

GENERALIDADES DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA
Y ALGUNOS ASPECTOS DE LA DISMINUCION DE LA
VISIBILIDAD EN EL DISTRITO FEDERAL.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

I N D I C E

INTRODUCCION.

PRIMERA UNIDAD

CONCEPTO Y GENERALIDADES.

Concepto.
Generalidades.

- 1) La contaminación atmosférica.
- 2) La contaminación atmosférica en México.

SEGUNDA UNIDAD

FUENTES DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.

- 1) Transportes con motor de combustión interna.
- 2) Industria.
 - a) Industria metalúrgica.
 - b) Industria de refinación del petróleo.
 - c) Industria de generación de energía eléctrica por combustiones.
 - d) Industria química.
 - e) Industria del papel.
 - f) Industria de fertilizantes y pesticidas.
- 3) Focos domésticos.
- 4) Propias de la naturaleza como las condiciones meteorológicas.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- a) Radiación solar.
 - b) Temperatura.
 - c) Viento.
 - d) Precipitación.
- 5) Contaminación radiactiva.
 - 6) Contaminación por ruido.

TERCERA UNIDAD

EFFECTOS DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN EL AMBIENTE.

- 1) Efectos en los materiales.
- 2) Efectos en la salud humana.
 - a) Efectos agudos.
 - b) Efectos crónicos.
 - c) Peligro de accidentes.
 - d) Molestias.
- 3) Efectos de la contaminación del aire en los animales.
- 4) Efectos de la contaminación del aire en los vegetales.
- 5) Efectos meteorológicos.
 - a) Efectos de la contaminación del aire en los climas urbanos.
 - b) Efectos en la niebla.
 - c) Efectos en la precipitación.
 - d) Efectos en la penetración de la radiación solar.
 - e) Efectos en la visibilidad.

CUARTA UNIDAD

CONTAMINANTES DEL AIRE.

- 1) Contaminantes gaseosos.
 - a) Bióxido de carbono.
 - b) Monóxido de carbono.
 - c) Compuestos de azufre.
- 2) Oxidantes fotoquímicos.
- 3) Partículas.
- 4) Algunos de los principales contaminantes y sus fuentes.

QUINTA UNIDAD

TECNICAS PARA EL MUESTREO Y EL ANALISIS DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE.

- 1) Análisis de los contaminantes gaseosos del aire.
 - a) Métodos de muestreo.
 - b) Pruebas químicas.
 - c) Métodos instrumentales de muestreo.

- 2) Análisis de las partículas contaminantes del aire.
 - a) Total de partículas.
 - b) Partículas clasificadas.
 - c) Examen físico de las partículas.
 - d) Examen químico de las partículas.

- 3) Mediciones del olor.

SEXTA UNIDAD

ALGUNOS ASPECTOS DE LA DISMINUCION DE LA VISIBILIDAD EN EL DISTRITO FEDERAL.

CONCLUSIONES.
BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

Conciérneme a la Geografía colaborar en la búsqueda de soluciones a problemas como el de la contaminación ambiental, pues dicho fenómeno viene siendo causado por la mala organización humana, pero tiene solución.

La contaminación ambiental es en la actualidad uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la humanidad, pues está en peligro su existencia misma.

Todo se deriva del desequilibrio ecológico generado por el hombre en su afán de progreso, y que se inicia desde los primeros hombres que descubrieron que sembrando la tierra se podían obtener abundantes semillas, lo que los llevó a talar grandes extensiones de tierra que se utilizaron para el cultivo, y que, después de ser utilizadas se empobrecían y se convertían en inútiles.

El problema se hace sobremanera manifiesto con el advenimiento de la Revolución Industrial que rompió el equilibrio de la naturaleza con la utilización de combustibles para mover fábricas, automóviles y otros transportes, y sus grandes cantidades de desechos, y con el posterior aumento de fuentes contaminantes, tales

como la fumigación excesiva, las pruebas nucleares y bacteriológicas, la generación de ruidos, etcétera.

Aunque no se ha llegado a presentar el problema con un cuadro de mortandad total, hay que prevenir los que se han presentado localmente, como en Londres y Nueva York entre otros.

No existen en la atmósfera tan solo los elementos y compuestos que la constituyen normalmente. Se encuentran en ella, en variable concentración, las más diversas impurezas, sólidas, líquidas y gaseosas que forman el polvo atmosférico.

El aire puro y seco deja ver un cielo azul intenso; la mayor humedad lo vuelve gris, y los polvos desde amarillento hasta rojizo. En algunas ciudades, donde la formación de neblina es frecuente y los humos de las industrias muy densos, se suele formar una molesta mezcla a la que los habitantes de Londres dieron el nombre de smog (de smoke, humo y fog, neblina) y que ahora se usa como sinónimo de atmósfera contaminada.

Esta degradación de la atmósfera en especial, es cada vez mayor debido al desarrollo demográfico y está afectando al hombre que depende de los organismos y funciones que forman los ciclos y cadenas de nutrición y del medio ambiente en general.

En atención a este problema de la contaminación del ambiente, la presente tesis aborda en especial el aspecto de la contaminación atmosférica, las generalidades que presenta a nivel mundial y en una de las unidades de la tesis me refiero a la contaminación atmosférica en el Distrito Federal.

PRIMERA UNIDAD

CONCEPTO Y GENERALIDADES

CONCEPTO.

¿ Qué es la contaminación del aire ?

Se han dado varias definiciones de contaminación atmosférica. En un sentido es la adición a nuestra atmósfera de cualquier materia l que tenga un efecto perjudicial en los seres vivos de nuestro planeta. Este material puede ser un gas o partícula que tenga un efecto perdurable en el organismo que lo inhale. Pueden ser radiaciones atómicas, invisibles pero dañinas para las células animales o vegetales. Un contaminante es algo que al ser introducido en la atmósfera, a propósito o por alguna acción de la naturaleza, reduce el contenido de oxígeno o cambia en forma significativa la composición del aire.

Un contaminante atmosférico no tiene por fuerza que ser inhalado. Es contaminante por el simple hecho de estar en el aire. El smog, formado por grandes cantidades de gases y partículas y que se observa en muchas de las ciudades principales desde hace unos quince años, forma una capa que impide la penetración de algunas de las radiaciones solares, tan esenciales para la vida de la tierra, e impide la irradiación, lo que se conoce como "efecto de invernadero", que con el tiempo trastorna el clima en toda la superficie del planeta

GENERALIDADES.

1) LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.

El aire es una mezcla de algunos elementos que resulta indispensable para proporcionarnos elementos de subsistencia merced a los cuales podemos desarrollar nuestras actividades.

El aire recibe contaminantes en la atmósfera. En términos generales, contaminante atmosférico es toda sustancia o energía que se encuentra en el aire con exceso, en el sitio inadecuado y en momento inoportuno.

La consecuencia de la contaminación atmosférica en el ser humano se expresa en una serie de molestias iniciales, como los olores desagradables, el polvo que ensucia nuestras pertenencias, la irritación de las membranas mucosas y la disminución de la visibilidad. Esto a corto plazo. A largo plazo se desconocen todavía algunos de los efectos sobre la salud.

La causa directa o indirecta del aumento de la contaminación del aire es el hombre y la tecnología empleada para satisfacer necesidades primordiales de subsistencia y también de artículos y servicios superfluos.

El aire es un bien común. Su conservación y preservación requiere así una participación mundial.

Las sociedades en alto desarrollo son las principales exportadoras de la contaminación del aire.

El aire que conocemos, con las proporciones de nitrógeno y oxígeno no es más que el resultado de una modificación creada por organismos vivos. Las plantas, por medio de la fotosíntesis comenzaron a producir el oxígeno que viene a ser un subproducto, un derivado del desarrollo de las especies vegetales. Al sufrir modificaciones la vegetación que hay sobre el planeta, el aire queda sujeto a cambios. Actualmente el aire está sujeto a sufrir cambios muy fuertes.

2) LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN MEXICO.

El empleo y mal uso de combustibles fósiles y sus derivados, representa actualmente la causa principal de emisión de contaminantes del aire en toda la República Mexicana.

Las mayores fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en el país son: los vehículos automotores y las plantas industriales: la industria de la construcción, la industria alimenticia y la del vestido y la industria química. Otras fuentes emisoras de contaminantes son el tratamiento de desechos mediante la incineración y los fuegos a cielo abierto, y la erosión de la tierra que origina las tolvaneras en la capital del país.

El gran número de vehículos de motor ataca constantemente nuestro aire. Esto se puede solucionar en parte utilizando transportes colectivos y de preferencia no contaminantes como el ferrocarril metropolitano, los trolebuses y los tranvías. Además en el Valle de México aterrizan y despegan 13 500 aviones al año y operan 120 locomotoras diesel.

La producción anual de petróleo es de unos 30 millones de metros cúbicos, cerca del 1% se vierte a la atmósfera durante su tratamiento, del uso del resto se ocasiona una emisión diaria de 4 600 toneladas de contaminantes.

Las plantas que generan energía eléctrica con motores de vapor vierten 20 mil metros cúbicos por minuto de gases contaminantes.

También los incendios que oscilan en la rededor de 1500 anuales en empresas y casas son focos de contaminación. Hasta el fumar y encender cerillos representa contaminación del aire.

Las zonas sobre las que gravita el aire más contaminado se encuentran en el área metropolitana de la ciudad de México, de Guadalajara, Monterrey y de otras ciudades de concentración industrial. Fuera de ellas es de una pureza más que aceptable.

Las investigaciones sobre contaminación atmosférica en la ciudad de México, indican que las concentraciones de algunos de los contaminantes estudiados son similares o inferiores a muchas ciudades de los Estados Unidos, Europa, Latinoamérica y Asia, que in-

clusive tienen menor población que la capital mexicana.

Sin embargo, todavía no se conocen casos de personas que estén sufriendo seriamente por problemas de contaminación, salvo que ésta causa una disminución de la visibilidad y que en la calle son irritantes algunos vapores de hidrocarburos cuando hace sol. La autopsia practicada a algunos cadáveres en México empieza a revelar casos como los de Europa y Norteamérica en los que el tejido pulmonar contiene partículas contaminantes acumuladas.

Desde 1967 comenzaron a instalarse y operar en el país estaciones de muestreo de algunos de los más importantes indicadores de la contaminación del aire, conforme a los sistemas de la Organización Mundial de la Salud, la que ha introducido en la red multinacional de muestreo algunas innovaciones observadas en el sistema mexicano. Actualmente se operan y mantienen 14 estaciones de muestreo y análisis de indicadores de la contaminación del aire en el Valle de México. Recientemente se instalaron en el área del Distrito Federal, 252 dispositivos, tratando de cubrir una red cuadriculada, los cuales colectan polvo por gravedad para determinar los índices de sulfatación y las concentraciones de siete metales.

Al saber lo que tenemos y lo que estamos perdiendo y podemos perder por efecto de la contaminación, el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos decretó el 14 de marzo de 1971 la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación, que establece, en lo relativo a la contaminación atmosférica los aspectos siguientes:

Declara de interés público las actividades dedicadas a la prevención y control de la contaminación y al mejoramiento, conservación y restauración del medio ambiente.

Considera como contaminante a toda materia o sustancia o sus combinaciones, compuestos o derivados químicos y biológicos, tales como humos, polvos y gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios y cualquiera otro que al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra, puedan alterar o modificar sus características naturales o las del ambiente; así como toda forma de energía, como calor, radioactividad, ruidos que al operar sobre o en el aire, agua o tierra, alteren su estado normal. La misma ley entiende

por contaminación la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, o cualquiera combinación de ellos que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humanos, la flora, la fauna, o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la nación en general, o de los particulares.

El capítulo 10 se refiere a la contaminación del aire y dice:

"Queda prohibido sin sujetarse a las normas correspondientes, expeler o descargar contaminantes que alteren la atmósfera en perjuicio de la salud y de la vida humana, la flora, la fauna, y, en general los recursos o bienes del Estado y de particulares; por tanto, la descarga de contaminantes en la atmósfera, como polvo, vapores, humos, gases, materiales radiactivos y otros, deberá sujetarse a las normas que se especifiquen en los reglamentos correspondientes, para lo cual se deberán instalar o adoptar los dispositivos que el Ejecutivo, en cada caso, a través de las dependencias correspondientes, considere necesarios para los fines propuestos en esta Ley"

El artículo 11 de la misma Ley se refiere a la prevención y control de la contaminación del aire y dice:

" Para los efectos de esta Ley serán consideradas como fuentes emisoras de contaminantes:

1. Las naturales, que incluyen áreas de terrenos erosionados, terrenos desecados, emisiones volcánicas y otras semejantes.

2. Las artificiales, o sean aquellos productos de la tecnología y acción del hombre entre las cuales se encuentran:

a) Fijas, como fábricas, calderas, talleres, termoeléctricas, refinerías, las plantas químicas y cualquiera otra análoga a las anteriores.

b) Móviles, como vehículos automotores de combustión interna, aviones, locomotoras, barcos, motocicletas, automóviles, y demás similares.

c) Diversas, como la incineración, quema a cielo abierto de basuras y residuos y otras que consuman combustibles que produzcan o puedan producir contaminación atmosférica.

SEGUNDA UNIDAD

FUENTES DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

Las principales categorías de contaminación del aire se pueden considerar de los siguientes orígenes:

- 1) Transportes con motor de combustión interna.
- 2) Industria.
- 3) Focos domésticos.
- 4) Propias de la naturaleza como las condiciones meteorológicas.

Resulta difícil asignar los porcentajes exactos a cada una de estas clasificaciones debido a la falta de suficiente documentación. El transporte de todas clases, es decir los vehículos de motor de combustión interna y los de motor de turbina, aportan aproximadamente un 60% de las emisiones anuales totales que contaminan el aire. La producción de energía eléctrica contribuye con un 10 a un 15%. La calefacción doméstica con un 10%. A las emisiones del consumo industrial de combustible y a los productos del proceso de fabricación les corresponde un 20%. A la incineración de desechos, aproximadamente 5%. Algunas veces los porcentajes son menores de una manera que siempre resulta el 100% de materia contaminante.

Puesto que no vivimos en una sociedad estática, estas cifras aproximadas tampoco lo son. Conforme se fabriquen y se vendan más automóviles, la parte correspondiente de contaminación aumentará. Como se necesita más energía eléctrica, esta cifra también será mayor. Los incineradores industriales y municipales también se usan más actualmente y expulsarán más contaminantes, a menos que se diseñen mejores aparatos.

Además de estas emisiones principales existe una serie de contaminantes de menor importancia que aunque no sean significativos, a pesar de todo contribuyen a agravar el problema general. La lista sería interminable. Todos los días se lanzan al aire pequeñas cantidades de contaminantes atmosféricos, por lo cual no es sorprendente que no se puedan calcular los porcentajes con exactitud. Sin embargo basta saber que consciente o inconsciente, cada uno de nosotros contribuye diariamente al problema total.

A continuación se trata de algunas de las principales fuentes de contaminación:

1) Transportes con motor de combustión interna.

Son una de las principales fuentes de la contaminación atmosférica pues existe una cantidad muy grande de éstos en las ciudades y vías de comunicación.

Los contaminantes de los motores de combustión interna proceden del cárter, del carburador, del depósito de gasolina y del tubo de escape. Son una mezcla de bióxido de carbono, gasolina sin quemar, vapor de agua, óxido de nitrógeno y otros productos como resultado de la combustión.

Los aviones, que realizan también una combustión interna, producen una gran cantidad de gases contaminantes del medio,

Los motores diesel contaminan menos que los otros motores de combustión interna, pero éstas son un número muy reducido, en comparación con los demás motores de combustión, además de que causan molestias por el mal olor y color de los gases de desecho.

Otros vehículos contaminantes son los ferrocarriles y las motocicletas, aparte de los ya mencionados.

En todo el mundo y sobre todo en los países más desarrollados , se está tratando de controlar esta gran fuente de contaminación, pero el número de transportes crece sin control y aumenta la intensidad del problema.

Sanear el ambiente de la contaminación que causan los transportes implica cambiar la tecnología de los motores de los mismos. Lo que parece más fácil es concentrar los desechos de escape impidiendo que pasen a la atmósfera.

De no controlarse el problema de la contaminación causada por los transportes, éstos constituirán un gravísimo problema que será muy difícil de enfrentar y controlar.

2) Industria.

El actual desarrollo industrial sobre todo de los países más poderosos económicamente, ha traído como consecuencia que la industria sea la segunda fuente en importancia de la contaminación ambiental.

Las principales industrias contaminantes del medio son:

- a) Industria metalúrgica.
- b) industria de refinación del petróleo.
- c) industria de generación de energía eléctrica por combustiones.
- d) industria química.
- e) industria del papel.
- f) industria de fertilizantes y pesticidas.

Estas industrias arrojan a la atmósfera, al agua y al suelo, toda clase de contaminantes en grandes cantidades, para poder fabricar una amplia gama de productos que se han hecho indispensables para la vida en la actualidad.

Es tan grande la cantidad de desechos industriales que la contaminación por causa de la producción industrial se viene convirtiendo en un problema casi incontrolable, que aumentará todavía

más con el paso del tiempo.

Brevemente veremos algunos aspectos de las industrias mayormente contaminantes del medio.

a) Industria metalúrgica

Extrae del subsuelo toda clase de metales por varios medios, para posteriormente refinarlos y obtener metales puros y toda una serie de aleaciones.

En la industria siderúrgica, es decir en la del acero y sus aleaciones, el hierro, metal principal en ella, pasa por procesos que ocasionan desechos de gas y polvo.

b) Industria de refinación de petróleo.

Separa del petróleo crudo toda una serie de subproductos o derivados como gasolinas, y otros combustibles, diesel, aceites comestibles, lubricantes, varios gases, grasas, ceras, productos petroquímicos, etcétera.

Para separar los hidrocarburos o componentes del petróleo, éste se destila dejando escapar a la atmósfera varios gases que desde luego la contaminan.

c) Industria de generación de energía eléctrica por medio de combustiones.

Utiliza petróleo y carbón sobre todo, generando humos y desechos gaseosos, hollín, que van a dar a la atmósfera y a las localidades vecinas permanentemente. Utilizan éstos medios en tan gran cantidad que agudizan sobremanera el problema.

d) Industria química.

