

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACION DE LAS CONCENTRACIONES DE:
PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION,
PLOMO Y DIOXIDO DE AZUFRE EN
EL AIRE DE UN SECTOR DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**



**PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR LAS BACHILLERES:**

**GUERRERO S., JESSY L.
QUIJADA, IRMA**

**PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

CARACAS, JUNIO DE 1994

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

EVALUACION DE LAS CONCENTRACIONES DE:
PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION,
PLOMO Y DIOXIDO DE AZUFRE EN
EL AIRE DE UN SECTOR DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR LAS BACHILLERES:

GUERRERO S., JESSY L.
QUIJADA, IRMA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

CARACAS, JUNIO DE 1994

Ug = ?
Vm = ?
Open pag 104

TESIS
GQ
94

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACION DE LAS CONCENTRACIONES DE:
PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION,
PLOMO Y DIOXIDO DE AZUFRE EN
EL AIRE DE UN SECTOR DE LA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR LAS BACHILLERES:**

**PROFESOR TUTOR:
LUIS RENGIFO**

**GUERRERO S., JESSY L.
QUIJADA, IRMA**

**PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

CARACAS, JUNIO DE 1994

ACTA

El día _____ se reunió el jurado
formado por los Profesores :

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado:
" EVALUACION DE LAS CONCENTRACIONES DE : PARTICULAS TOTALES
EN SUSPENSION , PLOMO Y DIOXIDO DE AZUFRE EN EL AIRE DE UN
SECTOR DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA "

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela
para optar al titulo de : INGENIERO CIVIL

Una vez oída la defensa oral que el (los) Bachilleres hicieron
de su Trabajo Especial, este Jurado decidió las siguientes
calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	NUMEROS	LETRAS
GUERRERO S. JESSY L.		
QUIJADA IRMA		

RECOMENDACIONES (si las hubiese): _____

FIRMA DEL JURADO

Caracas, _____ de _____ 19____.

DEDICATORIA

**A nuestros Padres, Esposos e Hijos
por su apoyo a nuestra constancia**

AGRADECIMIENTO

A nuestro profesor tutor Luis Rengifo,
al personal tècnico y obrero del Depar-
tamento de Ingenieria Sanitaria, en
especial al Sr. Ramòn.

INDICE

INDICE

	Página
RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.....	6
Capítulo 1 : REVISION BIBLIOGRAFICA	
1.1 CONTAMINACION ATMOSFERICA.....	10
1.1.1 Clasificación de los Contaminantes.....	15
I Por su Origen.....	15
II Por el Estado de la Materia.....	16
III Por su Composición Química.....	17
1.1.2 Fuentes de Emisión de Contaminantes.....	17
I Fuentes Fijas.....	17
II Fuentes Móviles.....	18
1.1.3 Dispersión de los Contaminantes.....	19
I Meteorología.....	19
II Topografía.....	22
1.2 MATERIAL PARTICULADO.....	22
1.2.1 Efectos del material particulado.....	25
I Sobre el Clima.....	25
II Sobre la Vegetación.....	26
III Sobre los Materiales.....	26
IV Sobre el Hombre y demás Animales.....	26
1.2.2 Métodos de Medición de PTS.....	28
I Gravimetría.....	28
II Fotometría.....	32
III Método Lidar.....	34

1.3 DIOXIDO DE AZUFRE.....	34
1.3.1 Efectos del SO ₂	36
I Sobre los Materiales.....	36
II Sobre el Clima.....	37
III Sobre el Hombre y demás Animales.....	37
IV Sobre la Vegetación.....	38
1.3.2 Métodos de Medición de SO ₂	38
I Método Conductimétrico.....	39
II Método Amperimétrico.....	39
III Método de Emisión de LLama.....	40
IV Método de West-Gaeke o Pararosanilina.....	41
V Método de Peróxido de Hidrógeno.....	42
1.4 PLOMO.....	43
1.4.1 Efectos de Pb.....	45
I Neuro-tóxicos.....	47
II Metabólicos.....	47
1.4.2 Métodos de Medición de Pb.....	49
I Método Espectrofotométrico de Emisión.....	49
II Método Espectrofotométrico de Absorción Atómica.....	50
1.5 REDES DE VIGILANCIA.....	52
1.5.1 Programa de Vigilancia.....	52
I Estación Remota.....	54
II Estación Central.....	54
1.5.2 Tipos de Redes de Vigilancia.....	56
I Manuales.....	58
II Automáticas.....	58
1.5.3 Ubicación e Instalación de las Estaciones de una Red de Vigilancia.....	62
I Consideraciones Económicas.....	64
II Consideraciones Logísticas.....	64
III Consideraciones Atmosféricas.....	64
IV Consideraciones del Contaminante.....	65

1.5.4 Tratamiento y Presentación de los datos.....	66
I Promedio X.....	68
II Desviación Estandar.....	68
1.5.5 Operación de Redes de Vigilancia.....	69
Capítulo 2 : PARTE EXPERIMENTAL	
2.1 SELECCION DEL SITIO DE CAPTACION DE LA MUESTRA.....	76
2.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CAPTACION.....	82
2.3 METODOLOGIA SELECCIONADA.....	85
I Partículas Totales en Suspensión.....	87
II Dióxido de Azufre.....	88
III Plomo.....	90
2.4 PROGRAMA DE MUESTREO.....	93
2.5 RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	103
2.6 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	105
Capítulo 3: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
3.1 CONCLUSIONES.....	145
3.2 RECOMENDACIONES.....	147
BIBLIOGRAFIA.....	149
ANEXOS.....	154
I Glosario.....	156
II Datos Experimentales.....	161
III Cálculo Típico.....	169
IV Gaceta Oficial # 4.418 - Decreto 2.225.....	173
V Concentraciones de la red de Vigilancia de Caracas.....	177
VI Técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica.....	180
VII Datos Meteorológicos.....	190
VIII Fotografías.....	192

RESUMEN

RESUMEN

En el presente estudio, se determina y evalúa la concentración de los parámetros de calidad de aire: Partículas Totales en Suspensión (PTS), Dióxido de Azufre (SO₂) y Plomo (Pb), en el aire de los alrededores de la Estación de Captación instalada en la Fachada Sur del Edificio de Ingeniería Sanitaria, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.

El programa de muestreo, contempla la medición diaria de estos parámetros por un lapso de 6 horas diarias continuas durante 2 semanas y 24 horas durante 6 semanas, comprendidas en el periodo desde el día 03 de Agosto al 10 de Septiembre del año 1.993, periodo vacacional de la Universidad Central de Venezuela.

La captación de la muestra se realiza mediante un sistema propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), de manera que se puedan determinar simultáneamente los parámetros preestablecidos en este estudio.

*debe mencionarse a los
Colegas que la precedieron*

La metodología seleccionada es la Filtración para las determinaciones de PTS y Pb, y el Método del Peróxido de Hidrógeno para la determinación del SO₂.

En este período de captación se obtiene un total de 25 muestras para PTS, 29 muestras para SO₂ y 28 muestras para Pb.

Las muestras captadas, se analizan mediante un análisis general y un análisis estadístico, de los valores semanales, de los valores del mes de Agosto y de los valores obtenidos durante el período de muestreo.

Se obtiene una concentración máxima de 185 Ug/m³ y una concentración mínima de 0,0 Ug/m³ para PTS, así como para SO₂ el valor máximo de concentración es de 11,1 Ug/m³ y el mínimo de 0,0 Ug/m³ y para Pb la concentración máxima obtenida es de 18,5 Ug/m³ y una concentración mínima de 0,0 Ug/m³, para el período de muestreo.

Por otra parte, el promedio aritmético es de 41,1 Ug/m³ para PTS, de 1,7 Ug/m³ para SO₂ y de 1,5 Ug/m³ para Pb, estos valores cumplen con la norma establecida en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela Nro. 4.418.

Reducción en fondo

Esto tiene relación con el objetivo?

Los valores obtenidos están por debajo de los presentados en estudios anteriores a este en la Estación.

Las concentraciones de PTS, Pb y SO₂ encontradas no constituyen riesgo aparente en las personas que desarrollan las actividades dentro de la Ciudad Universitaria de la Universidad Central de Venezuela y sus alrededores.

*en
las
actuales
condiciones
del
ambiente*



INTRODUCCION

INTRODUCCION

Se remonta históricamente a la Edad Media, la preocupación del ser humano por el ambiente en que se desenvuelve su existencia, debido al inevitable deterioro de éste, causado principalmente por las actividades incontroladas de él mismo, creando así la incertidumbre respecto a la capacidad del planeta para mantener y sustentar a la humanidad del futuro. []

Sin embargo, es a partir de la Era Industrial (Siglo XX), cuando se acentúa el problema a consecuencia del acelerado incremento poblacional e industrial, esto origina que la sociedad adquiera conciencia colectiva de que el medio en que vive, que incluye: el aire que respira, el agua que la rodea y el suelo sobre el cual desarrolla la vida, que la nutre y le proporciona materias primas, es sobre todas las cosas, un "equilibrio ecológico" entre la estructura natural del planeta y la actividad del ser humano.

Es por ello que dentro de este medio, los estudios de la Calidad del Aire, representan una materia de sumo interés en la evaluación y control de la contaminación,

de manera de poder describir los efectos que se puedan originar sobre la salud humana, paisajes y bienes de disfrute.

Con este trabajo se contribuye a continuar, con los registros sobre la calidad del aire en un lugar de la Ciudad de Caracas, específicamente en un sitio ubicado en la Ciudad Universitaria.

El trabajo tiene como objetivo fundamental la Medición y Evaluación de la concentración de los parámetros de Calidad del Aire: Partículas Totales en Suspensión (PTS), Dióxido de Azufre (SO₂) y Plomo (Pb), para conocer los niveles de concentración de éstos en la llamada Estación 2 de la REDPANAIRE y sus alrededores.

El presente trabajo está conformado de una Revisión Bibliográfica donde se expresan conceptos básicos y normativas, relacionados con los parámetros en estudio, y de una Parte Experimental donde se presenta la selección del sitio de captación, descripción del sistema de captación, la metodología seleccionada, el programa de muestreo a seguir en la determinación de los parámetros de calidad del aire como son: PTS, SO₂ y Pb.

Además, se expresa el análisis de los resultados obtenidos, la comparación con la normativa vigente, con registros anteriores a éste en esta estación y con los valores de la Red de Vigilancia de Caracas.

Adicionalmente, se presentan ocho (08) anexos, que contribuyen al conocimiento y entendimiento de este tema.

CAPITULO 1 :
REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 CONTAMINACION ATMOSFERICA

Esta recomendación no es un fin

El aire "puro", como componente abiótico del ecosistema, es vital tanto para el ser humano como para los demás seres vivos, cuya composición se da en la tabla 1. (17)

Cualquier sustancia diferente a éstas, o las mismas en cantidad y tiempo de permanencia tal, que degraden la calidad del aire, afecten directa o indirectamente a la salud del ser humano, plantas, animales y bienes materiales, generan problemas de contaminación en la atmósfera.

Según las normas británicas American Society Testing of Materials (ASTM), la contaminación atmosférica se define como: " la presencia de materia no deseada en el aire, esto es, materia en concentración suficiente, que se encuentre presente durante un tiempo determinado y en circunstancias dadas, interfiriendo con la salud o bienestar de las personas y el disfrute de sus bienes". (6)

El acelerado crecimiento industrial, el uso cada vez mayor de productos químicos, la progresiva urbanización y el mayor número de vehículos producen la Contaminación del Aire.

TABLA 1
COMPOSICION DEL AIRE
" PURO "

SUSTANCIAS CONTITUENTES	FORMULA MOLECULAR	CONCENTRACION (EN VOLUMEN)
NITROGENO	N ₂	78,09%
OXIGENO	O ₂	20,94%
ARGON	Ar	0,93%
DIOXIDO DE CARBONO	CO ₂	0,032%
NEON	Ne	28ppm
HELIO	He	5,2ppm
METANO	CH ₄	1,3ppm
KRIPTON	Kr	1ppm
HIDROGENO	H ₂	0,5ppm
OXIDO DE NITROGENO	N ₂ O	0,25ppm
MONOXIDO DE CARBONO	CO	0,1ppm
OZONO	O ₃	0,02ppm
DIOXIDO DE AZUFRE	SO ₂	0,001ppm
DIOXIDO DE NITROGENO	NO ₂	0,001ppm

FUENTE : (17)

Esta contaminación del aire se hace notoria entre los años 1925 y 1952, cuando se producen los conocidos episodios:- en el Valle del Mosa en 1930, en Bélgica, donde las condiciones meteorológicas particulares, caracterizadas por una intensa niebla, cubre la casi totalidad del territorio; las personas empiezan a sufrir trastornos respiratorios importantes, se incrementa la mortalidad entre el cuarto y quinto día de haberse presentado este fenómeno.-En Donora, Pennsylvania en 1948 se producen condiciones similares, la niebla y ausencia de vientos acarrear la acumulación de contaminantes, dando origen a 20 muertes durante los cinco días en que prevalecen estas condiciones.-En Londres en 1952, un smog espeso cubre el valle del Tamésis y particularmente la ciudad de Londres, se produce una mortalidad de por lo menos 4000 personas en sólo 15 días. Debido a esto se efectúan estudios de los gases y de los aerosoles emitidos por las chimeneas de las industrias y los expertos coinciden en que sólo los óxidos de azufre provocan esta mortalidad.

Sin embargo, no basta que se descarguen al aire sustancias contaminantes para que exista un problema, como se plantea anteriormente, éstas deben sobrepasar la con

centración y un tiempo de permanencia tal para que lleguen a representar situaciones de alerta o de riesgo; así como, cuando se conjuga un conjunto de condiciones sobre todo de carácter meteorológico puede ocurrir un episodio como los ya mencionados.

Conocer las consecuencias de la contaminación del aire en la salud no es tarea fácil, ya que los parámetros son numerosos, tanto para el ser humano expuesto como para la contaminación misma; por ello, es conveniente recabar información de estudios epidemiológicos como toxicológicos de manera de conocer los efectos de la contaminación sobre el ser humano.

Ahora bien, la contaminación del aire depende de:

1) la cantidad y tipo de contaminantes que son emitidos por las diversas actividades que realiza el ser humano, consideradas como:

a) domésticas, con descargas de contaminantes tales como: monóxido de carbono, partículas finas y dióxido de azufre provenientes de incineradores, de sistemas de calefacción y de la quema de desechos sólidos.

Esta problemática en Venezuela tiene poca influen-

cia, debido a que no se llegan a utilizar incineradores ni sistemas de calefacción.

b) industriales, que descargan de una manera u otra a la atmósfera: humo, ceniza, polvo, gases y vapores u otros contaminantes propios de ciertos y determinados procesos, que se realizan en las diferentes industrias.

c) transporte, con descargas de sustancias derivadas de la combustión parcial o total de los vehículos automotores que emiten a la atmósfera tales como: monóxido de carbono, hidrocarburos, dióxido de nitrógeno, partículas en suspensión, plomo.

2) las características del medio, siendo las más importantes:

a) meteorológicas, tomando en cuenta las que pueden afectar la trayectoria de los contaminantes en la atmósfera, tales como: radiación solar, viento, temperatura, visibilidad.

b) topográficas, el desnivel del terreno incide en los movimientos de las masas de aire y por ende en la dispersión y circulación de los contaminantes.

estabilidad
atm

Para controlar la contaminación del aire, la calidad de éste debe ser vigilada mediante Redes de Vigilancia, por la importancia que tiene respirar aire "puro" las 24 horas del día.

1.1.1 Clasificación de los Contaminantes

Los contaminantes atmosféricos, se clasifican de diferentes formas, entre otras, por su origen en primarios y secundarios; por el estado de la materia en partículas sólidas o líquidas, gases y vapores; y por su composición química en compuestos orgánicos y compuestos inorgánicos.

I.- Por su origen:

a) Contaminantes Primarios, se les denomina así a aquellos contaminantes que se encuentran en la atmósfera en la misma forma como son descargados por las diversas fuentes emisoras.

Entre los más importantes se mencionan:

- partículas, tales como: hollín, ceniza y polvo.
- gases, como: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.

b) Contaminantes Secundarios, son contaminantes que se forman en la atmósfera por reacciones químicas de oxido-reducción, hidrólisis y reacciones fotoquímicas entre los contaminantes primarios, y a menudo bajo la acción de la luz solar.

Entre los más relevantes, se puede mencionar la disolución de óxidos de azufre en partículas de agua que por oxidación posterior da lugar a la formación de ácido sulfuroso y ácido sulfúrico, y la formación de ozono, y peroxiacetilnitrato (PAN) por reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos.

II.- Por el estado de la materia:

a) Partículas , pueden ser sólidas o líquidas.

De acuerdo a su tamaño pueden sedimentar con cierta rapidez o formar aerosoles, que permanecen durante prolongados periodos de tiempo en suspensión en el aire.

b) Gases, una vez que los gases forman una mezcla íntima o solución con el aire, ya no pueden separarse mecánicamente y se mueven en conjunto con éste.

III.- Por su composición química:

- a) Compuestos Orgánicos, los más importantes que se suelen encontrar en la atmósfera son los contaminantes emitidos por los motores a explosión como son: los hidrocarburos, y los que se producen debido a las reacciones en que intervienen esas mismas sustancias. Ejemplos de estos compuestos, son los ácidos orgánicos.
- b) Compuestos Inorgánicos, que son contaminantes producto de la combustión. Entre los más importantes está, el monóxido de carbono y el óxido de nitrógeno.

1.1.2 Fuentes de Emisión de Contaminantes

Las fuentes de emisión definen las estructuras físicas que emiten los compuestos químicos, que dispersados en la atmósfera pueden producir la contaminación. Estas fuentes se agrupan en dos categorías: fuentes fijas y fuentes móviles.

I.- Fuentes Fijas, son fuentes de contaminación que no pueden ser trasladadas y son agrupadas de acuerdo al tipo de proceso contaminante en:

- a) de Combustión; la quema de combustible en edificaciones residenciales, comerciales e industriales.
- b) Procesos Industriales; de industrias químicas, metalúrgicas, de productos minerales, agrícolas y del petróleo, procesos petroquímicos, de madera y de operaciones de pintura.
- c) Incineración de Desechos Sólidos; incineradores domésticos, industriales y municipales. Quemadores a cielo abierto.
- d) Otros tipos; movimientos de tierra, incendios forestales, etc.

II.- Fuentes Móviles, están representadas por todos los vehículos equipados con motores de combustión que transforma el combustible en tracción con expulsión de gases. Las más importantes son los automóviles, autobuses, camiones, motocicletas, que funcionan con este tipo de motor.

El estudio de la contaminación que producen estas fuentes móviles, se realiza en base a cuatro categorías de motores establecidas: a gasolina, a diesel, a gas, y de reacción. (11)

1.1.3 Dispersión de los Contaminantes en el aire

La acumulación o la dispersión en la atmósfera de los contaminantes en ella emitidos, dependen primordialmente, de la meteorología y de la topografía del lugar.

I.- Meteorología

Al estudiar la contaminación atmosférica, debe tenerse en cuenta los factores meteorológicos, que ocurren en la atmósfera y entre ellos se encuentran:

a) Viento, factor meteorológico determinado por su dirección y velocidad, e interviene de manera esencial en la dispersión de los contaminantes emitidos en una zona determinada, ya que se considera que la dispersión es proporcional a la velocidad del viento.

b) Temperatura, tienen amplia influencia los cambios de temperatura con la altitud, normalmente la temperatura disminuye con la altura, favoreciendo el movimiento de las masas de aire; pero cuando ocurre que la temperatura aumenta con la altitud, se produce el fenómeno de inversión, el cual favorece la concentración y permanencia de

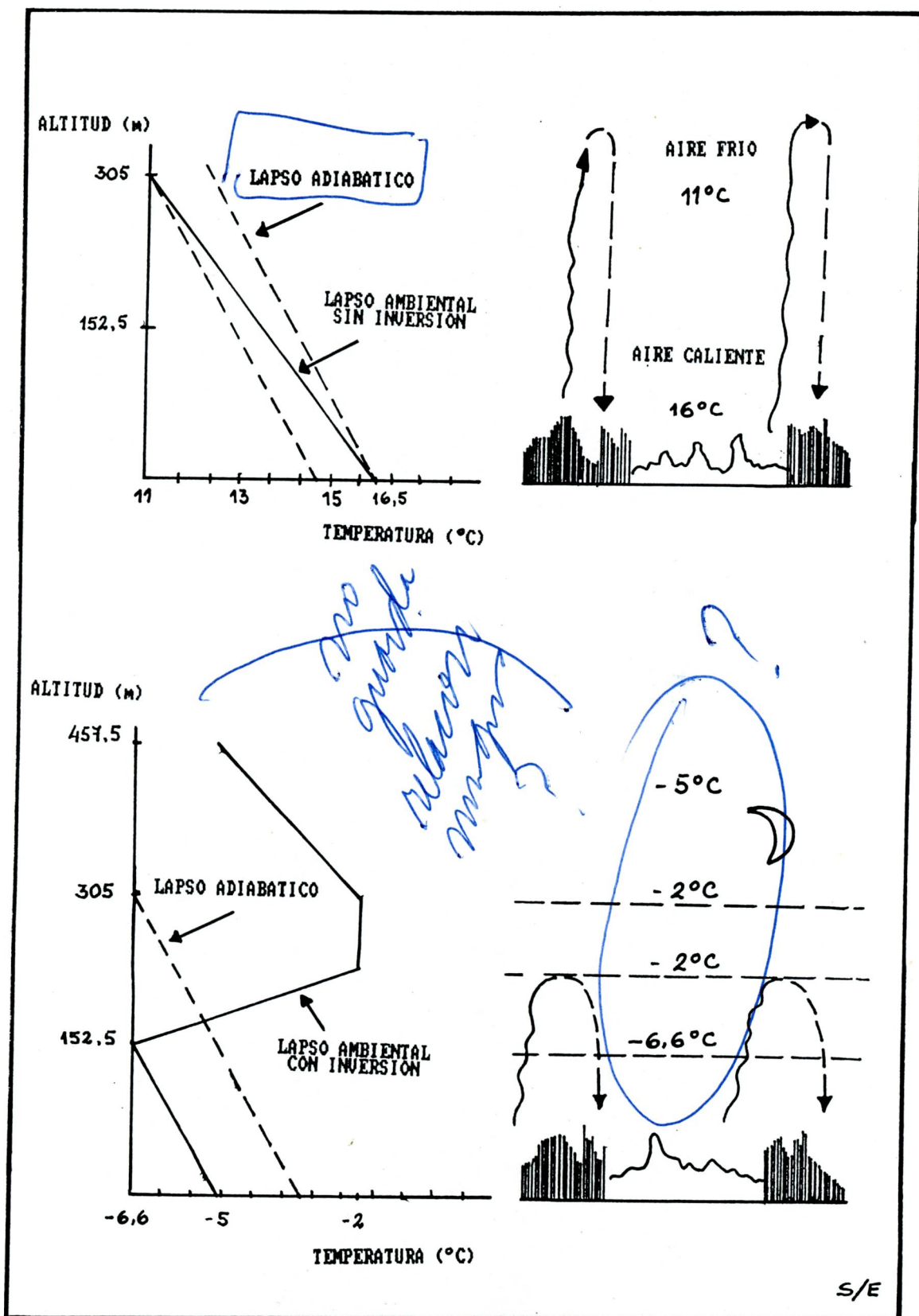


FIGURA 1.
FENOMENO DE INVERSION

los contaminantes en la atmósfera. Las condiciones de inversión indican la existencia de un flujo estable de aire, debido a un mínimo movimiento vertical del aire (Fig.1)

c) Precipitación y Humedad , estas pueden tener efectos beneficiosos o perjudiciales en la contaminación del aire. La precipitación constituye un lavado benéfico de la atmósfera, se produce una autodepuración por la caída al suelo de las partículas más pesadas o por aglomeración de partículas. Sin embargo, pensar sólo en esta autodepuración no es prudente, ya que la precipitación y humedad pueden disolver o reaccionar con partículas y gases, formando compuestos corrosivos que causen deterioro en los bienes materiales y que siempre que no se tomen las medidas adecuadas, la contaminación tenderá a crecer y no se sabe a ciencia cierta si algún día la naturaleza deje de ofrecer sus posibilidades benéficas de autodepuración.

d) Radiación Solar, la inversión por radiación suele ocurrir por la noche, en los periodos en que la tierra pierde calor por radiación . Se enfria

el aire más próximo a ella, se produce un "techo" a baja altura, por detención del movimiento ascensional de las corrientes de aire, que obliga a los contaminantes a diseminarse dentro de un espacio reducido.

II.- Topografía

Además de los factores meteorológicos mencionados, la topografía influye en la dispersión y circulación de los contaminantes, ya que el desnivel del terreno incide en los movimientos de las masas de aire.

2.1 MATERIAL PARTICULADO

En los estudios de contaminación del aire, se incluyen en el término partículas a todas las sustancias atmosféricas que no son gases.

