

Promedios geométricos de material particulado fracción respirable(pm 10) y detección de metales en el aire de Bucaramanga- (Colombia)

Alfonso Quijano Parra

Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Química. Universidad de Pamplona

Email: alquiparra@unipamplona.edu.co

Grupo de Investigación de Química Ambiental.

ABSTRACT

The suspended particulate matter (PM10) breathable fraction is one of the biggest pollutants in the cities atmospheres being of special interest because it passes directly to the lungs in the breathing process and it is deposited in the lung alveoli.- The PM10 contain great variety of metals whose origin can be natural or anthropogenic. The governorship environment departement, since couple years is monitoring the concentration of PM10 in the air of the city. The present work proposes the measure of the metals concentration(contents in this particulate matter breathable fraction.The monitoring of breathable fraction was carried in the High Volume sampling for PM 10(Hi Vol PM 10) on microfibre quartz filters in sampling collections during 1997,1998 and January to April of 1999 in four sampling stations located in different points of the city of Bucaramanga. The samples were subjected to acid digestion and in the remaining solutions the metals were measured by atomic absorpction espectroscopy.

The Kennedy and Juventud stations(to the north of the city), present the highest PM10 and metals concentrations in every period. The Gaitan stations presents the smaller PM 10 and metals concentration. However, the metals concentration found are for below the maximum permissible values in Europe and the United States.

KEY WORDS

Particulate matter, PM10-breathable fraction, on air metals.

RESUMEN

El material particulado-fracción respirable (PM10), es uno de los contaminantes más importantes en el aire y su estudio es de especial interés porque se inhala en el proceso de la respiración, pasando por el tracto respiratorio y depositándose en los alvéolos. El PM 10 contiene gran variedad de metales cuyo origen puede ser natural o antropogénico.

En este trabajo mostraremos los promedios geométricos de material particulado-fracción respirable y la caracterización físico-química de los filtros de microquarzo, recolectados durante los años de 1997,1998 y en los meses de Enero-Abril de 1999, en cuatro estaciones de muestreo localizadas en diferentes sitios de la ciudad de Bucaramanga-Colombia.

Los filtros fueron sometidos a una digestión ácida y los metales fueron medidos por espectrofotometría de absorción atómica.

PALABRAS CLAVES

Material particulado, Fracción respirable, Metales en aire.

INTRODUCCION

La vigilancia química del medio ambiente cubre tres aspectos fundamentales:

1.—La presencia de contaminantes químicos en el medio ambiente humano

2.-La posibilidad de que estos contaminantes sean absorbidos por el organismo humano y

3.-La posibilidad de que los contaminantes químicos absorbidos tengan efectos en la salud de las personas.

La introducción de sustancias químicas en el medio ambiente natural y en el ecosistema antrópico, por una parte y el conocimiento que se tiene de los posibles efectos adversos de esas sustancias químicas en la salud de la población, por otra parte, hacen necesario evaluar la cantidad real de contaminantes presentes en el medio ambiente, cuantos de ellos ingresan al organismo y cuál es el daño que efectivamente producen a la salud de la población.- Este se logra estableciendo

sistemas de vigilancia de riesgos ambientales.(1)

La vigilancia epidemiológica es una actividad sistemática y permanente de recolección, análisis e interpretación de la información de interés sanitario que permita describir, medir y evaluar un problema de salud pública. La información procesada debe usarse para la planificación y realización de los programas de salud, así como para medir el impacto de estos.

En este campo la vigilancia epidemiológica tiene dos componentes esenciales:

La vigilancia ambiental y la vigilancia biológica que son elementos complementarios de un mismo sistema y cuyo objetivo final es la prevención de las enfermedades originadas por las sustancias químicas contaminantes. - Para ello es necesario organizar programas que, mediante actividades sistemáticas y permanentes, permitan conocer:

a)La presencia y concentración de los contaminantes en los medios que permiten su ingreso al organismo humano: aire, agua, suelo y alimentos.

b)La concentración de los mismos contaminantes en los medios biológicos de las personas expuestas,

c) Las alteraciones bioquímicas o funcionales más precoces que puedan indicar un daño a la salud en sus etapas preclínicas y cuando sean reversibles.

d)Las enfermedades que pueden asociarse a la presencia de los contaminantes.