Elabora una gran variedad de productos, contribuyendo grandemente a la contaminación, por causar la dispersión en grandes zonas de sus desechos tales como ácidos, óxidos y fluoruros.

El avance técnico actual ha empezado a deteriorar al medio ambiente natural en una forma aguda, afectando asimismo a la humanidad, que es quien puede con trolarel desarrollo técnico para detener dicha destrucción del ambiente. Podemos llegar a obtener un medio sano sinactuamos ahora y con gran esfuerzo.

3) Focos domésticos.

Es la contaminación que causan hogueras y fuego en chimeneas producida por emanaciones de la leña, carbón, petróleo o gas que van a dar al aire. Estas son practicadas no tan solo en los hogares, sino en el vampo abierto, en las calles de la ciudad.

Otro contaminante de origen hogareño son los detergentes, insecticidas, aguas estancadas y drenajes, montones de basura que no son recolectadas por el servicio de limpia y que se convierten en focos de enfermedades o al menos de malos olores y que consisten en cartones, plásticos, restos de comida, etc.

El problema de la contaminación del suelo es también causado por estos contaminantes que permanecen largo tiempo en el mismo lugar en que son desechados.

Productos como las basuras, pueden ser focos contaminantes o excelentes medios para el desarrollo de insectos y roedores, sin contar las molestias ocasionadas y la destrucción del paisaje.

La eliminación de los residuos domésticos es muy problemática, pues el reciclaje, la transformación en abonos orgánicos o la incineración son antieconómicos, por lo que tan solo son acumulados al aire libre, causando problemas higiénicos y atayendo animales vectores de enfermedades y contaminando las aguas superficiales y las subterráneas cuando el suelo es permeable.

Es necesario llevar a cabo una campaña de instrucción acerca de la higiene, conservación y limpieza hogareñas, que sea no tan solo a nivel familiar, sino colectividad y que se enseñe en las escuelas a todo nivel.

La guerra química.

Muchos de los productos que eran utilizados en la agricultura como plaguicidas se han aplicado ahora militarmente causando efectos ecológicos desastrosos donde han sido utilizados.

Entre los agentes fitotóxicos se distinguen los biológicos de los químicos. Los biológicos consisten en la diseminación de esporas de ciertas clases de hongos en las cosechas.

Es muy importante la acción de éstos en Vietnam, Laos y Camboya durante la guerra con Estados Unidos en que desaparecieron 1 086 000 hectáreas de tierras cultivables y bosques, para que en esas regiones no les fuera posible vivir a los comunistas.

La fauna también es afectada por dichos agentes fitotóxicos, muchas especies se ven obligadas a emigrar o a morir.

Más graves aún son los efectos clínicos que sobre la población civil tiene la utilización continua y masiva de los defoliantes, que van desde molestias oculares y nasales, vómitos y lagrimeo, hasta síndromes genéticos consistentes en alteraciones cromosómicas y malformaciones congénitas.

e) Industria del papel.

La industria del papel causa muchos olores en la atmósfera, pues para la elaboración del papel, la madera en trozos debe ser mezclada con sustancias químicas, que son compuestos de azufre y entonces emana gases fétidos y otros contaminantes.

f) Industria de fertilizantes y pesticidas.

Para fabricar éstos se generan compuestos de fuor que acaban con la vegetación, envenenan el ganado, y producen malos olores porque la materia prima para prepararlos es materia orgánica en descomposición. Donde son usados se contamina el suelo en gran escala.

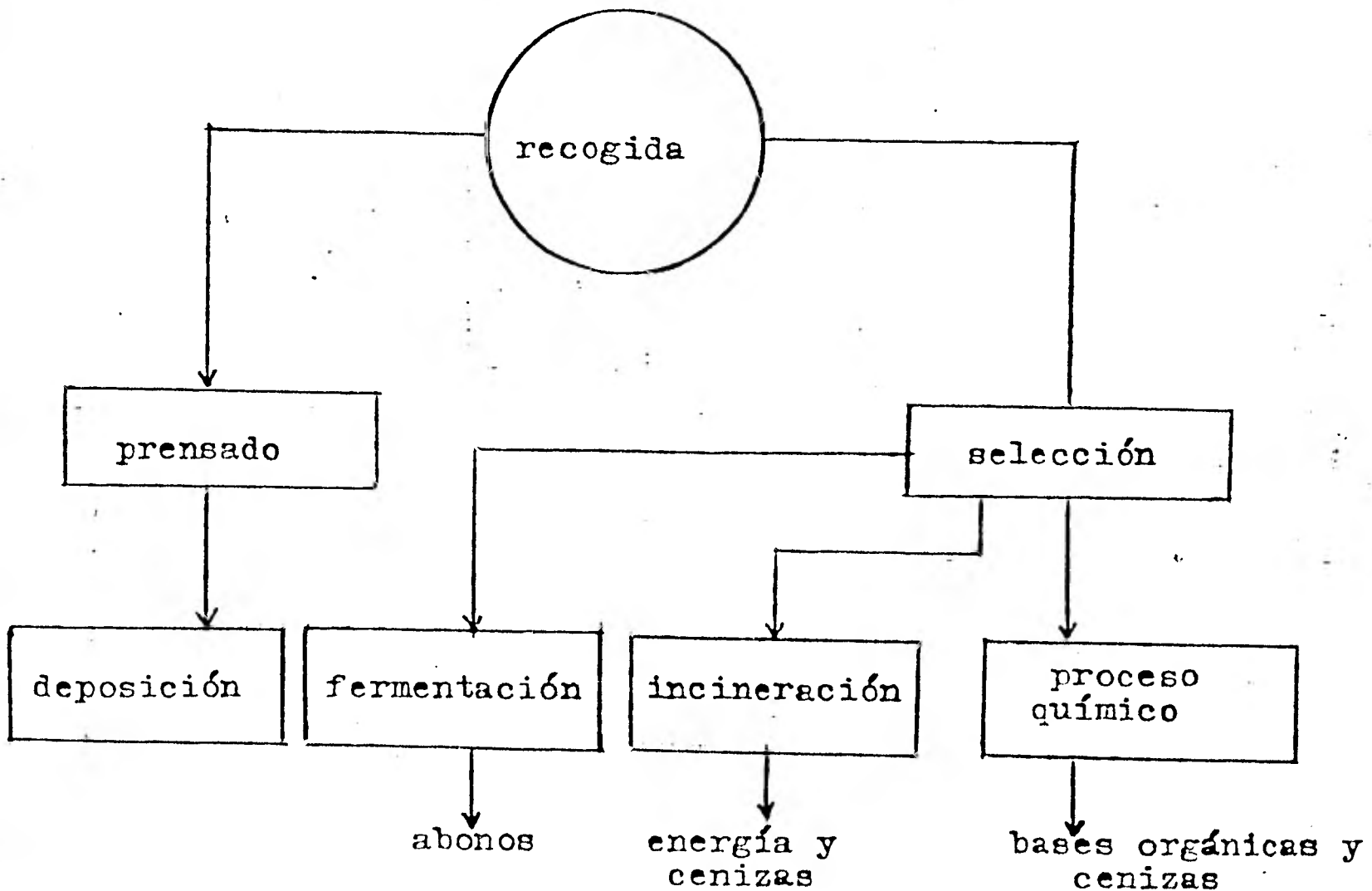
Otro contaminante en las regiones rurales son los pesticidas que son rociados o espolvoreados. Estos pesticidas al ser ingeridos por los animales que más tarde nos alimentarán causan un círculo vicioso en el que el hombre contamina y es contaminado.

TRATAMIENTO DE BASURA.

En la siguiente ilustración se muestra como es el tratamiento que siguen los desperdicios o basura, para ser posteriormente incinerado.

En México, uno de los primeros Estados que llevó a cabo éste proceso fue el de Jalisco y hoy en la actualidad, a través de él se ha suscitado su industrailización, esto es que el mismo desperdicio se ha utilizado para elaborar nuevos productos.

Hemos dado un gran paso, sin embrago, debemos tener en cuenta que entre más soluble sea un producto mejor, porque de lo contrario se vuelve indestructible, causnado nuevos problemas.



4) Propias de la naturaleza como las condiciones meteorológicas.

Como resultado del movimiento de la atmósfera, en la tierra se presentan ciertas condiciones que en diferentes grados y formas causan contaminación atmosférica.

Las condiciones meteorológicas que favorecen la contaminación son:

a) la radiación solar.

b) la temperatura.

c) el viento.

d) la precipitación.

a) La radiación solar.

Provoca reacciones fotoquímicas en la atmósfera entre los contaminantes que se encuentran en ella sobre todo cuando la atmósfera tiene mayor humedad.

b) Temperatura.

Cuando la atmósfera presenta la llamada inversión térmica, es decir que las capas superiores son más calientes que las inferiores y no hay convección, los contaminantes no pueden ser llevados por el viento y dispersados, hasta que la inversión desaparezca.

c) El viento, puede aumentar o disminuir la contaminación atmosférica porque es el medio de transporte de las partículas, humo y gases en la atmósfera.

El viento puede mover los contaminantes a nivel mundial, es decir de un país a otro, o bien a nivel local dentro de una región pequeña, entonces, antes de establecer una zona industrial o una zona habitacional hay que hacer un estudio de los vientos.

d) Precipitación.

La lluvia es otro vehículo de contaminación de la atmósfera, que al limpiarla lleva los contaminantes hacia el suelo, hacia la vegetación y cuerpos de agua.

5) La contaminación radiactiva.

Consiste en un aumento de la radiación natural producido artificialmente.

Las pruebas nucleares militares desde la Segunda Guerra Mundial han aumentado esa descarga radiactiva artificial a la atmósfera, océanos, tierras y seres vivos, constituyendo un peligro para la salud pública.

Son dos las fuentes principales de contaminación radiactiva:

I) Las pruebas nucleares.

Las más peligrosas son las que tienen lugar en la atmósfera, ya que la radiactividad es arrastrada por el viento, pudiendo algunas partículas radiactivas dar varias vueltas al planeta antes de caer a tierra. Una vez depositadas en el suelo, las partículas radiactivas pueden ser arrastradas por la lluvia aumentando la radiactividad natural del agua.

II) Manipulación de sustancias radiactivas.

Tanto en la fase de obtención del combustible nuclear como en la etapa de funcionamiento de los reactores nucleares se obtienen desechos radiactivos muy peligrosos en la contaminación del medio ambiente.

Mientras no haya un accidente o una guerra nuclear estamos protegidos de una contaminación radiactiva directa. Pero actualmente estamos siendo sometidos a una contaminación radiactiva indirecta que se inicia en el depósito en el suelo y en el agua de los agentes contaminantes radiactivos caídos de la atmósfera y que van aperjudicar las cadenas alimentarias, afectando primeramente a los vegetales y animales que extraen su alimento del suelo y del agua contaminada, los que asu vez son ingeridos por sus depredadores, llegando finalmente aser consumidos por el

hombre, eslabón final de la cadena alimentaria.

Se han establecido por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones límites permisibles de radiación que el hombre puede soportar. Por encima de estas dosis máximas permisibles de radiación existen para el hombre riesgos somáticos, como el acortamiento de la vida y la inducción a la leucemia. Las partes más sensibles del organismo son: la piel, los ojos, ciertos tejidos y las glándulas genitales.

6) La contaminación por ruido.

En la actualidad el ruido se incluye entre los factores del medio que ejercen acción nociva sobre la salud humana y que por lo tanto son contaminantes del medio ambiente.

Las consecuencias del ruido tanto de orden fisiológico como psicofisiológico, afectan cada vez a mayor número de personas, en particular a los obreros industriales.

La intensidad del ruido se expresa en decibeles, en una escala de 0-160 decibeles, siendo de 130 decibeles el umbral doloroso para el oído humano.

Los efectos fisiológicos y patológicos del ruido son principalmente la fatiga auditiva, el encubrimiento, y los traumatismos acústicos.

La fatiga auditiva es un aumento del umbral de audibilidad y aumento de percepción auditiva a un estímulo inmediatamente precedente. Aparece a partir de los 90 decibeles.

El encubrimiento es la disminución de la percepción auditiva bajo los efectos de un ruido distinto que se superpone al anterior.

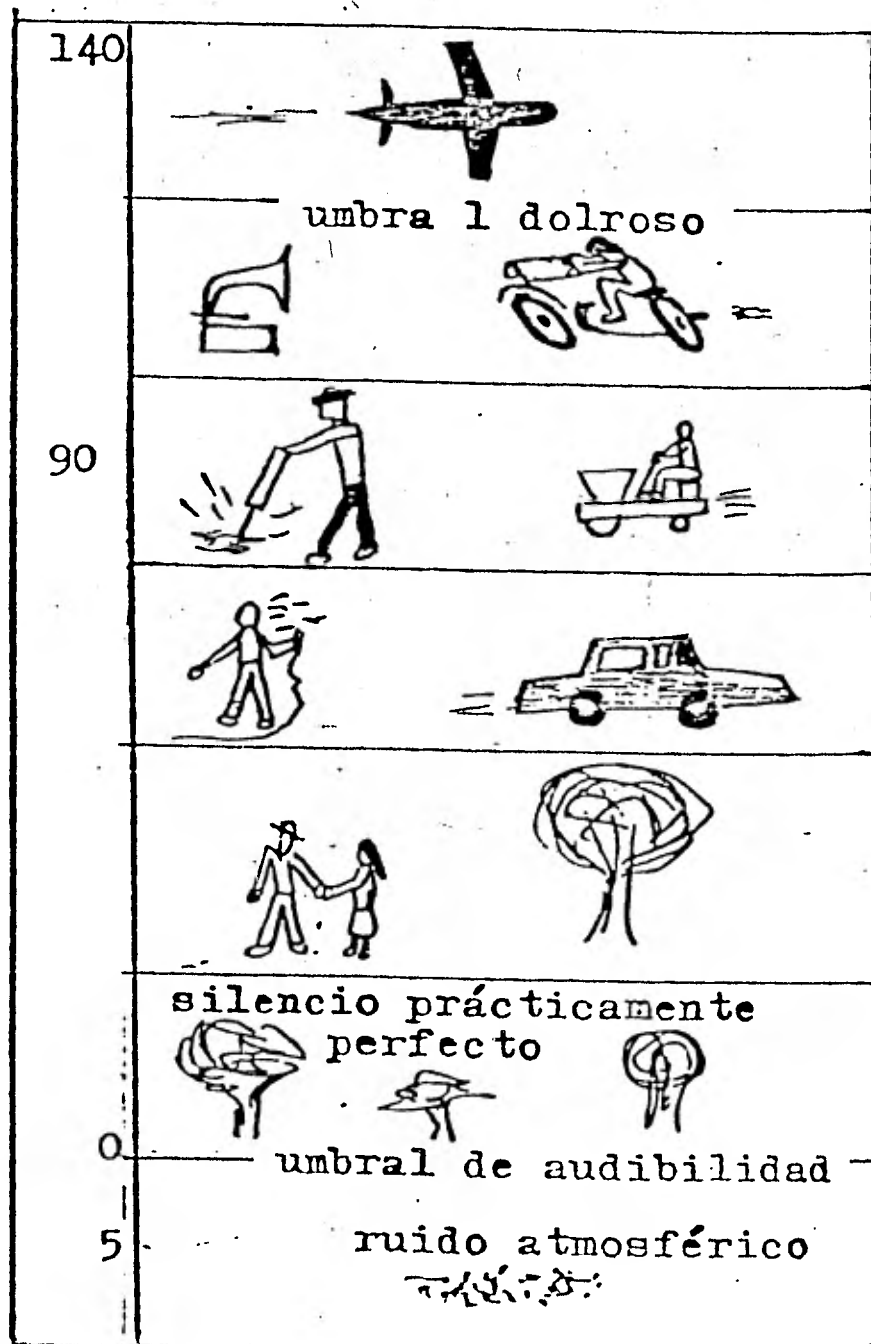
Los traumatismos acústicos son las lesiones del sistema auditivo provocadas por el ruido, que se caracteriza por la pérdida irreversible, pero no evolutiva, de la sensibilidad auditiva. La producen ruidos superiores a 140 decibeles.

La pérdida de percepción auditiva se manifiesta hacia los 30 años y es más apreciable en el hombre que en la mujer.

Además existen otros efectos indirectos, como la alteración del ritmo cardíaco y de la tensión arterial, alteraciones del sistema respiratorio, etcétera.

Los efectos psicofisiológicos del ruido se manifiestan en el sueño, como dolores de cabeza, como pérdida del apetito y como molestias.

decibeles



Esca la progresiva de ruidos producidos por diversos agentes.

TERCERA UNIDAD

EFECTOS DE LA CONTAMINACION
DEL AIRE EN EL AMBIENTE

Se han establecido abundantes pruebas de que la contaminación del aire daña la vegetación, acelera el deterioro de los materiales, perjudica a las construcciones, afecta al clima, disminuye la visibilidad y la entrada de radiación solar, agrava las relaciones públicas, hace aumentar los costos de producción, contribuye a provocar riesgos, interfiere en el gozo de la vida y de la propiedad, y es un factor evidente de la morbilidad y mortalidad humana y animal. Las preguntas sociales más importantes son: ¿Cómo lograremos niveles aceptables de contaminación del aire con gastos particulares y públicos mínimos?, ¿Cuáles son los cambios y de éstos cuáles estamos dispuestos a llevar a cabo? Los sectores público y privado han estado luchando por contestar estas preguntas durante muchos años. Primero, los profesionales deben identificar los problemas, las principales fuentes de información y, cuando sea posible, determinar los efectos en términos económicos y los mecanismos y teorías de las relaciones "causa y efecto". El propósito de esta parte de la tesis es ayudar en estos objetivos.

Hemos vivido mucho tiempo con la idea de que la naturaleza era un bien inagotable, gratuito y eterno. Hoy descubrimos por el contrario que la naturaleza no es un bien inagotable, sino un bien raro, no gratuito y sí cada vez más caro de proteger, y no eterno, sino temporal, pues es muy frágil y corre el riesgo de desaparecer llevándose consigo en esta extinción a la humanidad entera.

El medio ambiente o el medio ambiente humano concebido como biósfera, es un sistema que engloba a todos los seres vivientes de nuestro planeta, así como el aire, el agua y el suelo que constituyen su hábitat o lugar donde se desarrolla normalmente su ciclo vital.