En el documento: Air Quality Criteria for Particulate Matter, Department of Health, Education and Welfare (1969) de U.S.A., el término partícula o material particulado se define como: "Cualquier material disperso, sólido o líquido, en el cual los agregados individuales son más grandes que las moléculas más pequeñas". (24)

de más

si pone referen

El material particulado contaminante que se encuentra en la atmósfera, consiste en partículas de varios tamaños, y pueden permanecer en el aire desde algunos segundos hasta varios meses, dependiendo de su tamaño. Debido a la gran variedad en forma y composición en que se produce el material particulado, el tamaño ocupa un lugar preponderante en la determinación de este contaminante, considerándose la clasificación de este material particulado en : partículas sedimentables y partículas suspendidas.

1.- Partículas Sedimentables

Se consideran partículas sedimentables aquellas partículas de tamaño mayor a 10 μm , con velocidad de sedimentación mayor a 0,3 cm/s, por lo cual, tienden a depositarse cerca de su fuente de origen.

2.- Partículas Suspendidas

Se consideran partículas suspendidas aquellas partículas de tamaño menor a 10 μm y que sedimentan a una velocidad menor de 0,3 cm/s, y su evaluación como PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (PTS), es primordial en los estudios de calidad de aire, ya que las partículas son uno de los principales contaminantes del aire.

Las partículas contaminantes se presentan: sólidas o líquidas y forman los llamados aerosoles, que son partículas en suspensión en el aire y comprenden: polvo en el aire, humo, niebla, neblina, y otras emanaciones.

a) Polvo en el aire, son residuos que se producen en las diferentes operaciones a que se someten los materiales en la industria, así como, en la erosión y por fuentes naturales tales como el proveniente de la materia que es arrastrada por la lluvia, donde al perder humedad es transportada por el viento.

b) Humo, es una mezcla de gases y vapores con arrastre de materia sólida y líquida, producto de la combustión entre otras, del carbón o de otras materias combustibles, del petróleo y aceites.

c) Niebla, son suspensiones compuestas por gotas de agua, resultado de la condensación de gases y vapores.

d) Neblina, niebla espesa y baja, como resultado de la dispersión de un líquido en gotas.

e) Otras emanaciones, partículas sólidas generadas por volatilización de minerales empleados en procesos industriales o como resultado de reacciones químicas.

El movimiento de las partículas en el aire está relacionado con su tamaño, lo cual unido a las características de las fuentes de emisión y a las condiciones meteorológicas y topográficas existentes en un cierto lugar y tiempo, determinan su distribución en el aire.

1.2.2 Efectos del Material Particulado

Al estudiar los efectos de los contaminantes debe tenerse en cuenta no sólo su concentración, sino también la naturaleza de los mismos, sea de origen natural o como resultado de la actividad humana, agrupando los principales perjuicios como:

I.- Sobre el Clima

Las partículas que se encuentran en suspensión en el aire pueden ocasionar, en ciertas condiciones físicas de la atmósfera, un fenómeno de dispersión de la luz, lo que se manifiesta en una reducción de la visibilidad y de la radiación solar que llega a la Tierra.

Se producen cambios climatológicos, provocando la formación de nubes e incidiendo en las precipitaciones por bajas saturaciones.

II.- Sobre la Vegetación

Los efectos principales son la deposición en las hojas inhibiendo el crecimiento de la planta. Igualmente, influyen en la fotosíntesis de las plantas por disminución de la intensidad de radiación solar que llega a la Tierra a su vez reducida por la visibilidad.

III.- Sobre los Materiales

Se sedimentan en las superficies y producen manchas sobre éstas. Tienen acción erosiva, decoloran las superficies pintadas en las paredes de las edificaciones y demás construcciones. También se producen daños en las telas, aumentando así su desgaste.

IV.- Sobre el Hombre y demás Animales

Pueden ocasionar efectos negativos tanto al hombre como a los demás animales, y estos dependen del tamaño de las partículas.

Um

Las partículas dependiendo de su tamaño ingresan con cierta facilidad al aparato respiratorio, llegando hasta los alvéolos pulmonares donde ejercen su acción nociva o pasan a través de ellos a la sangre, intoxicando el organismo. Partículas mayores a 5 Um no llegan al sistema respiratorio porque quedan retenidas en las fosas nasales, entre 0,25 y 3 Um entran y salen del sistema respiratorio con el aire y partículas menores a 0,25 Um se depositan en el sistema respiratorio mediante tres mecanismos:

- a) Sedimentación, debido a la fuerza de gravedad, las partículas son atraídas y depositadas en los alvéolos pulmonares.
- b) Difusión Browniana, las partículas están sometidas a choques con las moléculas del aire, se desvían al azar y chocan con la pared del tejido pulmonar.
- c) Impactación, las partículas se desvían, pero debido a su inercia, chocan contra la pared de los alvéolos, quedando retenidas. (17)

1.2.3 Métodos de Medición de PTS

La medición de Partículas Totales en Suspensión, se hace mediante el método de Filtración, a través de las técnicas de Gravimetría y Fotometría.

I.- Gravimetría

La Gravimetría tiene la ventaja de ser cuantitativa del material particulado y además los filtros una vez utilizados pueden emplearse para análisis posteriores de metales como: plomo, cobre, hierro, cadmio, níquel y zinc.

La metodología consiste en hacer pasar un determinado volumen de aire a través de un medio filtrante, de tal manera que sobre éste se colecte durante el tiempo establecido, una masa de partículas. Luego por diferencia de pesada del filtro se obtiene la cantidad en peso, de partículas contenidas en el volumen de aire filtrado.

Se utiliza un sistema de captación que consta de:

- Soporte de filtro
- Bomba succionadora de aire
- Medidor de flujo
- Conexiones de plástico

Procedimiento:

- Identificación o rotulación del filtro.
- Pesada del filtro previamente desecado por más o menos 24 horas.
- Colocar el filtro en el soporte del sistema de captación.
- Filtrar el aire durante el tiempo establecido.
- Retirar el filtro del sistema transcurrido este tiempo, y colocar en el desecador por 24 horas.
- Pesada del filtro despues del desecado.
- Calcular la concentración de PTS a través de la expresión:

$$PTS = (P_f - P_i) \times 10^6 / V \quad (I.1)$$

donde:

PTS= concentración de PTS, en Ug/m3

Pf = peso final del filtro, en g

Pi = peso inicial del filtro, en g

V = volúmen de aire corregido a condiciones ambientales, en m3

10^6 = factor para convertir g a Ug

Entre los Métodos Gravimétricos pueden citarse:

a) Método de Gran Volumen

Método Estándar de la Environmental Protection Agency (EPA).

El Comité Venezolano de Normas Industriales (COVENIN), lo establece como método de referencia en Venezuela, número 2060-83 (13/12/83). (18)

El sistema se compone de un colector de muestra que está formado por:

- Caseta
- Bomba succionadora de aire
- Medidor de Flujo con o sin registrador
- Soporte de filtro
- Controlador automático de tiempo.

Los filtros usados son generalmente de fibra de vidrio con un área de 406,5 cm².

El volumen aspirado está en un rango de 1,1 a 1,7 m³/min. Esta metodología, tiene la desventaja que la exactitud de la concentración de partículas depende de la constancia del flujo mantenida en el sistema por el equipo, por otra parte estas unidades carecen de un registrador de tiempo, lo que no permite determinar el período real de su funcionamiento. (32)

b) Método de Volumen Medio

Método desarrollado por Genatios y Córtes, en 1983 en la Universidad Central de Venezuela.

El sistema se compone de :

- Bomba succionadora de aire
- Medidor de Flujo
- Soporte de filtro
- Caseta

Los filtros son de fibra de vidrio de 11 cm de diámetro.

El volumen aspirado está en un rango de 0,068 a 0,075 m³/min.

El instrumental a utilizar para este método del volumen medio se encuentra generalmente en todo laboratorio de análisis químico y la exactitud de la medición de la concentración de partículas no depende de que el flujo sea constante, ya que todo el volumen filtrado se mide directamente con un gasómetro, minimizando errores.

El método de volumen medio, desde el punto de vista económico, constituye una alternativa sustitutiva del método de gran volumen, puesto que los

costos de equipos y de operación resultan en el orden de cinco veces menor al de gran volumen. (32)

II.- Fotometría

La fotometría se basa en las propiedades de reflexión o transmisión de la luz que tienen las partículas que se recolectan sobre un medio filtrante, por un período entre 1 y 24 horas.

Esta técnica consiste en comparar un filtro sin uso con otro con material particulado, por reflexión de la luz. La diferencia en el índice de refracción, se relaciona con un coeficiente de concentración de partículas, obteniéndose un estimado de la cantidad de partículas presentes. Entre los métodos fotométricos se citan:

a) Método del Filtro Manchado ASTM

La American Society of Testing and Material (ASTM), lo establece en la Norma: D-1704-61, actualizado a D-1704-78

Consta de :

- Medidor automático de humo de la American Iron and Steel Institute (AISI).
- Filtro colector de partículas gruesas.
- Filtro colector de partículas finas.

- Bomba succionadora de aire.
- Cronómetro.
- Medidor de flujo
- Colorímetro Fotoeléctrico o Espectrofotómetro o Fótometro de Transmitancia para análisis de muestra.

Los filtros usados son de 2,54 cm de diámetro y el caudal de aire aspirado está en un rango de 0,007 a 0,011 m³/min.

Los resultados de los análisis se expresan en unidades Coh o Ruds.

Este método está orientado a medir el material particulado de color oscuro, lo que no significa necesariamente una medición de las partículas totales en suspensión.

b) Método del Filtro Manchado OCDE

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), establece este método en los países pertenecientes a la comunidad económica europea.

Igualmente para la aplicación del método debe tenerse presente que la reflectancia es una medida que se refiere al material particulado oscuro, lo cual no es necesariamente una medida de PTS.

El equipo consta de:

- Embudo
- Medidor de flujo
- Soporte porta filtro
- Bomba succionadora de aire
- Reflectómetro para análisis de muestra.

Los filtros utilizados son de 10 cm de diámetro.

El volumen de aire está comprendido entre 1,5 a 2,25 m³ en un tiempo de muestreo de 24 horas. Los resultados se expresan en Ug/m³ de humo en el aire.

III.- Método Lidar

Este método utiliza sensores remotos. El emisor es una fuente de rayos laser y el receptor es un telescopio óptico. Al chocar los rayos laser contra las partículas, se produce una dispersión de la luz proporcional a la concentración de dichas partículas.

Este método resulta costoso y complejo para ser utilizado a gran escala. (17)

1.3 DIOXIDO DE AZUFRE

El Dióxido de Azufre y el Trióxido de Azufre, y sus

correspondientes ácidos y sales, son contaminantes comunes en la atmósfera. Estos compuestos resultan principalmente de la combustión de combustibles fósiles, refinación del petróleo y fundiciones metálicas.

Concentraciones de SO_2 se relacionan con los principales episodios de contaminación del aire, que han sucedido en ciertas ciudades, como Londres.

Estos gases se pueden transformar en la atmósfera y reaccionar con la humedad presente en el aire, para producir ácido sulfúrico, de manera que cuando llueve, lo que realmente precipita es una solución de dicho ácido, y es lo que se conoce como "lluvia ácida". (12)

El SO_2 es un gas incoloro, no inflamable, no explosivo, de olor picante e irritante que debido a las molestias y daños que causa en el ser humano, animales, plantas y sobre distintos tipos de materiales es, desde el punto de vista de estos efectos, el contaminante del aire más significativo.

Las actividades del hombre junto con los cambios en las condiciones climatológicas, pueden originar variaciones significativas de las concentraciones de este contami-

nante en particular y de otros compuestos de azufre en general; produciendo efectos negativos en la población expuesta a las concentraciones de SO_2 y de otros contaminantes que son atrapados en las capas de la atmósfera debido entre otros, a fenómenos de inversión. (Fig. 1)

Una de las variables que generalmente se utiliza para conocer la presencia de óxidos de azufre en la atmósfera, es la concentración de SO_2 .

1.3.1 Efectos del SO_2

Los efectos del SO_2 en los materiales, clima, vegetación, ser humano y demás animales, están relacionados especialmente con las condiciones meteorológicas imperantes.

I.- Sobre los Materiales

Los daños producidos por estos óxidos son debido a la conversión de ellos en ácido sulfúrico, el cual incrementa la corrosión de la mayoría de los metales, especialmente el hierro, acero y zinc. La tasa de corrosión es mayor cuando este contaminante se encuentra en presencia de humedad.

Causan decoloración y deterioro físico en los materiales de construcción, de cuero y esculturas.

Fibras textiles, como el algodón y el nylon, se deterioran y en presencia de otros contaminantes producen decoloración de las mismas.

II.- Sobre el Clima

Uno de los efectos físicos de los óxidos de azufre es el de reducir la visibilidad, debido a la dispersión de la luz solar por partículas de ácido sulfúrico y otros sulfatos, conjuntamente con otro tipo de partículas dispersas y suspendidas en el aire.

Otro de los efectos de los óxidos de azufre es la formación de una niebla, denominada smog sulfuroso, debida a las partículas de óxidos de azufre persistente en la atmósfera, las cuales reaccionan con el vapor de agua para formar ácido sulfúrico.

III.- Sobre el Hombre y demás Animales

Producen irritaciones en el sistema respiratorio del ser humano y demás animales. El dióxido de azufre produce broncoconstricción en el sistema respiratorio de animales de experimentación como: perros, gatos, acures. La respuesta del animal depende del tamaño de la partícula, mientras menor es el diámetro de la partícula mayor es el efecto irritante. (17)

En el ser humano, los efectos de los óxidos de azufre dependen de la concentración presente en el aire y al tiempo de exposición en el mismo.

IV.- Sobre la Vegetación

La acción nociva del SO_2 en la vegetación igualmente depende de la concentración de este contaminante presente en el aire y de su permanencia en él. Altas concentraciones en cortos períodos de tiempo, pueden producir daños en las hojas, tales como la necrosis y a bajas concentraciones en prolongados períodos de tiempo, causan daños crónicos a las hojas, originando clorosis de las mismas.

1.3.2 Métodos de Medición de SO_2

Para medir concentraciones de Dióxido de Azufre en el aire, existen métodos basados en las propiedades electrolíticas y conductimétricas de este compuesto, así como también en reacciones colorimétricas y mediante la cromatografía de gases. Entre los métodos se pueden citar:

I.- Método Conductimétrico

Se basa en la diferencia de corriente de una solución. Al conocer el voltaje y la intensidad de corriente puede determinarse la resistencia, usando la ley de Ohm; siendo la conductividad de la solución el inverso de la resistencia.

Este método consiste en hacer burbujear aire en una solución de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno. El incremento en la conductividad de la solución es la medida de la concentración de SO_2 .

Por este método se pueden determinar niveles de SO_2 hasta de 0,01 ppm.

II.- Método Amperimétrico

Este método se basa en la corriente eléctrica que se produce entre los electrodos en una solución electrolítica. Consiste en hacer burbujear aire en una solución electrolítica.

Para este método se prepara una solución, se disuelve KBr en H₂SO₄ y se añade Br₂. El SO₂ reacciona con el agua para producir SO₃, según:



La concentración de Br⁻ se determina por la intensidad de corriente en la solución, dando una medida del nivel de SO₂, y se debe a la formación de estos iones en la solución.

III.- Método de Emisión de LLama

Método de fotometría. Se basa en la intensidad de la luz emitida por un elemento cuando se quema en una llama de hidrógeno.

El detector consiste de un quemador de hidrógeno y un tubo fotomultiplicador.

La muestra de gas entra al detector y es quemada con la llama de hidrógeno.

El azufre presenta un espectro de emisión característico, la luz emitida pasa a través de un filtro al foto-

multiplicador, de manera que la cantidad de luz emitida es proporcional a la concentración del SO₂.

IV.- Método de West-Gaeke o Pararrosanilina

Método colorimétrico basado en la absorción del SO₂, contenido en el aire, en una solución de tetracloro mercuriato de sodio.

Al reaccionar la pararrosanilina y el formaldehído se forma el complejo de cloro sulfitomercuriato, resistente a la oxidación y el ácido pararrosanilina metilsulfónico. Se desarrolla una coloración rosada y la intensidad del color producido se mide con un colorímetro o un espectrofotómetro, a una longitud de onda de 548 nm y a un pH de 1,6.

El método es aplicable ó sensible para rango de concentraciones entre 0,01 a 0,40 ppm pero, si se determina la eficiencia de la absorción en el sistema, se puede detectar niveles inferiores a 0,01 ppm.

La concentración de SO₂ en la muestra se determina mediante:

$$C = ((A - A_0) \times 0,382 B) / V \quad (I.2)$$

donde:

A= absorbancia de la muestra, adimensional

A₀= absorbancia del testigo, adimensional

0,382= volumen de 1 Ug SO₂, a C.N.

B= factor de calibración, en Ug/unidades de absorbancia

V= volumen corregido a C.A., en m³

C= concentración de SO₂, en ppm

V.- Método del Peróxido de Hidrógeno

Se basa en la absorción del SO₂ contenido en el aire en una solución de peróxido de hidrógeno. Consiste en hacer burbujear aire durante 24 horas a través de un frasco lavador que contiene peróxido de hidrógeno. El dióxido de azufre se disuelve en la solución y se oxida a ácido sulfúrico. Se determina la acidez por titulación con una solución de tetraborato de sodio hasta un pH de 4,5; para evitar la interferencia del anhídrido carbónico.

La concentración de SO₂ en la muestra se calcula mediante la expresión:

$$C = (A \times B) / V \quad (I.3)$$

donde:

A= peso equivalente de SO_2 x normalidad del titulante,
en Ug/ml

B= volumen del titulante (tetraborato de sodio), en ml

C= concentración de SO_2 , en Ug/m³

V= volumen corregido a C.A., en m³

1.4 PLOMO

Los metales tóxicos se encuentran en el aire principalmente como material particulado. Uno de estos metales tóxicos es el Plomo, y su presencia en el aire se relaciona con ciertas actividades características de la comunidad.

Las fuentes importantes de emisión de plomo a la atmósfera son los procesos industriales, como la fundición de plomo, fabricación de acumuladores del mismo metal y la combustión de carbón mineral, además del plomo emitido por los vehículos automotores provenientes del tetraetilo de plomo que se agrega a la gasolina como aditivo antidetonante.

El plomo es un elemento poco abundante en condiciones normales del medio en que se desenvuelve el ser vivo.

Según la Fundación Venezolana para la Conservación de la Diversidad Biológica (BIOMA), el 85 % de la contaminación en el aire por plomo en Venezuela, se debe al tetraetilo de plomo contenido en la gasolina, el resto proviene de pinturas, biocidas y por industrias. (25)

resumen de lo anterior?

En el año 1990 se consumen al menos 26 millones de litros de gasolina diariamente. El consumo actual diario está por el orden de los 28 millones de litros. (14)

En el año 1968, investigadores en la Ente Nazionale de Idrocarburi de Italia (ENI), sintetizan el Metil Butil Eter (MTBE), el cual es un componente para lograr mayor octanaje en la gasolina sin plomo y que se usa como alternativa al tetraetilo de plomo añadido a la misma. En Venezuela, en marzo de 1991, una comisión del Ministerio de Fomento anuncia el diseño y la factibilidad de llevar a cabo un programa de elaboración de este aditivo. Este proyecto estará a cargo de los Ministerios de Energía y Minas (MEM), Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) y Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA).

Se construye la planta de MTBE, ubicada en el Edo.

Anzoategui, posee una capacidad de producción de 500 mil toneladas métricas de MTBE que se exportan a EUA, México, el Caribe y Europa. La gasolina sin plomo que se produce en Venezuela es exportada y la que se consume contiene tetraetilo de plomo. (25)

Para 1996 se considera que será prohibida en EUA la venta de gasolina con cualquier aditivo como tetraetilo de plomo. Existen en el mundo varios países donde se expende gasolina sin plomo. (Fig.2)

1.4.1 Efectos del Plomo

El mayor efecto de la contaminación por plomo recae sobre la salud del ser humano.

El polvo con contenido de plomo, se distribuye con cierta rapidez por el organismo y va a fijarse a los tejidos del : hígado, riñón, cerebro, páncreas, huesos y vasos sanguíneos. No hay órgano inmune a la toxicidad del plomo.

La enfermedad producida por el metal plomo, es la intoxicación denominada Saturnismo o Plumbismo, la cual se presenta como una intoxicación crónica con síntomas de cólicos abdominales, vómitos, estreñimien-

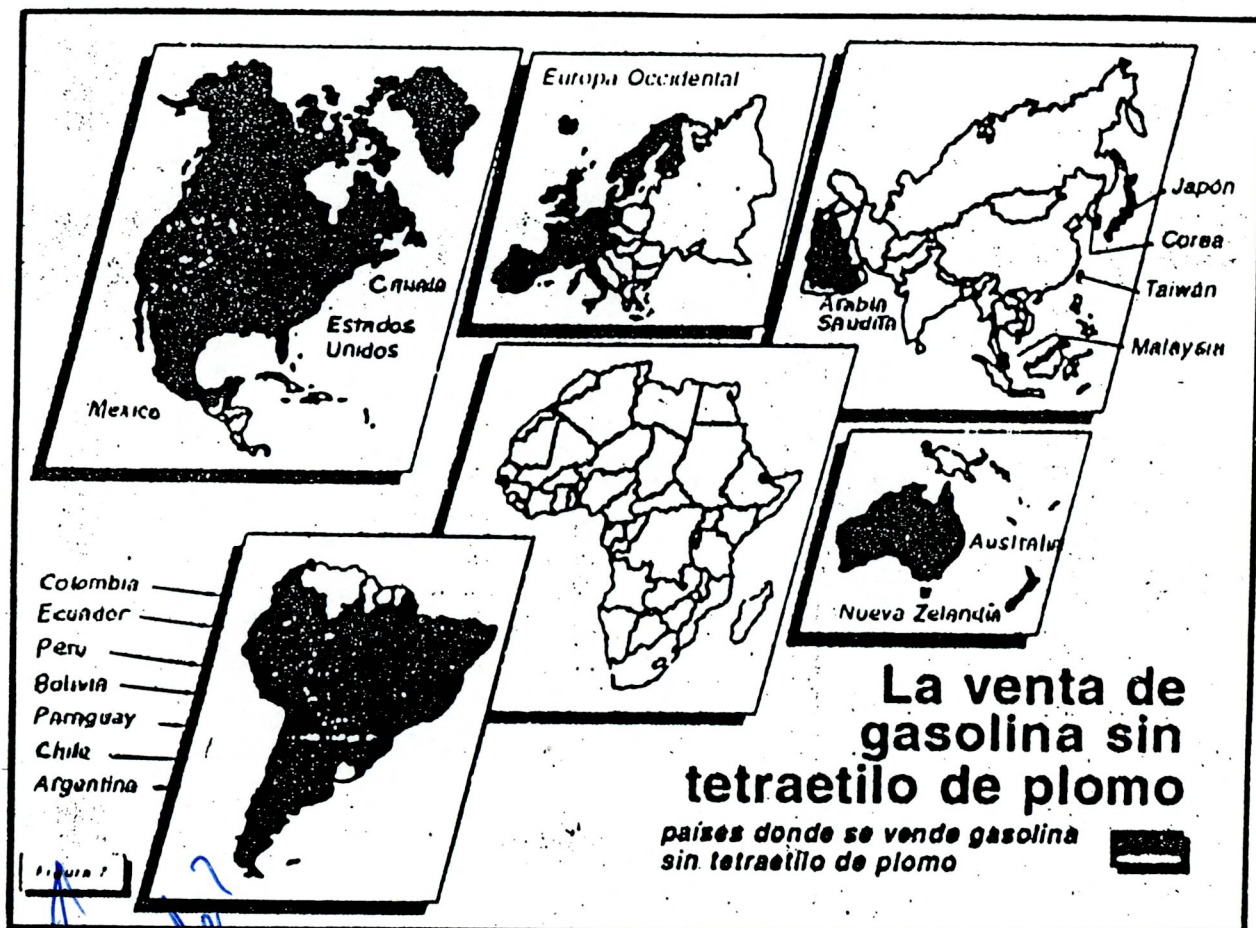


FIGURA 2.
PAISES DONDE SE CONSUME GASOLINA SIN PLOMO

to, anemia y parálisis de algunos grupos musculares.

Entre los efectos negativos de este material en la salud se pueden citar:

I.- Efectos Neuro-tóxicos

Emanaciones relativamente bajas, ocasionan disminución de la inteligencia, pérdida de la memoria, disminución de las funciones motoras del esqueleto, así como lesiones cerebrales que pueden causar retardo mental y otras formas de daños neurológicos permanentes.

II.- Efectos Metabólicos

Inhibe la acción de las enzimas en la síntesis de la hemoglobina. Una vez absorbido, se distribuye en el organismo y se acumula. En la sangre el plomo se disuelve en el plasma, provocando un descenso del número de glóbulos rojos; reduciendo así la capacidad de transportar oxígeno a los tejidos, lo que tiende a generar anemia.