Es necesario aclarar que la vigilancia del medio ambiente es el conjunto de actividades sistemáticas de detección y medición de sustancias químicas en el aire, agua, el suelo y los alimentos.

La vigilancia biológica, es el examen de grupos de personas para medir el grado de exposición a que están sometidas en relación a un contaminante o un grupo de contaminantes químicos.

Cuando hablamos de la vigilancia biológica debemos considerar dos aspectos fundamentales:

1.-La vigilancia de la exposición: que debe ser comprendida como la realización sistemática de un procedimiento o examen de laboratorio o instrumental, que permite obtener una información válida sobre el ingreso de agentes nocivos en el organismo y que posibilita la detección precoz de los grupos que con mayor probabilidad presentan una alteración de la salud. En rigor esta expresión corresponde al " Biological Monitoring" y se refiere a la posibilidad de medir la dosis que alcanzan los contaminantes químicos en el organismo de las personas expuestas.

La vigilancia de la exposición en forma estricta, solo considera la presencia del tóxico en si y la de sus productos de

biotransformación en los medios biológicos, depende en gran medida de la vida media del tóxico estudiado y de las técnicas analíticas disponibles.

2.-La vigilancia de la salud : en este caso se busca detectar la aparición de modificaciones en la fase preclínica o presintomática de la enfermedad producida por la acción de un agente tóxico específico.- Corresponde a la práctica tradicional de los exámenes periódicos o exámenes de tamizado que se ha empleado en salud pública para la detección precoz de enfermedades.

La vigilancia del medio representa un trabajo de gran magnitud por cuanto hay que definir no solo el contaminante que se va a estudiar, sino también el vehículo que será muestreado.

Para ello se han establecido normas para la cantidad del aire, agua, y los alimentos que representan los vehículos más importantes para el ingreso de tóxicos en el organismo.

La presencia de contaminantes del aire es el problema más evidente de la contaminación ambiental en nuestro país; en ella encontramos tanto la frecuencia, porque compromete a un alto porcentaje de la población del país, cuanto la severidad porque en algunos casos los contaminantes son de alta toxicidad, como en el arsénico que se libera al aire en las fundiciones de cobre.

La medición de la concentración de los contaminantes en el aire es de gran importancia por qué hay límites que no deben ser sobrepasados, y por encima de los cuales, se esta seguro que hay un efecto en la salud de la población y

particularmente de los grupos más susceptibles.

En este sentido, hay que disponer de redes de estaciones de muestreo que sean capaces de informar continuamente las variaciones de concentración y no solo los promedios para poder tomar las medidas de prevención, suprimiendo la emisión de contaminantes en la fuente y rebajando su concentración ambiental.

Los contaminantes del aire que deben ser evaluados permanentemente conforme a las recomendaciones de la OMS(Organización Mundial de la Salud) son (2):

- 1.-Monóxido de Carbono
- 2.-Óxidos de Nitrógeno
- 3.-Óxidos de Azufre
- 4.-Material Particulado(Partículas en suspensión-fracción respirable)
- 5.-Oxidantes Fotoquímicos como Ozono

Estos cinco contaminantes primarios atmosféricos son los que se encuentran con mayor frecuencia, sus efectos son más conocidos y su acción se manifiesta en el corto plazo.

La inclusión de otros contaminantes atmosféricos en los programas de vigilancia de la calidad del aire depende de variables locales.- Por ejemplo en Santiago de Chile es imprescindible agregar los Hidrocarburos Totales en el aire, que incluyen los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleados que tienen un conocido efecto cancerígeno, pero además para los cuales se ha demostrado un importante efecto de depresión inmunitaria en el árbol respiratorio, lo que facilitaría la aparición de enfermedades respiratorias agudas por virus y bacterias.- Estos HAPN son principalmente producidos por Motores Diesel.