La biósfera funciona así:

// En el exterior, el sol como fuente de energía que es la radiación solar; en el interior la biomasa donde se desarrolla el fenómeno de metabolismo, estableciéndose las cadenas alimenticias en un ciclo biológico, en cuya salida, materias y formas de energía pasan de un estado biológico a otro, iniciándose todos estos fenómenos gracias a la energía solar. Con ello las plantas verdes realizan la fotosíntesis formándose de la materia inerte la materia orgánica, base de la alimentación de otros seres y liberando oxígeno que mantiene a su vez la vida como otro de los elementos necesarios de ella. Los restos de los seres son descompuestos por bacterias y los transforman en los elementos y sustancias minerales que volverán a formar parte de otros seres vivos, completándose así el ciclo biológico global. // +

Estas relaciones constituyen el reciclaje de todos los productos de la biósfera con el cual se mantiene el equilibrio ecológico sobre la Tierra.

Como sistema autorregulador, la biósfera tiende a la estabilidad, es decir a conservar sus rasgos esenciales.

Pero el hombre especialmente desde la Revolución Industrial del siglo XIX ha empezado a deteriorar gravemente esa biósfera, empleando nuevas fuentes de energía, asimismo al aumentar la producción industrial y la contaminación del aire. R.D.Ross.Diana.

ducción humana de materiales, las consecuencias del no reciclaje de muchas sustancias afectan cada vez mayormente la naturaleza. Además hay que añadir los efectos del fenómeno urbano de la actual etapa del capitalismo industrial.

La contaminación atmosférica y del ambiente en general repercute en:

- 1) los materiales.
- 2) la salud humana.
- 3) los animales.
- 4) los vegetales.
- 5) los elementos meteorológicos:
 - a) clima.
 - b) niebla.
 - c) precipitación.
 - d) radiación solar.
 - e) visibilidad.

- 1) Efectos en los materiales.

Son los que ocasionan las diferentes formas de contaminación del aire en los objetos inanimados con sus implicaciones socioeconómicas.

Implicaciones socioeconómicas.

Muchas personas no aceptan que sus propiedades se deterioren a causa de la contaminación en general y de la contaminación atmosférica en particular. Este grupo de personas tienen tres opciones a seguir:

- a) Marcharse a otro lugar con la esperanza de encontrar una zona menos contaminada.
- b) Presentar una demanda por daños, y
- c) Inducir a las diversas autoridades oficiales para que tomen medidas correctivas en su beneficio.

La suciedad producida por la contaminación del aire.

Todo lo que se necesita es caminar por una de nuestras zonas urbanas e industriales para ver la suciedad ocasionada por la contaminación del aire. Los edificios cubiertos de hollín, las ventanas y parabrisas empolvados, las telas manchadas, la ropa que hay que limpiar después de dejarla secar, las superficies metálicas corroídas y muchos otros ejemplos se podrían citar.

El patrimonio artístico arquitectónico y escultural también es afectado por la contaminación atmosférica.

2) Efectos en la salud humana.

Aunque haya concentraciones de contaminación del aire que sean aceptables para el público a cambio de otros beneficios, muchos grupos importantes de ciudadanos han demostrado que no están dispuestos a exponer la salud humana.

a) Efectos agudos.

Las concentraciones elevadas de contaminantes han ocasionado la muerte prematura a miles de personas. Los meteorólogos han comprobado que el **tiempo** desfavorable que contribuyó a tales desastres puede presentarse con cierta frecuencia.

Se han presentado casos extremos como en Nueva York y Londres donde se han presentado epidemias cardíacas y respiratorias en que miles de personas perdieron la vida recientemente.

b) Efectos crónicos.

Aunque los efectos agudos de la contaminación del aire son alarmantes, los efectos crónicos son más dignos de preocupación. Los estudios epidemiológicos y clínicos han asociado los diversos contaminantes del aire a todos los padecimientos desde el catarro común hasta el cáncer.

Se ha establecido una relación entre las enfermedades respiratorias y la contaminación. Muchos de los estudios podrían prestarse a dudas. La susceptibilidad humana a los contaminantes del aire varía mucho. El número de contaminantes y las concentraciones combinadas de cada uno son prácticamente infinitas. Los métodos de analizar y expresar las concentraciones e, inclusive la terminología médica, han variado mucho. No se pueden hacer pruebas clínicas exponiendo a receptores humanos a todas las diferentes mezclas y concentraciones de contaminantes. Por lo tanto quizá lo mejor que se puede hacer es determinar las correlaciones posibles entre las exposiciones crónicas a la contaminación del aire y los efectos que tienen en la salud.

Quizá la forma de contaminación del aire más famosa es el smog fotoquímico que se observa en California, E.U. El smog que es el resultado de una serie de interacciones en la atmósfera que incluyen ciertas formas de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, ozono y la luz solar, es muy conocido por sus efectos en la visibilidad, en la vegetación y en las respuestas fisiológicas humanas, especialmente en la irritación de los ojos.

Los estudios realizados hasta la fecha sobre los efectos de la concentración de hidrocarburos gaseosos en el aire no han demostrado efectos directos adversos a la salud provocados por esta clase de contaminantes. Sin embargo se ha demostrado que los niveles ambientales de oxidantes fotoquímicos que sí perjudican a la salud, están en función directa de la concentración de hidrocarburos gaseosos.

El aire constituye uno de los elementos básicos para la vida de todo ser vivo. Diariamente nuestros pulmones filtran unos 15 kilogramos de aire atmosférico, mientras que sólo absorbemos de 2.5 kilogramos de agua y menos de 1.5 kilogramos de alimentos.

Desde tiempos remotos, el hombre ha advertido el peligro que representa una atmósfera contaminada, ya sea por causas naturales, como la erupción de un volcán, por el arder del fuego, o bien por la contaminación provocada por él mismo.

Los agentes contaminantes de la atmósfera son gases y sólidos que se concentran en suspensión y cuyas fuentes de origen ya hemos visto.

Es tristemente célebre el smog del Valle del Mosa en Bélgica de 1930 y el de Londres de 1952, en que los polucionantes sulfurados alcanzaron en la gran urbe londinense cifras elevadísimas, de hasta 10 veces del contenido normal; se calcula en más de 4 000 las defunciones atribuídas en dicha ocasión al smog.

Capítulo aparte en la contaminación atmosférica constituye el polvo y todo tipo de partículas sólidas que se depositan en las grandes aglomeraciones urbanas.

El polvo que se precipita está compuesto principalmente por partículas superiores a las 10-20 micras. Durante la respiración sólo la mayor parte de las partículas gruesas quedan retenidas en las fosas nasales, llegando las demás a los pulmones. La importancia cuantitativa de este tipo de contaminantes es muy grande.

Como una advertencia de lo que puede llegar a suceder con la contaminación atmosférica si no la controlamos, tenemos el caso de la contaminación de muchos peces, crustáceos y moluscos que se convierten en transmisores de enfermedades tal como sucedió en Japón, en la Bahía de Minamata, donde unos pescadores se intoxicaron como consecuencia del consumo de pescado contaminado por residuos de mercurio procedente de unas fábricas situadas en el litoral.

De la ingestión de esos peces contaminados resultaron alteraciones en el organismo de los que los ingirieron causando males congénitos en sus hijos que son seres mutantes de algunos de los cuales no se sabe siquiera si tienen consciencia de ser, si perciben el dolor o el placer, pues no pueden hablar ni comunicarse de ninguna forma porque están paralizados. Otros menos afectados aunque pueden hasta trabajar son también mutantes de apariencia monstruosa.

Las consecuencias a largo plazo de la contaminación atmosférica en el hombre son aún poco conocidas y difíciles de apreciar; la población de las grandes aglomeraciones urbanas e industriales es una población heterogénea, cuyas condiciones de vida no son idénticas para todos.

La contaminación del aire se debe a la interacción de varios contaminantes, la que es aún poco conocida, no a la acción de uno solo. Todo esto dificulta los estudios médicos y epidemiológicos de la contaminación atmosférica.

Entre las enfermedades que con mayor frecuencia se asocian a la polución del aire merecen destacarse las lesiones broncopulmonares como bronquitis, asma y enfisema.

Estudios realizados sobre una amplia base de población en diferentes países señalan que una enfermedad como el sarna afecta del 3 al 5 % de la población y que un 35 % de ausencias al trabajo son debidas a enfermedades de tipo respiratorio. Los efectos de la contaminación sobre la mortalidad son muy difíciles de determinar, excepto en poblaciones pequeñas cuando por causa de la contaminación, se produce un aumento significativo del número de defunciones, y en circunstancias excepcionales en las grandes ciudades.

Durante el smog de Londres de diciembre de 1952, cuando más de ocho millones de personas se vieron sometidas a una contaminación muy intensa, las 4 000 muertes que se produjeron superaron una cifra cuatro veces superior a la normal. Además, unas 10 000 personas, víctimas de dificultades respiratorias, tuvieron que ser atendidas en hospitales y otros centros médicos.

La relación entre la contaminación atmosférica y la enfermedad del cáncer ha sido muy debatida y es objeto de desde hace años de intensas investigaciones. Las primeras observaciones pueden atribuirse a Percival Pott, quien en 1755 señaló que el cáncer escrotal de los deshollinadores mostraba estrecha relación con el tiempo de exposición al hollín.

Investigaciones realizadas desde el principio del presente siglo muestran que existen sustancias activas cancerígenas en varios hidrocarburos. Estos agentes cancerígenos son el 3-4 ben-zopireno, el metilcolantreno y otros, que en cantidades mínimas (de hasta 0.0004 mg), son capaces de desarrollar tumores malignos en cantidades de experimentación.

Además de estas sustancias emitidas por los gases de escape de vehículos de motor, se han determinado otros agentes de poder cancerígeno, como el carbón negro, utilizado en la fabricación de neumáticos para automóviles y, en especial, el amianto, que se utiliza en las guarniciones de frenos de los automóviles y que es responsable de gran número de tumores malignos.

En el actual estado de los conocimientos científicos y a pesar de los estudios epidemiológicos realizados, no se puede afirmar con absoluta certeza que los vehículos de motor originen el cáncer de pulmón. En opinión de los especialistas, su influencia es en todo caso, menor que la del tabaco (la frecuencia del cáncer bronquial es 50 veces superior en fumadores que en no fumadores).

El microclima urbano. Las circunstancias climatológicas influyen de modo determinante en la distrución de la contaminación atmosférica.

Para cualquier distribución de los focos de contaminación, la difusión de las impurezas está ampliamente gobernada por los cambios de viento y de temperatura existentes en la capa de aire yacente sobre la comarca urbana que llamaremos " capa ambiental ".

De los diferentes parámetros meteorológicos es el viento el más importante. Su dirección y velocidad están en función de los cambios de temperatura.

Una organización estadounidense ha recopilado informes sobre los siguientes contaminantes:

Partículas aunadas
a óxidos de azufre.

Efectos nocivos en la salud.

Con partículas de:

80 a 100 microgramos
por metro cúbico.

Aumento de la tasa de mortalidad para personas mayores de 50 años.

130 microgramos
por metro cúbico.

Aumento de la frecuencia y gravedad de las enfermedades respiratorias en niños en edad escolar.

190 microgramos
por metro cúbico.

Aumento de la frecuencia y la gravedad de las enfermedades respiratorias en niños en edad escolar.

105-265 microgramos
por metro cúbico.

Aumento de la frecuencia de síntomas respiratorios y de enfermedades pulmonares.

140-260 microgramos
por metro cúbico.

Aumento de la tasa de enfermedades de las personas de edad avanzada, con bronquitis crónica grave.

300-500 microgramos
por metro cúbico.

Aumento del número de ingresados en hospitales debido a enfermedades respiratorias. Mayor ausentismo del trabajo de personas de edad.

300 microgramos
por metro cúbico.

A los enfermos de bronquitis crónica se les agravan los síntomas.

Monóxido de carbono.

Concentración por
metro cúbico.

58 miligramos/m³

Discernimiento defectuoso para los intervalos de tiempo.

35 miligramos/m³

Resultados deficientes de las pruebas sicomotoras, y aumento en el umbral visual.

más de 130 microgramos
por metro cúbico.

Actuación defectuosa de los estudiantes atletas.

valor máximo diario
de 490 microgramos/m³

Empeoran los ataques de asma.

200 microgramos/m³

Irritación de los ojos.

Asbesto.

Proviene de los escapes de asbesto, especialmente de la fumigación. Las partículas de asbesto son agentes causales que se encuentran comúnmente en los pulmones de las personas que tienen asbestosis, calcificación pleural, placas pleurales, cáncer pulmonar y mesoteliomas pleurales.

Fluoruros.

Hay especies de plantas que son mucho más susceptibles a los efectos de los fluoruros que el hombre, y que, por lo tanto, los estándares establecidos para proteger a la vegetación serían muy adecuados para el hombre.

Algunas plantas son utilizadas como indicadores permanentes del grado de contaminación por los efectos que ésta tiene en sus funciones vitales, como nutrición, crecimiento y reproducción.

La vegetación de aparición espontánea que podemos observar en el campo desaparece en los núcleos urbanos por causa de los contaminantes.

Plomo.

Se encuentra en muy diversas formas. Está en los alimentos y en el agua además de en aire; por lo tanto, resulta difícil relacionar claramente los niveles sanguíneos de plomo en la forma de ingestión. La preocupación pública respecto al plomo de la gasolina ha dado origen a una serie de argumentos. La única conclusión inequívoca es que es un contaminante que perjudica al hombre.

Mercúrio.

Los vapores de mercurio y muchos compuestos de este elemento se han llegado a encontrar en suficiente concentración y persistencia que ocasionan perjuicios a la salud humana.

Vanadio.

La exposición al vanadio o a uno de sus compuestos en concentraciones bajas ha producido, por inhalación efectos adversos significativos en el organismo humano. Se ha relacionado dicha exposición estadísticamente con la frecuencia de enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer.

c) Peligro de accidentes.

La contaminación del aire puede ocasionar o contribuir a que tengan una serie de accidentes. Algunos son muy evidentes como por ejemplo, los riesgos asociados a la disminución de la visibilidad, pero todos son difíciles de cuantificar en términos de pe-

ligro. Un buen ejemplo es el de la relación posible entre el monóxido de carbono y los accidentes de tránsito. Las reacciones químicas tienen lugar en la superficie de cemento de la carretera, y la ponen resbaladiza, pero resulta extremadamente difícil probarlo sin lugar a dudas.

d) Molestias.

Los contaminantes del aire que se pueden detectar con la vista, el tacto, el olfato, y el gusto, pueden convertirse en molestias de muchas clases aún cuando no tengan efectos nocivos directos en la salud ni en la economía. Con la posible excepción del humo, pocos contaminantes de emanaciones se consideran legalmente molestias. Hasta que no se adapten códigos de control y se prueben en los tribunales, las autoridades de control tendrán que guiarse por las quejas.

Los olores tienden a afectar el sentido del gusto. Las partículas depositadas en las barandillas, en las bancas, automóviles, ropa, y albercas también resultan ofensivos para los sentidos de la vista y el tacto.

Los efectos sobre el hombre de la contaminación atmosférica preocupa desde hace muchos años en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud estableció hace algún tiempo un cuadro de las concentraciones límites admisibles para el ser humano, en el que se fijan cuatro índices de pureza del aire:

Nivel I. La concentración y duración de la acción de los contaminantes, es igual o inferior a los valores en que no se observan efectos.

Nivel II. Concentraciones y duraciones iguales o superiores a los valores en que resultan afectados los sentidos.

Nivel III. Concentraciones y duraciones iguales o superiores a los valores en que hay un ataque contra la fisiología y enfermedades crónicas.

Nivel IV. Concentraciones y duraciones iguales o superiores a los valores en que se presenta enfermedad aguda o muerte prematura.

3) Efectos de la contaminación del aire en los animales.

Aunque no existan pruebas tan abundantes ni tan bien documentadas como en el caso del hombre, es evidente que muchos de los casos de contaminación aguda del aire que han resultado desastrosos para los seres humanos, han tenido efectos todavía peores en los animales domésticos.

En noviembre de 1950 un accidente industrial poco antes del amanecer hizo que durante media hora se desprendieran grandes cantidades de sulfuro de hidrógeno en la pequeña ciudad de Poza Rica en México, trescientos veinte personas tuvieron que ser hospitalizadas y 22 murieron. Aproximadamente un 50 % de las gallinas, patos, gansos, vacas, cerdos, perros y gatos y todos los canarios murieron de la intoxicación con el gas. Otros casos parecidos se dieron en Domora, E.U.; Valle del Mosa, Bélgica; y Londres, Gran Bretaña y otros de menor importancia.

Además de estar sometidos a los perjuicios de la inflación del aire contaminado, los animales pueden caer enfermos por comer alimentos contaminados por el aire. En varios casos se han identificado los siguientes agentes responsables: fluoruros, arsénico, molibdeno, plomo y zinc.

La negligencia o el mal uso de los plaguicidas, inclusive de aquellos que contienen mercurio o plomo, también han ocasionado un gran número de pérdidas de animales domésticos. Por su gravedad los fluoruros son los que ocupan el primer lugar en la escala de agentes tóxicos.

Como en los seres humanos, los efectos crónicos han sido difíciles de identificar en los animales domésticos.

Los animales afectados adelgazan, adquieren una postura rígida, cojean y el pecho se les pone áspero. Su producción disminuye, por ejemplo la leche de las vacas.

4) Efectos de la contaminación del aire en los vegetales.

Los perjuicios causados por la contaminación del aire a las plantas se han venido observando desde hace por lo menos un siglo. Sin embargo, estos conocimientos a menudo se pasan por alto o se difundían poco.

Las partículas han producido fitotoxicidad, generalmente al cubrir físicamente las hojas de la planta inhibiendo así posible-mente su respiración por los estomas y reduciendo la fotosíntesis por absorción de la luz. El daño debido al efecto directo de los fluoruros en forma de partículas es menor que el que causan los fluoruros gaseosos, porque no pueden penetrar con facilidad. El polvo de los hornos de cemento se deposita en la superficie húmeda de las hojas y no deja que respiren, los aerosoles como el hollín, el óxido de magnesio, los polvos de las industrias fundidoras y el ácido sulfúrico son igualmente nocivos.