Por lo expuesto anteriormente, la forma usual de medir la exposición al plomo en una persona es la medición del contenido de plomo en la sangre. La figura 3 mues-

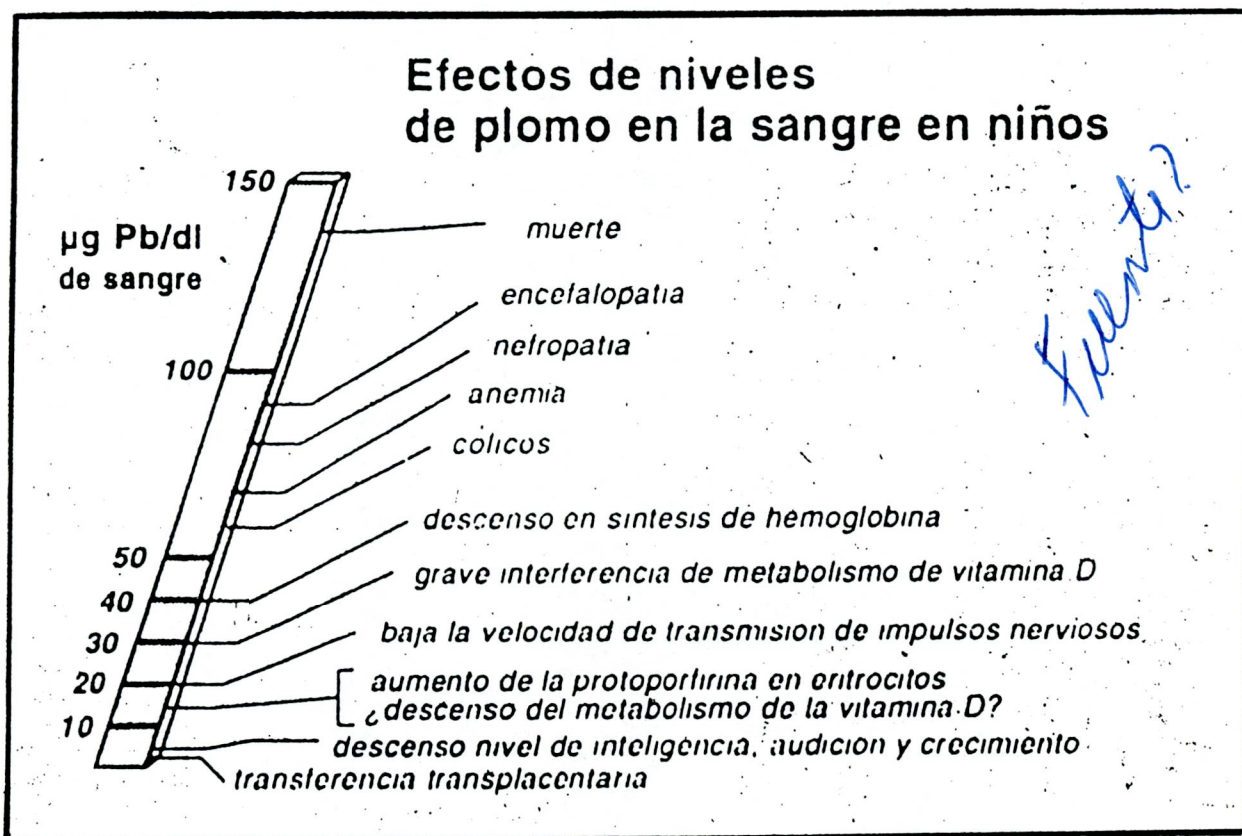


FIGURA 3.
EFECTOS DE NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE

tra los efectos de los niveles de plomo en la sangre de niños.

En el año 1983, en Venezuela se hace el primer estudio de plomo, presentan cifras por encima del límite permisible establecido por la EPA. En un estudio realizado en la ciudad de Maracay en el año 1991, se mide el contenido de plomo en la sangre del cordón umbilical de 51 recién nacidos y el 62 por ciento presentan niveles por encima del permisible. (25)

1.4.2 Métodos de Medición de Pb

Para la determinación de concentraciones de metales contaminantes del aire, en este caso Plomo, existen diversos métodos, de los cuales pueden citarse: Método Espectrofotométrico de Emisión y el Método Espectrofotométrico de Absorción Atómica.

I.- Método Espectrofotométrico de Emisión

Iones o moléculas gaseosas cuando son excitados, térmica o eléctricamente, emiten radiaciones características en las regiones ultravioleta y visible.

Este método presenta dos características importantes:

su especificidad, que se debe al tipo de longitud de onda producido por cada elemento y a su sensibilidad, ya que aumenta por amplificación la señal.

El método tiene la ventaja de proporcionar información inmediata.

El equipo de Espectroscopia de Emisión consiste básicamente en:

- una fuente de energía radiante, como medio de excitación de la muestra a analizar
- un monocromador, para dispersar la radiación
- un detector, para determinar la intensidad de línea.

II.- Método Espectrofotométrico de Absorción Atómica

Método de amplio interés dentro de la Ingeniería Ambiental, debido a su versatilidad en la medición de la mayoría de los elementos en el agua, así como también en el aire, siempre que la muestra de partículas sea disuelta en líquido.

Un sistema de Absorción Atómica consta de :

- una unidad de llama, donde se produce la emisión o absorción de partículas

- un prisma, para dispersar y aislar las líneas de emisión
- un detector, con un amplificador para conversión de la señal de energía radiante en una señal eléctrica
- una fuente luminosa, la cual emite una luz intensa y estable, de una longitud de onda específica para cada elemento en particular.

El cálculo de la concentración de plomo en la muestra se realiza mediante la expresión:

$$CPM = ((Ca \times F \times Vaf) - Fb) / V \quad (I.4)$$

donde:

CPM = concentración de plomo de la muestra, en UgPb/m³

Ca = concentración de plomo de la muestra, en UgPb/ml

F = factor del área del filtro, adimensional

Vaf = volumen final de la solución de la muestra, en ml

Fb = contenido de plomo en los filtros sin exponer, en UgPb

V = volumen de aire corregido a C.A., en m³

Cabe señalar que ambos métodos se basan en el hecho que ocurre cuando una muestra se rocía en una llama; sin embargo, existe una diferencia fundamental entre

estos métodos, en la espectroscopia de emisión la radiación emitida por los átomos excitados es la que se relaciona con la concentración del metal, mientras que en la absorción atómica la radiación absorbida por los átomos no excitados es la que se determina. (29)

1.5 REDES DE VIGILANCIA

La contaminación atmosférica de una zona es debida a las fuentes emisoras y a las condiciones meteorológicas presentes en ésta.

Para no contribuir a que la atmósfera siga en deterioro, es necesario controlar y vigilar estas fuentes de emisión, así como los factores condicionantes.

Por ello, es fundamental realizar un Programa de Vigilancia que permita obtener información esencial sobre la variación en los niveles de inmisión de manera de establecer normas sobre la Calidad del Aire a la zona en la que se pretende efectuar dicha vigilancia.

1.5.1 Programa de vigilancia

El desarrollo de este Programa de Vigilancia consta de:

- 1.-Medición, continua o a intervalos regulares, de la concentración de los contaminantes.

2.-Control de las concentraciones de los contaminantes en la zona.

Para esto, se debe establecer una Red de Vigilancia, partiendo de los contaminantes existentes en la zona, comenzando con un estudio y división por "zonas contaminadas", por lo que primeramente es necesario realizar un análisis de los siguientes parámetros:

-Microgeografía del área, corresponde a un estudio detallado de las características geográficas del área a vigilar.

-Microclima del área, corresponde al conocimiento preciso, a través de mediciones locales y estudios generales, de las características del clima del área a vigilar.

-Estructura Urbana, corresponde al conocimiento de la densidad y tipo de edificaciones.

-Fuentes de Emisión, cuantificación de fuentes fijas y móviles.

-Características y Densidad Demográfica, zonas comerciales, de esparcimiento, oficinas y residenciales.

El análisis de este conjunto de datos permitirá a los responsables del control ambiental, la división del área a vigilar en zonas contaminadas donde se instalan en cada una de ella una Estación Remota, que a su vez va a transmitir la información recogida a una Estación Central de Control. (Fig. 4)

I.-Estación Remota

Es un dispositivo provisto de una serie de sensores para detectar cualquier magnitud física, en el lugar que sea requerido y transmitirla, por algún medio de comunicación, hacia una Estación Central.

Estas pueden ser clasificadas en:

- 1.-Estaciones Fijas: son aquellas que se instalan permanentemente o por tiempo prolongado en un sitio pre-establecido.
- 2.-Estaciones Móviles: cumplen una misión similar a las estaciones fijas, con la diferencia, pueden desplazarse.

II.-Estación Central

Considerada el cerebro y nervio de la Red de Vigilancia.

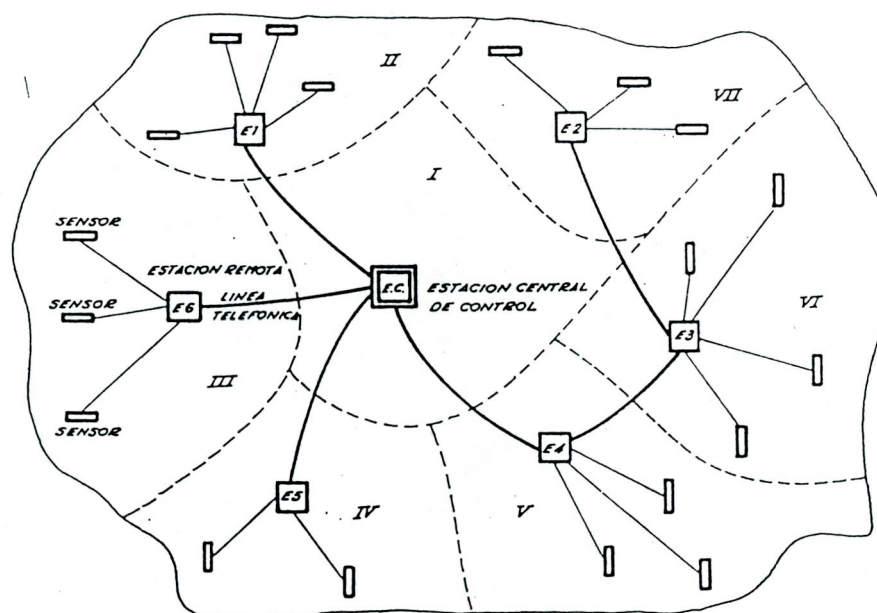


FIGURA 4.
CONFIGURACION GENERAL DE UNA ESTACION CENTRAL CON ESTACION REMOTA

Es la responsable de:

- Supervisión y control de las operaciones de las Estaciones Remotas.
- Recepción, procesamiento, análisis, interpretación, presentación y almacenamiento de los datos recibidos de los sensores de la Red.

La Estación Central puede controlar:

- 1.-Una Red Local o Regional, que debe suministrar en un tiempo determinado la información sobre los niveles detectados de contaminantes en forma instantánea.
- 2.-Una Red Nacional, en cuyo caso la "Estación Central Nacional", recibe información procesada de cada estación central local, en tiempo diferido, esto es sin que sean de interés inmediato a las autoridades locales.

1.5.2 Tipos de Redes de Vigilancia

Las Redes de Vigilancia empleadas en la actualidad pueden ser de dos tipos :

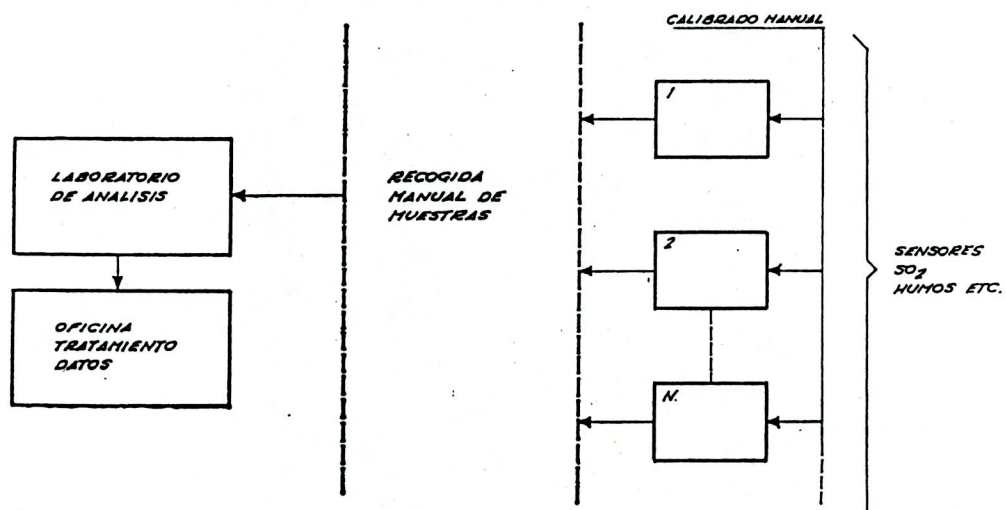


FIGURA 5.
RED MANUAL

I.-Manuales, el sistema se compone de una serie de aparatos de captación de muestras para su análisis posterior. Un esquema de una red de vigilancia manual se muestra en la Figura 5.

II.-Automáticas, efectúan las medidas y producen el resultado en tiempo inmediato. Pueden ser:

a) de primera generación:

Introducen cambios fundamentales respecto al método manual como:

- 1) los aparatos de captación de muestras son reemplazados por analizadores, que detectan el nivel de un contaminante específico.
- 2) introduce la estación remota.
- 3) la estación central, se transforma en el módulo de recepción, procesamiento y presentación de los datos y/o resultados.

Ejemplo de este sistema es la Red de Vigilancia con Telemedida. (Fig.6)

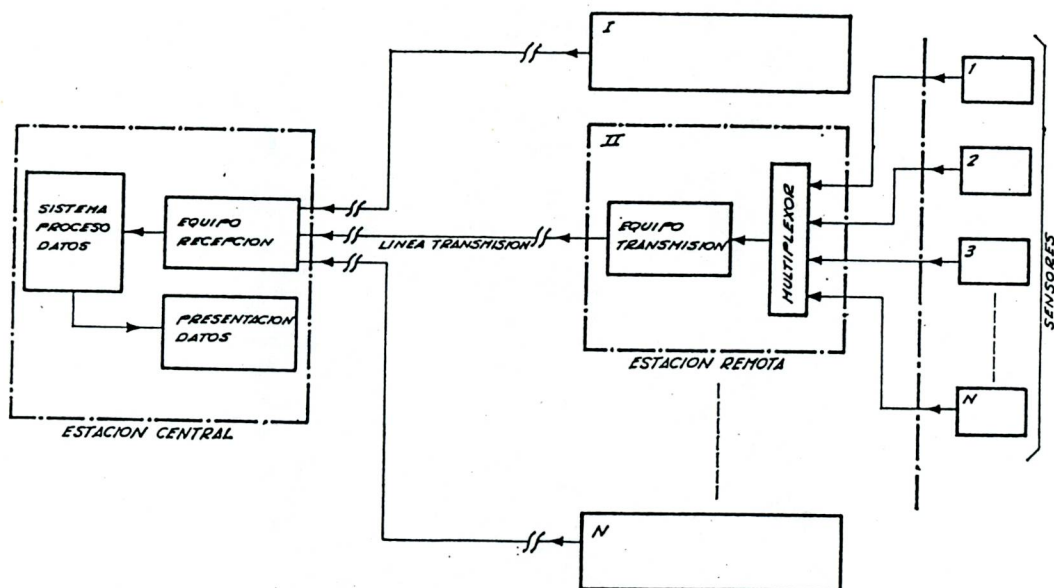


FIGURA 6.
RED CON SISTEMA DE TELEMEDIDA

b) de segunda generación:

son sistemas con mejoras tecnológicas respecto a las anteriores, como son:

- 1) la estación central es capaz de enviar señales a cada una de las estaciones remotas, y por ende a cada sensor.
- 2) se introduce un ordenador como elemento fundamental del sistema, no sólo para el procesamiento final de la información recibida, sino como el "elemento" que controla la operación de toda la Red.

Ejemplo de este sistema es la Red de Vigilancia con Telemedida y Calibración Remota. (Fig. 7)

Por último, una Red de Vigilancia puede integrarse cumpliendo tres objetivos principales:

- 1.- Control y distribución del tráfico automotor.
- 2.- Control de las principales fuentes contaminantes localizadas.
- 3.- Sistema de Información al público a través de los medios de comunicación.

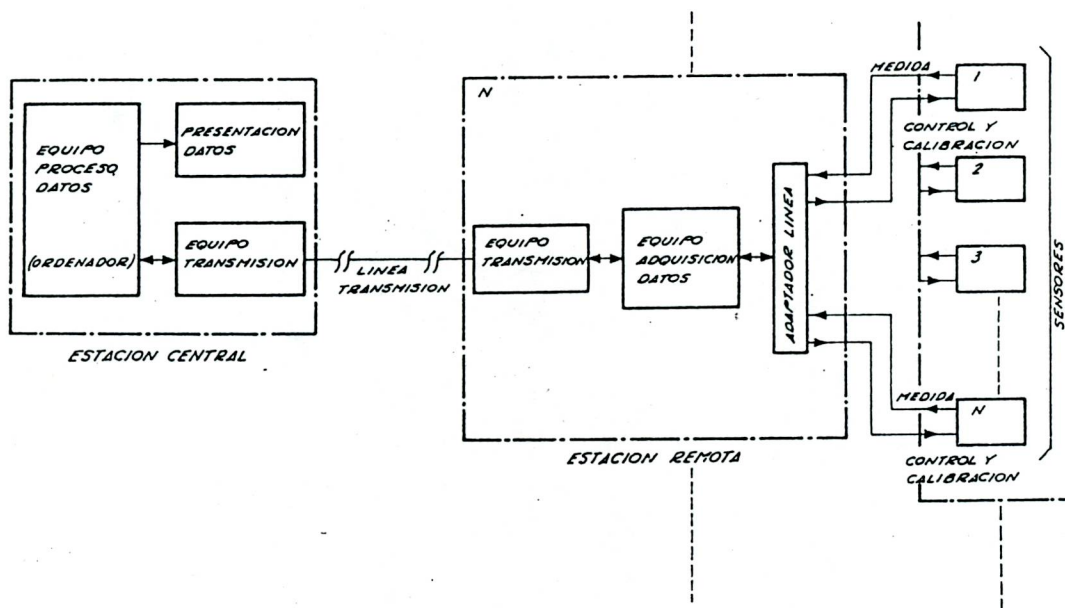


FIGURA 7.
RED CON SISTEMA DE TELEMEDIDA Y CALIBRACION REMOTA DE SENSORES

1.5.3 Ubicación e Instalación de las Estaciones de una Red de Vigilancia

Para el establecimiento de una red de vigilancia, es primordial la selección de una adecuada ubicación de cada una de sus estaciones.

La ubicación de una estación de vigilancia de la calidad del aire, es recomendable que se ajuste a lo siguiente:

- 1.-El sector debe ser representativo del area seleccionada, los datos a obtener deben reflejar los niveles de contaminantes y las variaciones de los contaminantes en el aire.
- 2.-La estación debe instalarse y funcionar de manera que proporcione datos comparables con los de otras estaciones de la misma red de vigilancia y en ciertos casos, con los de otra red.
- 3.-El sector debe reunir ciertos requisitos físicos, tales como: factibilidad de servicios de energía eléctrica y agua, seguridad y alojamiento para los equipos, de modo de minimizar los efectos adversos de la intemperie.

El proceso de selección del sector de captación envuelve consideraciones económicas, logísticas, atmosféricas y del contaminante. Ninguna de estas, puede respaldarse por sí sola, cada una depende en parte de las demás.

I.-Consideraciones Económicas

Los costos requeridos para la recolección de datos (instrumentación, instalación y mantenimiento), análisis e interpretación de datos, deben ser balanceados con los recursos disponibles y con los costos de relocalización del lugar de captación.

II.-Consideraciones Logísticas

Consiste en coordinar y planificar las acciones a seguir para la obtención y procesamiento de los datos, así como el análisis y representación de los resultados, entre otros.

III.-Consideraciones Atmosféricas

Comprende la variabilidad de los contaminantes y su transporte, efecto de las edificaciones, topografía, inversión de temperatura.

IV.-Consideraciones del Contaminante

El lugar de captación para un contaminante puede resultar inapropiado para otros contaminantes, debido a la distribución de las fuentes de emisión, meteorología y topografía del lugar.

Una estación de captación debe situarse donde las interferencias de las inmediaciones sean mínimas, es decir; debe estar alejada de:

a) Fuentes de emisión de contaminación atmosférica.

La distancia recomendada depende de estas fuentes, la estación debe situarse a más de 25 metros de las chimeneas, especialmente si estas son más bajas que el punto de captación.

b) Superficies absorbentes (follaje y materiales de construcción).

La distancia de estas depende de las propiedades de absorción que posea el material con respecto al

contaminante de que se trate, normalmente es de 1 metro como distancia mínima.

c) Zonas en la que se prevee cambios en el uso de la tierra

d) El punto de captación de la muestra debe estar a 3 o 4 metros del suelo y a 1 o 1,5 metros de superficies verticales u horizontales más cercanas.

1.5.4 Tratamiento y Presentación de los datos

La red de vigilancia permite obtener y procesar datos generados a través de la captación de contaminantes en la atmósfera, para ser utilizados inmediatamente por el personal responsable del control de la contaminación atmosférica.

Existen en la mayoría de los países una legislación que refiere los límites admisibles de contaminantes.

Sin estas normas legales con criterios y valores de referencia, previamente establecidos, las redes de vigilancia no alcanzan la relevancia y eficiencia que se puede obtener de ellas.

Estos límites admisibles de contaminantes en la atmósfera, están fundamentalmente basados en la salud del ser humano y en su nivel de bienestar.

El límite de concentración por las legislaciones existentes, se expresan en:

Ug/m³ o ppm, para Gases y

Ug/m³, para PTS

En cualquier caso, la unidad elegida se expresa en condiciones ambientales, esto es, a 25°C y 760 mmHg, efectuándose la corrección cuando la medición se realiza a otros valores de temperatura y presión.

En una Red de Vigilancia automática, compuesta por "n" estaciones remotas, la información que recibe la estación central cada 24 horas, es considerable.

Por lo tanto, es necesario emplear procedimientos de análisis estadístico, para obtener resultados que el personal responsable del control pueda comprender y comparar.

La expresión más utilizada en el pretratamiento de los datos, corresponde a la distribución normal, que es la forma más simple de representar los valores medidos en un tiempo determinado por una Red de Vigilancia.

Se usan dos tipos de parámetros estadísticos fundamen-

tales: uno que se refiere a la tendencia central y el otro a la dispersión del conjunto de valores que se analizan.

I.-Promedio $\bar{X}$

Tendencia central del valor de las muestras, media aritmética del conjunto de resultados, y se determina mediante la expresión:

$$\bar{X} = \sum X_i / n$$

$$\sum_{i=1}^n (X_i) / n$$

donde:

$\bar{X}$ = concentración promedio

X_i = concentración en la muestra "i"

n = número de muestras analizadas

Igualmente puede calcularse el rango (d), que es la diferencia entre el valor máximo ($X_{\max}$) y el menor valor ($X_{\min}$) de los obtenidos en el conjunto de muestras analizadas.

II.-Desviación Estándar

Indice de dispersión del conjunto de muestras, y se calcula mediante la expresión:

$$S = \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 / n - 1}$$

donde:

$$/ (n - 1)$$

S= desviación estándar

$\bar{X}$ = concentración promedio

X_i = concentración de la muestra "i"

n= número de muestras analizadas

1.5.5 Operación de Redes de Vigilancia

Una Red de Vigilancia es diseñada y operada de manera que satisfaga requerimientos y exigencias locales, por lo que generalmente no se parece a otras redes instaladas en otras ciudades y países.

Entre 1950 y 1960, algunos países latinoamericanos comienzan a preocuparse por la contaminación atmosférica, después del conocimiento de los episodios que ocurren en los Estados Unidos y Europa. Se da mayor urgencia por patrocinar el establecimiento de la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES), y es a mediados de 1967 cuando comienza a funcionar bajo la colaboración de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Trabajan con métodos normalizados adaptados de los métodos empleados por Inglaterra y otros países europeos, para así poder comparar los resultados obtenidos. (21)

La distribución de la Red llega a contar con 34 esta-

ciones, instaladas en 18 ciudades de 13 países, (tabla 2).

En Venezuela las estaciones instaladas quedan a cargo del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social y de la Universidad Central de Venezuela, Dpto. de Ingeniería Sanitaria.

Con el tiempo la REDPANAIRE se expande, y para el año 1973, Caracas cuenta con 8 estaciones. La tabla 3, presenta las características de estas estaciones y la tabla 4 presenta los parámetros que se miden.

De estas 8 estaciones, la número 2 es la estación ubicada en el Edificio de Ingeniería Sanitaria en la Ciudad Universitaria de la Universidad Central de Venezuela.