Para evaluar la calidad del aire, las partículas de interés son aquellas que se mantienen en suspensión en la atmósfera durante períodos relativamente largos.- El tiempo que las partículas permanecen suspendidas en el aire depende principalmente de su tamaño.- Las partículas con un diámetro menor a 0,1 micrómetros, se mantienen en suspensión durante períodos muy largos, debido a la interacción de las fuerzas moleculares que las mantienen en constante movimiento y flotando en el aire.- Las partículas con un diámetro entre 0,1 y 20 micrones tienen una fuerza de sedimentación pequeña comparada con la fuerza del viento que las levanta, por lo que este las mantiene suspendidas.- Las partículas con un diámetro mayor a 20 micrómetros, tienen velocidades de sedimentación relativamente grandes, por lo que se eliminan rápidamente por gravedad y otros procesos de inercia.

En relación a las partículas, interesa su tamaño principalmente la concentración de aquellas de diámetro inferior a 10 micrones y también su composición.- Las partículas naturales, el polvo de las calles por ejemplo, son en general de mayor tamaño y no forman parte de la fracción respirable; estas son inertes y su acción nociva consiste en actuar como núcleo de absorción de otros compuestos químicos gaseosos que se aglomeran en torno a la partícula inerte.

Las partículas de diámetro inferior a 10 micrones(PM10) (3)se conocen como la fracción respirable y son un indicador que representa la fracción respirable de las partículas suspendidas totales susceptibles de causar efectos a la salud de la población, debido a que por su tamaño pueden penetrar a las vías

respiratorias.- Las partículas suspendidas con un diámetro mayor a 10 micrones no penetran más allá de la nariz porque se quedan atrapadas en las estructuras nasales filtrantes que protegen al resto del aparato respiratorio.

La mayor parte de las partículas finas se obtienen por procesos de combustión, evaporación o condensación. Los procesos de combustión pueden ser de origen industrial como automotriz o doméstico y su composición puede variar desde cenizas inertes hasta hidrocarburos cancerígenos, pasando por metales tóxicos. Por esta razón interesa conocer la composición química de las partículas de la fracción respirable para evaluar su posible efecto nocivo.

Es necesario resaltar que la complejidad que involucra el establecimiento de programas de vigilancia de la calidad del aire, obligan a contar con recursos técnicos modernos y complejos, pero más importante aún, es necesario contar con personal idóneo que sea capaz de interpretar los resultados de las mediciones y formular las políticas adecuadas.

MATERIALES Y METODOS

Monitoreo de partículas suspendidas -fracción respirable en la ciudad de Bucaramanga.

Para evaluar la calidad del Aire en la ciudad de Bucaramanga, desde junio de 1994 se instalaron cuatro equipos manuales medidores de material particulado-fracción respirable siguiendo los lineamientos establecidos por la Organización Mundial de la Salud

y La Environmental Protection Agency.- La técnica de muestreo utilizada para determinar las partículas suspendidas en la atmósfera es el método de los "Altos Volúmenes" (Hi-Vol), (4) que consiste en hacer pasar una corriente de aire ambiente a través de un filtro de microquarzo durante 24 horas continuas con una frecuencia de cuatro días; el flujo de aire filtrado permanece constante durante este tiempo de muestreo y equivale a 1,13 metros cúbicos por minuto. El volumen total de aire muestreado es de 1627,2 metros cúbicos.

El diseño del equipo de muestreo y la velocidad a la que se hace pasar el aire, hacen que solamente se capten en el filtro las partículas suspendidas de interés, en este caso la fracción respirable.

Los equipos de muestreo de la Grasseby Andersen (Andersen Samplers Inc) y General Metals Work(GMW) que cumplen con todas las especificaciones de los métodos de referencia federal para la medición de PM 10 (5), se instalaron en las siguientes zonas de la ciudad de Bucaramanga:

1.- Estación del barrio Kennedy-(Zona Norte) ubicada en el colegio Maipore, que nos captaría las emisiones producidas por Cementos Diamante , la Yesera Santander, así como de Bavaria; es una zona densamente poblada.