Los contaminantes gaseosos entran con el aire por los estomas durante el ciclo normal de respiración de la planta.

Los contaminantes destruyen la clorofila, alteran el proceso fotosintético y, en consecuencia, disminuye la producción de alimentos. La hoja es el primer indicador de los nocivos efectos de la contaminación del aire. Su estructura tiene un papel muy importante en la formación de carbohidratos y otros productos nutritivos vitales de la planta. Por lo tanto, un daño a las hojas afectará a toda la planta.

Cuando la vegetación es perjudicada por un contaminante del aire, generalmente presenta síntomas característicos de reacción específica a dicho contaminante. Por lo tanto, los síntomas constituyen la principal base para el diagnóstico.

Además, del tipo de afección, hay otras claves para clasificar el contaminante como son la parte y forma de daño en la hoja, las especies y variedades de la planta afectada y el aspecto del daño.

5) Efectos meteorológicos.

Aunque nuestra atmósfera parezca de enormes proporciones, es en realidad una piel relativamente delgada que cubre este hogar llamado Tierra.

Durante millones de años, hasta la Revolución Industrial, la atmósfera probablemente no había cambiado en forma apreciable. Durante los últimos 200 años el hombre ha empezado a envenenarla a una velocidad cada vez mayor. Estas impurezas que estamos vertiendo en la atmósfera quizá todavía no sean una amenaza para nuestras vidas, pero tenemos que estar en guardia. La existencia del hombre está en pelgro y no podemos tomar a la ligera esta amenaza.

a) Efectos de la contaminación del aire en los climas urbanos.

El clima urbano sufre la influencia de muchos factores que no afectan al campo que rodea a las ciudades. Entre estos factores están:

1. La diferencia entre los materiales superficiales.

2. Una variedad mucho mayor de formas y orientaciones de las estructuras de la ciudad que las de los paisajes naturales de las zonas rurales.

3. La enorme producción de calor, especialmente en invierno, cuando funciona la calefacción.

- 4. La rápida eliminación de la precipitación del medio urbano.
- 5. La pesada carga de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos que contiene el aire de las ciudades.

Landsberg describe algunos de los cambios climatológicos de las ciudades de la siguiente manera:

Radiación

Total en superficies horizontales ...	15 a 20% menos.
ultravioleta en invierno	30% menos.
ultravioleta en verano	5% menos.

Turbidez

Nubes	5 a 10% más.
niebla en invierno	10% más.
niebla en verano	30% más.

Precipitación

Cantidades	5 a 10% más.
------------------	--------------

b) Efectos en la niebla.

Estudiando la niebla en función de la concentración de núcleos de condensación, Neuberger y Gutnick, llegaron a las siguientes conclusiones:

- 1. La densidad de la niebla en el momento de la formación inicial de núcleos de formación aumenta rápidamente, pero al llegar al límite de medianamente contaminada, un aumento ulterior de núcleos de formación no hace que la niebla se vuelva más densa.

2. La duración de la niebla aumenta continuamente al aumentar la concentración de núcleos.

Las nieblas más prolongadas disminuyen la entrada del sol, dificultan el transporte e inhiben la ventilación atmosférica de una región.

c) Efectos en la precipitación.

Según Landsberg, la mayoría de los factores urbanos tienden a aumentar la lluvia.

Enumeró las causas en la forma siguiente:

1. Adición de vapor de agua procedente de las combustiones y de las fábricas.
2. Corrientes térmicas de tiro ascendente procedentes de calentamiento local.
3. Mayor número de núcleos de condensación que hacen que se formen más nubes.
4. Núcleos de condensación adicionales que posiblemente actúan como centros de congelamiento para las partículas de niebla poco enfriadas.

d) Efectos en la penetración de la radiación solar.

La capa de materia en partículas que cubre la mayoría de las grandes ciudades hace que la energía solar que llega al complejo urbano sea significativamente menor que la que se observa en las zonas rurales. Esta acción es mayor cuando el ángulo del sol es bajo, es decir en invierno porque el sol tiene que atravesar una capa de partículas más densa, al estar ésta casi horizontal.

La mayor parte de la radiación dispersada por el polvo atmosférico sigue su camino y, por lo tanto, la disminución de la radiación solar total se debe principalmente a la absorción

Relación aproximada entre las concentraciones atmosféricas de aerosol y los niveles de radiación solar relativos.

Concentración de aerosol en mg/m^3 .	Radiación solar total.	Porcentaje del valor para $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ultravioleta.
50	105	104
100	100	100
200	95	92
400	90	77

En general, la radiación solar total recibida es inversamente proporcional a la concentración de humo y partículas suspendidas, por lo tanto, las mediciones de la radiación, se pueden utilizar, cuando no hay nubes, como índice aproximado de la contaminación del aire en forma de partículas.

Las radiaciones más afectadas son las ultravioleta y las menos interrumpidas, las infrarrojas. Esto altera la fotosíntesis, la distribución de las plantas y los animales en la Tierra, el deterioro de los materiales naturales y artificiales y el goce y el bienestar físico.

e) Efectos en la visibilidad.

La disminución de la visibilidad es probablemente uno de los efectos más comunes de la contaminación del aire que percibe el individuo común.

Esta crea una carga económica en muchas colectividades. El transporte y el bienestar general se perjudican. Los individuos se ven obligados a aceptar peligros que pueden terminar en muerte o daños personales o daño a la propiedad. El tránsito se vuelve más lento y generalmente aumentan los accidentes.

Quizá incluso haya que aumentar el uso de la electricidad para compensar la falta de luz natural.

Además, la mayoría de la gente desea tener acceso a un paisaje agradable con aire limpio y buen tiempo, lo que también se ve obstaculizado por la mala visibilidad.

CUARTA UNIDAD

CONTAMINANTES DEL AIRE

El aire limpio del campo puede contener monóxido de carbono, metano, amonio, óxidos de nitrógeno y ozono. Estos gases que normalmente se consideran contaminantes, tienen su origen en procesos naturales en pequeñas cantidades. También se pueden encontrar partículas en forma de gotitas de agua, polen, cenizas volcánicas e insectos. Los olores desagradables provienen de la putrefacción. Por lo tanto, el problema de la contaminación ambiental se puede considerar un asunto de concentración urbana o industrial. El hombre ha logrado la capacidad de generar estas sustancias y otras semejantes en cantidades masivas que a menudo exceden a la capacidad de disipación de los procesos naturales y al hacerlo a creado zonas en las que la atmósfera resulta molesta y posiblemente tóxica o destructora. Tiene la responsabilidad, consigo misma y con el resto de los habitantes del planeta, de aplicar a la limpieza del aire la misma tecnología que creó el problema.

Los contaminantes del aire se incluyen en tres grupos: las partículas sólidas, los gases y los oxidantes fotoquímicos debido a los diferentes efectos, métodos de

análisis y de control que se pueden generalizar para cada uno de ambos grupos.

La composición química del aire natural limpio es la siguiente:

COMPONENTE	CONCENTRACION APROXIMADA
Nitrógeno (N_2)	78.03 % en volumen
oxígeno (O_2)	20.99 % en volumen
bióxido de carbono (CO_2)	0.03 % en volumen
argón (Ar)	0.94 % en volumen
neón (Ne)	0.00123 en volumen
helio (He)	0.0004 en volumen
kriptón (Kr)	0.00005 en volumen
xenón (Xe)	0.000006 % en volumen
hidrógeno (H_2)	0.01 % en volumen
metano (CH_4)	0,0002 % en volumen
óxido nitroso (N_2O)	0.00005 % en volumen
vapor de agua (H_2O)	variable
partículas	1) variable en tipo y cantidad.
ozono (O_3)	(2) variable
formaldehído ($HCHO$)	(3) dudoso

(1) Los tipos y concentraciones de estas sustancias pueden variar mucho de una región a otra y de un período a otro respecto a las condiciones naturales.

(2) Por las radiaciones ultravioleta y probablemente las tormentas, las concentraciones varían de 0 a 0.07 ppm.

3) Procedente de fuentes biológicas o de la oxidación del metano; no se han determinado las posibles concentraciones.



1) Contaminantes gaseosos.

Los contaminantes gaseosos más comunes son el monóxido de carbono, el anhídrido sulfuroso y los oxidantes que forman el smog, tales como el bióxido de nitrógeno y el ozono.

a) Bióxido de carbono.

Los efectos a largo plazo de un aumento constante de la concentración del CO_2 , en la atmósfera, procedente de las combustiones es objeto de preocupación para muchos investigadores.

En los últimos 50 años este aumento ha ascendido hasta casi 10 % en algunas zonas urbanas y se espera que la tendencia continúa e incluso suba. Para el año 2 000 se espera que haya un 18% adicional y, de acuerdo con algunos científicos, el CO_2 atmosférico podría llegar a duplicarse en un futuro no lejano. El resultado previsto sería el "efecto de invernadero", según el cual la temperatura media de la Tierra subiría lentamente y con el tiempo se derretiría el hielo polar inundando las ciudades de las costas y cambiando inclusive el equilibrio terrestre.

Por el momento la discusión sobre los desastres que imponga el CO_2 resulta puramente académica, pero se ha prestado mayor atención a un cuidadoso estudio de la concentración de este compuesto en todo el mundo.

La vida vegetal se beneficia con el aumento del CO_2 y algunas propiedades de invernaderos lo emplean para obtener mayores rendimientos. Parece pues, que un aumento del CO_2 atmosférico quizá sea directamente beneficioso para la humanidad al aumentar la provisión alimentaria mundial.

b) Monóxido de carbono.

En el mundo actual el contaminante que más abunda es el monóxido de carbono (CO).

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, que se combina preferentemente con la hemoglobina de la sangre blo que-arr do el sistema de transporte de oxígeno del cuerpo. Si la concentración es bastante elevada, el cuerpo se asfixia rápidamente, en pequeñas cantidades causa pérdida de los reflejos casi imperceptible. Cuando salga del medio contaminado descargará el CO, sin efectos permanentes conocidos.

Como el monóxido de carbono no se percibe se sigue considerando inofensivo.

La fuente principal del monóxido de carbono es la combustión incompleta de combustibles carbonicos, que tiene lugar cuando no hay ni suficiente tiempo ni oxígeno para que se convierta completamente en CO₂.

Son fuentes de monóxido de carbono los motores, los hornos, la incineración de basura y las industrias como fundidoras, refinerías de petróleo, molinos para pulpa y las siderúrgicas, el gas doméstico, los cigarrillos.

En forma natural, los volcanes y los incendios forestales también desprenden monóxido de carbono. Las plantas producen cantidades mínimas como producto de desecho de la descomposición de las moléculas de clorofila.

Las cifras medias de concentración de monóxido de carbono en las colectividades urbanas a menudo llegan a 50 ppm, debido a los motores de los vehículos.

Los síntomas de las concentraciones altas de monóxido de carbono son las siguientes: dolor de cabeza, mareos, cansancio, parpadeo, zumbidos de los oídos, náusea, vómitos, palpitaciones, opresión en el pecho, dificultad para respirar, debilidad muscular,

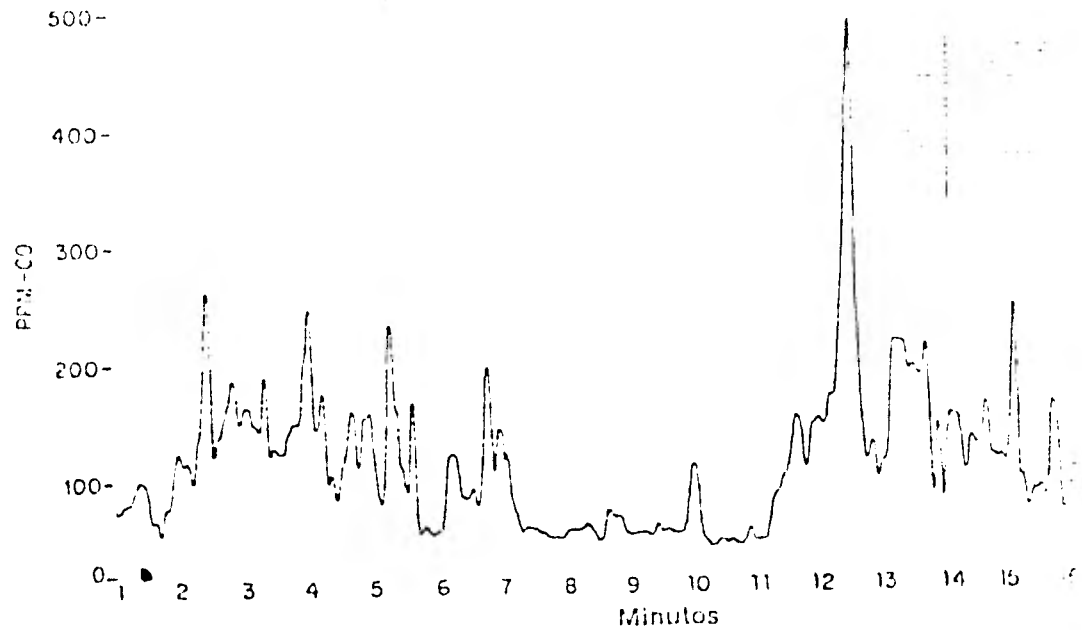


FIGURA 4-1. Mediciones del CO_2 en la cabina de cuota número 7 del Queen's Midtown, en la ciudad de Nueva York, el 9 de noviembre de 1962.

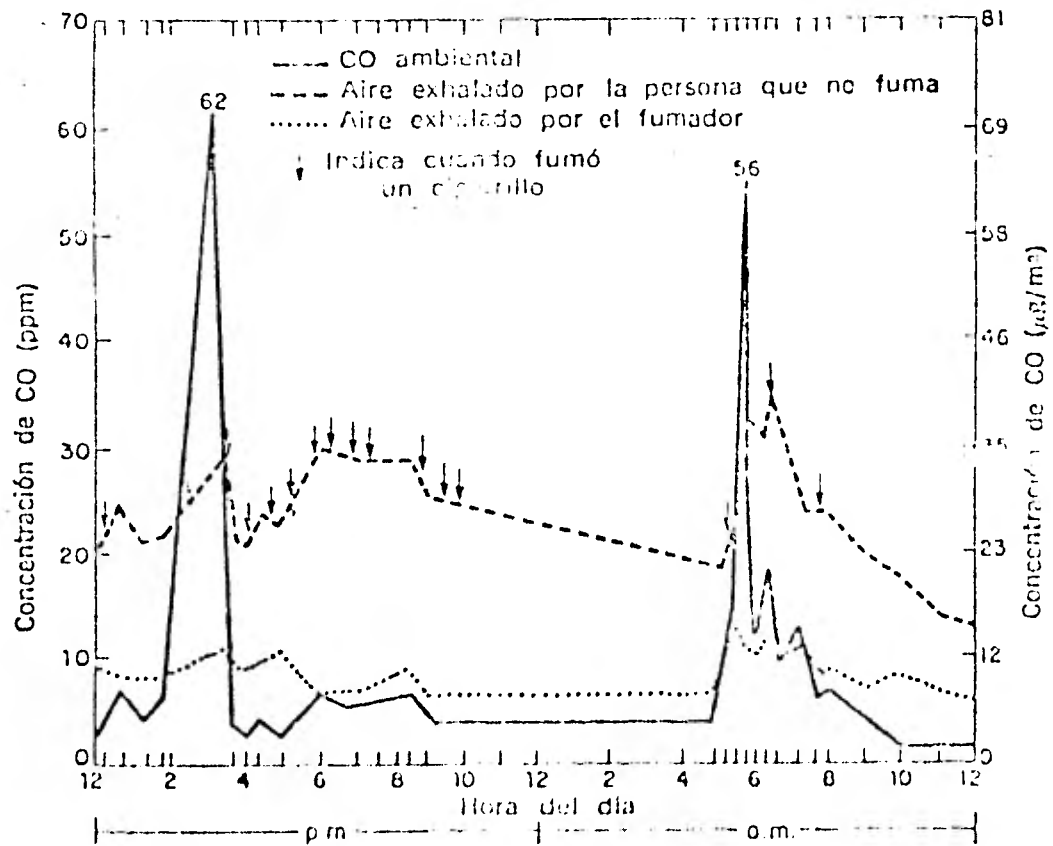


FIGURA 4-2. Concentraciones de monóxido de carbono en el aire ambiental y del aire exhalado por individuos que fuman y que no fuman. Los Angeles y Pasadena, agosto de 1962. (De Goldsmith, J. R. y colaboradores, *Excerpta Med. Int. Cong. Series*, 62 [1965], páginas 908-952).

caída, desmayo y finalmente la muerte.

Los perjuicios de la contaminación con monóxido de carbono resultan muy difíciles de definir y por lo tanto no han servido para marcar los niveles de seguridad.

c) Compuestos de azufre.

El grupo de contaminantes más dañinos y destructores de todos es el relacionado con el átomo de azufre. Incluye varios óxidos de azufre y otros compuestos que generalmente son malolientes.

El bióxido de azufre o anhídrido sulfuroso (SO_2) es la emisión industrial de más importancia en este grupo. Es un gas cuyos efectos se pueden comprobar fácilmente en las plantas y animales.

La sensibilidad de las plantas al bióxido de azufre varía mucho. Algunas plantas se decoloran o se ponen amarillas o se les caen las hojas, de acuerdo a la cantidad de bióxido de azufre a la que se exponen o a el tiempo de exposición.

Las construcciones artificiales también resultan perjudiciales con la obra destructora combinada del bióxido de azufre y del ácido sulfúrico. Las estructuras de acero, los cables de luz, alambres, telas, pizarra, algunas piedras de edificios, el cemento y la pintura son gradualmente destruidos por estos contaminantes.

2) Oxidantes fotoquímicos.

Conocido con el nombre de smog fotoquímico, es producido por la acción de la luz del sol en los componentes hidrocarbonados y óxidos de nitrógeno procedentes de los escapes de los vehículos para producir una mezcla compleja y tóxica de gases que se combina con la niebla y el humo. Puede irritar gravemente los ojos y el tracto respiratorio y, en consecuencia, aumentar la frecuencia de infecciones y enfermedades.