La REDPANAIRE, comienza a regirse por las normas establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), que promulga para esta época los límites permisibles para un conjunto de contaminantes atmosféricos. Entre ellos: polvo en suspensión y anhídrido sulfuroso. (21)

TABLA 2
ESTACION DE LA REDPANAIRE
(AÑO 1967)

*Muy antigua
en color*

PAIS	CIUDAD	Nº de ESTACIONES
ARGENTINA	BUENOS AIRES	2
	CORDOBA	2
BOLIVIA	LA PAZ	1
BRASIL	BELO HORIZONTE	1
	PORTO ALEGRE	1
	RECIFE	1
	RIO DE JANEIRO	1
	SAO PAULO	1
COLOMBIA	BOGOTA	1
COSTA RICA	SAN JUAN	1
CUBA	LA HABANA	1
CHILE	SANTIAGO	1
EL SALVADOR	SAN SALVADOR	1
JAMAICA	KINGSTON	1
MEXICO	MEXICO	11
PERU	LIMA	2
URUGUAY	MONTEVIDEO	1
VENEZUELA	CARACAS	4

FUENTE : (22)

-Polvo en Suspensión:

75 Ug/m3 como promedio geométrico anual

260 Ug/m3 como valor máximo para 24 horas

-Anhídrido Sulfuroso:

80 Ug/m3 como promedio aritmético anual

365 Ug/m3 como valor máximo para 24 horas

Estas normas son consideradas por la REDPANAIRE como estrictas, por lo que convienen en sugerir los siguientes niveles de referencia para estos parámetros:

Polvo en Suspensión 100 Ug/m3

Anhídrido Sulfuroso 70 Ug/m3

Actualmente la calidad del aire en Venezuela es vigilada y controlada por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR).

En Caracas, funciona una Red de Vigilancia con 6 estaciones ubicadas en los sectores: El Silencio, La Yaguara, El Cementerio, Los Ruices, Bello Campo y La Trinidad, las cuales miden PTS, Pb, NO₂, SO₂ y CO₂, a excepción de la estación Bello Campo que sólo mide SO₂. Estas red se rige por los límites permisibles de la EPA.

TABLA 3
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RED PANAIRE EN CARACAS
(AÑO 1982)

ESTACION	UBICACION	ORGANISMO RESPONSABLE	FECHA INICIO OPERACION	FUNCIONAMIENTO
1	CENTRO SIMON BOLIVAR	MSAS	JUNIO	DEJA DE OPERAR EN DICIEMBRE 1973
2	EDIFICIO ING. SANITARIA UCV	UCV	NOVIEMBRE	ACTUALMENTE EN OPERACION
3	EST. METEOROLOGICA BASE AEREA FRANCISCO DE MIRANDA	UCV	NOVIEMBRE	DEJA DE OPERAR EN DICIEMBRE 1977
4	SEDE DE LA ZONA X DEL MSAS EL CEMENTERIO	MSAS	ENERO	DEJA DE OPERAR A PARTIR DE DICIEMBRE 1973
5	EDIFICIO ING. SANITARIA UCAB	UCV	MAYO	DEJA DE OPERAR A PARTIR DE DICIEMBRE 1975
6	OBSERVATORIO CAJIGAL	UCV	AGOSTO	DEJA DE OPERAR A PARTIR DE DICIEMBRE 1977
7	INST. DE PUERICULTURA PASTOR OROPEZA 23 DE ENERO	UCV	ENERO	DEJA DE OPERAR A PARTIR DE DICIEMBRE 1977
8	ANTIGUO CAMPAMENTO DEL MOP Km 5 AUTOPISTA CARACA - LA GUAIRA	UCV	DICIEMBRE	DEJA DE OPERAR A PARTIR DE DICIEMBRE 1977

FUENTE : (12)

TABLA 4
PARAMETROS Y METODOS
ESTABLECIDOS POR LA REDPANAIRE

PARAMETRO	METODOS DE ANALISIS	UNIDAD DE ANALISIS	PERIODICIDAD
ANHIDRIDO SULFUROSO	PEROXIDO DE HIDROGENO	Ug / m^3	24 HORAS
POLVO EN SUSPENSION	REFLECTROMETRIA	Ug / m^3	24 HORAS
POLVO SEDIMENTABLE	GRAVIMETRIA	Ug / cm^2 30 dias	30 DIAS
CORROSIVIDAD	GRAVIMETRIA	Ug / cm^2 30 dias	30 DIAS

FUENTE : (12)

CAPITULO 2 :
PARTE EXPERIMENTAL

En este capítulo se describe la selección del sitio de captación de las muestras; así como, la descripción del sistema de captación que se utiliza, la metodología seleccionada y el programa de muestreo a seguir en la medición de los parámetros de calidad del aire pre-establecidos para este trabajo, como son:

Partículas Totales en Suspensión (PTS), Dióxido de Azufre (SO₂) y Plomo (Pb), en el sector seleccionado de la Ciudad Universitaria de la Universidad Central de Venezuela; además incluye, los resultados experimentales, su análisis y discusión.

2.1 SELECCION DEL SITIO DE CAPTACION DE LA MUESTRA

El sitio de captación seleccionado es la Estación 2 de la REDPANAIRE, ubicada en el Edificio de Ingeniería Sanitaria en la Universidad Central de Venezuela. (Figuras 8 y 9)

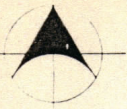
Para la selección del sitio de captación se tiene en cuenta:

- 1.- Que el sitio es un sector protegido de interferencias de personas extrañas. Se evita así alguna alteración en la captación y hay resguardo del equipo instalado.

Subo selección

Reduccion
Debe cumplir
el plan
hacer algo mejor

FIGURA 8.
CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

PLANO DE UBICACION



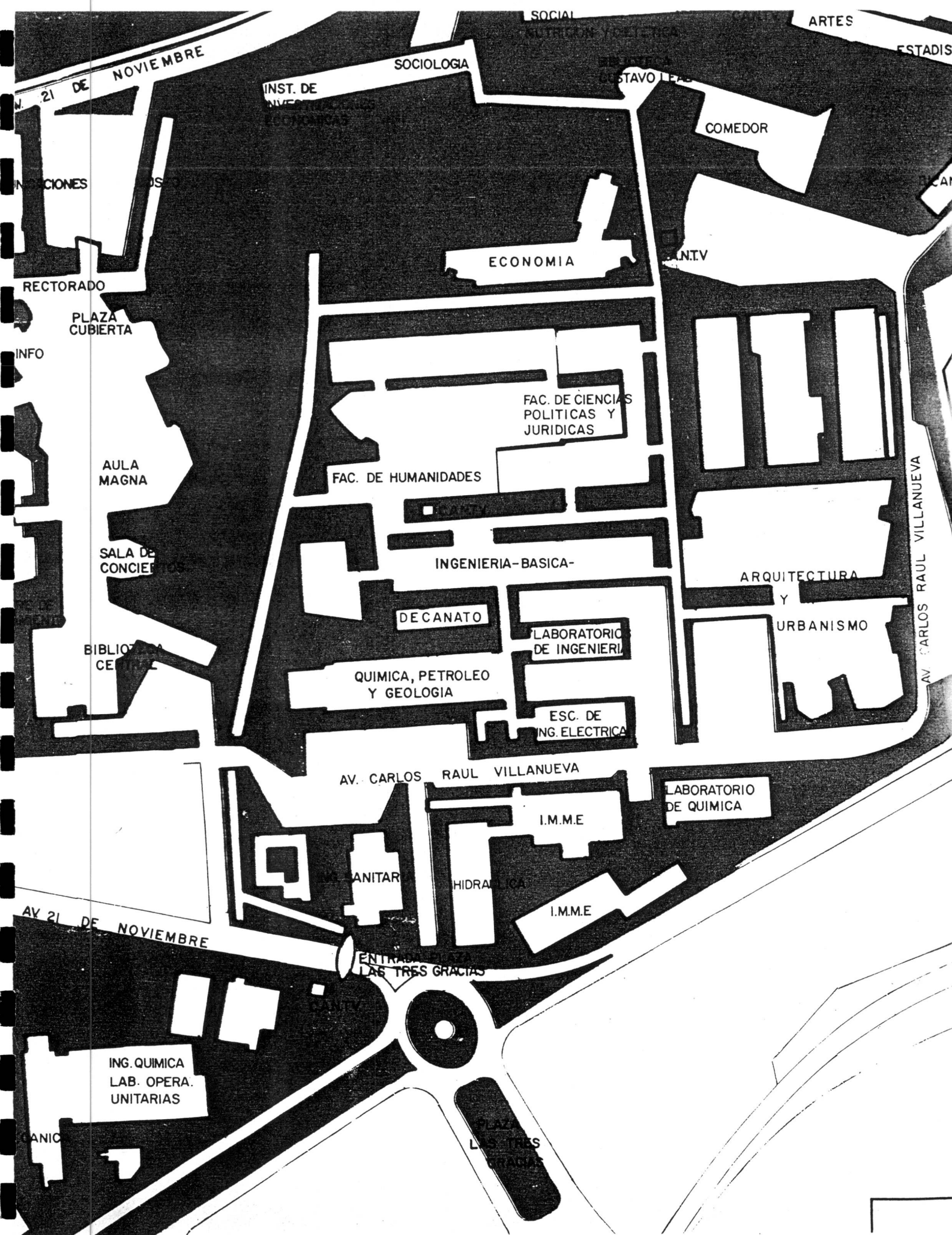
SIMBOLOGIA



USTED SE ENCUENTRA AQUI EN ESTE MOMENTO

DIRECCION DE SERVICIOS GENERALES

FIGURA 9.
UBICACION DE INGENIERIA SANITARIA DENTRO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA



AV. 21 DE NOVIEMBRE

SOCIOLOGIA

INST. DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS

SOCIAL
NUTRICION Y DIETETICA
BIBLIOTECA
JUSTO L. LEON

ARTES

ESTADIS

COMEDOR

ECONOMIA

CANTV

RECTORADO

PLAZA CUBIERTA

INFO

FAC. DE CIENCIAS POLITICAS Y JURIDICAS

FAC. DE HUMANIDADES

AULA MAGNA

SALA DE CONCIERTOS

INGENIERIA-BASICA-

DECANATO

LABORATORIO DE INGENIERIA

ARQUITECTURA Y

URBANISMO

BIBLIOTECA CENTRAL

QUIMICA, PETROLEO Y GEOLOGIA

ESC. DE ING. ELECTRICA

AV. CARLOS RAUL VILLANUEVA

LABORATORIO DE QUIMICA

I.M.M.E

MECANICA

HIDRAULICA

I.M.M.E

AV. 21 DE NOVIEMBRE

ENTRADA LAS TRES GRACIAS

ING. QUIMICA
LAB. OPERA.
UNITARIAS

PLAZA LAS TRES GRACIAS

2.- Que tiene la ventaja de que en el sector está ubicado el Laboratorio de Aire del Dpto. de Ingeniería Sanitaria donde se realizan los análisis experimentales de las muestras.

3.- Que existe en la estación, información de registros anteriores, para así establecer las tendencias y variaciones con el tiempo.

4.- Optimización de costos, al utilizar los recursos existentes en el Laboratorio de Aire, antes mencionado.

5.- Tener como base los resultados a obtener por efectos de la construcción del Metro de Caracas, para establecer comparaciones con estudios anteriores a éste en la Estación.

El punto de captación de la muestra se encuentra situado en la fachada sur de dicho edificio a 4 metros de la pared y a 4.5 metros del suelo. La ubicación de la estación hace que las muestras que se capten sean representativas de los sectores de influencia a la Ciudad Universitaria, siendo estos: Urb. Los Chaguaramos, Urb. Valle Abajo, y parte de las urbanizaciones Santa Mónica, Las Acacias, Colinas de Bello Monte y Sabana Grande. (Figura 10)



*donde
quien
fech
man*

2.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CAPTACION

El Sistema de Captación consta de un tramo de tubería rígida de hierro de 12 cm de $\varnothing$, terminada en un codo de 90°, instalado con una separación de 4 m de la fachada del Edificio y a 4,5 m del suelo.

La muestra se conduce por el interior de esta tubería a través de un tubo de cloruro de polivinilo (PVC) de 1/4" de $\varnothing$ interno y de 4,5 m de longitud, en uno de cuyos extremos se ajusta un embudo de vidrio de 6,5 cm de $\varnothing$ interno y el otro extremo se acopla al portafiltro mediante una conexión reductora de cobre de diámetro de 1/4" a 3/8".

El Sistema de Captación, se instala de acuerdo al propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), de manera tal que se puedan captar simultánea y continuamente, los parámetros en estudio como son: PTS, SO₂, y Pb, presentes en la atmósfera del sector seleccionado. (Fig.11)

El sistema está compuesto por:

- Embudo
- Soportes
- Pinzas

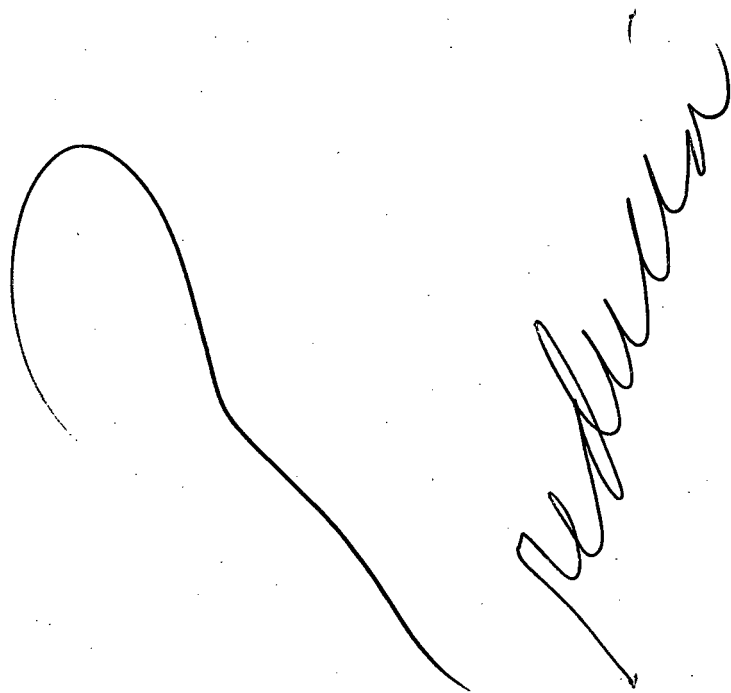
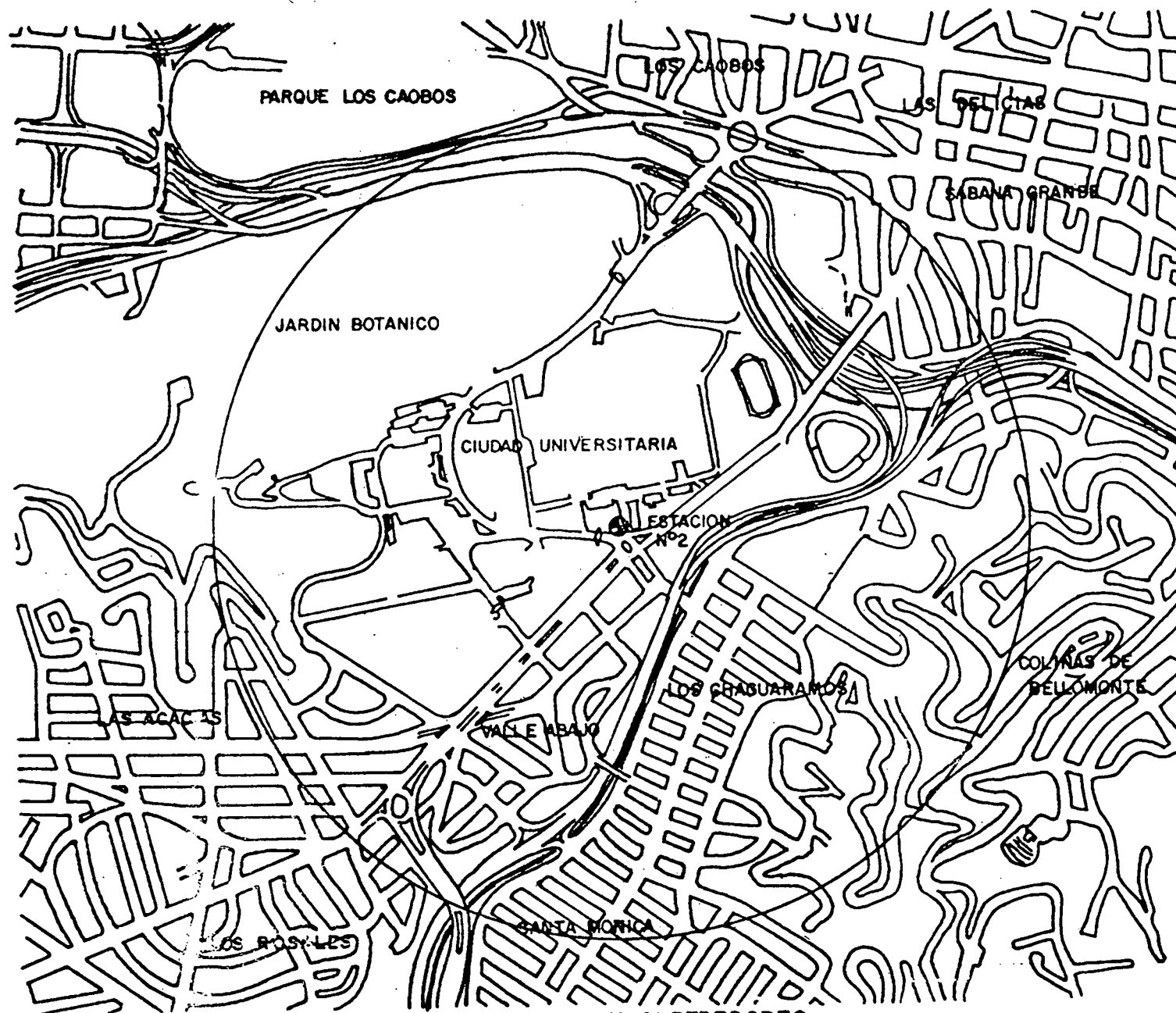


FIGURA 10.
ESTACION 2 - REDPANAIRE



ESTACION 2 Y ALREDEDORES

- Portafiltro de 6,3 cm de Ø interno
- Frasco lavador con tapa tubulada y con difusor poroso
- Trampa de humedad
- Medidor de gas
- Bomba succionadora de aire con regulador de flujo
- Aislante de anime
- Conexiones

2.3 METODOLOGIA SELECCIONADA

La selección de la metodología a seguir para la medición y evaluación de los parámetros pre-establecidos en este estudio, se hace en base a la existencia y disponibilidad de recursos del Laboratorio de Aire.

Esta metodología es la Filtración para PTS, mediante la técnica analítica de Gravimetría y para Pb, mediante la técnica analítica de Espectrofotometría de Absorción Atómica. Para SO₂ se selecciona el Método del Peróxido de Hidrógeno, mediante la técnica de Absorción, metodología ésta seguida por la REDPANAIRE durante su operación.

hubo seleccion

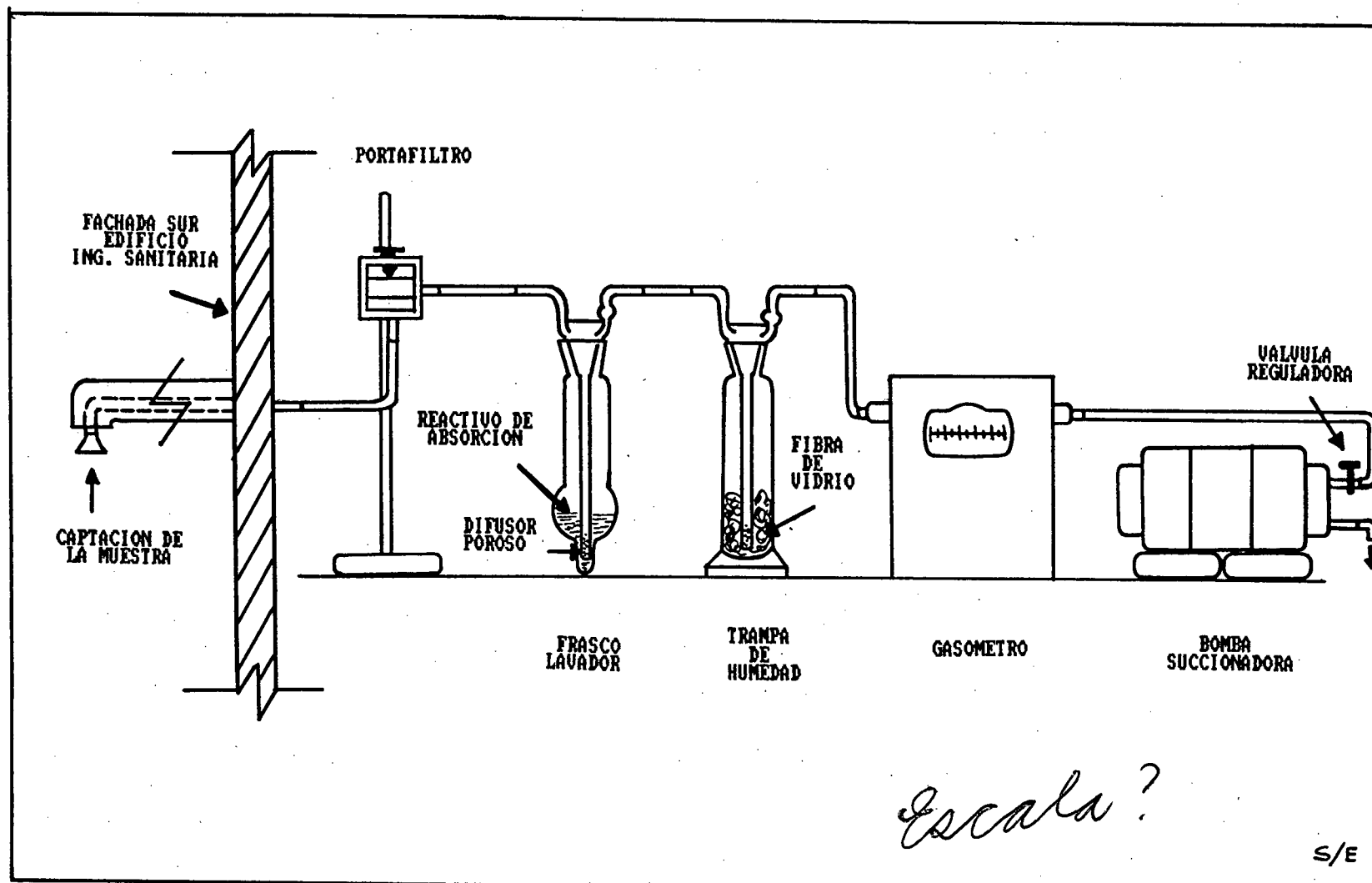


FIGURA 11.
ESQUEMA DEL SISTEMA DE CAPTACION

I.-Partículas Totales en Suspensión

Método de Captación: Filtración

Técnica Analítica: Gravimetría

Consiste en captar las partículas presentes en el aire en un medio filtrante de fibra de vidrio, limpio, seco y de peso conocido, a través del cual se hace pasar un volumen de aire conocido.

Equipos e Instrumentos

- Filtros de micro fibra de vidrio de 9 cm de $\varnothing$, tipo Whatman GF/A, recortados a un diámetro aproximado de 6,3 cm.
- Desecador
- Balanza Analítica de apreciación de 0,1 mg

Procedimiento

- Rotular el filtro y colocarlo en el desecador por 24 horas.
- El día de la captación, pesar el filtro y colocarlo en el sistema. Registrar datos del peso del filtro y de la lectura del medidor de gas.

-Registrar fecha y hora. Encender la bomba. Captación de la muestra por el tiempo establecido.

-Transcurrido el tiempo de captación, retirar el filtro del sistema y colocarlo en el desecador por 24 horas.

-Transcurrido este tiempo, pesar el filtro en la balanza analítica. Registrar dato del peso del filtro y de la lectura del medidor de gas.

- La concentración de PTS se calcula mediante la expresión:

$$PTS = (P_f - P_i) \times 10^6 / V \quad (I.1)$$

II.-Dióxido de Azufre

Método de Captación: Absorción por el Peróxido de Hidrógeno

Técnica Analítica: Volumetría

Se hace burbujear aire durante el tiempo establecido a través de un frasco lavador que contiene una solución de peróxido de hidrógeno. El anhídrido sulfuroso se disuelve en el reactivo de absorción y se oxida a ácido sulfúrico. Se determina la acidez por titulación con una solución de tetraborato de sodio hasta un pH de 4,5.

Equipos e Instrumentos

- Frasco lavador con tapa tubulada, cuyo extremo inferior posee un difusor poroso.
- Frasco que sirve como trampa de humedad
- Microbureta
- Aislante de anime

Reactivos

- Peróxido de Hidrógeno de 1 volumen
- Acido Sulfúrico de 0,004 N
- Tetraborato de Sodio 0,004 N
- Indicador BDH de pH 4,5

Procedimiento

- Se agregan 50 ml de solución de peróxido de hidrógeno en el frasco lavador
- Se coloca un frasco lavador como testigo, con 50 ml de solución de peróxido de hidrógeno, tapado
- Se pone en marcha el sistema de captación durante el tiempo establecido
- Transcurrido este tiempo, se apaga la bomba, y al testigo se le agregan 4 gotas del indicador, debiendo desarrollar un color gris neutro. En caso de observarse un color azul, titular con ácido

sulfúrico para llevar a la tonalidad deseada, y si se observa un color rosado titular con tetraborato de sodio hasta obtener el gris neutro.