2.-Estación del barrio La Juventud-zona Norte caracterizada por quemas abiertas y presencia e molinos y de Harineras.

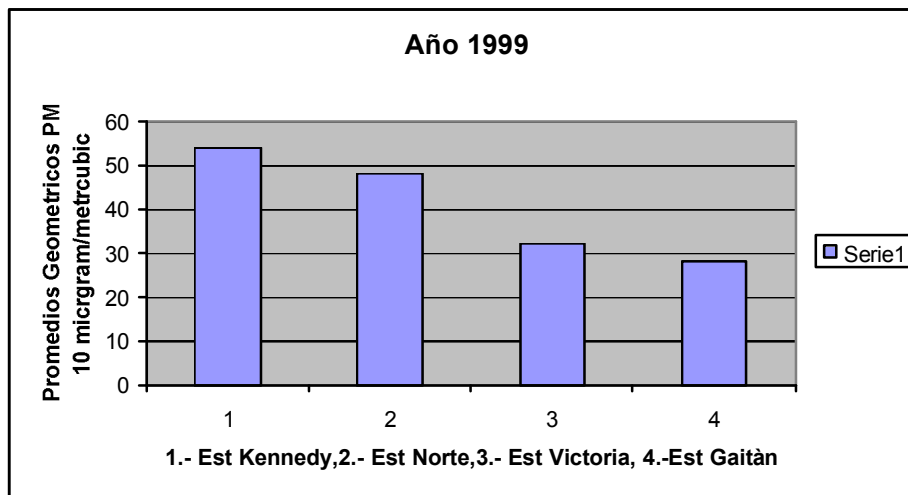
3.-Estación del barrio La Victoria-zona de referencia.- Esta zona es

eminentemente residencial, caracterizada por flujo vehicular liviano.

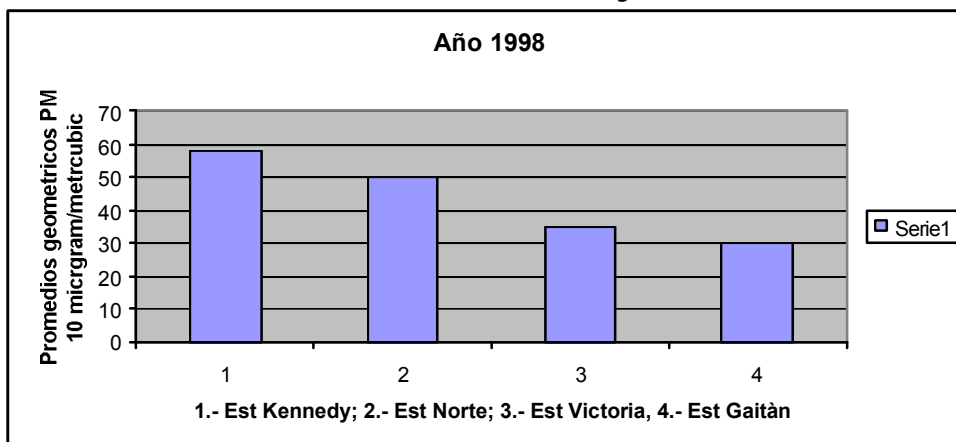
4.-Estación del barrio Gaitán -zona de talleres de mecánica, ornamentación, mueblerías, talleres de pintura, es una zona mixta(industrial-residencial).

Es de señalar que actualmente en Colombia no existe norma para el PM10, sin embargo hemos tomado la norma diaria Californiana(USA) de 150 microgramos/metro cúbico para el muestreo en las 24 horas y para el promedio Geométrico Anual de todas las muestras recolectadas durante el año, la norma de 50 microgramos / metro cúbico.