El oxidante fotoquímico es el resultado de una serie muy complicada de reacciones, muchas de las cuales apenas se sospechan todavía.

Se pueden reproducir en el laboratorio iluminando los gases diluidos del escape de un automóvil con luz ultravioleta.

3) Partículas.

En los estudios de contaminación del aire se incluyen en el término partículas a todas las sustancias atmosféricas que no son gases: iones, conglomerados moleculares, cristales de hielo, polvo, partículas de humo, gotas de lluvia, polen e incluso insectos.

El primer aspecto a considerar es el tamaño de la partícula. Las propiedades tóxicas dependen especialmente del tamaño de la partícula. Se les clasifica en tres grupos según su tamaño; así como para estudiar sus propiedades y efectos:

- 1) menores de 0.1 micras.
- 2) de 0.1 a 1.0 micras.
- 3) mayores de 1.0 micra.

El que menos se ha estudiado cinéticamente es el grupo de las partículas menores de 0.1 micra. En este grupo se encuentran los iones.

Los iones son sencillamente moléculas de gas o grupos de moléculas de gas que adquieren una carga eléctrica positiva o negativa, debido al efecto de las radiaciones solares o cósmicas. No se ha descubierto ningún efecto fisiológico ni psicológico en el hombre, causado por los iones.

Las partículas de 0.1 a 1.0 micras se forman principalmente por condensación de los vapores y productos de combustión. Otras fuentes incluyen el polvo atmosférico y la espuma marina. Son la

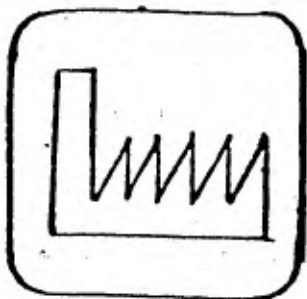
causa de la neblina y de la disminución de la visibilidad. Intervienen en reacciones atmosféricas, en colisiones entre sí y en interacciones con la humedad.

Las partículas de más de 1.0 micras proceden de la aglomeración de partículas resultantes de la combustión de cenizas, de polvos, de la pulverización. En esta categoría entran también las gotas de lluvia, los copos de nieve, el polen y los insectos.

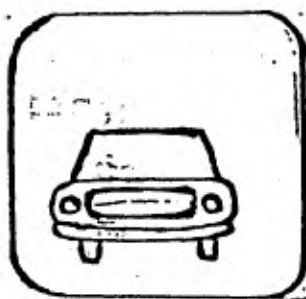
La toxicología de las partículas precisa considerar la composición química y el tamaño. Las partículas de aproximadamente 0.5 micras son retenidas por la nariz, mientras que las de tamaños inferiores tienen muchas probabilidades de depositarse en la tráquea o en los pulmones.

ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES Y SUS FUENTES.

Bióxido de carbono.



Generalmente se origina en los procesos de combustión de la producción de energía, de la industria y de la calefacción doméstica. Se cree que la acumulación de este gas podría aumentar considerablemente la temperatura de la superficie terrestre, y ocasionar desastres geoquímicos y ecológicos.



Monóxido de carbono.

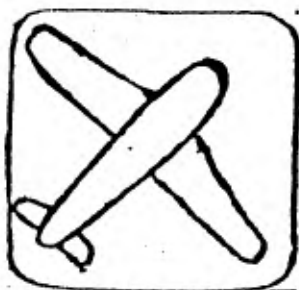
Lo producen las combustiones incompletas, en particular las siderúrgicas, las refineries de petróleo y los vehículos de motor. Es un gas letal.



Bióxido de azufre.

Lo contienen el humo que proviene de las centrales eléctricas, de los autos, y del combustible de uso doméstico. Ataca al aparato respiratorio.

Oxidos de nitrógeno.

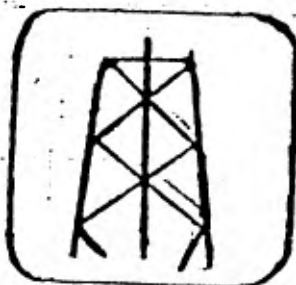


Los producen los motores de combustión interna, los aviones, los hornos, los incineradores, los incendios de bosques y las industrias. Forman el smog de las grandes ciudades, causan bronquitis en los recién nacidos.

Plomo.



La fuente principal de la contaminación por plomo es una materia antidetonante del petróleo, pero también contribuyen a ella las fundiciones, la industria química y los plaguicidas. Por medio de los motores se le hace pasar a la atmósfera.



Petróleo.

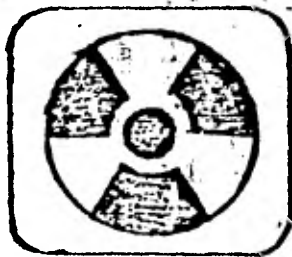
Causa contaminación el quemar el gas venenoso en su extracción, su refinación, y luego su consumo como en gasolinas, kerosene, diesel en los motores, que lo pasan a la atmósfera.

D.D.T. y otros plaguicidas.



Como no se puede aplicar a las plantas directamente sino utilizando por vía el aire, las personas además de los animales lo pueden respirar, quedando sin degradarse en el cuerpo. Puede producir cáncer.

Radiación.



Se origina por la producción de energía atómica, después de una explosión atómica, la atmósfera la distribuye. Se utiliza en la medicina e investigación, pero una dosis grande ocasiona tumores y mutaciones genéticas.

QUINTA UNIDAD

TECNICAS PARA EL MUESTREO Y EL ANALISIS
DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE

La determinación y vigilancia de los contaminantes del aire es una rama muy especializada de la química analítica que trata del análisis cualitativo y cuantitativo de una mezcla gaseosa que contiene huellas de muy diferentes materiales. Estos pueden ser gases, vapores, partículas y aerosoles.

1) Contaminantes gaseosos del aire.

Son los que se han estudiado científicamente durante más tiempo. Por esta razón las técnicas de que se dispone para su estudio son muy refinadas y exactas. Además, los gases contaminantes más comunes, como los que producen los motores de los automóviles o las plantas termoeléctricas, se pueden determinar con técnicas instrumentales. Hay dos aparatos, el cromatógrafo de gases y el espectrómetro de masas, que se han adaptado para cuantificar un gran número de contaminantes gaseosos al mismo tiempo.

Cada procedimiento analítico tiene una concentración ideal que puede determinar con la mayor exactitud. Esta depende del grado práctico de la pulcritud que se pueda lograr, de la sensibilidad y posibilidad de repetición de la etapa de medición y de los reactivos y productos de la reacción que casi invariablemente se encuentran en bajas concentraciones.

a .') Métodos de muestreo.

El método de tomar muestras de una atmósfera contaminada depende del tipo de la fuente que se está muestreando y de los contaminantes presentes, así como de la sensibilidad del procedimiento analítico.

La forma más común de muestrear consiste en conectar el dispositivo empleado en el análisis de una bomba de vacío que succionará una cantidad conocida de aire directamente a la cámara de reacción. Hay que tener cuidado de que la bomba, los tubos y cual quier parte que entre en contacto con la muestra no la altere en ninguna forma.

Las muestras al azar, tomadas en lugares considerados de interés, pueden consistir en volúmenes de la atmósfera de distintas localidades para analizarlas después en el laboratorio. Existen aparatos aspiradores de muestras portátiles, cuyas muestras son analizadas en el laboratorio en aparatos que no son portátiles. Tales aparatos permiten tomar grandes volúmenes de muestras de aire, para analizarlas después con toda calma.

Para las muestras al azar se utilizan frascos de vidrio o de acero inoxidable y bolsas de plástico. Los frascos poseen válvulas que se abren para tomar la muestra. Son pequeños pero se abren para que contengan un volumen exacto.

La bolsa o globo de plástico permite tomar una muestra al azar de tamaño mucho mayor. Se le pueden introducir hasta 0.28m^3

TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES

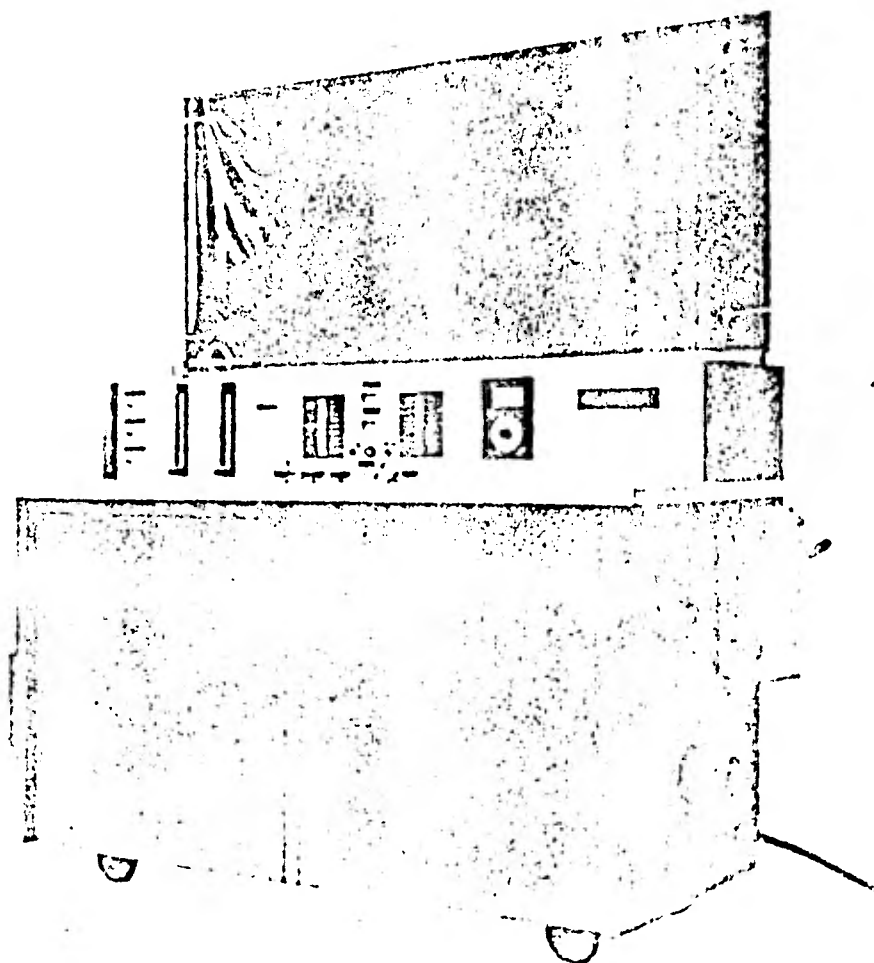


FIGURA 5-1. *Aparato para el muestreo de gases. (Modelo Scott 301).*
(Cortesía de Scott Research Laboratories, Inc.)

Aparato de laboratorio, para el análisis de muestras gaseosas. Tiene dentro un aparato aspirador que hace pasar la muestra de la botella de vidrio con que fue tomada al complejo de análisis.

fácilmente, para obtener suficiente aire para una serie de pruebas de laboratorio. Las bolsas son una capa adecuada de plástico, incluyendo el polietileno y el politetrafluoroetileno. Se llenan con una aspiradora parecida a las de limpieza.

Otra técnica de muestreo al azar incluye el congelamiento o la condensación de todos los componentes de una muestra de aire que hierven arriba de cierta temperatura. La mezcla congelada es mucho más compacta que la muestra original y se puede evaporar para analizarla cuando se desee.

El vidrio es desde el punto de vista químico el mejor material para guardar muestras de aire, pero es frágil y difícil de utilizar para conectarlo a tubos. Hay diversas clases de plástico y se elige el tipo específico de acuerdo con la muestra. El mejor tipo de plástico es el politetrafluoroetileno, que es inerte para todos los contaminantes conocidos, pero resulta caro y algo más difícil de manejar que el policloruro de vinilo. Por último el acero inoxidable es el material ideal para las conexiones y las válvulas, los soportes de filtros, e incluso para los tubos, cuando sea factible. El bronce también se puede usar para los contaminantes más comunes, con excepción de los óxidos de azufre y de nitrógeno.

El volumen de la muestra atmosférica que se analiza hay que medirlo con exactitud, de modo que se pueda utilizar en los cálculos finales.

b) Pruebas químicas.

Existe una serie variada de métodos analíticos que se pueden clasificar como pruebas químicas en seco. En su mayoría son para análisis cualitativo de contaminantes específicos, pero a menudo se pueden obtener resultados cuantitativos bastante exactos.

Los papeles indicadores son del tipo del tornasol y del in-

dicador de pH. Consisten en un trozo de material absorbente cuya superficie está impregnada con un reactivo seco y suelen ir acompañados de una tabla de colores para comparar el cambio después de exponerlo a la muestra. Es de suma importancia la preparación y el almacenamiento de estos papeles y solo unos pocos han resultado verdaderamente útiles. Entre ellos están los que sirven para detectar el bromo, el cianuro de hidrógeno, el fluoruro de hidrógeno y el anhídrido sulfuroso.

Los tubos indicadores son más complicados que los papeles y se pueden conseguir en el comercio para detectar muchos gases peligrosos. Generalmente son más seguros, exactos y fáciles de almacenar que los papeles. Son de vidrio y están sellados en ambos extremos. Contienen un material granulado inerte en el que se ha absorbido un reactivo seco y húmedo. Para utilizarlos se rompen los extremos y se hace pasar por él una cantidad medida de aire para que se coloree el interior del tubo con la reacción de la sustancia granulada y el contaminante. El tono del color o la longitud de la banda coloreada sirven para valorar la concentración del contaminante. Van acompañados de gráficas comparativas y fecha de caducidad después de la cual no se garantiza la exactitud.

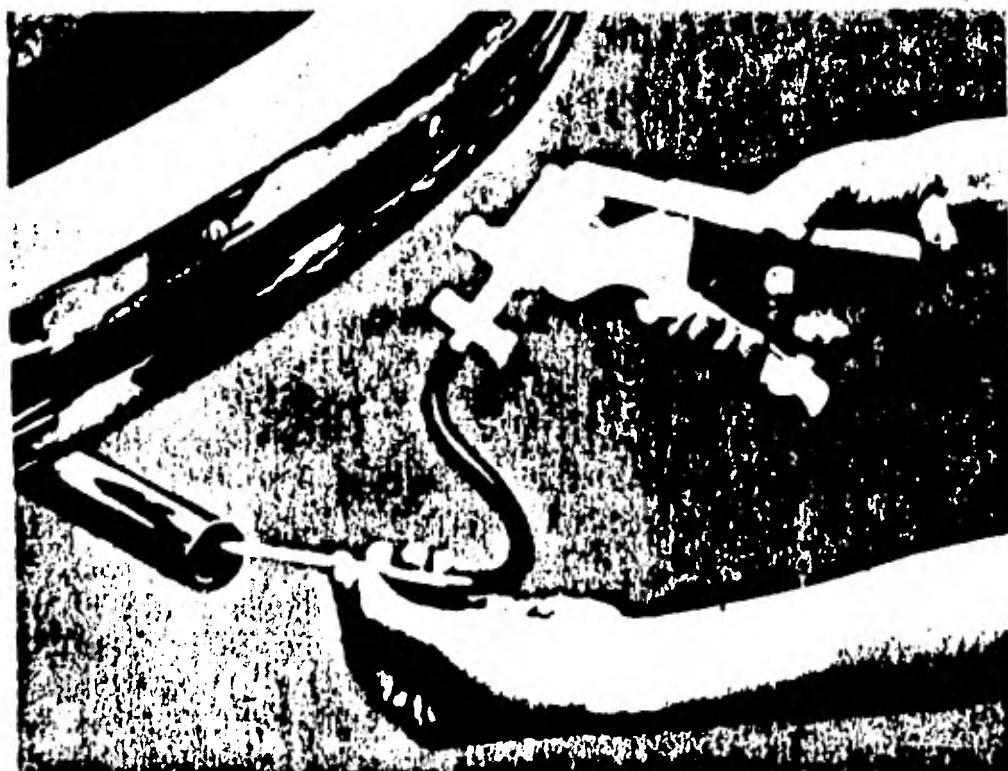


FIGURA 5-2. Tubo indicador y bomba de mano para hacer una prueba del escape de un automóvil. (Cortesía de Edmund Scientific Co.)

Hay tubos indicadores para amoníaco, cloro, bióxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y tricloroetileno.

Hay diversos métodos especiales que no se pueden clasificar en ninguna categoría y que han resultado muy útiles para algunos contaminantes. Entre ellos hay varios para determinar el ozono, otro es el que sirve para determinar las concentraciones de anhídrido sulfuroso en largos períodos.

Pruebas químicas por vía húmeda.

La unidad básica de las pruebas químicas húmedas para contaminantes del aire es el aparato de absorción. Proporciona un contacto bastante eficaz entre una muestra de gas y un solvente o reactivo líquido que disuelva el componente que interesa. Este reacciona para producir algún cambio físico que se pueda medir o quedará en solución para después llevar a cabo algunas reacciones y análisis.

El sistema absorbente puede ser de muchas formas, pero se pueden agrupar en dos tipos básicos. Uno es el aparato de choque que dirige una corriente de aire contra una superficie a velocidad suficiente para dispersarla; el otro es el lavador de gases de vidrio poroso. Ambos rompen la corriente de aire en burbujas muy finas dentro del solvente aumentando la superficie de contacto enormemente.