-A la muestra se le añaden 4 gotas del indicador y el volumen de ácido sulfúrico o tetraborato de sodio si fue necesario añadirse al testigo

-Si aparece un color gris puro sin matiz, significa que no hay SO₂ en el aire

-Si aparece un color azul, significa que se ha absorbido algún gas o vapor

-Si la muestra tiene color rosado, se lleva a gris con tetraborato de sodio, anotando la lectura inicial y final del volumen gastado de tetraborato

-Se calcula la concentración de SO₂ mediante la expresión:

$$C = (A \times B) / V \quad (I.3)$$

III.-Plomo

Método de Captación: Filtración

Técnica Analítica: Espectrofotometría de Absorción Atómica.

El filtro que se utiliza para captar el material particulado, se digiere con ácido nítrico para extraer el plomo presente en la muestra y se analiza por espectrofotometría de absorción atómica.

Equipos e Instrumentos

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica
- Campana
- Estufa
- Filtro con material particulado
- Cocinilla

Reactivos

- Solución de Acido Nítrico 3M
 - Solución de Acido Nítrico 0,45 M
 - Nitrato de Plomo, 99% de pureza
 - Solución Patrón de Plomo 1000 UgPb/ml
 - Solución Patrón de Plomo 20 UgPb/ml
- 

Procedimiento

- El filtro utilizado para la determinación de PTS, se coloca en un vaso de precipitado de 100 ml de capacidad.

-Se agregan 15 ml de solución de ácido nítrico 3M, de modo que el filtro quede sumergido. Se tapa con un vidrio de reloj y se calienta, en la cocinilla, durante 30 minutos, manteniendo una ligera ebullición, evitando sequedad de la muestra.

-Se separa el vaso de precipitado de la cocinilla y se deja enfriar a temperatura ambiente.

-Se lava con agua bidestilada el vidrio de reloj y las paredes del recipiente y se trasvasa a un balón aforado de 100 ml.

- Se completa a 100 ml con agua bidestilada, se agita, se deja en reposo hasta que los sólidos sedimenten.

-Si la muestra va a ser guardada para análisis posterior, se transfiere a una botella de polietileno.

Curva de Calibración

-Se preparan los patrones para la calibración según la tabla 28.

-Se seleccionan como mínimo 3 patrones de calibración que abarquen el intervalo lineal del espectrofotómetro.

-Se mide la absorbancia de estos patrones, de las

muestras y del blanco de reactivo.

-Se elabora la gráfica de absorbancia en función de la concentración de Pb. (Fig 14)

-Se determinan las concentraciones de plomo, en UgPb/ml de las muestras en base a la curva de calibración.

-Se calcula la concentración de plomo, en UgPb/m3 de la muestra, según la ecuación:

$$CPM = ((Ca \times F \times Vaf) - Fb) / V \quad (I.4)$$

2.4 PROGRAMA DE MUESTREO

Este programa tiene como objetivo establecer los métodos de referencia para las determinaciones de PTS, SO2 y Pb en la atmósfera de la estación de captación, sitio seleccionado para la determinación de estos parámetros. Igualmente indica la frecuencia de muestreo, el número de muestras diarias, el total de muestras captadas y la rutina de laboratorio a seguir en la determinación de los parámetros en estudio.

También se presentan en este programa, dos aspectos importantes, como: el acondicionamiento tanto del Laboratorio como de los equipos a utilizar para las mediciones y el Premuestreo.

La figura 12, muestra el cronograma de actividades a realizar para dar cumplimiento al Programa de Muestreo.

A.-Sitio de Captación de la Muestra

La estación de captación, ubicada en el área limitada por la fachada sur del Edificio de Ingeniería Sanitaria de la Ciudad Universitaria de la Universidad Central de Venezuela, anterior Estación 2 de la REDPANAIRE.

El punto de captación de la muestra, está ubicado a 4,5 m de dicha fachada y a 4 m del suelo.

B.-Sistema de Captación

El sistema de captación se instala, en el Laboratorio de Aire ubicado en el Edificio de Ingeniería Sanitaria. (Fig.11)

C.-Período de Muestreo

Un total de 6 semanas consecutivas, comprendidas entre los meses de AGOSTO Y SEPTIEMBRE de 1993, lapso este que coincide con el período vacacional de la Universidad Central de Venezuela.

D.-Frecuencia de Muestreo

Una muestra diaria por cada parámetro en estudio.

De LUNES a VIERNES en el mes de AGOSTO y parte del mes de SEPTIEMBRE de 1993, según cronograma. (Fig. 12), 2 días SABADO del mes de AGOSTO de 1993 (Sábados 07 y 28).

A N O 1993

ACTIVIDAD	M E S															
	J U L I O				A G O S T O				S E P T I E M B R E				O C T U B R E			
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta
REACTIVACION DEL LABORATORIO Y EQUIPOS	---	---	---													
MONTAJE DEL SISTEMA		---	---													
PREMUESTREO				---												
MUESTREO					---	---	---	---	---	---						
ANALISIS DE LABORATORIO				---	---	---	---	---	---	---						
RECOLECCION DE DATOS				---	---	---	---	---	---	---						
CALCULO DE RESULTADOS				---	---	---	---	---	---	---						
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS											---	---	---			

FIGURA 12
CRONOGRAMA DEL PROGRAMA DE MUESTREO

E.-Tiempo de Muestreo

Se comienza a muestrear por un lapso de 6 horas diarias por un periodo de 2 semanas y por 24 horas diarias las semanas subsiguientes.

F.-Total de Muestras

Un total de 31 muestras para cada uno de los parámetros.

G.-Metodología y Técnica a seguir en cada determinación

1.-Medición de Partículas Totales en Suspensión

Método de Muestreo: Filtración

Técnica: Gravimetría

2.-Medición de Dióxido de Azufre

Método de Muestreo: Absorción con Peróxido de Hidrógeno

Técnica: Volumetría

3.-Medición de Plomo

Método de Muestreo: Filtración

Técnica: Espectrofotometría de Absorción Atómica

H.-Rutina de Laboratorio ✓

Hora	Actividad
8 am	-Revisión de la instalación del sistema. -Pesada inicial del filtro en la balanza analítica. -Rotulados el filtro y el frasco lavador con el reactivo de absorción, se procede a su colocación en el sistema.
8:30 am	-Registro de hora y lectura del gasómetro. -Encendido de la bomba. -Captación de la muestra por el tiempo establecido. Transcurrido este tiempo establecido se procede a: -Apagado de la bomba. -Registro de hora y lectura del gasómetro. -Colocación del filtro en el

Hora

Actividad

dsecador por 24 horas.

-Determinación de SO_2 por
titulación de la acidez, según
metodología seleccionada.

-Digestión del filtro para
determinación de plomo trans-
curridas las 24 horas el
filtro en el dsecador.

La figura 13 muestra el diagrama de flujo que se sigue
para la determinación de PTS, Pb y SO_2 .

I.-Acondicionamiento del Laboratorio de Aire

Antes de iniciar las actividades dentro del Laborato-
rio, debe realizarse un inventario de éste, de manera
de conocer los recursos disponibles en él, respecto a
reactivos, instrumentación, equipos y materiales, para
cumplir los objetivos establecidos en este estudio.

Se dispone de los siguientes equipos con sus respecti-
vas especificaciones:

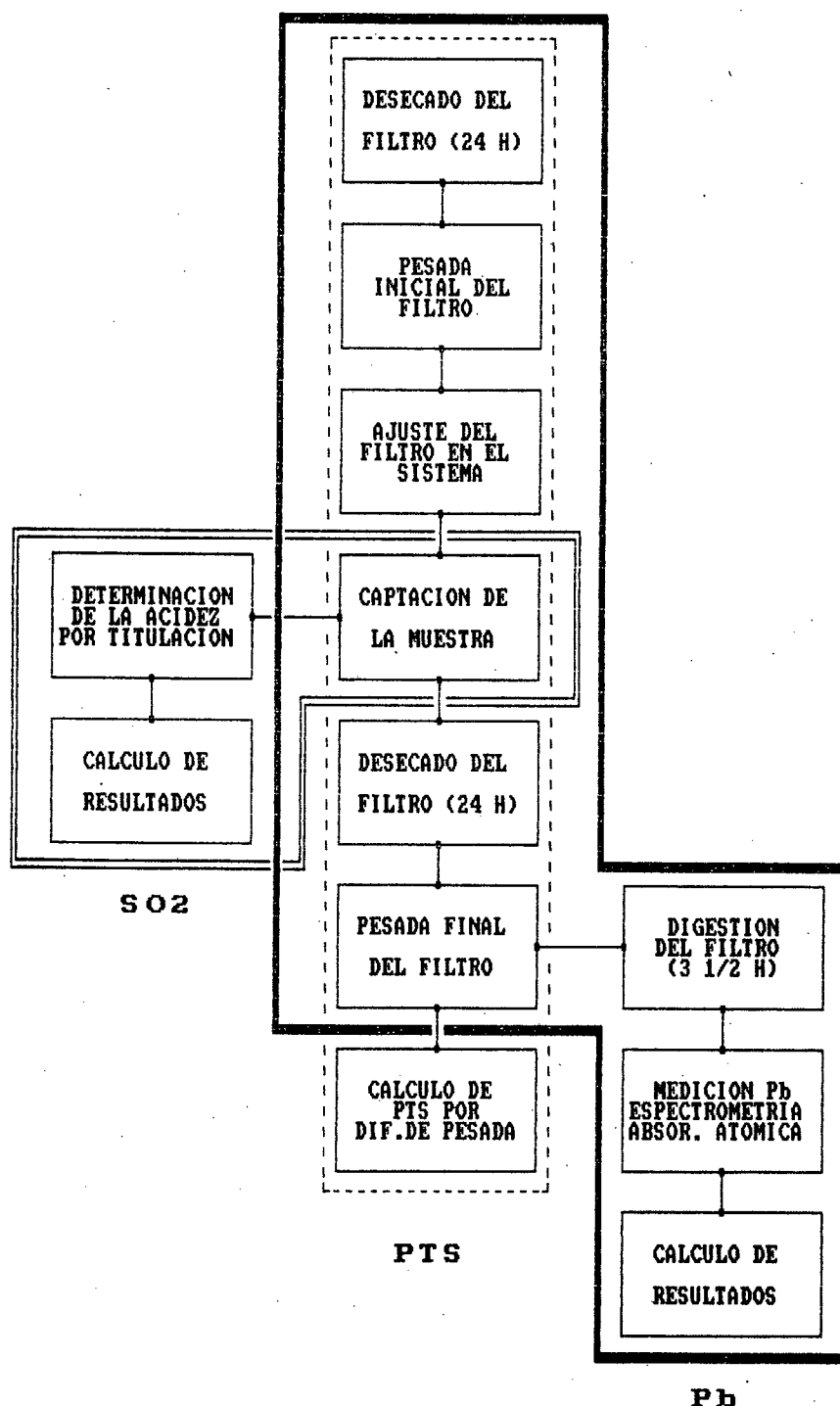


FIGURA 13

DIAGRAMA DE FLUJO

de qu?

3 bombas succionadoras de aire,

GELMAN Número 4

Módelo 13152 : 1/12 Hp 1725 rpm 115 voltios
60 ciclos 1 fase

GELMAN Número 3

Módelo 13152 : 1/12 Hp 1752 rpm 115 voltios
60 ciclos 1 fase

ROBBBINS & MEYERS

1/12 Hp 1752 rpm 115 voltios 60 ciclos 1 fase

2 Contadores de Gas

DGN 146

Módelo NB3 - Apreciación de 0,0001 m3

DGN s/n

Módelo X27 - Apreciación de 0,1 m3

Espectrofotómetro de absorción atómica

VARIAN TECHTRON

Módelo 1000 - Bombonas de aire y acetileno

1 Balanza Analítica

E. METTLER

Tipo H 15-Capacidad 160 g-Apreciación de 0,1 mg

1 Estufa heraew

Tipo RT360-120 voltios-Temp. máx. 220 C-55 A

1. Campana de Extracción

Serial. Número 17989-115 voltios-1 fase-60 ciclos
1,0 amp.

Al encender los equipos, se observa que las bombas succionadoras son las que presentan problemas. Debido a esto se realizan pruebas con ellas, de manera de conocer sus condiciones de trabajo. Estas condiciones se verifican, según el tiempo que permanezcan encendidas, por el aumento de calor palpada en el equipo; para ello se deja en funcionamiento la bomba por un tiempo de 1 hora al día con un incremento de 1 hora por día hasta completar 6 horas diarias continuas.

Los demás equipos funcionan adecuadamente y se verifica la existencia y la cantidad de cada uno de los reactivos y materiales requeridos.

J.-Pre-muestreo

Acondicionado tanto el Laboratorio de Aire como el equipo, se inicia el Pre-muestreo por un período que abarca los 5 primeros días del programa de muestreo, con un tiempo de captación de 6 horas diarias continuas, instalado el sistema simultáneo propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y con la tubería de captación existente.

La longitud del tubo de PVC es de 12,50 m, cuyo extremo donde se acopla el embudo, se apoya en una edificación presente en el sector de captación.

Establecido el tiempo de muestreo, según lo observado en el acondicionamiento de las bombas, comienza la captación, y no se obtiene ningún dato para los dos primeros días, ya que el filtro utilizado para la determinación de PTS, no presenta alteración en su pesada.

Se analiza la situación y se decide revisar la tubería de PVC instalada y se observa que ésta presenta un excesivo grado de humedad, tanto en su parte interna como en la externa.

Se decide el desmonte de la tubería, considerando que la humedad puede ser la interferencia de la no captación, por adherencia de partículas en el interior de la tubería.

Se plantean dos alternativas, que son:

- Cambiar la instalación de la tubería por otra seca y limpia.
- Secar la tubería desmontada.

Se decide esta segunda alternativa, y para esto, se traslada la tubería al Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), pero se presenta la dificultad de que los tramos de tubería rebasan el ancho de la estufa. Luego, se lleva al Servicio de Mantenimiento de la Facultad de Ingeniería, quienes le aplican Nitrógeno comprimido, obteniendo el efecto deseado.

Se instala nuevamente la tubería de PVC, con las mismas especificaciones en cuanto a distancias respecto al suelo y obstáculos laterales. Se fija una longitud horizontal de 4,0 m para evitar interferencias de una instalación paralela a ésta y que corresponde a otro estudio de calidad de aire en el sector.

2.5 RESULTADOS EXPERIMENTALES

En este subcapítulo se presentan los resultados experimentales, que se obtienen tanto para el Pre-muestreo como para el período de muestreo establecido de 6 semanas consecutivas, comprendidas entre los meses de AGOSTO y SEPTIEMBRE del año 1993, lapso de tiempo este que coincide con el período vacacional de la Universidad Central de Venezuela.

En el Pre-muestreo se captan 5 muestras para cada uno de los parámetros de calidad del aire en estudio: PTS, SO₂ y Pb; cuyos resultados se presentan en las tablas 5, 6 y 7 respectivamente.

En el muestreo se obtienen 25 muestras para la determinación de PTS, 29 muestras para la determinación de SO₂ y 28 muestras para la determinación de Pb. Los resultados que se obtienen de las muestras, se agrupan desde la tabla 8 hasta la tabla 13 para PTS, desde la tabla 14 hasta la tabla 19 para SO₂ y desde la tabla 20 hasta la tabla 25 para Pb.

Igualmente se presenta la tabla 26, tabla resumen donde se puede visualizar con mayor claridad las concentraciones obtenidas durante el periodo de muestreo.

Un cálculo típico de estos resultados se describe en el Anexo III.

Se presenta también en este subcapítulo una tabla 27 con los resultados de los parámetros estadísticos de las concentraciones de los contaminantes, y la tabla 28 y su respectiva representación gráfica como es la Curva de Calibración, para obtener la concentración de plomo (Fig. 14).

Los resultados mencionados, se representan en 3 Histogramas, a fin de observar la variación de concentración de los parámetros de calidad del aire: PTS, Pb y SO₂ durante el periodo de muestreo en el sector seleccionado y a su vez comparar el promedio obtenido con la normativa vigente y con estudios anteriores a éste en el mismo sector. (Figuras 15, 16 y 17).

2.6 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

El análisis, interpretación y discusión de los resultados, se hace en base a:

I.- Un análisis general de los resultados obtenidos por semana, para cada uno de los parámetros en estudio, donde se observan los valores máximos y mínimos de las concentraciones de PTS, SO₂ y Pb, de manera de comparar estos valores entre sí.

Además, se presenta la influencia del equipo que se utiliza en las mediciones de los parámetros antes mencionados.

II.- Un análisis mediante los parámetros estadísticos: número de muestras, rango, promedio aritmético y desviación estandar de los resultados obtenidos de las concentraciones de PTS, SO₂ y Pb

por semana, para el mes de Agosto y para el período de muestreo; de manera de establecer relaciones entre ellos y comparar con las normas vigentes y con registros anteriores a este estudio en la estación seleccionada.

2.6.1 Análisis General

SEMANA 1: desde el día 03/08/93 al día 07/08/93

De las muestras analizadas para cada parámetro, se puede observar en las tablas 8, 14 y 20, el valor máximo para PTS es 81,7 Ug/m³ y el mínimo 18,0 Ug/m³, para SO₂ el valor máximo es 11,5 Ug/m³ y el mínimo 0,9 Ug/m³ y para Pb el valor máximo es 9,3 Ug/m³ y el mínimo 0,0 Ug/m³.

Vale destacar que la tonalidad establecida en la metodología para la determinación de SO₂ no se logra observar, debido a la dilución que se hace al reactivo de absorción después de captada la muestra.

Actualmente en la Dirección de Investigaciones del Ambiente (DIA), adscrita al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), encargado de la vigilancia y control de la calidad del aire en Venezuela, no utiliza esta metodología, por no ser para

ellos específica de SO_2 . Al no aclarar el punto sobre la tonalidad, se decide adoptar un color anaranjado pálido dentro de la gama del mencionado en la metodología seguida por la REDPANAIRE y así mantener la metodología.

Es de hacer notar que para esta semana, el día VIERNES, se presenta el valor máximo de concentración de cada parámetro.

SEMANA 2: desde el día 09/08/93 al día 13/08/93

De la tabla 9 para PTS, puede verse una concentración máxima de $17,5 \text{ Ug/m}^3$ y una mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$. La muestra del día 13, no se considera, ya que al manipular el filtro para ser colocado en el desecador, accidentalmente se perfora con la pinza.

La concentración máxima de SO_2 es de $6,6 \text{ Ug/m}^3$ y la mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$ según tabla 15.

Durante esta semana, se observa en la tabla 21 una concentración máxima para Pb de $3,2 \text{ Ug/m}^3$ y una mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$.

SEMANA 3: desde el día 16/08/93 al día 20/08/93

De las muestras analizadas para PTS, se observa en la tabla 10 una concentración máxima de $31,4 \text{ Ug/m}^3$ y una mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$. La muestra del día 16, no se

considera representativa por presentar la pesada final del filtro un valor menor que la pesada inicial.

En esta semana, la máxima concentración de SO_2 que se presenta es de $1,2 \text{ Ug/m}^3$ y la mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$. (tabla 16).

En la tabla 22, se ve que la concentración máxima para Pb es de $18,5 \text{ Ug/m}^3$ y la mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$.

Vale destacar, que el valor que se presenta como concentración máxima de $18,5 \text{ Ug/m}^3$ de Pb para el día LUNES 16 no es confiable, porque para ese día, el filtro donde se capta el material particulado presenta una pesada final menor que la inicial y además ese día, se procede a sustituir el equipo instalado por otro en existencia por presentar el anterior fallas en los instrumentos de medición (manómetros).

Al conectar al sistema el nuevo equipo, se observa un volumen de aire succionado de $1,1500 \text{ m}^3$ para un tiempo de muestreo de 6 horas, volumen éste que es ajustado para lograr el volumen anterior.

Por lo antes expuesto, se decide el descarte de este valor para los análisis sucesivos.

Por la incertidumbre de no observar en esta semana la captación simultánea de los parámetros, el día 20 se procede a instalar en el sistema un equipo que deja de funcionar en el Pre-muestreo, es por ello que para este día se presenta un volumen de aire succionado prácticamente el doble del succionado con el equipo anterior, volumen éste no acorde con el requerido en la metodología para SO_2 , además el reactivo de absorción se evapora dejando la tapa tubulada con el difusor poroso del frasco lavador fuera del reactivo.

Debido a esto, se visita nuevamente la DIA, para conversar con Ingenieros y Técnicos sobre las metodologías aplicadas, y ellos sugieren que se separen ambas determinaciones, porque la medición de los parámetros requieren de un caudal de muestreo diferente.

SEMANA 4: desde el día 23/08/93 al día 28/08/93

En las tablas 11 para PTS, 17 para SO_2 y 23 para Pb, se observa la concentración máxima de PTS de $70,7 \text{ Ug/m}^3$ y la mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$, para SO_2 la máxima es de $4,7 \text{ Ug/m}^3$ y la mínima de $0,0 \text{ Ug/m}^3$ y para Pb, en la semana todas las concentraciones son de $0,0 \text{ Ug/m}^3$.

El día 23, se procede al cambio de bomba y tomando en

cuenta las sugerencias del personal de la DIA, se mide sólo SO_2 observando que tampoco hay captación de este parámetro, por lo que se decide entonces mantener el sistema simultáneo propuesto por la OPS hasta finalizar el periodo de muestreo pre-establecido.

SEMAMA 5: desde el día 30/08/93 al 03/09/93

Se presenta en la tabla 12 para PTS una concentración máxima de 192,4 Ug/m^3 y una mínima de 17,6 Ug/m^3 . En la tabla 18 para SO_2 , la concentración máxima es de 1,4 Ug/m^3 y una mínima de 0,0 Ug/m^3 y en la tabla 21, la concentración máxima de Pb es de 3,4 Ug/m^3 y la mínima de 0,0 Ug/m^3 .

La muestra para PTS del día 31 no es representativa al presentar el filtro una pesada final menor que la inicial.

SEMANA 6 : desde el día 06/09/93 al día 10/09/93

De las muestras analizadas para esta semana, y presentados los resultados en las tablas 13, 19 y 25, se observa que la concentración máxima para PTS es de 55,0 Ug/m^3 y la mínima de 36,4 Ug/m^3 , para SO_2 la máxima es de 1,4 Ug/m^3 y la mínima de 0,0 Ug/m^3 y para Pb la máxima es de 6,4 Ug/m^3 y la mínima de 0,0 Ug/m^3 .

Es de hacer notar que el valor de concentración máximo para PTS y SO₂ se presentan el mismo día, MARTES 07; no ocurre lo mismo para Pb.

2.6.2 Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los valores de concentraciones de PTS, SO₂ y Pb, se presenta en la tabla 27, de donde se extrae la siguiente información:

I. Al comparar las concentraciones por semana de los parámetros en estudio, se observa que para PTS, el promedio máximo de 79,3 Ug/m³, la desviación estandar máxima de 78,8 Ug/m³ y el rango máximo de 174,8 Ug/m³, ocurre en la semana 5, comprendida desde el 30/08/93 al 03/09/93.

Para SO₂, el promedio máximo de 3,1 Ug/m³, la desviación estandar máxima de 4,7 Ug/m³ y el rango máximo de 10,6 Ug/m³, se presentan en la semana 1.

Para Pb, el valor promedio máximo de concentración de 3,6 Ug/m³, la desviación estandar máxima de 3,9 Ug/m³ y el rango máximo de 9,3 Ug/m³, ocurren en la semana 1.

Es de hacer notar que en la semana 1 ocurre el promedio máximo de concentración de SO₂ y Pb, mientras que para PTS se presenta en la semana 5.

Porque

II. El promedio obtenido de concentración de PTS es de 41,1 Ug/m³ para el período de muestreo. Al comparar este valor con la normativa vigente, que establece una concentración máxima permisible de 75 Ug/m³, indica que es un valor menor que cumple con esta norma; así como, es un valor menor que a los de algunas estaciones pertenecientes a la Red de Vigilancia del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, instalada en la ciudad de Caracas. (Anexo IV)

Al comparar este mismo valor con los registros anteriores en la Estación 2 de la REDPANAIRE, se observa que está por encima del valor de 12,8 Ug/m³ registrado para los meses de AGOSTO y SEPTIEMBRE de 1970. (22)

III. El promedio obtenido de concentración de SO₂ es de 1,7 Ug/m³ para el período de muestreo. Al comparar este valor con la normativa vigente que, establece una concentración máxima permisible de 80 Ug/m³, se puede decir, que es un valor que cumple con esta norma.

No se llega a comparar dicho valor con la Red de Vigilancia de Caracas, por no tener valores co-

correspondientes a este parámetro, ya que no era medido anteriormente, y actualmente no ha sido publicado el boletín correspondiente con información al respecto.

