletti, et al	Italia	Metales pesados en PM10 en dos túneles. Microscopía de escaneo de electrones y espectroscopía de dispersion de energía.
1999	Aldape, et al	Monterrey, México	13 elementos en PM2.5 y PM15. Técnica PIXE.
1999	Díaz, Flores	México	10 elementos principales mediante espectroscopía de partículas inducidas por rayos X.
1999	Fang, et al	Taiwan	Cu, Fe, Pb, Zn, Cu, Mn, Cr: Espectroscopía de emisión atómica en PM10. Sulfatos, Nitratos, Ion Cloruro: Cromatografía de gases. Muestreador: PS-1.
2000	Huggins, et al	EU	Metales en partículas suspendidas derivadas del proceso de combustión. Espectroscopía de absorción de rayos X para estructuras finas.
2001	Chow, Watson	Valle California-Mexicali	Elementos, cationes solubles en agua, cloruros, nitratos, sulfatos.. Muestreador Mini-Vol portable y muestreadores con filtros secuenciales para volumen medio (SFS).
2001	Marcazzan, et al	Italia	Metales pesados, otros elementos: Fluorescencia de rayos X por energía dispersiva. Muestreador automático de volumen bajo de aire.
2002	Mugica, et al	México	Metales pesados en PM10. Escaneo de electrones e ICP.
2002	Chow, et al	México	38 elementos por fluorescencia de rayos X, entre otros análisis.
2003	Ho, et al	Hong Kong	Colección de muestras PM10. Muestreador HI-VOL. Determinación metales pesados, iones, carbón elemental, carbón orgánico. Espectroscopia absorción atómica(AAS), espectroscopia de emisión atómica inducida por plasma.
2003	Fang, et al	Taiwan	Elementos metálicos utilizando PS-1y espectroscopía de absorción atómica.
2004	Braga, et al	Brasil	Metales pesados en PM10. HI-VOL sampler and PIXE.
2004	Harrison	Reino Unido	Analisis de fuentes, composición y tendencia de partículas suspendidas en el aire en los últimos 50 años.

## REFERENCIAS

[1] Albert, A. Lilia. (1985). “*Curso básico de toxicología Ambiental*”. Limusa. México. 310 pp.

[2] Arellano, D. Javier.(2002). “*Introducción a la Ingeniería Ambiental*” Alfaomega. México. 133 pp.

[3] *Metales pesados, definición y antecedentes históricos de contaminación causada por ellos*. <http://www.lenntech.com/espanol/metales%20pesados.htm>

[6] Metodos utilizados para la determinación de metales. <http://www.deh.gov.au/atmosphere/airtoxics/report3/>