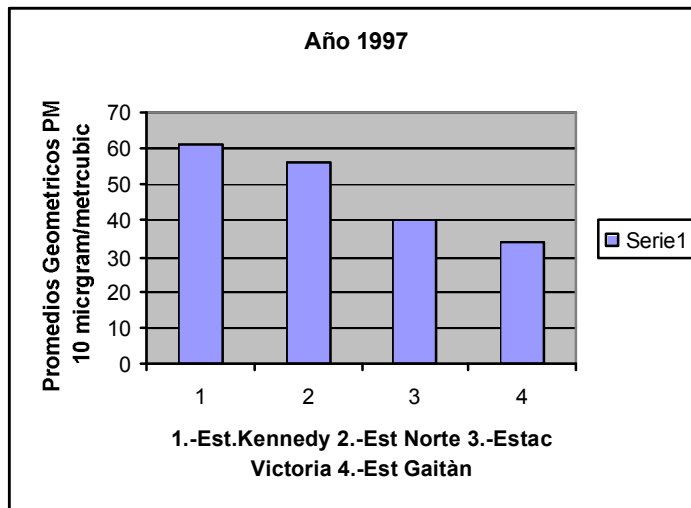
En la grafica No 1 se muestra el resultado del promedio geométrico de la fracción respirable de los monitoreos de PM10 realizados durante el año de 1999 en las cuatro estaciones de monitoreo de PM10 ubicadas en la ciudad de Bucaramanga.



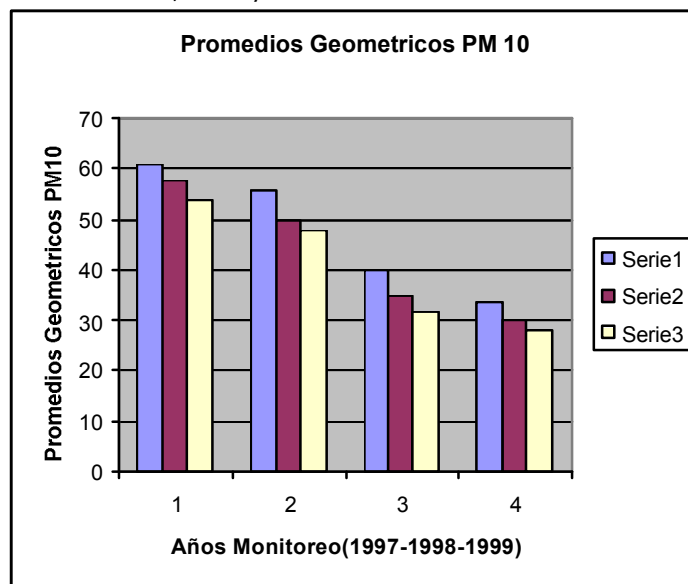
En la gráfica No 2 se observa el promedio geométrico de la fracción respirable durante el año de 1998 realizadas en las cuatro estaciones en la ciudad de Bucaramanga



En la gráfica No 3 se observa el promedio geométrico de la fracción respirable durante el año de 1997, realizadas en las cuatro estaciones en la ciudad de Bucaramanga



En el gráfico No 4 se observan los promedios geométricos de la fracción respirable para las cuatro estaciones durante los años de 1997,1998 y 1999



En este gráfico :

- 1.-Corresponde a los promedios geométricos de la fracción respirable obtenidos en la Estación Kennedy durante los años 1997,1998 y 1999
- 2.-Corresponde a los promedios geométricos de la fracción respirable obtenidos en la Estación Juventud(Norte) durante los años 1997,1998 y 1999
- 3.-Corresponde a los promedios geométricos de la fracción respirable obtenidos en la Estación Victoria durante los años 1997,1998 y 1999
- 4.-Corresponde a los promedios geométricos de la fracción respirable obtenidos en la Estación Gaitán durante los años 1997,1998 y 1999

Al analizar este gráfico, observamos que los promedios geométricos anuales de la fracción respirable obtenida en la estación del barrio Kennedy superan la norma, lo que nos habla a las claras de la urgente necesidad de controlar las fuentes emisoras de material particulado-fracción respirable que existen en la ciudad de Bucaramanga.- Esta tendencia se ha observado en el transcurso de los años, siendo las zonas de más alto promedio geométrico de PM10 en su orden:

- 1.-Zona Barrio Kennedy
- 2.-Zona Barrio La Juventud
- 3.-Zona Barrio La Victoria
- 4.-Zona Barrio Gaitán.