Cuando se establece comparaciones con los registros anteriores en la estación 2 de la REDPANAIRE, se observa que este valor está por debajo de los presentados en el año 1981, donde la concentración promedio para el mes de AGOSTO es de 31,6 Ug/m^3 . (12)

IV. El promedio obtenido de concentración de Pb para el período de muestreo es de 1,5 Ug/m^3 . Al comparar este valor con la normativa vigente que establece una concentración máxima permisible de 1,5 Ug/m^3 , se puede decir, que este valor cumple con la norma, así como que está por encima de los valores de concentración de las estaciones pertenecientes a la Red de Vigilancia de Caracas. (Anexo IV)

Cuando se establecen comparaciones con los registros anteriores en la estación, se observa que este valor está por debajo del valor de 3,6 Ug/m^3 registrado en el año 1984. (8)

TABLA 5
CONCENTRACIONES DE PTS
PREMUESTREO

FECHA	MASA DE PTS (μg)	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	CONCENTRACION DE PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
27/07/93	0	3,4661	0,0
28/07/93	0	4,4570	0,0
29/07/93	3700	4,1953	881,9
30/07/93	900	4,4683	201,4
02/08/93	200	2,9639	65,0

PERIODO DE MUESTREO : 6 HORAS

*para
medir
o
cumulo*

TABLA 6
CONCENTRACIONES DE SO₂
PREMUESTREO

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	VOLUMEN DE TETRABORATO DE SODIO (ml)	CONCENTRACION DE SO ₂ (Ug/m ³)
27/07/93	3,4661	0,0	0,0
28/07/93	4,4570	0,0	0,0
29/07/93	4,1953	12,3	375,3
30/07/93	4,4683	3,5	100,3
02/08/93	2,9639	0,1	4,3

PERIODO DE MUESTREO : 6 HORAS

TABLA 7
CONCENTRACIONES DE Pb
PREMUESTREO

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	MASA DE Pb (μg)	CONCENTRACION DE Pb ($\mu g/m^3$)
27/07/93	3,4661	36	0,0
28/07/93	4,4570	36	0,0
29/07/93	4,1953	110	17,6
30/07/93	4,4683	36	0,0
02/08/93	2,9639	55	6,4

PERIODO DE MUESTREO : 6 HORAS

TABLA 8
CONCENTRACIONES DE PTS
SEMANA 1

FECHA	MASA DE PTS (μg)	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	CONCENTRACION DE PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
03/08/93	100	5,5378	18,0
04/08/93	300	5,7247	52,4
05/08/93	200	6,8005	29,4
06/08/93	500	6,1191	81,7
07/08/93	100	4,0919	24,4

PERIODO DE CAPTACION : 6 HORAS

TABLA 9
CONCENTRACIONES DE PTS
SEMANA 2

FECHA	MASA DE PTS (Ug)	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	CONCENTRACION DE PTS (Ug/m ³)
09/08/93	100	5,9701	16,7
10/08/93	100	5,7242	17,5
11/08/93	100	5,9925	16,7
12/08/93	0	5,9478	0,0
13/08/93	----- *	5,9701	-----

PERIODO DE CAPTACION : 6 HORAS

(*) FILTRO AGUJEREADO
PESADA FINAL MENOR QUE PESADA INICIAL

TABLA 10
CONCENTRACIONES DE PTS
SEMANA 3

FECHA	MASA DE PTS (Ug)	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	CONCENTRACION DE PTS (Ug/m ³)
16/08/93 **	----- *	1,0286	-----
17/08/93	0	5,7789	0,0
18/08/93	200	6,3726	31,4
19/08/93	0	6,5872	0,0
20/08/93	400	13,2013	30,3

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

(*) PESADA FINAL MENOR QUE PESADA INICIAL
(**) LA MUESTRA DE ESTE DIA ES POR UN
PERIODO DE CAPTACION DE 6 HORAS

TABLA 11
CONCENTRACIONES DE PTS
SEMANA 4

FECHA	MASA DE PTS (μg)	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	CONCENTRACION DE PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
23/08/93	---- *	0,6011	-----
26/08/93	400	5,6602	70,7
27/08/93	400	5,7755	69,2
28/08/93 **	0	1,3711	0,0

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

(*) NO SE MIDE PTS

(**) LA MUESTRA DE ESTE DIA ES POR UN
PERIODO DE CAPTACION DE 6 HORAS

TABLA 12
CONCENTRACIONES DE PTS
SEMANA 5

FECHA	MASA DE PTS (Ug)	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	CONCENTRACION DE PTS (Ug/m ³)
30/08/93	200	5,7587	34,7
31/08/93	----- *	5,6012	-----
01/09/93	400	5,4983	72,7
02/09/93	1100	5,7170	192,4
03/09/93	100	5,6939	17,6

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

(*) PESADA FINAL MENOR QUE PESADA INICIAL

TABLA 13
CONCENTRACIONES DE PTS
SEMANA 6.

FECHA	MASA DE PTS (Ug)	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	CONCENTRACION DE PTS (Ug/m ³)
06/09/93	200	5,4961	36,4
07/09/93	300	5,4533	55,0
08/09/93	300	5,5871	53,7
09/09/93	300	5,5827	53,7
10/09/93	300	5,7340	52,3

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

TABLA 14
CONCENTRACIONES DE SO₂
SEMANA 1

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	VOLUMEN DE TETRABORATO DE SODIO (ml)	CONCENTRACION DE SO ₂ (Ug/m ³)
03/08/93	5,5378	0,05	1,1
04/08/93	5,7247	0,05	1,1
05/08/93	6,8005	0,05	0,9
06/08/93	6,1191	0,55	11,5
07/08/93	4,0919	0,03	0,9

PERIODO DE CAPTACION : 6 HORAS

TABLA 15
CONCENTRACIONES DE SO₂
SEMANA 2

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	VOLUMEN DE TETRABORATO DE SODIO (ml)	CONCENTRACION DE SO ₂ (Ug/m ³)
09/08/93	5,9701	0,31	6,6
10/08/93	5,7242	0,00	0,0
11/08/93	5,9925	0,16	3,4
12/08/93	5,9478	0,00	0,0
13/08/93	5,9701	0,00	0,0

PERIODO DE CAPTACION : 6 HORAS

TABLA 16
CONCENTRACIONES DE SO₂
SEMANA 3

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	VOLUMEN DE TETRABORATO DE SODIO (ml)	CONCENTRACION DE SO ₂ (Ug/m ³)
16/08/93 *	1,0286	0,00	0,0
17/08/93	5,7787	0,00	0,0
18/08/93	6,3726	0,06	1,2
19/08/93	6,5872	0,06	1,2
20/08/93	13,2013	0,00	0,0

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

(*) LA MUESTRA DE ESTE DIA ES POR UN
PERIODO DE CAPTACION DE 6 HORAS

TABLA 17
CONCENTRACIONES DE SO₂
SEMANA 4

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	VOLUMEN DE TETRABORATO DE SODIO (ml)	CONCENTRACION DE SO ₂ (Ug/m ³)
23/08/93	0,6011	0,00	0,0
26/08/93	5,6602	0,10	2,3
27/08/93	5,7755	0,18	4,0
28/08/93 *	1,3711	0,05	4,7

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

(*) LA MUESTRA DE ESTE DIA ES POR UN
PERIODO DE CAPTACION DE 6 HORAS

TABLA 18
CONCENTRACIONES DE SO₂
SEMANA 5

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	VOLUMEN DE TETRABORATO DE SODIO (ml)	CONCENTRACION DE SO ₂ (Ug/m ³)
30/08/93	5,7587	0,00	0,0
31/08/93	5,6012	0,06	1,4
01/09/93	5,4983	0,05	1,2
02/09/93	5,7170	0,06	1,3
03/09/93	5,6939	0,06	1,3

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

TABLA 19
CONCENTRACIONES DE SO₂
SEMANA 6

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m ³)	VOLUMEN DE TETRABORATO DE SODIO (ml)	CONCENTRACION DE SO ₂ (Ug/m ³)
06/09/93	5,4961	0,06	1,4
07/09/93	5,4533	0,06	1,4
08/09/93	5,5871	0,00	0,0
09/09/93	5,5827	0,06	1,4
10/09/93	5,7340	0,00	0,0

PERIODO DE CAPTACION : 24 HORAS

TABLA 20
CONCENTRACIONES DE Pb
SEMANA 1

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A.C.A. (m ³)	MASA DE Pb (Ug)	CONCENTRACION DE Pb (Ug/m ³)
03/08/93	5,5378	36	0,0
04/08/93	5,7247	55	3,3
05/08/93	6,8005	73	5,4
06/08/93	6,1191	93	9,3
07/08/93	4,0919	36	0,0

PERIODO DE MUESTREO : 6 HORAS

TABLA 21
CONCENTRACIONES DE Pb
SEMANA 2

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m³)	MASA DE Pb (Ug)	CONCENTRACION DE Pb (Ug/m³)
09/08/93	5,9701	36	0,0
10/08/93	5,7242	16	0,0
11/08/93	5,9925	55	3,2
12/08/93	5,9478	36	0,0
13/08/93	5,9701	36	0,0

PERIODO DE MUESTREO : 6 HORAS

TABLA 22
CONCENTRACIONES DE Pb
SEMANA 3

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	MASA DE Pb (μg)	CONCENTRACION DE Pb ($\mu g/m^3$)
16/08/93	1,0286	55	18,5
17/08/93	5,7787	36	0,0
18/08/93	6,3726	36	0,0
19/08/93	6,5872	36	0,0
20/08/93	13,2013	36	0,0

PERIODO DE MUESTREO : 24 HORAS

TABLA 23
CONCENTRACIONES DE Pb
SEMANA 4

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	MASA DE Pb (μg)	CONCENTRACION DE Pb ($\mu g/m^3$)
23/08/93	0,6011	-----	-----
26/08/93	5,6602	16	0,0
27/08/93	5,7755	16	0,0
28/08/93	1,3711	36	0,0

PERIODO DE MUESTREO : 24 HORAS

- () PERIODO DE CAPTACION : 6 HORAS
() NO SE MIDE PTS

TABLA 24
CONCENTRACIONES DE Pb
SEMANA 5

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	MASA DE Pb (μg)	CONCENTRACION DE Pb ($\mu g/m^3$)
30/08/93	5,7587	36	0,0
31/08/93	5,6012	36	0,0
01/09/93	5,4983	55	3,4
02/09/93	5,7170	55	3,3
03/09/93	5,6939	18	0,0

PERIODO DE MUESTREO : 24 HORAS

TABLA 25
CONCENTRACIONES DE Pb
SEMANA 6

FECHA	VOLUMEN DE AIRE CORREGIDO A C.A. (m^3)	MASA DE Pb (mg)	CONCENTRACION DE Pb ($\mu g/m^3$)
06/09/93	5,4961	36	0,0
07/09/93	5,4533	55	3,5
08/09/93	5,5871	36	0,0
09/09/93	5,5827	55	3,4
10/09/93	5,7340	73	6,4

PERIODO DE MUESTREO : 24 HORAS

TABLA 26
CONCENTRACIONES DE PTS, Pb, SO2
DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO

SEMANA	PTS (Ug/m^3)		SO2 (Ug/m^3)		Pb (Ug/m^3)	
	X máx	X mín	X máx	X mín	X máx	X mín
1	81,7	18,0	11,5	0,9	9,3	0,0
2	17,5	0,0	6,6	0,0	3,2	0,0
3	31,4	0,0	1,2	0,0	18,5	0,0
4	70,7	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0
5	192,4	17,6	1,4	0,0	3,4	0,0
6	55,0	38,4	1,4	0,0	6,4	0,0

SEMANA 1 : SE PRESENTA EL VALOR MAXIMO DE CONCENTRACION DE CADA PARAMETRO.

SEMANA 2 : CONCENTRACION MAXIMA PARA PTS Y SO2 SE PRESENTA UN MISMO DIA (MARTES).

TABLA 27
PARAMETROS ESTADISTICOS
DE LAS CONCENTRACIONES
DE PTS, SO2 y Pb

*Resultados
por*

SEMANA	PTS (Ug/m3)				SO2 (Ug/m3)				Pb (Ug/m3)			
	N° DE DATOS n	RANGO d	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR S	N° DE DATOS n	RANGO d	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR S	N° DE DATOS n	RANGO d	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR S
1	5	63,7	41,2	26,1	5	10,6	3,1	4,7	5	9,3	3,6	3,9
2	4	17,5	12,7	8,5	5	6,6	2,0	3,0	5	3,2	0,6	1,4
3	4	31,4	15,2	17,8	5	1,2	0,5	0,6	4	0,0	0,0	0,0
4	3	70,7	46,6	40,4	4	4,7	2,7	2,1	3	0,0	0,0	0,0
5	4	174,8	79,3	78,8	5	1,4	1,0	0,6	5	3,4	1,3	1,8
6	5	18,6	50,2	7,8	5	1,4	0,8	0,8	5	6,4	2,6	2,7
MES DE AGOSTO	17	81,7	29,0	25,8	21	11,5	1,9	2,8	19	9,3	1,1	2,5
PERIODO DE MUESTREO	25	192,4	41,1	39,9	29	11,5	1,7	2,5	27	9,3	1,5	2,5

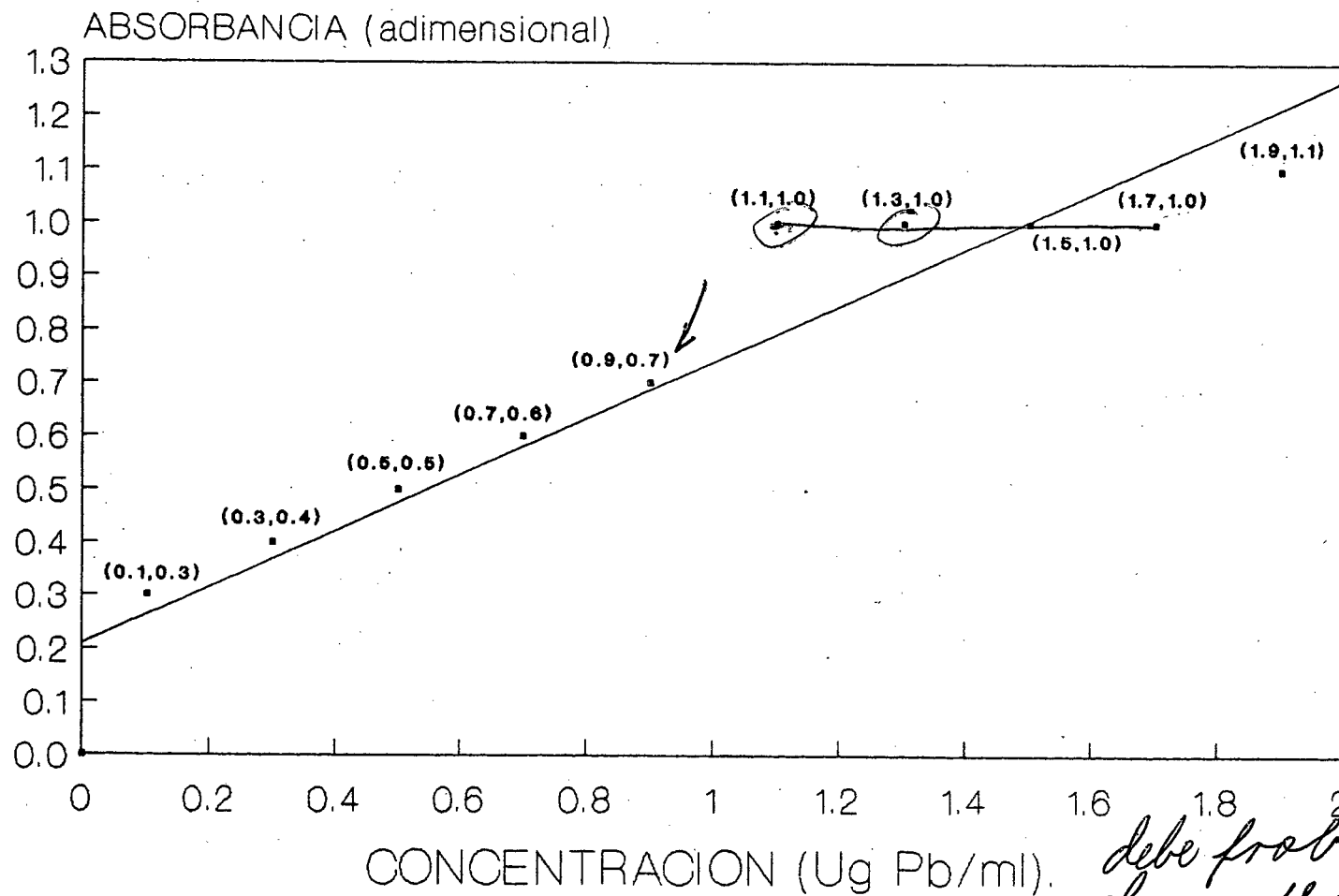
TABLA 28
PATRONES DE PLOMO PARA LA
CURVA DE CALIBRACION

CONCENTRACION ($\mu\text{gPb/ml}$)	ABSORBANCIA (adimensional)
0,1	0,3
0,3	0,4
0,5	0,5
0,7	0,6
0,9	0,7
1,1	1,0
1,3	1,0
1,5	1,0
1,7	1,0
1,9	1,0
0	0

$$\lambda = 217,0$$

EQUIPO: ESPECTROFOTOMETRO DE
ABSORCION ATOMICA

FIGURA 14
CURVA DE CALIBRACION
DE LOS PATRONES DE PLOMO
(LONGITUD DE ONDA = 217.00 nm)



debe probar
eliminar el punto
de absorción

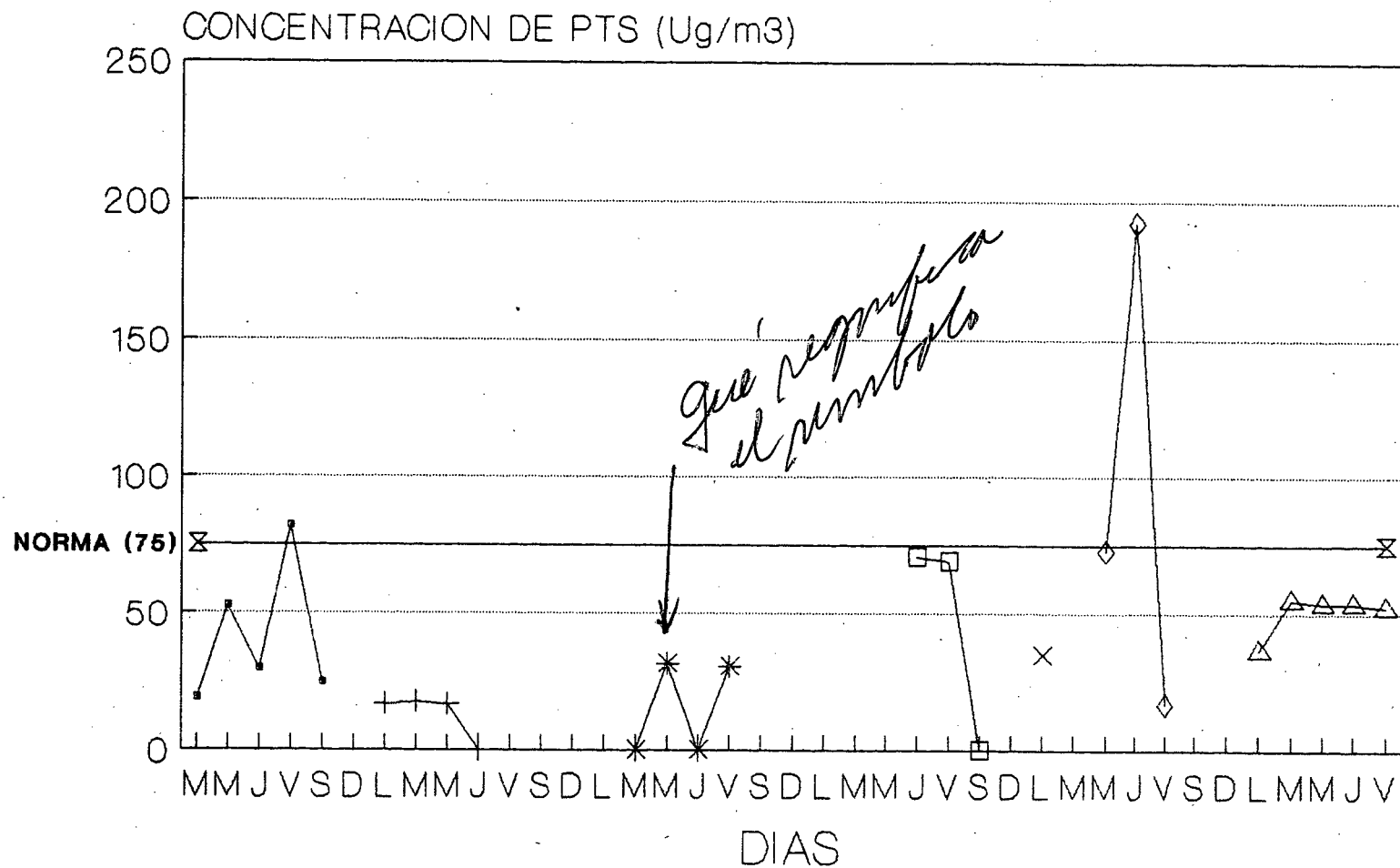
TABLA 29

DATOS PARA CALCULAR LA MASA DE PLOMO EN LA MUESTRA

(Ug Pb)

FECHA	ABSORBANCIA (ADIMENSIONAL)	CA (Ug Pb / ml)
03-08-93	0,4	0,36
04-08-93	0,5	0,55
05-08-93	0,6	0,73
06-08-93	0,7	0,93
07-08-93	0,4	0,36
09-08-93	0,4	0,36
10-08-93	0,3	0,16
11-08-93	0,5	0,55
12-08-93	0,4	0,36
13-08-93	0,4	0,36
16-08-93	0,5	0,55
17-08-93	0,4	0,36
18-08-93	0,4	0,36
19-08-93	0,4	0,36
20-08-93	0,4	0,36
23-08-93	---	----
24-08-93	---	----
25-08-93	---	----
26-08-93	0,3	0,16
27-08-93	0,3	0,16
28-08-93	0,4	0,36
30-08-93	0,4	0,36
31-08-93	0,4	0,36
01-09-93	0,5	0,55
02-09-93	0,5	0,55
03-09-93	0,3	0,16
06-09-93	0,4	0,36
07-09-93	0,5	0,55
08-09-93	0,4	0,36
09-09-93	0,5	0,55
10-09-93	0,6	0,73

FIGURA 15
CONCENTRACION DE PTS.
PERIODO DE CAPTACION
03/08/93 AL 10/09/93



Es mejor hacerlo a mano

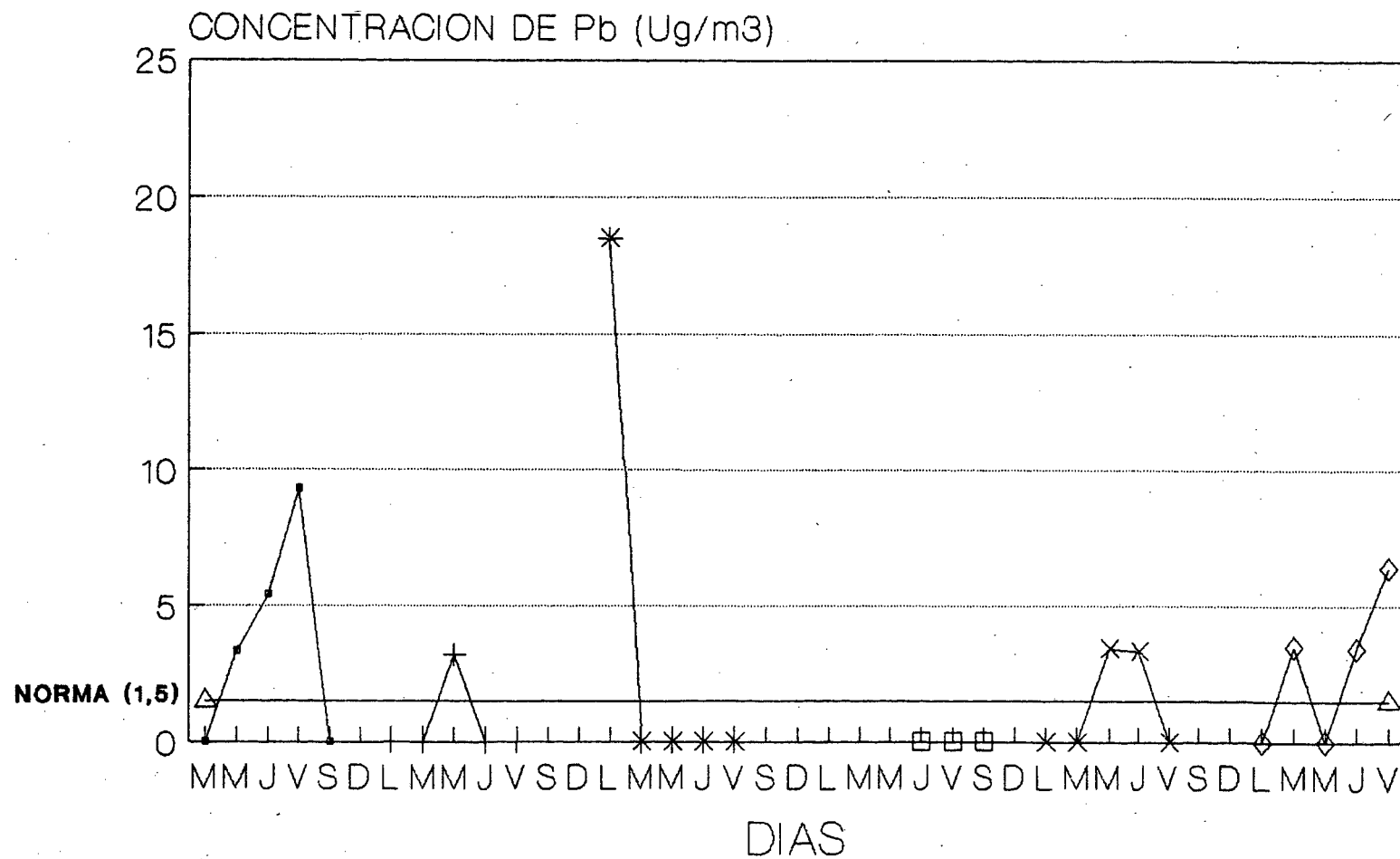
CONCENTRACION DE SO₂ (Ug/m³)

NORMA 80

DIAS

DIA	San Juan (Ug/m ³)	San José (Ug/m ³)	San Pedro de Macoris (Ug/m ³)
1	1	1	0
2	1	1	0
3	1	1	0
4	12	1	0
5	1	1	0
6	0	7	0
7	0	4	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0
21	0	0	0
22	0	0	0
23	0	0	0
24	0	0	0
25	0	0	0
26	0	0	0
27	0	0	0
28	0	0	0
29	0	0	0
30	0	0	0
31	0	0	0
32	0	0	0
33	0	0	0
34	0	0	0
35	0	0	0
36	0	0	0
37	0	0	0
38	0	0	0
39	0	0	0
40	0	0	0
41	0	0	0
42	0	0	0
43	0	0	0
44	0	0	0
45	0	0	0

FIGURA 17
CONCENTRACION DE Pb.
PERIODO DE CAPTACION
03/08/93 AL 10/09/93



CAPITULO 3 :
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis y discusión de los resultados obtenidos del presente trabajo especial, se concluye lo siguiente:

1. El valor promedio obtenido para el período de muestreo de PTS es $41,1 \text{ Ug/m}^3$, de SO_2 es $1,7 \text{ Ug/m}^3$ y de Pb es $1,5 \text{ Ug/m}^3$, los cuales cumplen con los límites permisibles establecidos en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Nro. 4.418 Extraordinaria-Decreto 2.225.
2. La captación de las muestras mediante el sistema simultáneo para evaluar la concentración de los parámetros PTS y SO_2 se considera insuficiente porque no se cumple con los requerimientos de volumen de la metodología para la determinación de cada uno de estos parámetros.
3. Los equipos del Laboratorio de Aire, utilizados en esta medición fallan en su funcionamiento por desgaste en sus piezas internas.

4. En cuanto a las concentraciones de PTS, Pb y SO₂, se puede establecer que el aire captado en la Estación 2 de la REDPANAIRE, no constituye riesgo aparente o inminente para la salud del ser humano, animales, vegetales y bienes.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Continuar con evaluaciones de calidad del aire del sector y sus alrededores, mediante la medición de PTS, SO₂ Y Pb; así como NO_x, CO_x y O₃.
2. Separar el sistema de captación de manera de obtener una eficiencia en la medición de PTS, SO₂ y Pb.
3. Utilizar otra metodología para la medición de SO₂, que sea específica del contaminante.
4. Dotar el Laboratorio de Aire con recursos y darle mantenimiento a los equipos existentes en este laboratorio, ya que son indispensables para futuros trabajos dentro del mismo.
5. Evaluar la calidad del aire concluidas las obras del Metro de Caracas, para conocer su influencia en el sector.

*ver el equipo
para
que sea*

BIBLIOGRAFIA

Las normas actuales
por administración
referencia de libros
y revistas. Los informes
deben aparecer con
el lugar donde
se encuentran.
Catalogar por año

BIBLIOGRAFIA

1. BLANCO, Reynaldo J.; "INFLUENCIA DE UNA PLANTA DE CEMENTO EN LA CONTAMINACION DE LA ATMOSFERA"
Trabajo Especial de Grado, UNIVERSIDAD METROPOLITANA
2. CACERES, Rafael ; "ESTUDIO INTEGRAL SOBRE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN EL VALLE DE CARACAS"
M.A.R.N.R. (Disca)
Caracas, 1979
3. CHAVEZ, C.R. ; "VEHICULOS DE COMBUSTION INTERNA AGRAVAN CONTAMINACION ATMOSFERICA"
El Universal, Caracas, 22 Julio 1992
2-19
4. CHOVIN, Paul y ROUSSEL, Andre ; "LA POLUCION ATMOSFERICA"
Ediciones OIKOS-TAU, S.A. - Vilassar
Barcelona - España, 1970
5. CONGRESO VENEZOLANO DE SALUD PUBLICA ; "CONTAMINACION DEL AIRE, AGUA Y SUELO"
Ciudad Guayana, 1971
6. DEL GIORGIO, Juan ; "CONTAMINACION ATMOSFERICA, METODOS DE MEDIDA Y REDES DE VIGILANCIA"
Editorial Alhambra S.A., Madrid
España, 1977
7. FERNANDEZ, Alberto; "ANALISIS DE Pb, Cd, Ni, V, Cu, Fe y Mn EN PARTICULAS SUSPENDIDAS EN LA ATMOSFERA DE LA CIUDAD DE CARACAS POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA" Trabajo de Ascenso
(Prof. Agregado) C.V., Facultad de Ciencias, Escuela de Química, U.C.V.
Caracas, 1989

8. FERNANDEZ, Italo ; "EVALUACION DE LA CONCENTRACION DE PLOMO EN EL AIRE EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA"
Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ingenieria, U.C.V.
Caracas, 1984
9. FUNDACOMUN ; "FORO SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL"
Caracas, 1971
10. FUNDACOMUN ; "FORO SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL"
Caracas, 1972
11. GARCIA, Rita ; "EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS DERIVADOS DEL PETROLEO EN CINCO CIUDADES DE VENEZUELA Y SU CONTRIBUCION A LA CONTAMINACION A LA ATMOSFERA"
Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ingenieria, U.C.V.
Caracas, 1988
12. GENATIOS, Genoveva ; "COMPORTAMIENTO DEL SO_x EN LA ATMOSFERA DE CARACAS"
Caracas, 1982
13. LEITHE, Wolfgang ; "LA QUIMICA Y PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE"
Ediciones Paraninfo S.A., Madrid
España, 1981
14. MENDOZA, Mirna ; "ELIMINACION DEL PLOMO DE LA GASOLINA: Un Proyecto sin asidero en Venezuela"
El Universal
15. MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES ; "BOLETIN DE CALIDAD DE AIRE EN EL AREA METROPOLITANA"
Caracas, 1979
- Refutado
donde*

16. MINISTERIO DEL
AMBIENTE Y DE LOS
RECURSOS NATURALES
RENOVABLES ; "BOLETIN DE CALIDAD DE AIRE EN EL AREA
METROPOLITANA"
Caracas, 1991
17. MINISTERIO DEL
AMBIENTE Y DE LOS
RECURSOS NATURALES
RENOVABLES ; "COMPENDIO DE CONTAMINACION
ATMOSFERICA
Dirección General de Administración
del Ambiente - Dirección de
Mejoramiento y Control
Caracas, 1979
18. MINISTERIO DE
FOMENTO-COMISION
VENEZOLANA DE
NORMAS INDUSTRIALES
(COVENIN) ; "DETERMINACION DE PARTICULAS TOTALES
EN SUSPENSION(PTS)
Norma Venezolana COVENIN 2060-83
caracas, 1983
19. MINISTERIO DE
FOMENTO-COMISION
VENEZOLANA DE
NORMAS INDUSTRIALES
(COVENIN) ; "PARTICULAS SUSPENDIDAS EN LA ATMOSFERA
DETERMINACION DE PLOMO POR
ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION
ATOMICA"
Norma Venezolana COVENIN 2465-87
Caracas, 1987
20. MEJIAS, Alberto ; "NIVELES DE ALGUNOS CONTAMINANTES
METALICOS EN POLVO SEDIMENTABLE EN UNA
ZONA DE VALENCIA"
Trabajo Especial de Grado, Universidad
de Carabobo.
Valencia, 1981
21. MORRIS, Katz ; "METHODS OF AIR SAMPLING AND ANALISYS"
Second Edition, American Public Health
Association.
Washington, 1977

22. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD ; "SERIE TECNICA No 10"
Dpto. de Ingenieria y Ciencias del Ambiente - Centro Panamericano de Ing. Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis).
Lima, Perú
23. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD ; "SERIE TECNICA No 18"
Dpto. de Ingenieria y Ciencias del Ambiente-Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis)
24. PAREDES, José G. ; "EVALUACION DE PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION EN AMBIENTES INTERIORES"
Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ingenieria, U.C.V.
Caracas, 1988
25. PASCAL, Pilar ; "CIENCIA Y VIDA: INFORME DE BIOMA SOBRE LA CONTAMINACION POR PLOMO EN VENEZUELA: PLOMO, enemigo invisible"
El Universal, Caracas, 27 Julio 1992
2-18
26. RODRIGUEZ, José L. ; "COMPARACION DE LOS METODOS DE PEROXIDO DE HIDROGENO Y WEST-GAEKE EN LA MEDICION DE CONCENTRACION DE SO_x EN LA ATMOSFERA DE CARACAS"
Tesis de Grado MSc., U.C.V.
Caracas, 1978
27. ROSS, R. D. ; "LA INDUSTRIA Y LA CONTAMINACION DEL AIRE"
Editorial Diana
Ciudad de México, 1974
28. SIENKO, M. J. ; "PROBLEMAS DE QUIMICA"
Editorial Reverté, S.A.
España, 1980

29. SKOOG, Douglas A. y
WEST, Donald M. ; "ANALISIS INSTRUMENTAL"
Nueva Editorial Interamericana, S.A.
Ciudad de México, 1975
30. VARIAN TECHTRON PTY; "INSTRUCTION MANUAL FOR ATOMIC ABSORP-
TION SPECTROPHOTOMETER"
Varian Techtron-Model 1000
Australia, Melbourne
31. VEGAS, Tania ; "CONTAMINACION DEL AIRE EN EL CENTRO
DE CARACAS, SE HA REDUCIDO A LA MITAD"
El Universal, Caracas, 31 de Julio 1992
2-28
32. VIVAS, Janet ; "EVALUACION DEL METODO DE VOLUMEN MEDIO
PARA MEDICION DE PARTICULAS TOTALES
EN SUSPENSION EN LA ATMOSFERA"
Tesis de Grado, MSc., U.C.V.
Caracas, 1985

ANEXOS

ANEXO I
Glosario

Comes en
Inglés

GLOSARIO

Absorción: Proceso en el cual un material, retiene a otro con la formación de mezclas homogéneas.

Absorbancia: Reducción de energía radiante de un haz de radiación monocromática.

Absorbente: Material en el cual ocurre la absorción.

Aditivo: Producto químico que se añade en poca proporción para modificar alguna propiedad de un material.

Aerosol: Dispersión coloidal.

de tanto μm a
tanto μm

Aspirador: Aparato que produce el movimiento de un fluido por succión.

Catalizador: Agente o sustancia, capaz de acelerar o retardar una reacción sin alterar el resultado final de la misma.

Clorosis: Amarillamiento de las hojas en los vegetales.

Combustión: Proceso de combinación de elementos químicos con Oxígeno. La combustión es el proceso más importante para la obtención de energía.

Efecto
Dispersión *Brumina*

Cromatografía: Técnica de separación, que permite aislar e identificar los componentes de mezclas.

Difusión: Variación de la concentración de una sustancia, mediante su propagación en el aire. *Cy en el agua)*

Dispersión: Diseminación de sustancias contaminantes en el aire.

Epidemia: Cualquier enfermedad infecciosa que acomete en un mismo tiempo a un número significativo de personas de una población.

Epidemiología: Parte de la Geomedicina, que se ocupa de la aparición, expansión y determinantes geográficos de enfermedades epidémicas.

Espectro: Resultado de la dispersión de un conjunto de radiaciones.

Espectrofotometría: Método de identificación de sustancias y determinación de concentraciones por mediciones de transmitancia de luz en diferentes partes del espectro.

Gasómetro: Instrumento usado para medir un fluido aeriforme. Aparato que se emplea para regular la salida del fluido aeriforme.

Inmisión: Valor correspondiente a la concentración de un contaminante medido independientemente de la fuente que lo ha originado.

Inversión: Fenómeno que se produce cuando la temperatura se incrementa con la altitud, no permitiendo el movimiento vertical de las masas de aire.

-9
Nanómetro: (10⁻⁹ m), se emplea como unidad para describir la longitud de onda de la radiación visible y ultravioleta.

Necrosis: Mortificación de los tejidos de las hojas en los vegetales.

ppm: Unidad de medida de concentración de sustancias en aire.

Reflexión: Fenómeno que ocurre cuando un fotón choca con una partícula del aire, pudiendo la luz reflejarse.

Sensores: Dispositivos utilizados para medir magnitudes.

smog: Palabra inglesa compuesta de Smoke: humo y Fog : niebla.

Toxicología: Parte de la medicina que estudia o trata los venenos.

Transmitancia: Fracción de radiación incidente transmitida por una solución.

ANEXO II
Datos Experimentales

En este anexo se presentan 6 tablas con los datos obtenidos por semana, durante la experimentación, los cuales son:

- a.- Pesada inicial y final de filtro diario.
- b.- Volumen inicial y final registrado por el gasómetro.
- c.- Volumen inicial y final de tetraborato de sodio, observado en la microbureta durante la titulación de la muestra, en la determinación de SO_2 .

Además, se da información sobre las condiciones de referencia : normales, de medición y ambientales.

Condiciones Normales

Presion = 760 mmHg

Temperatura = 25 °C

Condiciones de Medición

Presión = 677,5 mmHg

Temperatura = 24 °C

Condiciones Ambientales

Presión = 760 mmHg

Temperatura = °C + 273 = °K

TABLA 30
DATOS EXPERIMENTALES
SEMANA 1

FECHA	PESADA INICIAL DEL FILTRO (g)	PESADA FINAL DEL FILTRO (g)	VOLUMEN INICIAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN FINAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN INICIAL DE TETRABORATO (ml)	VOLUMEN FINAL DE TETRABORATO (ml)
03-08-93	0,2017	0,2018	386,5010	392,6926	15,6	15,7
04-08-93	0,2001	0,2004	392,6926	399,0932	17,1	17,4
05-08-93	0,2009	0,2007	399,0932	406,6966	1,08	1,13
06-08-93	0,2003	0,2008	406,6966	414,3000	0,17	0,72
07-08-93	0,2015	0,2018	414,3000	418,8750	1,63	1,66

TABLA 31
DATOS EXPERIMENTALES
SEMANA 2

FECHA	PESADA INICIAL DEL FILTRO (g)	PESADA FINAL DEL FILTRO (g)	VOLUMEN INICIAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN FINAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN INICIAL DE TETRABORATO (ml)	VOLUMEN FINAL DE TETRABORATO (ml)
09-08-93	0,2000	0,2001	418,8750	425,5500	2,34	2,65
10-08-93	0,2025	0,2026	425,6000	432,0000	4,04	4,04
11-08-93	0,2037	0,2038	432,0000	438,7000	4,47	4,63
12-08-93	0,2044	0,2044	438,7000	445,3500	2,40	2,40
13-08-93	0,2024	0,2012	445,3500	452,0250	*	

* NO SE OBSERVA EL VOLUMEN, LA MUESTRA NO PRESENTA LA TONALIDAD PARA LA TITULACION

TABLA 32
DATOS EXPERIMENTALES
SEMANA 3

FECHA	PESADA INICIAL DEL FILTRO (g)	PESADA FINAL DEL FILTRO (g)	VOLUMEN INICIAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN FINAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN INICIAL DE TETRABORATO (ml)	VOLUMEN FINAL DE TETRABORATO (ml)
16-08-93	0,2018	0,2010	452,0250	453,1750	*	
17-08-93	0,2004	0,2004	453,1750	459,6360	3,50	3,50
18-08-93	0,1616	0,1618	459,6360	466,7610	3,96	4,02
19-08-93	0,1632	0,1632	7784,5070	7791,8720	4,37	4,43
20-08-93	0,1633	0,1637	7791,8720	7806,6320	4,77	4,77

* NO SE OBSERVA EL VOLUMEN, LA MUESTRA NO PRESENTA LA TONALIDAD PARA LA TITULACION

TABLA 33
DATOS EXPERIMENTALES
SEMANA 4

FECHA	PESADA INICIAL DEL FILTRO (g)	PESADA FINAL DEL FILTRO (g)	VOLUMEN INICIAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN FINAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN INICIAL DE TETRABORATO (ml)	VOLUMEN FINAL DE TETRABORATO (ml)
23-08-93	**		7806,7324	7807,4045	*	
26-08-93	0,1715	0,1719	7807,4045	7813,1904	0,25	0,35
27-08-93	0,1610	0,1614	7813,7330	7820,1904	2,37	2,55
28-08-93	0,1624	0,1624	7820,1904	7821,6234	2,77	3,27

* NO SE OBSERVA EL VOLUMEN, LA MUESTRA NO PRESENTA LA TONALIDAD PARA LA TITULACION

** NO SE REALIZA LA PESADA POR HABER COLOCADO EL FILTRO DESPUES DEL REACTIVO DE ABSORCION

TABLA 34
DATOS EXPERIMENTALES
SEMANA 5

FECHA	PESADA INICIAL DEL FILTRO (g)	PESADA FINAL DEL FILTRO (g)	VOLUMEN INICIAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN FINAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN INICIAL DE TETRABORATO (ml)	VOLUMEN FINAL DE TETRABORATO (ml)
30-08-93	0,1778	0,1780	7821,6234	7828,0820	*	
31-08-93	0,1640	0,1634	7828,0620	7834,3245	4,12	4,18
01-09-93	0,1755	0,1759	7834,3245	7840,4720	4,60	4,65
02-09-93	0,1063	0,1074	7840,4720	7846,8640	4,07	4,67
03-09-93	0,1614	0,1615	7846,8640	7853,2302	4,00	4,06

* NO SE OBSERVA EL VOLUMEN, LA MUESTRA NO
PRESENTA LA TONALIDAD PARA LA TITULACION

TABLA 35
DATOS EXPERIMENTALES
SEMANA 6

FECHA	PESADA INICIAL DEL FILTRO (g)	PESADA FINAL DEL FILTRO (g)	VOLUMEN INICIAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN FINAL DEL GASOMETRO (m ³)	VOLUMEN INICIAL DE TETRABORATO (ml)	VOLUMEN FINAL DE TETRABORATO (ml)
06-09-93	0,1636	0,1638	7853,2302	7859,3752	4,35	4,41
07-09-93	0,1620	0,1623	7859,3752	7865,4724	4,81	4,87
08-08-93	0,1613	0,1616	7865,4724	7871,7192	2,36	2,36
09-09-93	0,1954	0,1957	7871,7192	7877,9610	2,76	2,82
10-09-93	0,1697	0,1700	7877,9610	7884,3720	*	

* SE OBSERVA EL VOLUMEN, LA MUESTRA NO
PRESENTA LA TONALIDAD PARA LA TITULACION

ANEXO III
Càlculo Típic

CALCULO TIPICO

Para calcular la concentración de PTS, SO₂ y Pb, se requieren los resultados que se obtienen de los datos experimentales, y que se presentan en las tablas del subcapítulo 2.5, así como de las expresiones (I.1), (I.2) y (I.4) respectivamente.

Se hace un cálculo de las concentraciones de estos parámetros con los resultados del día 03/08/93. (Tablas 8,14,y 20). Los cálculos de las muestras restantes se realizan de la forma aquí expuesta.

III.a Para calcular la concentración de PTS, se utiliza la fórmula:

$$PTS = (Pf - Pi) \times 10^6 / V \quad (I.1)$$

Para hallar V se utiliza la expresión:

$V = V_m ((Tca / Tm) \times (Pm / Pca))$; así como los datos del Anexo II (Tabla 30)

donde:

V_m = Volumen de aire muestreado en condiciones de medición, en m³

T_m = Temperatura a condición de medición, en K

Tca= Temperatura a condición ambiental, en K

Pm = Presión a condiciones de medición, en mmHg

Pca= Presión a condiciones ambientales, en mmHg

Luego,

$$V = (392,6926 - 386,5010) \text{ m}^3 \times (298/297 \times 677,5/760)$$

$$V = 6,1916 \text{ m}^3 (0,9286)$$

$$V = 5,5378 \text{ m}^3$$

Entonces, al utilizar los resultados, masa de PTS y volumen de aire corregido a C.A. (Tabla 8), se obtiene la concentración:

$$\text{PTS} = 100 \text{ Ug} / 5,5378 \text{ m}^3 = 18,0 \text{ Ug/m}^3$$

III.b La concentración de SO₂ se calcula según:

$$C = (A \times B) / V \quad (\text{I.3})$$

donde:

A = 32000 mg/eq $\times$ 0,004 eq/L = 128 mg/L, y con los resultados de la tabla 14, se tiene:

$$A \times B = 128 \text{ mg/L} \times 0,05 \text{ ml} \times (\text{L}/1000 \text{ ml} \times 1000 \text{ Ug/mg})$$

$$A \times B = 6,4 \text{ Ug}$$

Luego,

$$C = 6,4 \text{ Ug} / 5,5378 \text{ m}^3 = 1,1 \text{ Ug/m}^3$$

III.c El cálculo de la concentración de Pb, se hace mediante la expresión:

$$\text{CPM} = ((C_a \times F \times V_{af}) - F_b) / V \quad (\text{I.4})$$

Donde:

Ca = concentración de plomo en la muestra, en UgPb/ml

Ca = 0,36 UgPb/ml (tabla 29)

Se calcula F mediante la fórmula: $F = H/I$

donde:

H = área del filtro utilizado, en cm

I = área de la tira del filtro utilizado, en cm

Luego:

$F = 6,3 \text{ cm} / 6,3 \text{ cm} = 1$

Vaf = volumen final de la solución en la muestra, en ml

Vaf = 100 ml, según metodología

El contenido de plomo del filtro sin muestra Fb, en UgPb se calcula con la expresión:

$Fb = Cb \times Vf \times F$

donde:

Cb = concentración de plomo en la solución del filtro sin muestra, en UgPb/ml = 0,36 UgPb / ml

Vf = Volumen final de la solución del filtro sin muestra, en ml

Vf = 100 ml, según metodología

$F = 1$

Luego, $Fb = 0,36 \text{ UgPb/ml} \times 100 \text{ ml} \times 1$

$Fb = 36 \text{ UgPb}$

Entonces,

$CPM = ((0,36 \text{ UgPb/ml} \times 1 \times 100 \text{ ml}) - 36 \text{ UgPb}) / 5,5378 \text{ m3}$

$CPM = 0,0 \text{ UgPb/m3}$

ANEXO IV

Gaceta Oficial # 4.418 - Decreto 2.225

Este anexo expresa, el Artículo 3º de los Límites de Calidad del Aire de las normas sobre control de la contaminación atmosférica publicadas en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela Nro. 4.418 Extraordinario. Además los valores correspondientes a los de las Estaciones de la Red de Vigilancia de la Ciudad de Caracas, red instalada y operada por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

Decreto Nro. 2.225

23 de Abril de 1992

CARLOS ANDRES PEREZ

PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

En uso de las atribuciones que le confieren los artículos 190 ordinal 10º de la Constitución y 4º de la Ley Orgánica del Ambiente y de conformidad con lo establecido en los artículos 19, 20 y 21 de la Ley Orgánica del Ambiente, en Consejo de Ministros

DECRETA

Las siguientes:

NORMAS SOBRE CONTROL DE LA CONTAMINACION

ATMOSFERICA

CAPITULO II

De los Límites de Calidad del Aire

ARTICULO 3o.- Los límites máximos de contaminantes en el aire, aceptables para proteger la salud y el ambiente son los siguientes:

Contaminante	Límite (Ug/m3)	Porcentaje excedencia en en lapso de muestreo	Período de medición (horas)
1. Dióxido de Azufre	80	50 %	24
	200	5 %	24
	250	2 %	24
	365	0.5 %	24
2. Partículas Totales	75	50 %	24
	150	5 %	24
Suspendidas	200	2 %	24
	260	0.5 %	24
3. Monóxido de Carbono	10.000	50 %	8
	40.000	0.5 %	8
4. Dióxido de Nitrogeno	100	50 %	24
	300	5 %	24
5. Hidrocarburos (expresados como Metano y excluyendo Metano)	160	0.6 %	3
6. Oxidantes Totales expresados como Ozono	240	0.02 %	1

175

7. Sulfuro de Hidrógeno	20	0.5 %	24
8. Plomo en Partículas Suspendidas	1,5 2	50 % 5 %	24 24
9. Fluoruro de Hidrógeno	10 20	2 % 0.5 %	24 24
10. Fluoruros	10 20	2 % 0.5 %	24 24
11. Cloruro de Hidrógeno	200	2 %	24
12. Cloruros	200	2 %	24

ANEXO V

Concentraciones de la red de
vigilancia de caracas

Los registros aquí expuestos, corresponden a los publicados en el boletín del primer trimestre del año 1.991, referentes a las concentraciones obtenidas por la red de vigilancia de Caracas, a cargo del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR).