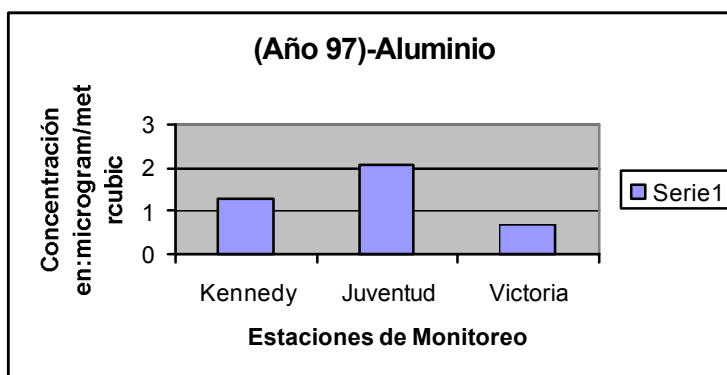
Es de señalar que los muestreos diarios de la fracción respirable (PM 10) en las cuatro estaciones durante estos tres años nunca superaron la norma de 150 microgramos /metro cúbico.

Los filtros utilizados durante los monitoreos de PM 10 en Bucaramanga en los años 1997,1998 y de Enero a Abril de 1999, se caracterizaron mediante un análisis físico-químico para detectar los metales presentes en el aire-fracción respirable(PM10) de Bucaramanga.

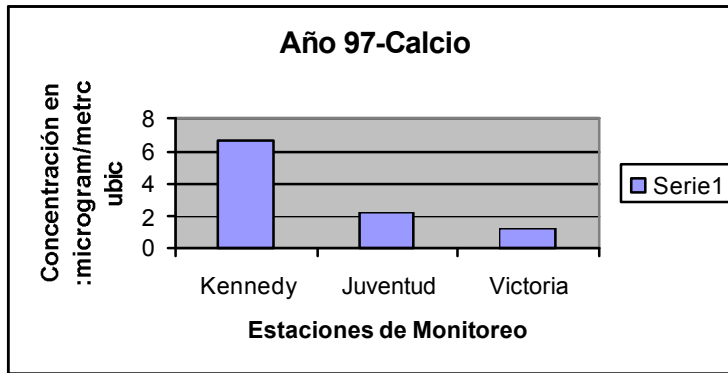
Los filtros de microquarzo se trataron con mezclas de Acido Nítrico-Perclórico o Sulfúrico en diferentes proporciones y llevando a digestión de 2 a 5 horas(6,7,8).-Los detalles del tratamiento de los filtros de microquarzo se muestra en (9). - La concentración de los metales contenidos en los filtros de PM 10, se determinó por Absorción Atómica de llama, utilizando un espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer modelo 372.

RESULTADOS :

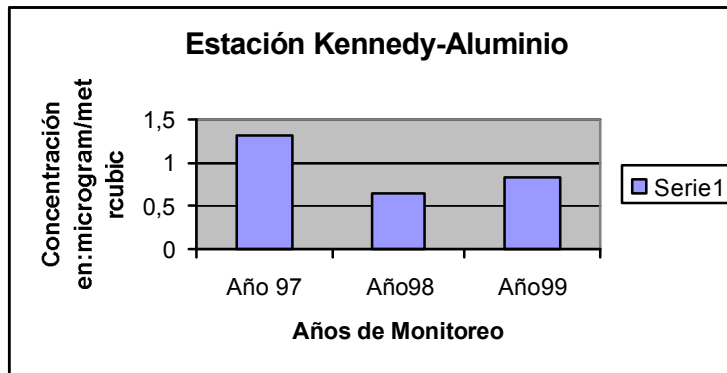
Inicialmente se analizaron 11 metales que posiblemente se encontraban en el aire de la ciudad de Bucaramanga, debido a su actividad industrial y vehicular.- De estos 11 metales, se detectaron Al, Ca,Fe, Mg,y Zn en todas las estaciones; en menor proporción se encontró Pb y algo de Ni y Cu en la estación de Kennedy.- No se detecto Cd,Cr ni V.- En el grafico No 5 se muestran las concentraciones de Aluminio obtenidas en tres de las estaciones de muestreo de fracción respirable para el año 1997:



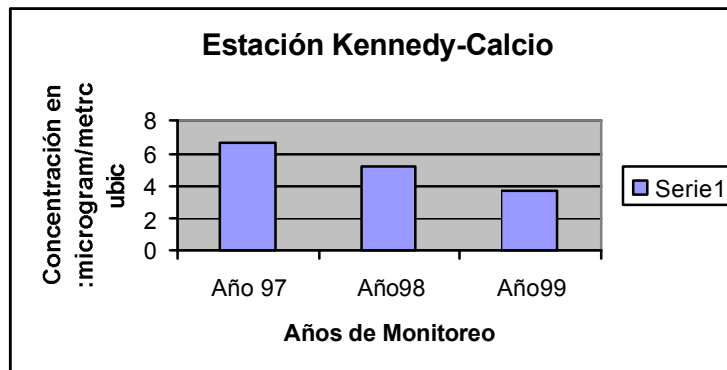
En el grafico No 6 se muestran las concentraciones de Calcio obtenidas en el año de 1997 en tres estaciones de monitoreo:



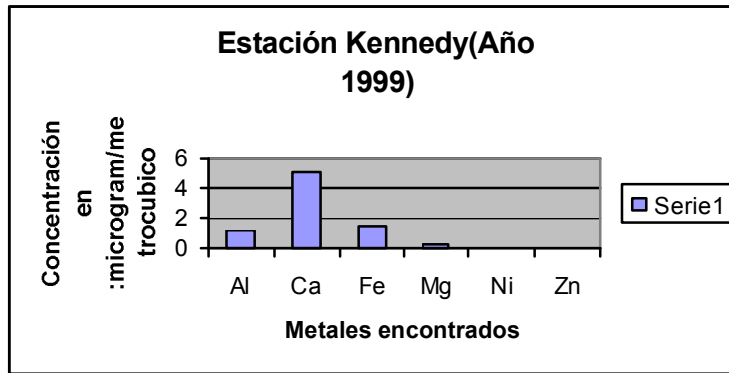
En el grafico No 7 se muestran las concentraciones de Aluminio obtenidas en los tres años de monitoreo de PM 10 en la estación del barrio Kennedy:



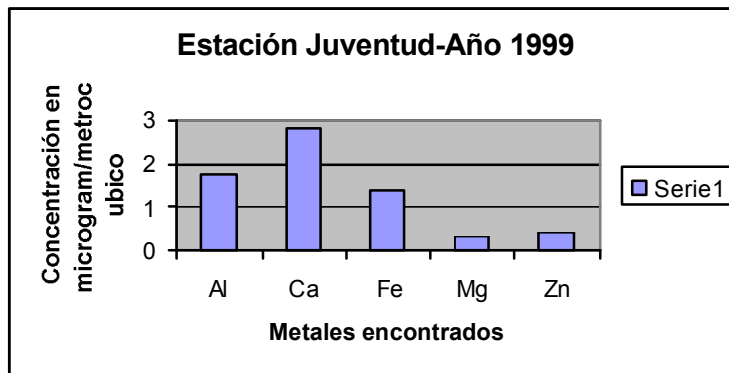
En el grafico No 8 se muestran las concentraciones de Calcio obtenidas en la estación Kennedy durante los años de muestreo de la fracción respirable.



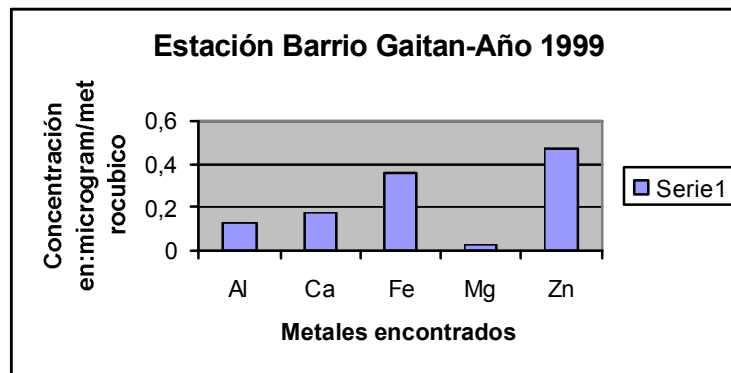
En el grafico No 9 se muestran las concentraciones de Hierro en la estación Kennedy :



En el grafico No 10 se muestran los metales detectados en la estación Kennedy en el año 1999



En el grafico No 11 se muestran los metales detectados en la estación del barrio La Juventud en 1999:



En el grafico No 12 se observan los metales encontrados en la estación del barrio Gaitán en el año 1999:

Al analizar los metales encontrados en las cuatro estaciones de monitoreo de PM 10 vemos que:

Calcio(Ca): la concentración más alta se registra en la estación ubicada en el barrio Kennedy durante todos los períodos.

Aluminio(Al): Durante 1997 y demás períodos, la estación del barrio La Juventud presenta la más alta concentración de este metal, que es un elemento que se encuentra en el cemento(10)

Hierro(Fe): Los valores de Hierro se presentan un poco más altos en el año 1999 (9).

Magnesio(Mg): Su concentración es estable en todas las estaciones.

Cinc(Zn): Su mayor valor lo presenta la estación del barrio Gaitán , debido a la presencia de talleres de metalmecánica, fábrica de mallas y muebles metálicos.

Plomo(Pb) su concentración actual no es tan alta excepto en la estación del barrio La Juventud, posiblemente debido al flujo vehicular de camiones y buses cuyo combustible es el Diesel. Además, las pinturas también contienen plomo y en muchos talleres de metalmecánica, pintan en la calle, causando así una mayor salida de plomo al aire.

Vanadio(V): No se detectó.

Niquel(Ni) :Solo se detectó y en muy baja cantidad en la estación del Kennedy.

El Cromo(Cr) y el Cadmio (Cd) no se detectaron en ninguna de las estaciones.

CONCLUSIONES

* Si bien las concentraciones diarias de PM 10 no sobrepasan la norma Internacional, los promedios Geométricos están altos, lo que obliga a aumentar los controles a las fuentes emisoras de material particulado-fracción respirable.

* El análisis del contenido de metales de los filtros de la fracción respirable, es fundamental para la prevención de enfermedades y la planificación urbana.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alfonso Quijano Parra. –Modulo: Evaluación de Campos. Especialización en Química Ambiental. Universidad Industrial de Santander(UIS), Bucaramanga, Noviembre de 2002.
2. República de Colombia. Ministerio de Salud. Decreto No 02 del 11 Enero 1982.
3. Noel de Nevers. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. Mexico. McGraw Hill.1997,pag 183-312.
4. ICONTEC Norma Técnica Colombiana NTC 3704, Gestión Ambiental Aire Ambiente: Determinación de la concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente,1995.
5. USEPA 40 CFR Part 50-Appendix J, Reference method for the

- determination of particulate matter as PM10 in the atmosphere,1992
6. ASTM Standards. Vol 11.3.Designation:4185-90.Standard practice for measurement of metals in workplace atmosphere by Atomic Absorption Spectrophotometry.1990.pag 263-268.
 7. Alvaro Bedoya. Cuantificación de Metales en el aire utilizando Absorción Atómica. Medellin: Ministerio de Minas y Energía. 1995, pag 16.
 8. Ramos M.C,,Sanchez M.L. Utilización de la Absorción Atómica para la medida de elementos trazas en la atmósfera. En : Anales de Química. Serie B. Química Inorgánica y Química Analítica. Vol 84 No 1-3(1988),pag 75-79.
 9. Lilia Guiza, Jairo Puente B, Alfonso Quijano Parra. Revista CLON. No 2 Año 2.003, Pag 15-20 (ISSN 1692-6323).
 10. Parekh P.P. y Husain L. Selective leaching of atmospheric aerosols: resolution of limestone and cement. En: Atmospheric enviromental. Vol 22 No 4 (1988), pag 707-713.