Concentraciones de la Red de Vigilancia de la Ciudad de Caracas

Concentraciones de PTS -1991
(Ug/m3)

Mes Enero

Estación	Promedio	Máximo	Mínimo
Silencio	52	61	44
La Yaguara	48	89	26
El Cementerio	21	75	6
Los Ruices	84	106	66
La Trinidad	20	24	17

Mes Febrero

Silencio	77	100	56
La Yaguara	86	101	74
El Cementerio	25	32	20
Los Ruices	83	131	47
La Trinidad	45	55	40

Concentraciones de Plomo-1991
(Ug/m3)

Mes Enero

Estacion	Promedio	Máximo	Mínimo
Silencio	1.6	2.0	1.2
La Yaguara	1.3	1.6	1.0
El Cementerio	0.7	1.1	0.4
Los Ruices	1.2	1.4	1.1
La Trinidad	0.4	0.4	0.3

Mes Febrero

Silencio	1.3	2.3	0.7
La Yaguara	0.9	1.0	0.8
El Cementerio	0.4	0.5	0.4
Los Ruices	1.4	1.9	1.3
La Trinidad	0.5	0.9	0.3

ANEXO VI

Tècnica de Espectrofotometria
de Absorciòn Atòmica

TECNICA DE LA ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA

Teoría de la Espectrofotometría de Absorción Atómica

La liberación de los átomos de una molécula de un compuesto químico, se logra con la absorción de energía radiante en las regiones ultravioleta y visible, representada usualmente en forma de calor. Los elementos de un compuesto se disocian cuando éste es vaporizado en una llama. Este proceso se logra frecuentemente transformando la muestra en una fina niebla e inyectándola a una llama apropiada. De esta forma algunos de los átomos se excitan hasta un estado a partir del cual pueden emitir radiaciones y luego retornar a su estado fundamental.

La fracción de átomos excitados por calor a un nivel de energía se da por la ecuación de Boltzmann, donde:
($-E_j/KT$)

$$N_j/N_0 = P_j/P_0 \exp$$

P_j y P_0 son los pesos estáticos de ambos estados

E_j es la diferencia de energía entre el estado excitado y el estado fundamental

K es la constante de Boltzmann

T es la temperatura

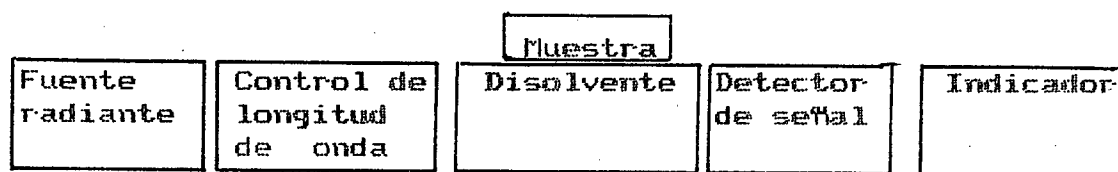
N_j y N_0 son los números de átomos en el estado excitado y en el fundamental

A la temperatura obtenida con una llama convencional, sólo una pequeña porción de átomos situados a un mismo nivel, de los elementos más excitables, pueden salir de su capa anterior.

El espectro de absorción de un elemento en su forma atómica gaseosa consta de una serie de estrechas líneas de resonancia definidas, que surgen de transiciones electrónicas de los electrones exteriores.

El ancho de una línea de resonancia es pequeño, cerca del orden de 10 nm, de igual manera cuando se considera la anchura basándose en otros factores, este ancho es todavía del orden de los 0,001 nm. Por lo tanto, si se usa una fuente continua de radiación para medir con absorción atómica, se requerirá una zona espectral de un ancho del orden de los 0,0005 nm. Esta precisión está más allá del alcance de la mayoría de los espectroscopios monocromáticos.

Un instrumento para mediciones de absorción atómica posee los mismos componentes básicos que un espectrofotómetro para medir la absorción de soluciones.



Estos son: una fuente, monocromador, recipiente de muestra, detector, y un amplificador-indicador. Las principales diferencias instrumentales entre el equipo de absorción atómica y el de solución se encuentra en la fuente y en el recipiente de muestra.

La fuente de los espectrofotómetros de absorción atómica son lámparas de cátodo hueco, y la muestra es rociada hacia una llama de gas, donde los elementos de la muestra deben ser reducidos a partículas atómicas neutras, y dispersados en el haz de radiación, de tal manera que se relacione con su concentración en la muestra.

El espectroscopio de absorción atómica, ofrece un medio sensible para la determinación de más de 60 elementos. En la tabla 36 se enumeran el límite de detección y la longitud de onda más sensible de los elementos más comunes.

La llama emite un espectro continuo resultante de excitación molecular de las moléculas del combustible; además, puede contener un espectro de líneas atribuible a excitación de los átomos metálicos de la muestra.

Espectroscopio de Absorción Atómica

El espectroscopio de absorción atómica consiste básicamente en:

- cuadrantes de lámparas, consta de cuatro porta-lámparas, manualmente ajustables. Una ventana en la parte superior del aparato permite al operador observar cual de las lámparas está en posición de operación. Cada cuadrante posee un tornillo para ajustar la posición del cátodo precisamente en la trayectoria óptica, y puede ser removido individualmente para el ajuste o cambio de lámpara, puede ser manipulado a la derecha del aparato.
- quemador, colocado en un compartimiento complementado por una ventana de seguridad, donde ocurre la producción de los vapores atómicos de la muestra analizada.

El equipo quemador, consta de un nebulizador, cámara vaporizadora y de la llama, la cual puede ser ajustada vertical y transversalmente con respecto a la trayectoria óptica. El control para este mecanismo se encuentra situado en el lado frontal del aparato.

-nebulizador, consiste en un capilar de platinoiridio, colocado a la entrada de la cámara vaporizadora. Tiene adaptado un tubo de polipropileno, mediante el cual se pueda absorber la muestra desde un vaso de precipitado. El flujo de gas entra al nebulizador a través de un tubo de acero inoxidable, absorbiendo la muestra por el capilar y convirtiéndola en un fino rocío.

-cámara vaporizadora, el fino rocío del nebulizador, entra a la cámara vaporizadora donde es mezclado con el flujo de gases respectivo, y se introduce a la cámara por un tubo, la mezcla se calienta de manera que los átomos absorban la radiación correspondiente.

-monocromador, el cual proporciona la separación requerida entre la línea de resonancia y la luz acoplada en el tubo fotomultiplicador.

-fotomultiplicador, colocado en una cuchilla de base octal, la cual posee dinodos resistentes y un alambre eléctrico como conductor fijo de llevar la señal del

pre-amplificador. De allí es detectada la señal por el equipo electrónico de salida y por el contador.

-ensamblajes electrónicos, proporcionan las informaciones de salida.

Modo de operación

El aparato puede ser usado en 3 modos de operación para análisis espectroscópicos; y son: absorbancia, transmitancia y emisión.

Básicamente consiste en seleccionar la lámpara en el cuadrante de lámparas, como fuente luminosa para obtener una línea aguda del espectro del elemento que se desea determinar. La luz proveniente de la lámpara atraviesa el monocromador por un sistema compuesto de lentes, colocados en las caras opuestas del quemador, y un espejo ajustable colocado en el compartimiento de control de gas.

El operador selecciona el modo a utilizar y controla las funciones por medio del equipo colocado en el panel respectivo.

Un control para ajustar manualmente el fotomultiplicador, está situado al lado derecha del aparato debajo del cuadrante de lámparas.

El nivel de los gases se controla al lado izquierdo del panel, igualmente el ancho de longitud de onda y en la parte superior se controla con ajuste fino la longitud de onda y el ancho de ranura.

La mezcla de los gases Aire-Acetileno para la mayoría de los elementos a determinar debe estar compuesta por una llama de color azul que puede ser graduada para cada elemento, ajustando el flujo de gas y el color de dicha llama en el quemador hasta lograr un máximo de absorción.

Calibración del aparato para su operación

La calibración del aparato es idéntico para los tres modos de operación, y debe realizarse de la siguiente manera:

1. Asegurar que los suplidores de gas esten correctamente conectados.
2. Asegurar que los controles de lámparas 1 y 2 esten en posición OFF.
3. Verificar en el manual del aparato el ancho de banda requerido para el elemento a determinar.
4. Acoplar la lámpara adecuada en el cuadrante de lámparas y rotarla de manera de llevarla a la posición de operación.

*Cola Banda
de modo*

5. Encender el aparato y observar el indicador de luz, debe estar iluminado.
6. Manejar los controles de lámparas y ajustar el valor de la corriente requerida, por medio de L1 y L2, permitiendo de 10 a 15 minutos por circuito y la sensibilidad de la lámpara.
7. Seleccionar la longitud de onda requerida por el monocromador, a través del control de SCAN y de los controles de ajuste fino.

Modo de Transmisión

- Presionar el botón de transmitancia
- Colocar el control de: expansión de escala en la posición $\times 1$, el control DAMPING en A, y el control BACKING rotarlo completamente.- Presionar el control de AUTOSET para leer 80 en el indicador de medida, ajustar con el control E.H.T.
- Presionar el botón AUTOSET y reajustar a una lectura de 100 con el control de ajuste AUTOSET.
- Interrumpir el paso óptico con inserción de una pieza de material opaco en frente del lente.
- Transferir los gases y encender la llama.
- Reajustar con AUTOSET a una lectura de 100.

Modo de Absorbancia

- Presionar el botón de Absorbancia, asegurándose de que esté bien ajustado.
- Reajustar el AUTOSET a una lectura en la medida de 0,0
- Nebulizar la muestra y ajustar el quemador.

Precauciones:

No nebulizar la muestra dentro del paso de luz mientras se tenga el AUTOSET presionado. Esto puede ser causa de un accidente.

No usar el cilindro de acetileno cuando la presión sea menor de 60 psi, ya que afecta la sensibilidad del aparato.

Para extinguir la llama cerrar el control de la válvula del cilindro de acetileno, esperar que la llama se apague y cerrar el control de la válvula del cilindro de aire, hasta que los manómetros indiquen presión cero, para así apagar el aparato.

TABLA 36

ALGUNOS ELEMENTOS DETERMINADOS POR
ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA

ELEMENTO	LONGITUD DE ONDA (A°)	LIMITES DE DETECCION (Ug / ml)
ALUMINIO	3093	1
ANTIMONIO	2176	0,5
ARSENICO	1937	5
BARIO	5536	8
BISMUTO	2231	1
CADMINIO	2288	0,03
CALCIO	4227	0,08
CROMO	3579	0,05
COBRE	3248	0,1
HIERRO	2483	0,1
PLOMO	2170	0,3
MAGNESIO	2852	0,01
MERCURIO	2536	10
NIQUEL	2320	0,13
POTASIO	7665	0,03
SILICIO	2516	3
PLATA	3281	0,1
SODIO	5890	0,03
ESTAÑO	2863	5
ZINC	2139	0,03

FUENTE : (29)

ANEXO VII
Datos Meteorològicos

En este anexo se observa, un registro de los datos meteorológicos recopilados en la estación UCV (0539), los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 1.993; por el Departamento de Meteorología e Hidrología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.

Estos datos son de carácter informativo; ya que no se consideran durante este estudio, por obtención posterior a la finalización del mismo.

ESTACION : **U.C.V.** (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm

LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W

HOYA : Rlo Tuy .

Registro del mes de Julio año 93

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧			⑨
	☀ Ins.	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp. °C (Psicrómetro)		Viento (m/s) W + E (10 m. de altura)			Evap (mm)		Anem. Tina	Rad. (cal/cm²)			LL.
	Horas	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8 am.	Term. Seco	Term. Húmed	Máx.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.	(Km)	Máx. Instant.	Med. horaria	total diaria	mm.
1	7.8			23.6			66					1.7	SE							.
2	8.2			23.5			71					1.3	SE							.
3	7.0			23.0			78					1.3	SE							.
4	6.8			24.3			75					1.0	SE							1.0
5	6.2			23.9			86					1.3	SE							5.7
6	5.1			24.0			80					1.7	SE							.
7	7.7			24.2			75					1.3	SE							.
8	6.5			24.0			80					1.3	SE							2.7
9	7.3			24.1			75					1.2	SE							.
10	4.6			24.1			77					0.9	SE							1.0
11	5.2			22.5			81					1.2	SE							1.2
12	7.7			24.0			70					1.6	SE							2.0
13	4.7			23.1			79					1.7	SE							5.7
14	6.8			23.2			79					1.0	SE							5.7
15	5.7			23.5			78					1.0	SE							5.7
16	2.0			22.2			85					1.8	SE							3.5
17	7.7			23.0			73					1.6	SE							.
18	7.1			23.2			71					1.6	SE							.
19	7.8			23.4			76					1.6	SE							.
20	6.8			23.8			70					1.2	SE							.
21	7.2			23.8			77					1.2	SE							.
22	8.0			23.6			74					1.2	SE							.
23	5.7			23.7			75					2.1	SE							7.6
24	8.1			23.8			75					1.3	SE							.
25	6.3			23.6			78					1.3	SE							.
26	4.4			22.9			85					1.4	SE							17.8
27	6.5			23.5			77					1.3	SE							.
28	8.0			24.5			75					1.3	SE							.
29	8.0			24.2			75					0.8	SE							.
30	7.4			23.8			75					1.2	SE							1.8
31	6.2			22.6			89					1.2	SE							13.2

ESTACION : **U.C.V.** (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm
LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
HOYA : Rlo Tuy .

Registro del mes de Agosto año 92

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧		⑨	⑩
	Ins. Horas	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp. °C (Psicrómetro)		Viento (m/s) W + E (10 m de altura)			Evap (mm)		Temp. (°C)	Rad. (cal/cm²)		mm	mm
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. Bom.	Term. Seco	Term. Humed.	Máx.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.	Suelo a 2 cms	Máx. Instant.	Med. horaria		
1	1.0			23.1			81	0				1.0	SE						42.6	
2	7.2			23.0			78					1.0	SE						1.3	
3	6.0			21.7			83					1.2	SE						5.5	
4	5.9			20.5			80					1.1	SE						2.5	
5	7.0			21.7			73					1.4	SE						0.5	
6	8.0			22.5			71					1.5	SE						.	
7	3.6			22.2			76					1.2	SE						.	
8	5.7			24.4			72					1.0	SE						14.0	
9	8.5			24.5			67					1.2	SE						.	
10	8.1			23.7			76					0.9	SE						.	
11	6.7			23.3			79					1.1	SE						.	
12	3.9			23.2			83					1.7	SE						0.2	
13	1.1			23.1			71					1.2	SE						3.7	
14	2.4			22.6			80					1.3	SE						6.2	
15	4.6			23.3			83					0.8	SE						14.7	
16	7.0			23.4			81					0.9	SE						2.0	
17	1.0			24.7			81					1.1	ESE						1.9	
18	5.9			23.1			73					0.5	SE						.	
19	8.0			23.5			71					1.1	SE						.	
20	5.4			23.4			77					1.6	SE						.	
21	9.1			24.7			71					1.7	SE						.	
22	8.0			24.5			72					0.9	SE						0.2	
23	7.1			23.0			80					1.2	SE						.	
24	7.7			23.3			73					1.0	SE						.	
25	6.9			22.9			75					0.8	SE						.	
26	6.6			23.1			74					1.2	SE						0.3	
27	6.0			22.2			80					1.6	SE						13.6	
28	4.3			23.0			71					1.2	SE						.	
29	6.8			24.5			81					1.1	SE						.	
30	8.7			23.1			75					1.1	SE						.	
31	8.7			22.5			74					1.2	SE						.	

ESTACION : **U.C.V.** (0539) / ALTITUD : 884,69 msnm
LATITUD : 10°29'41" N / LONGITUD : 66°53'12" W
HOYA : Rlo Tuy .

Registro del mes de SEPTIEMBRE año 93

Días	①	②			③				④		⑤			⑥		⑦	⑧		⑨	⑩
	☀ Ins. Horas	Temp. del aire °C			Humedad %				Temp.°C (Psicrómetro)		Viento(m/s) N + E S (10 m de altura)			Evap(mm)		Temp. (°C)	Rad (cal/cm²)		LL	Ar
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Act. 8 am.	Term. Seco	Term. Húmed	Máx.	Med.	Direc. Prev.	Sol	Somb.	Suelo a 2 cms	Máx. Instant.	Med. Horaria	mm	(K)
1	8.5			24.3			61													
2	4.6			24.4			76													
3	7.0			24.0			78													
4	2.0			24.5			74													
5	7.8			23.0			86												2.7	
6	9.2			23.7			70													
7	7.5			23.7			71													
8	7.8			23.3			66													
9	8.2			23.0			77													
10	4.2			22.5			76													
11	7.0			22.8			81													
12	5.1			23.1			70												37.5	
13	1.7			23.7			77												8.1	
14	9.5			23.8			80													
15	8.4			24.5			75				1.2	4/5								
16	7.7			24.9			76				1.2	4/5								
17	6.2			23.6			81				1.3	SE							0.3	
18	7.7			24.3			74				1.5	S							0.2	
19	6.6			25.0			71				1.2	SE								
20	4.5			22.5			85				1.0	4/5							15.3	
21	9.5			22.6			70				1.1	SE								
22	8.1			22.5			71				1.3	SE							2.2	
23	7.7			22.5			73				1.5	SE								
24	9.4			23.4			68				1.5	4/5								
25	7.5			22.8			70				1.5	4/5								
26	6.4			22.6			75				1.3	4/5								
27	5.2			23.7			79				1.3	SE								
28	3.7			23.7			80				1.1	4/5							3.2	
29	4.1			23.1			78				0.9	SE								
30	8.3			24.2			77				1.3	SE								
31																				

ANEXO VIII
Fotografias

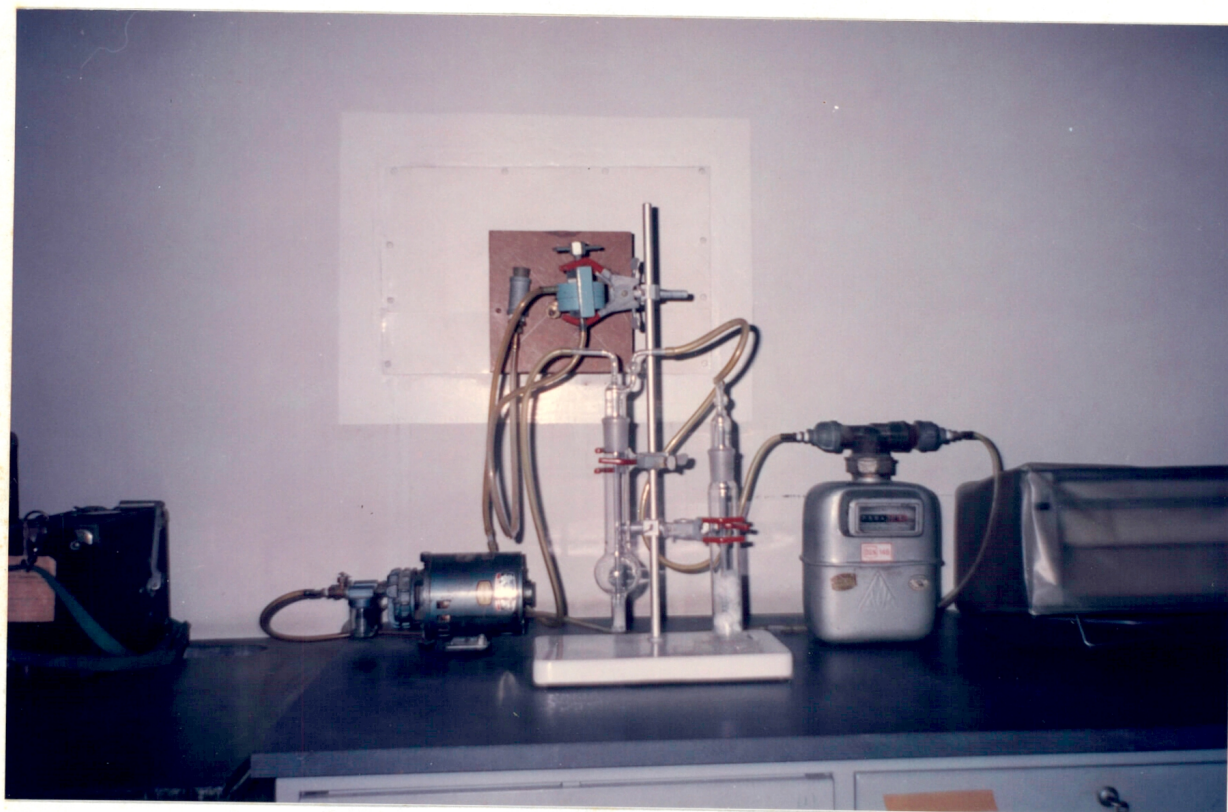


FOTO 1.

SISTEMA DE CAPTACION DE LA MUESTRA



FOTO 1.



FOTO 2.

PUNTO DE CAPTACION DE LA MUESTRA

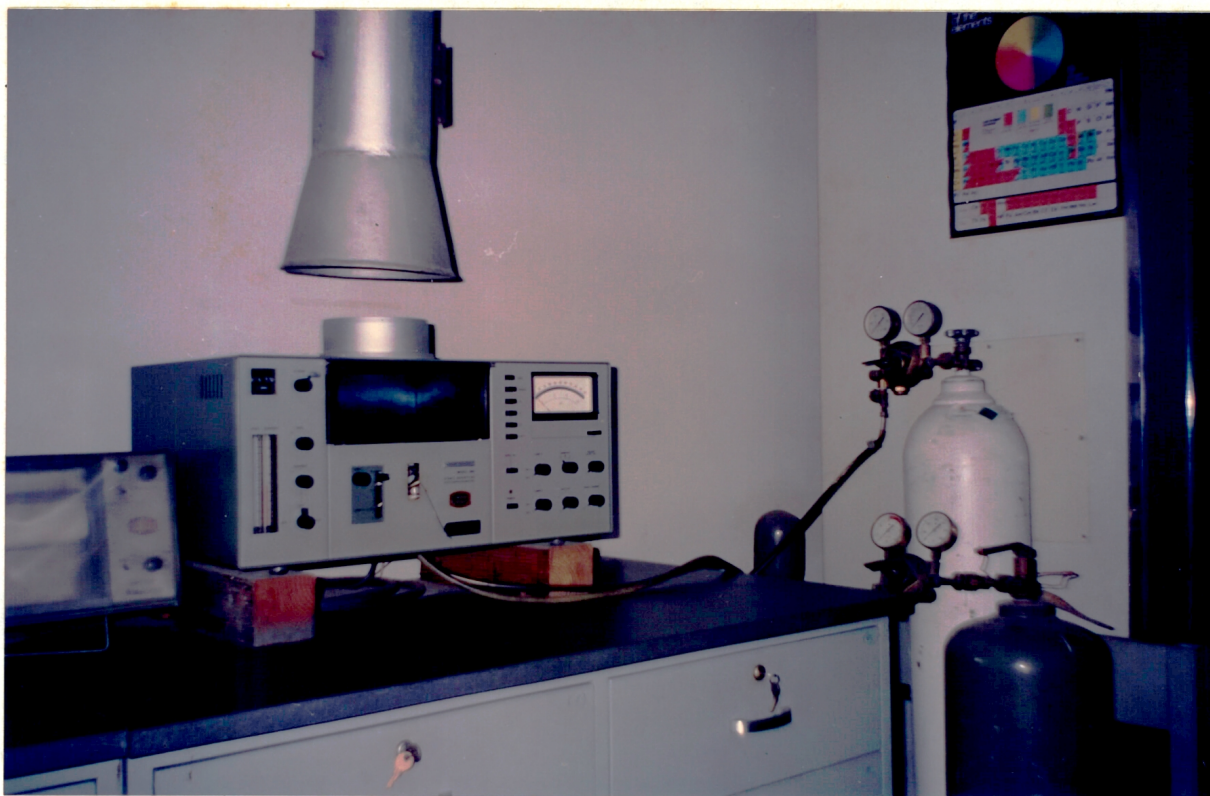


FOTO 1.



FOTO 2.

ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA