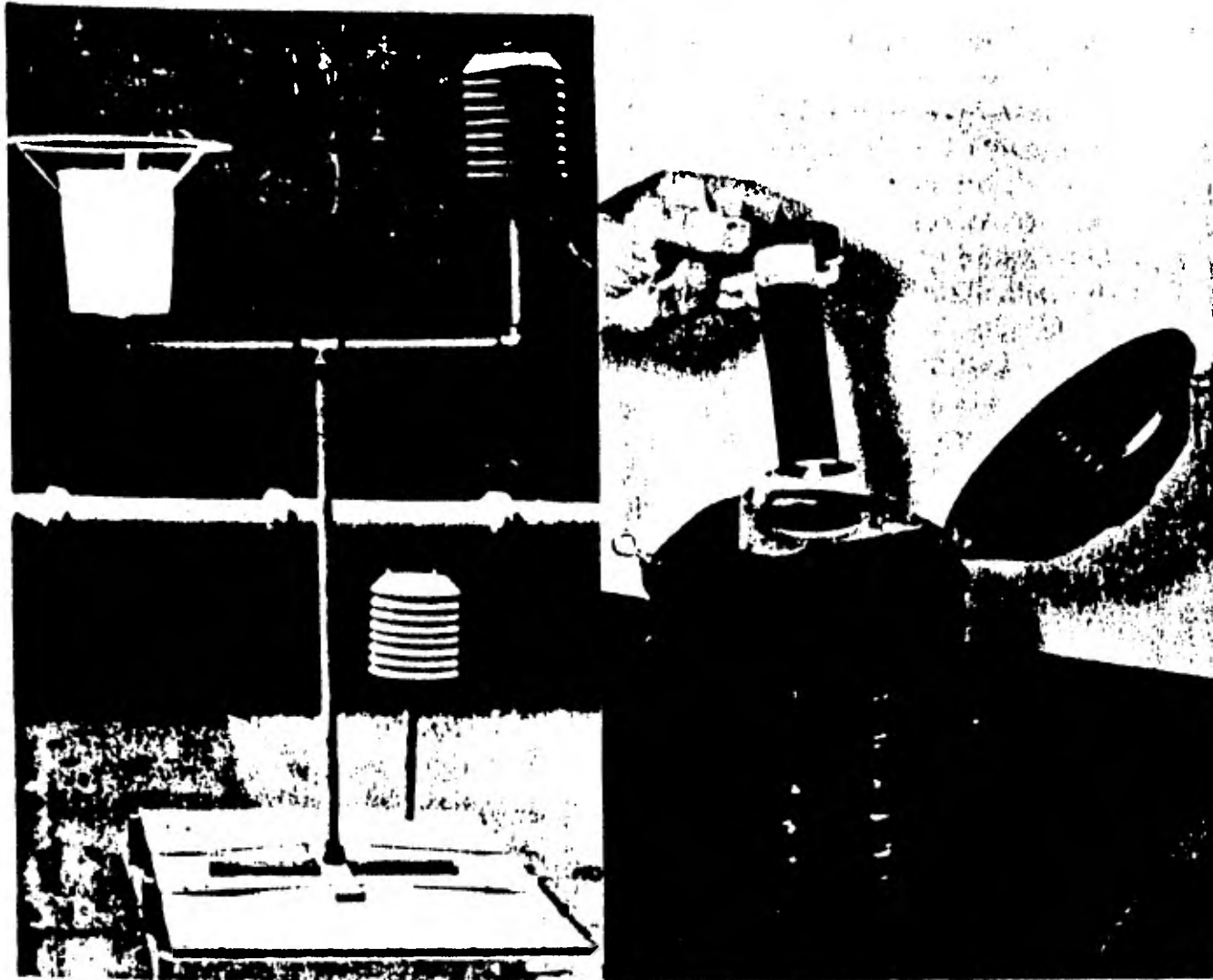
La fase líquida ideal no debe ser volátil, corrosiva, viscosa, espumosa ni cara y tiene que ser estable. Son buenas el agua, el etanol, el ácido clorhídrico diluido y la sosa cáustica.

El aparato húmedo de choque consiste en un tubo de vidrio con un orificio muy fino en un extremo, montado en un tubo más grande, de tal forma que el orificio está a 5 mm del fondo plano. Al funcionar entra una corriente de gas por el tubo delgado y se acelera al pasar por el orificio de de manera que los aerosoles y partícu-

las chocan por su impulso contra el fondo del tubo más grande.

Este aparato lo podemos apreciar en la figura siguiente:

FIGURA 5-3. *Aparato para vigilar las concentraciones de SO₂.* (Cortesía de Research Appliance C.)



c) **Métodos instrumentales de muestreo.**

En las últimas décadas la tendencia de las investigaciones químicas ha sido la de automatizar los análisis siempre que sea posible, con lo que se dispone de tiempo libre en vez de realizar pruebas largas y aburridas

A menudo el equipo automático es más sensible y exacto que

los métodos manuales y además se obtienen resultados más rápidamente. Se pueden encontrar muchos ejemplos de esta tendencia a la automatización en las investigaciones dedicadas a la contaminación del aire.

Ahora, por ejemplo, resulta posible reunir en un lugar datos simultáneos y continuos sobre varios contaminantes y por lo tanto en muchos puntos diferentes. En cada lugar hay una serie de instrumentos conectados a una computadora que reúne lecturas a intervalos determinados y las graba y envía a la oficina central por línea telefónica. Se necesita un mínimo de supervisión.

Cualquier instrumento para análisis de la contaminación del aire contiene una sección perceptiva y otra de producción de datos.

Estos instrumentos se emplean a menudo para analizar cuantitativamente el contenido atmosférico de anhídrido sulfuroso, óxidos de nitrógeno, ozono, cloro, oxidantes, cianuros y algunas veces bióxido de carbono inclusive.

Se han diseñado algunos instrumentos especiales para determinados gases que son difíciles de analizar cuantitativamente con los métodos estándar. Estos gases son difíciles de medir por cualquiera de los métodos, debido a su inestabilidad.

En los análisis de contaminación del aire se ha comprobado la utilidad de las técnicas instrumentales de laboratorio siguientes: la espectroscopía, la cromatografía, y la espectroscopía de masa.

El cromatógrafo de gases es uno de los instrumentos de aplicaciones más diversas en el análisis de la contaminación del aire, ya que puede separar mezclas complejas que comprenden centenares de componentes. Los cromatógrafos son relativamente baratos, sencillos de operar y resistentes.

La cromatografía de gases es la destilación fraccionada a escala molecular.

El cromatógrafo de gases consta de una columna que está en zona a una temperatura controlada, un sistema para introducir cantidades medidas de un gas inerte en dicha columna, un sistema de inyección de la muestra a la entrada de la columna y un detector a la salida. La gráfica de la señal del detector en función del tiempo creciente o la temperatura en el otro parámetro, forman un cromatograma.

2) Análisis de partículas contaminantes del aire.

El análisis completo de las materias que forman partículas en una muestra atmosférica es tan complicado como el análisis de la fase gaseosa, pero además exige la determinación de las propiedades morfológicas. Este estudio se complica todavía más por la falta de homogeneidad de una atmósfera con partículas, lo cual significa que no existen pruebas definitivas continuas ni instantáneas.

Son tres los pasos para hacer un análisis completo: la recolección, la clasificación por tamaños o identificación morfológica y el análisis químico.

Los análisis de partículas se hacen por tandas de muestras, que consisten en filtros por los que se hace pasar un volumen conocido de aire. Otros métodos también empleados son los de choque, los precipitadores electrostáticos y los ciclones. La selección de uno u otro procedimiento depende de la información deseada, puesto que cada uno tiene ventajas en determinados terrenos. La cuestión principal es el tamaño de la muestra.

a) Total de partículas.

El aparato más utilizado para este tipo de pruebas en la contaminación del aire es el muestreador de gran volumen. Constituye en



Muestreador de gran volumen
con medidor.

FIGURA 5-5. Muestreador de aire de gran volumen.

Muestreador de gran volumen
con cinta registradora de
datos. (Abajo).

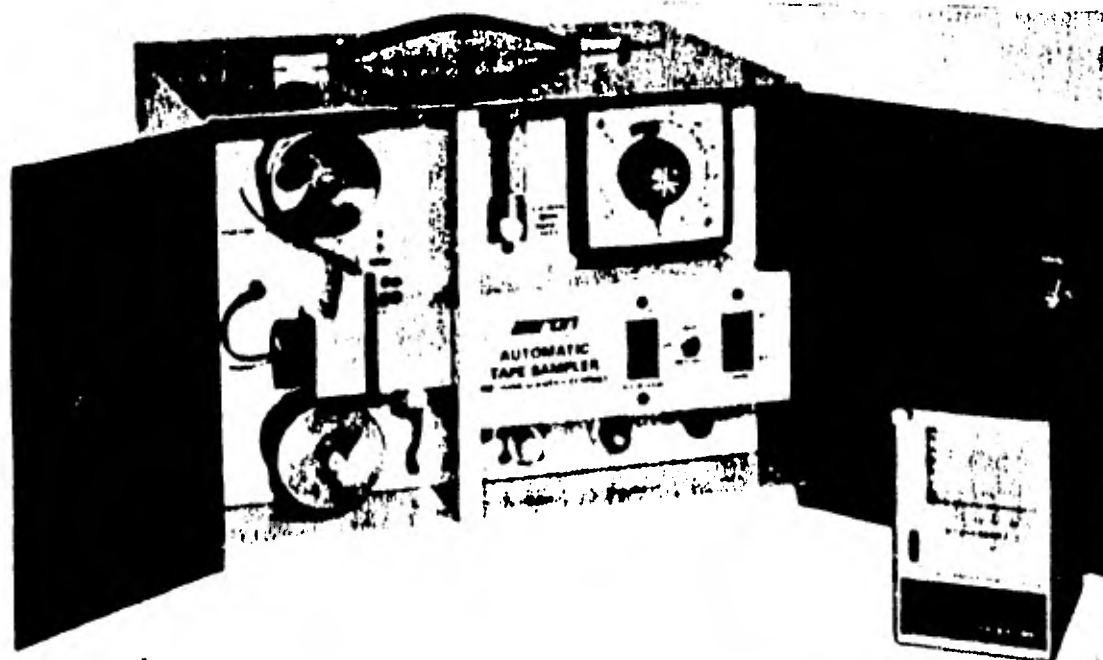


FIGURA 5-6. Muestreador de cinta.

Se deja funcionar durante períodos de 24 horas. Es preferible usar papel filtro de fibra de vidrio al de celulosa porque permite que las partículas penetren en su estructura fibrosa, evitando que se forme una capa en la superficie, lo cual provocaría un alto grado de presión.

La principal ventaja del muestreador de gran volumen es su capacidad de muestrear un gran volumen de atmósfera, no solo dando una medida exacta de la carga total de partículas, sino también proporcionando suficiente muestra para cualquier número deseado de pruebas químicas. La muestra que recolecta representa todas las partículas suspendidas en el aire que son mayores de 0.5 micras.

El muestreador de gran volumen se usa a menudo en combinación con un muestreador de cinta para poder detectar las variaciones de la concentración de partículas en períodos más cortos. Se compara el total de 24 horas con las recogidas cada hora. El resultado es una tira de manchas, pues se ha puesto una mancha en el papel filtro y se hace pasar la cinta a intervalos iguales y consecutivos de tiempo.

Resultan índices de suciedad y niebla, y se pueden hacer pruebas químicas con cada mancha para averiguar la variación de los contaminantes inorgánicos tales como plomo y níquel.

Otros métodos de muestreo de partículas incluyen los muestreadores de centrífuga y los electrostáticos.

b) Partículas clasificadas.

Hay muchos métodos de recolección de partículas que solo retienen las de determinados tamaños. Otros pueden diferenciarlas de acuerdo con varios márgenes de tamaño. Estas últimas son útiles para el estudio de los efectos de la contaminación que dependen del tamaño de la partícula. Esto es de importancia cuando se estudian los efectos en la salud humana, las partículas de 5 micras

o más generalmente quedan atrapadas en la nariz, mientras que las más pequeñas, hasta de 0.02 micras, llegan a los pulmones y se depositan en ellos.

La fracción que por su tamaño es más fácil de recolectar y medir es el polvo que cae. Son partículas de 5 micras a más de 200 micras, tan pesadas como para sedimentarse con rapidez por gravedad.

Hay que tener cuidado al diseñar y colocar los recolectores, para evitar que se pierda la muestra debido a la acción del viento o de la lluvia.

c) Examen físico de las partículas.

Las muestras de las partículas recolectadas se pueden contar con examen microscópico. Se puede calcular el número total de partículas o el número de un tamaño determinado por volumen de aire.

Un hábil microscopista puede proporcionar mucho más información que simplemente el número y tamaño de las muestras de partículas. A menudo podrá decir exactamente qué hay en la muestra y su probable origen. Además, es posible hacer algunas reacciones, determinar solubilidades y otras propiedades físicas mediante técnicas microscópicas.

d) Análisis químico de partículas.

Lo realmente peligroso de una atmósfera con partículas en gran número es la presencia de determinadas elementos y compuestos. Algunas se encuentran en atmósferas que parecen limpias.

Análisis químico de las partículas inorgánicas.

Se han perfeccionado una serie de reactivos muy específicos

que dan reacciones de color para indicar la presencia de ciertos elementos. H. Weisz, inventor de la técnica enumera 35 elementos identificables.

La técnica de espectrografía para detectar y medir los elementos exige costos de equipo abundantes, pero se ahorra tiempo en los análisis.

Análisis químico de las partículas orgánicas.

Aunque el número de elementos inorgánicos que se pueden encontrar en la atmósfera es menor de 50, puede en cambio haber miles de compuestos orgánicos. Entre ellos se encuentran los plaguicidas, los productos de condensación de la combustión, las emisiones industriales y las de los vehículos. Algunos han reaccionado en la atmósfera y son muy inestables, lo que dificulta el análisis desde el muestreo y la separación a la determinación. Sólo se ha investigado a fondo a los plaguicidas y a los hidrocarburos aromáticos polinucleares, el resto de las partículas orgánicas ha sido poco investigado.

La muestra se toma igual que con las partículas inorgánicas, el muestreador de gran volumen resulta muy útil debido a las bajas concentraciones de la mayoría de los compuestos orgánicos.

Rara vez es necesario hacer detallados estudios analíticos sobre las partículas orgánicas del aire. Para una apreciación general basta con determinar el total de compuestos orgánicos. Se pueden inyectar fracciones a animales para demostrar las propiedades carcinogénicas, aunque estas pruebas no estén directamente relacionadas con los resultados en seres humanos.

3) Mediciones del olor.

En el peor de los casos los olores constituyen una molestia.

Se deben tener en cuenta diversos factores para la valoración de los olores. La gente reacciona de forma diferente a cada uno de ellos. Hay personas muy sensibles y otras que no lo son. Los olores agradables como el del horneado del pan pueden llegar a ser molestos si las personas están diariamente sometidas a él. Además, la nariz se fatiga con rapidez. En presencia de olores intensos quizá no se perciba nada, mientras que los mismos olores diluidos pueden resultar muy molestos. Algunos anulan a otros, por ejemplo, los olores fuertes hacen que no se perciban los más débiles. Ciertas combinaciones de sustancias producen olores mucho menos intensos cuando se combinan que cuando están aislados.

Aunque algunos olores son peores, que otros, los que proceden de las industrias se pueden considerar bastante malos. Por esta razón, la valoración de los olores se ocupa principalmente de la intensidad. El "valor umbral" es la concentración por debajo de la cual el olor no es perceptible para el promedio de los individuos.

Para medir los olores se usa la siguiente escala:

- 0 = sin olor.
- 1 = olor umbral.
- 2 = olor débil.
- 3 = olor moderado.
- 4 = olor fuerte.
- 5 = olor muy fuerte.

SEXTA UNIDAD

ALGUNOS ASPECTOS DE
LA DISMINUCION DE LA VISIBILIDAD
EN EL DISTRITO FEDERAL

En 1962, el número de vehículos registrados en el Distrito Federal fue de 283 416, de los cuales 2 1 9 9 8 4 fueron automóbiles y 50 998 eran camiones de carga y autobuses de pasajeros (Secretaría de Industria y Comercio, 1964). Si se considera que el incremento para el período 1958-62 fue de 35%, puede estimarse que en 1970 los vehículos en el Distrito Federal ascendían a unas 500 000 unidades.

Si bien la cantidad de vehículos es comparativamente reducida en la ciudad, la cantidad de contaminantes producidos diariamente es del orden de unas 1 400 toneladas y el condado de Los Angeles cuenta con unas doce veces más vehículos: 3 750 000 coches y camiones que arrojan 12 420 toneladas diarias de contaminantes al aire (Time, 1967).

Otras fuentes de contaminación del aire en la ciudad lo constituyen las industrias, como la refinación del petróleo, fábricas de cemento, de ácido sulfúrico, de cigarros, de cerveza, de papel, de llantas, de vidrio; laminadoras, fundiciones,

las plantas termoelectricas, la industria farmaceutica, fabricas de pinturas, etcetera.

El número cada vez mayor de aviones que tocan el aeropuerto central, es otro factor de contaminación en gran escala ya que cada despegue de un avión de reacción de cuatro motores alcanza a producir hasta unos 36 Kg. de gases contaminantes.

El humo que sale de las chimeneas de las fábricas está constituido principalmente por partículas muy pequeñas de carbón, aceite, cenizas, y muy pequeñas partículas de metales y óxidos metálicos. Algunas de las partículas son tan grandes que caen al suelo, pero otras que son muy pequeñas quedan suspendidas en el aire hasta que la lluvia o el viento las acarrean. Sin embargo, en Estados Unidos se considera que estos contaminantes sólo constituyen un 10% del total, y el resto está constituido por gases invisibles y letales, como el monóxido de carbono que es inodoro e incoloro que sale de los escapes de los vehículos y constituye más de la mitad de los contaminantes.

Después del monóxido de carbono siguen en importancia los gases óxidos de azufre producidos por la combustión del petróleo y el carbón. En muestreos realizados, Bravo[†] ha encontrado que el bióxido de azufre es uno de los contaminantes que alcanzan concentraciones más elevadas en el aire de la ciudad de México. Bravo y Viniegra han calculado las concentraciones mensuales máximas durante un año de bióxido de azufre en la zona urbana y han relacionado la posición de éstas con la dirección predominante del viento superficial. Otro estudio de Bravo y Viniegra señala que la fuente principal de bióxido de azufre se encuentra en el sector norte y noroeste de la ciudad donde los valores de este gas son superiores por un factor de tres a los registrados en el perímetro sur, cerca de Ciudad Universitaria.

Algo más del 10% de los contaminantes está formado por los hidrocarburos que emanan de la combustión incompleta de los motores de los vehículos. Finalmente otros contaminantes como el

[†] Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México.
E. Jáuregui.

bióxido de carbono y óxidos de nitrógeno son también el resultado de la combustión. Los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos reaccionan en presencia de la luz del sol, produciéndose una especie de neblina industrial de color pardo.

Los contaminantes corroen, erosionan y agrietan, debilitan y decoloran una gran variedad de materiales: el fierro se corroe de dos a cuatro veces más rápidamente en el aire urbano: la erosión en las fachadas de piedra de los edificios y en monumentos se acelera en el aire contaminado por las altas concentraciones de óxidos de azufre.

En la ciudad de Nueva York se ha calculado que en las áreas de elevada deposición de contaminantes los humos ensucian la ropa y los edificios, se deteriora la pintura de las casas, etc., agregando unos 600 dólares anuales al presupuesto familiar por concepto de limpieza, lavado, reparaciones y pintura.

Las zonas tecnológicamente más avanzadas de la tierra son en la actualidad las más afectadas por la contaminación atmosférica como resultado del uso excesivo del aire como medio para diluir desechos. Leighton señala que los efectos indeseables de los óxidos de nitrógeno comienzan a aparecer a concentraciones de unas 0.05 partes por millón, y hace ver que a 90 km/h., un coche americano emite, a 25°C y 1000 mb de presión, unos tres litros de óxidos de nitrógeno por minuto; para diluir estas concentraciones por debajo de 0.05 partes por millón se necesita, para un automóvil más de 6×10^7 litros de aire por minuto; esta cantidad de aire es comparable a la que necesita para respirar, en el mismo período una población de 5 000 000 a 10 000 000 de personas.

Como resultado de este uso tan dispendioso del aire, dice Leighton, las grandes ciudades de la tierra han comenzado a sufrir a causa del enturbiamiento de la atmósfera. Los factores que contribuyen a la escasa ventilación del ambiente son tanto

meteorológicos como topográficos. En la ciudad de México ambos contribuyen a que la dilución de impurezas se haga con lentitud. Las montañas que rodean el valle limitan en cierto modo el drenaje del aire.

Por otra parte, el enfriamiento del aire por debajo debido a la radiación nocturna, particularmente en la época de secas, da origen a las llamadas inversiones de temperatura que reducen las posibilidades de difusión de las impurezas durante la noche y en la mañana.

Normalmente la temperatura del aire decrece con la altura a razón de 0.6°C por cada 100 metros; en una inversión ocurre lo contrario y el aire es más tibio que arriba. Una parcela de aire ascendente se expande al decrecer la presión y en consecuencia se enfría adiabáticamente a razón de 1°C por cada 100 metros. Cuando el gradiente térmico en la atmósfera es menor que este valor, como en el caso de la atmósfera normal, la parcela ascendente resulta más fría y en consecuencia más densa que el aire circundante, por lo que se requerirá de cierto trabajo para elevarla, venciendo la fuerza producida por la diferencia de densidad.

Cuando el gradiente de temperatura está invertido, la cantidad de trabajo que se requiere para elevar una parcela de aire a través de la inversión es generalmente mayor que la disponible por la turbulencia, reduciéndose al minuto los procesos de mezcla.

Si la temperatura de los gases arrojados por una chimenea es alta, el humo puede ascender merced a la fuerza de flotación, penetrando en un trecho la inversión, hasta que la temperatura de los gases se equilibra con la del aire circundante; a partir de este nivel, ya sin más energía disponible para continuar su ascenso, la pluma de humo se achata en abanico, extendiéndose en forma laminar, sin diluirse apreciablemente; en esta forma puede viajar el humo distancias de varios kilómetros hasta que desaparezca la inversión por el calentamiento del suelo.

Si la presencia de las inversiones en el valle de México limita la difugión de contaminantes hacia arriba, por su lado las montañas que rodean al valle reducen la intensidad de los vientos y originan periodos largos de vientos débiles o de aire en calma. Esos periodos de aire estancado tuvieron una duración hasta de 10 a 11 horas contínuas en el año de 1970 en el aeropuerto internacional, siendo más frecuentes de enero a mayo, y durante la noche. En este lapso, en cada mes ocurrieron de 10 a 20 veces situaciones prolongadas de aire estancado. En cambio de junio a octubre sólo se presentaron unas 5 a 8 veces por mes.

Debido a la relación clara entre la acción difusiva y la estabilidad térmica del aire, el gradiente térmico se adoptó luego como el principal indicador de la capacidad difusiva; pero algunos autores reconocen ya lo poco adecuado del gradiente como indicador general, aduciendo por ejemplo, que la difusión resulta afectada por la rugosidad y topografía del terreno.

La medición de los gradientes térmicos de las capas inferiores requiere un equipo costoso, como lo es una torre meteorológica equipada con termómetros que registren a distancias y a distintas alturas el perfil de la temperatura, o bien un globo cautivo que eleve un termógrafo, o aún más, un radiosondeo.

Recientemente se han propuesto parámetros más sencillos, como el de las categorías de registros de dirección del viento, que guardan una relación con las propiedades de difusión del aire, de manera que los periodos de fluctuaciones amplias corresponden a plumas de humo más anchas y las fluctuaciones pequeñas de la dirección del viento producirán plumas angostas.

LA VISIBILIDAD.

El deterioro de la visibilidad es uno de los primeros indicios de la presencia de contaminantes en el aire.

La visibilidad tal como la define el Glosario de Meteorología es la mayor distancia en una determinada dirección a la cual se puede ver e identificar un objeto prominente contra el cielo cerca del horizonte.

Una vez que se ha determinado la visibilidad en las diversas direcciones, el Servicio Meteorológico determina la visibilidad predominante en los cuatro cuadrantes, siendo el primero el comprendido entre el norte y el este y el cuarto entre el oeste y el norte.

La visibilidad la determina así el observador viendo en el horizonte los diversos señalamientos. En el caso particular de Tacubaya, los puntos notables en dirección de la ciudad y que utiliza el observador desde la azotea donde se encuentra la estación, son: el cerro de Chapultepec a 2.3 Km, la catedral a 7.5 Km, el cerro del Peñón cercano al aeropuerto a 12.6 Km y el cerro de la Estrella a 12.8 Km; los tres primeros quedan en dirección noreste, es decir dentro del primer cuadrante, mientras que el cerro de la Estrella se encuentra en dirección del sureste en el segundo cuadrante. (Ver mapa de la página siguiente o figura número 1).

En el presente trabajo se examinan las variaciones que ha sufrido la visibilidad en estos dos cuadrantes en las últimas décadas, ya que es en éstas direcciones donde se encuentra gran parte del área urbana de la ciudad respecto a Tacubaya. También se utilizan los datos de visibilidad observada desde el aeropuerto central para determinar las variaciones diurnas y estacionales.

Asimismo se verá la frecuencia de días en que el viento tiene una intensidad igual o menor que un valor dado, digamos 2 metros sobre segundo, para determinar la frecuencia de condiciones desfavorables para la difusión de impurezas en el aire. Finalmente, se determina la relación entre la presencia de tolvaneras o sea la visibilidad reducida por polvo y la dirección e intensidad del viento superficial.

La visibilidad predominante se define como aquella que es igualada o excedida en la mitad o más del horizonte, aunque éste no sea continuo; de suerte que si las visibilidades en los cuatro cuadrantes son 3, 4, 5 y 6 millas, la visibilidad predominante es de 5 millas, ya que es, según la definición, la visi-

EL OBSERVATORIO DE TACUBAYA Y LOS PUNTOS QUE LE SIRVEN DE GUIA PARA HACER SUS OBSERVACIONES.

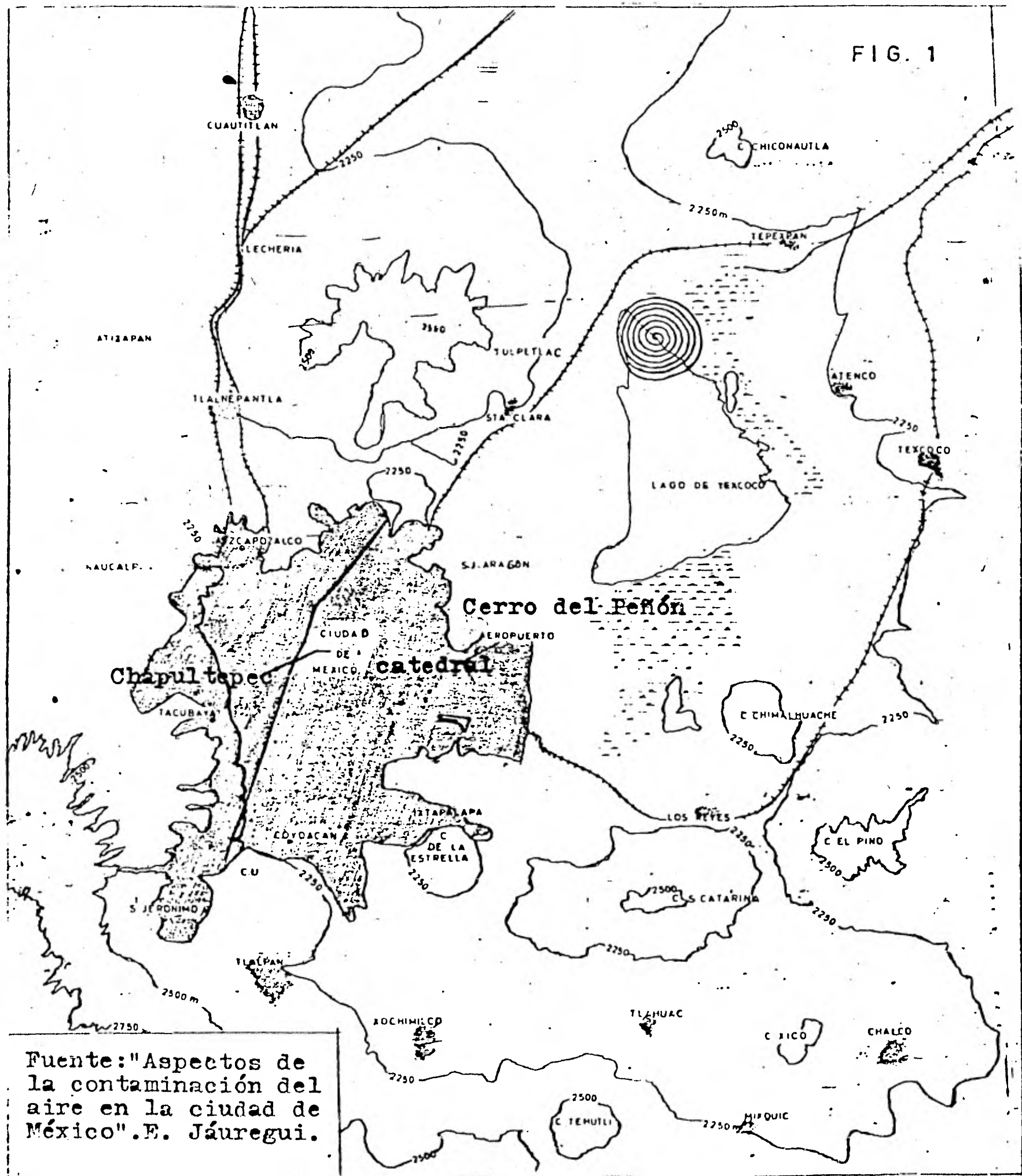


FIG. 1

Fuente: "Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México". E. Jáuregui.

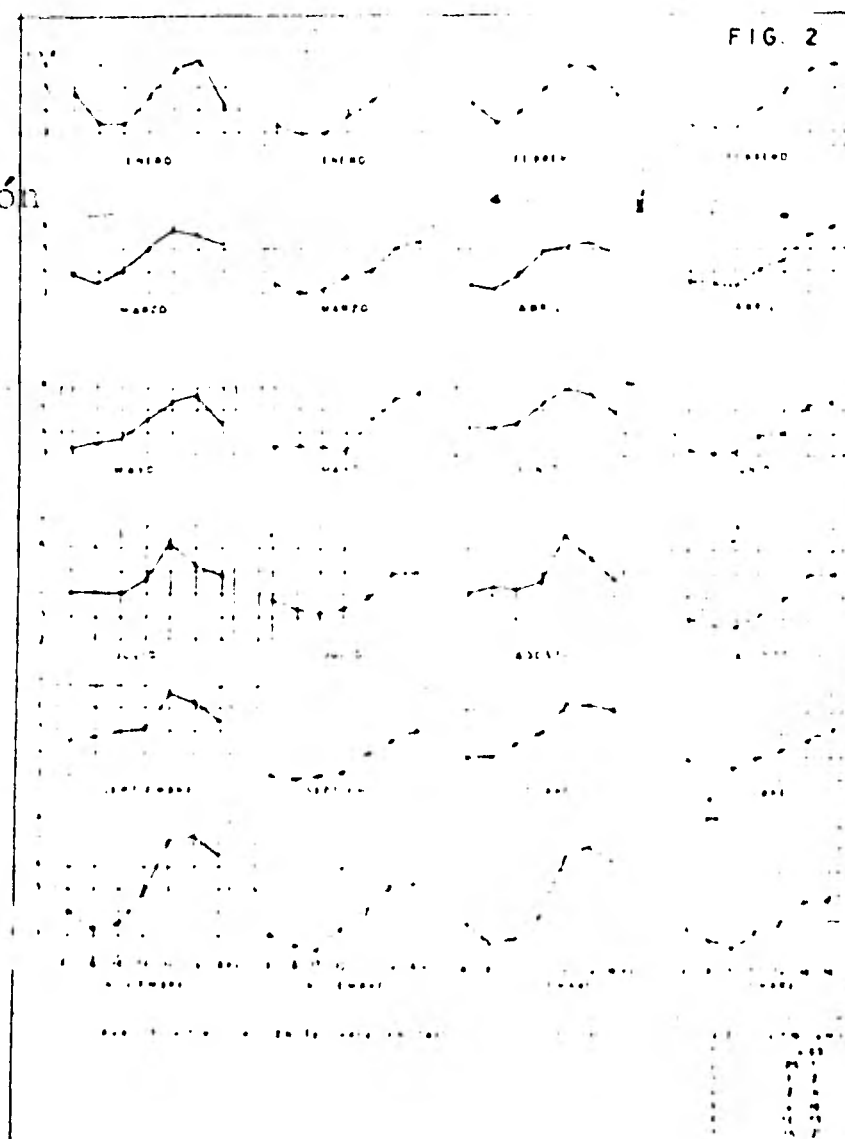
bilidad máxima igual o mayor en la mitad del horizonte cuando menos; sin embargo, en la sección de notas el observador aclara que la visibilidad está reducida a tres millas en el primer cuadrante. Esta es la visibilidad que aparece en los registros de la estación meteorológica del aeropuerto central.

Cuando la visibilidad es menor de siete millas, el observador debe anotar la causa. Esta puede ser la lluvia, la bruma industrial, el polvo o la niebla. Las notas que hace el observador en el registro diario se han aprovechado para determinar la frecuencia de los días con visibilidad reducida, ya sea por causa del humo industrial o por las tolveneras y, como ya se dijo, su relación con la dirección e intensidad del viento.

VARIACION DE LA VISIBILIDAD.

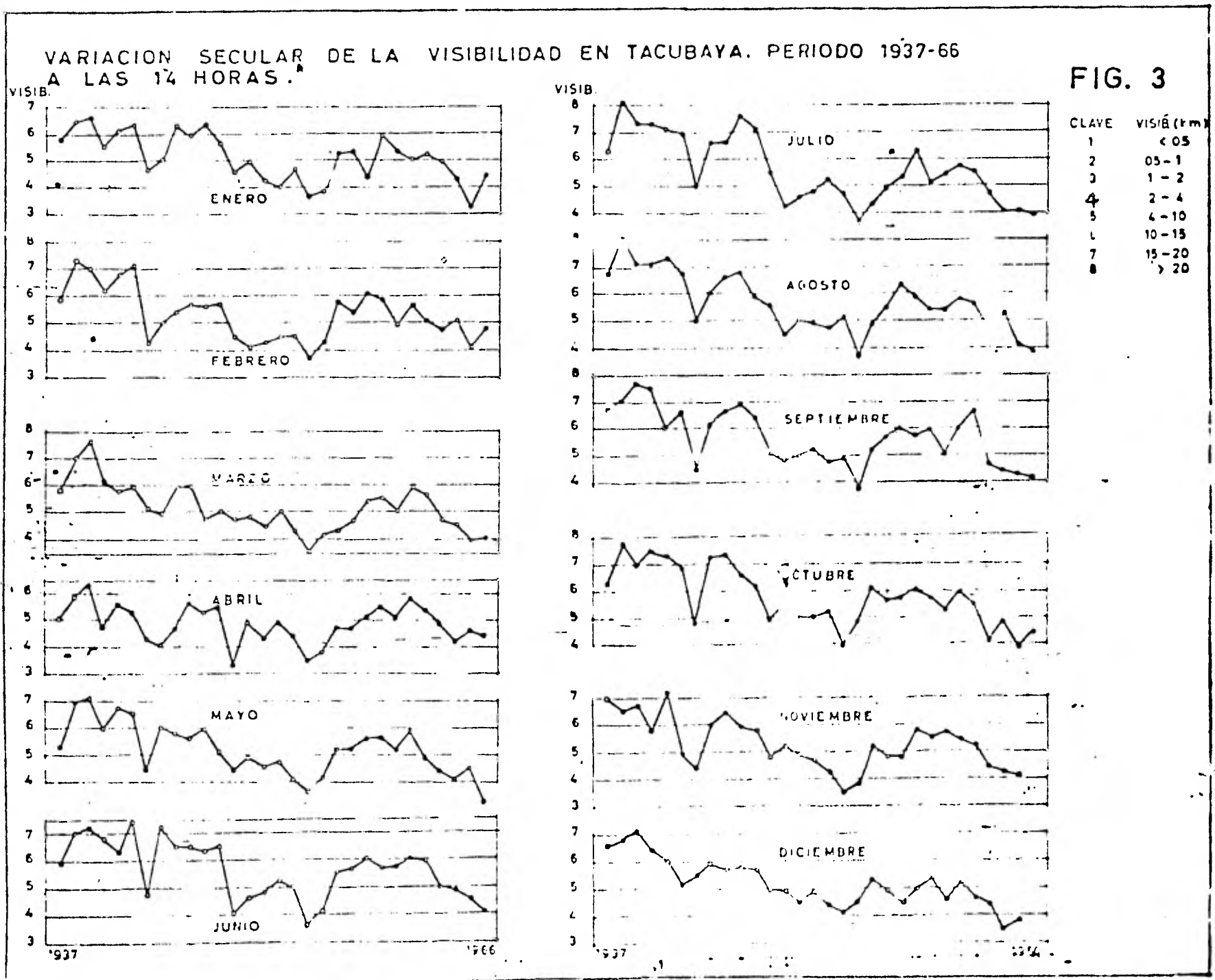
En la figura dos se muestran las gráficas de la variación diurna de la visibilidad en Tacubaya en el primer cuadrante para el año de 1937 y para 1966. Se aprecia de las gráficas, que la amplitud de la variación de la visibilidad era mayor al principio del período en 1937, y así durante las primeras horas de

Fuente: "Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México"
E. Jáuregui.



la mañana la visibilidad era baja, indicando la presencia de inversiones o de una capa de aire estable; sin embargo, después de mediodía el volumen de contaminantes era tan poco importante que su dilución tenía lugar rápidamente y la transparencia del aire crecía en la misma forma.

Fuente: Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México. E. Jáuregui.



En cambio, en las gráficas correspondientes al final del período seleccionado (1966) se advierte un aplanamiento de las curvas, de suerte que al mismo tiempo que hay una reducción general de los valores, su variación diurna es menor.

La visibilidad que prevalecía en general a las 12 del día en 1937, se alcanzaba en 1966 solo después de las 14 o 16 horas, indicando que en ésos últimos años se requerían de dos a cuatro horas más para que la atmósfera contaminada alcanzara casi el mismo grado de transparencia que tenía en 1937 al mediodía, aunque sin alcanzar los valores de visibilidad registrados en dicho año.

Otra característica de las curvas de variación diurna de la visibilidad en Tacubaya, es el decrecimiento que se registra ba después de las 16 horas, mientras que en las curvas de los años recientes, si no aumenta la visibilidad, se mantiene igual entre las 16 y las 18 horas.

Variación anual.

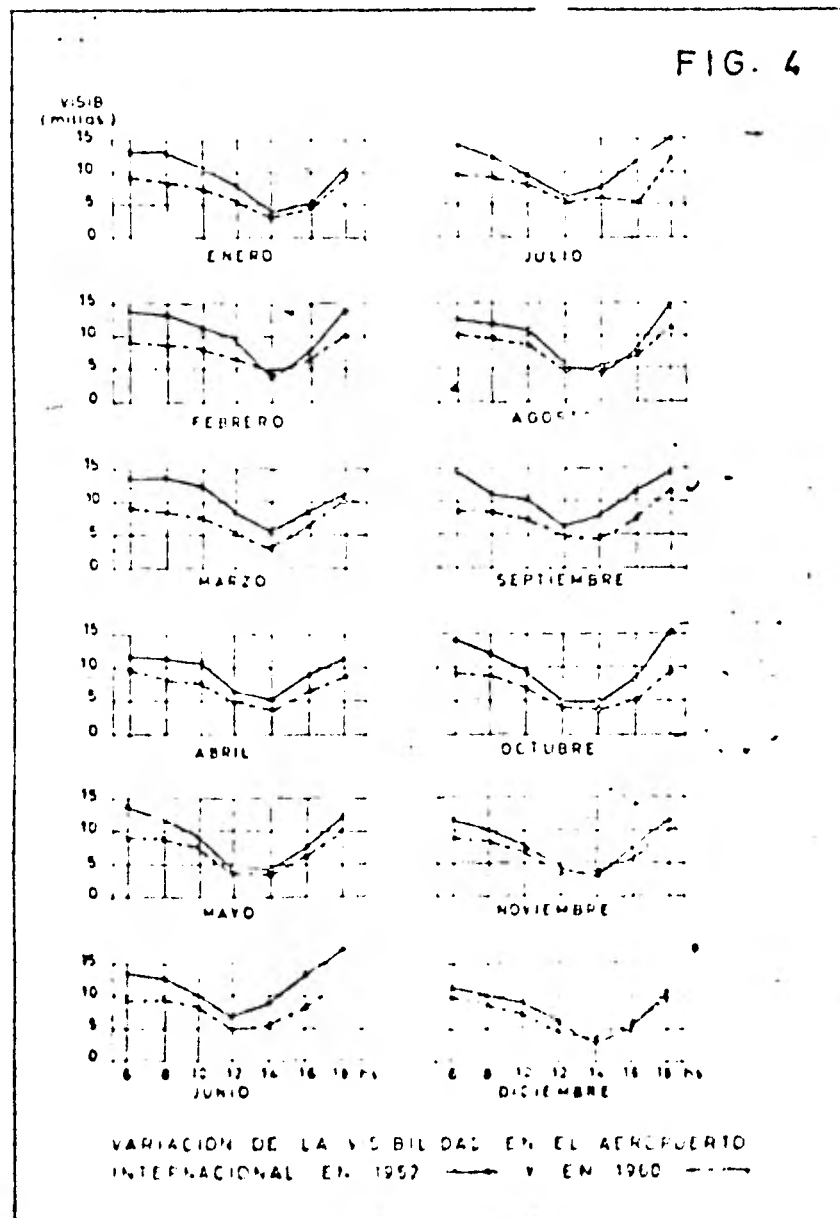
Las gráficas de la figura dos muestran que el decrecimiento de la visibilidad en Tacubaya entre 1937 y 1966 se acentúa más después del mediodía, es decir, entre las 12:30 y las 16:30 horas para trazar las gráficas de variación que ha sufrido la visibilidad durante el período mencionado (figura tres). Las curvas acusan para todos los meses del año una tendencia decreciente de la visibilidad a las 14:30 horas.

La visibilidad en el aeropuerto.

En la figura cuatro aparecen las gráficas de la variación diurna de la visibilidad correspondiente al aeropuerto central para cada mes del año. Aquí se advierte que, aun en un período relativamente corto de ocho años (1952-1960) la visibilidad predominante en el aeropuerto ha sufrido una reducción, y así, en 1952, la transparencia del aire en la mañana, antes de las diez horas, permitía una visibilidad de 10 a 14 millas, mientras que en 1960 la visibilidad a esas horas no era mayor de 10 millas. Las curvas del aeropuerto muestran que la turbiedad del aire aumenta al avanzar el día, alcanzándose los valores más bajos de visibilidad entre las 12 y 14 horas, para aumentar luego al terminar el día; aquí se parecía también que en 1952 la visibilidad mejoraba notablemente después de las 16 horas, hasta alcanzar 14 o 15 millas, mientras que en 1960, si bien aumentaba, la visibilidad no era mayor de 10 millas.

Fuente: Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México.

E. Jáuregui,



Frecuencia de categorías de visibilidad.

Otra forma de detectar los cambios sufridos por la visibilidad en un período de varios años, es tomar las frecuencias con que se presentan diversas categorías de visibilidades, en vez de calcular su promedio.

En la tabla uno se muestra la frecuencia de varias categorías de visibilidad en los años de 1952 y 1960 (para las 8:30 horas). En el período relativamente corto de ocho años, se advierte que las visibilidades menores de tres millas han aumentado su frecuencia, particularmente en la segunda mitad de la estación seca, donde la frecuencia de visibilidades bajas aumentó en más de un 20% como se aprecia en la figura 5.

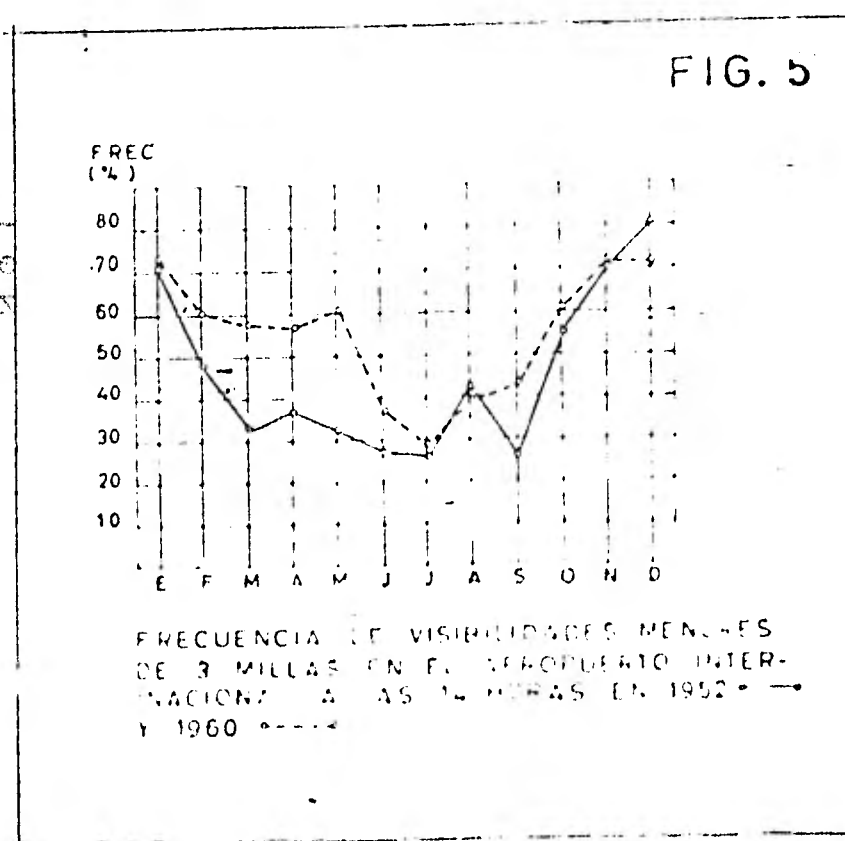
TABLA I

FRECUENCIA (EN %) DE VARIAS CATEGORIAS DE VISIBILIDAD EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL PARA LOS AÑOS DE 1952 Y 1960, A LAS 8:30 HORAS

VISIBILIDAD MILLAS	AÑO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
De 0 a 3.....	1952	55	32	35	33	42	23	32	19	13	16	50	68
	1960	71	64	71	66	30	83	81	91	80	45	9	80
De 3 a 10.....	1952	42	64	75	63	55	60	41	68	60	65	7	19
	1960	29	32	29	30	1	17	16	6	20	52	10	20
Más de 10.....	1952	3	4	10	3	3	17	7	13	27	19	3	13
	1960	0	4	0	4	0	0	3	0	0	3	0	0

Fuente de la tabla I y de la figura 5 Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de Méx

E. Jáuregui,



Por otra parte, a través de la tabla 1 se observa que las visibilidades mayores de 12 millas se hicieron menos frecuentes al final del período.

En una atmósfera cada vez más turbia como la de la ciudad de México, es de suponerse que el calentamiento del suelo por radiación solar, y en consecuencia el establecimiento de un gradiente adiabático que active la difusión, se lleve a cabo en forma más lenta que en el caso de un ambiente libre de impurezas.

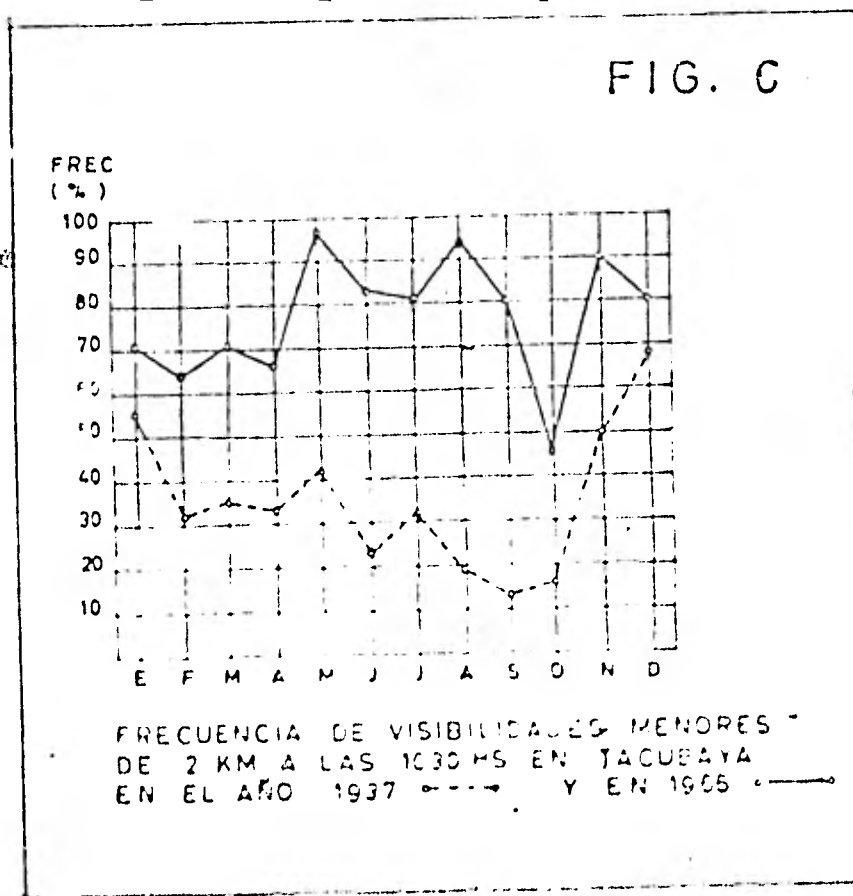
LA INTENSIDAD DEL VIENTO Y LA VISIBILIDAD.

a) Tacubaya. La fuerza con que sopla el viento y la estabilidad térmica vertical, son los factores que controlan la capacidad de dilución del aire. Con objeto de examinar el régimen de intensidad de los vientos, se calculó para Tacubaya la velocidad media del viento promediada de 96 valores diarios, registrados ahí en el anemómetro cada cuarto de hora (para el período 1952-1957), encontrándose que siempre es menor de 2 metros por segundo. Si se considera que las condiciones de ventilación en el Valle son deficientes cuando la intensidad media del viento en el día es igual o menor que 2 m/s, no hay un solo día del año en Tacubaya en que haya buenas condiciones de difusión.

En la figura 6 se puede apreciar que las visibilidades re-

Fuente: Aspectos de la contaminación del aire en la cd. de México.

E. Jáuregui,



ducidas, menores de 2 Km., a las 10:30 horas, en Tacubaya, fueron en 1966 hasta un 50 % más frecuentes que en 1937, acusando una declinación de la transparencia del aire a esa hora en el período considerado.

b) Aeropuerto. En la tabla dos aparecen las frecuencias de las calmas y de los vientos superficiales de cinco categorías de intensidad, utilizando 24 observaciones diarias de los registros de aeropuerto central para 1954. Las calmas ocupan el pri-

TABLA II

FRECUENCIA (EN %) DE LA INTENSIDAD DEL VIENTO SUPERFICIAL (EN M/P) (TOMANDO TODAS LAS OBSERVACIONES HORARIAS) EN EL AEROPUERTO CENTRAL, SEGUN LAS DIVERSAS CATEGORIAS, EN EL AÑO DE 1954

FUERZA DEL VIENTO m/h	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Calma	62	57	59	52	7		52	62	51	47	56	54
De 1 a 5	5	6	5	4	5	17	26	13	22	11	8	7
De 6 a 10	25	26	23	29	33	19	19	15	15	33	33	31
De 11 a 15	6	6	6	8	7	7	6	6	7		3	5
De 16 a 20	3	5	6	6	7	4	2	1	3	2	1	3
Más de 20		—	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—

Fuente: Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de Méx.
E. Jáuregui.

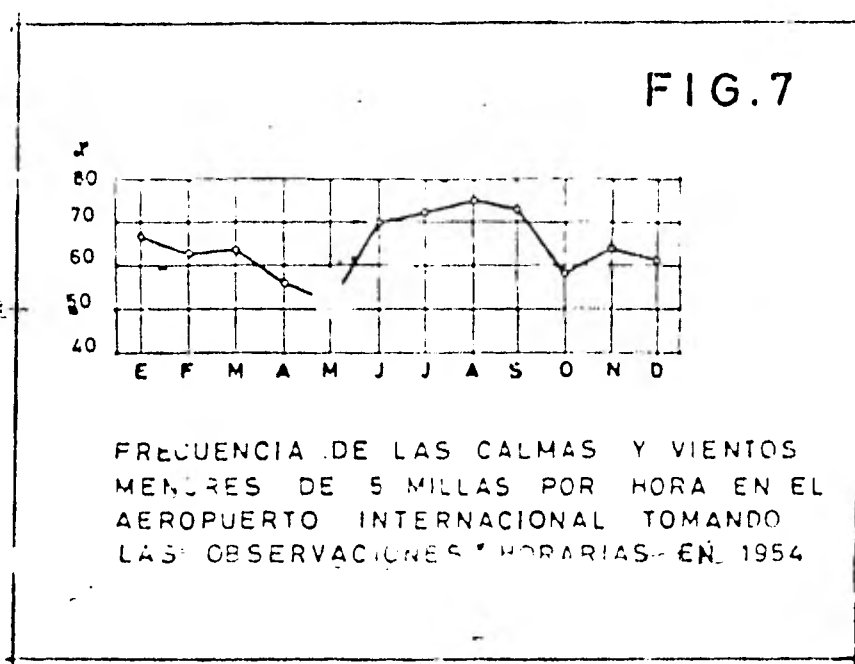
mer lugar por su frecuencia, casi siempre mayor de 50 %, sigue en-
do en importancia los vientos cuya intensidad es de 6 a 10 millas
por hora.

Es curioso notar que en los meses lluviosos de junio a sep-
tiembre los vientos débiles de 1 a 5 m/h. aumentan su frecuencia.
Si se considera que las condiciones de difusión del aire son de-
ficientes cuando hay calma o sopla un viento menor de 5m/h., se
tiene que en la ciudad de México más del 50% del tiempo (gene-
ralmente la noche y las primeras horas de la mañana) prevalecen
dichas condiciones en el aeropuerto y muy probablemente en gran
parte de la ciudad. Puede verse en la figura 7, que de junio a
septiembre, las malas condiciones de difusión prevalecen durante
más del 70% del tiempo. Durante los meses de secas las calmas
y los vientos débiles tienen una frecuencia menor, aunque nunca

es inferior a 50%. Es en esta época cuando además de las condiciones de aire en calma se establecen las inversiones de temperatura producidas por el enfriamiento nocturno por la radiación hacia cielos despejados; esta situación restringe aún más la dilución de los contaminantes.

Fuente: Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México.

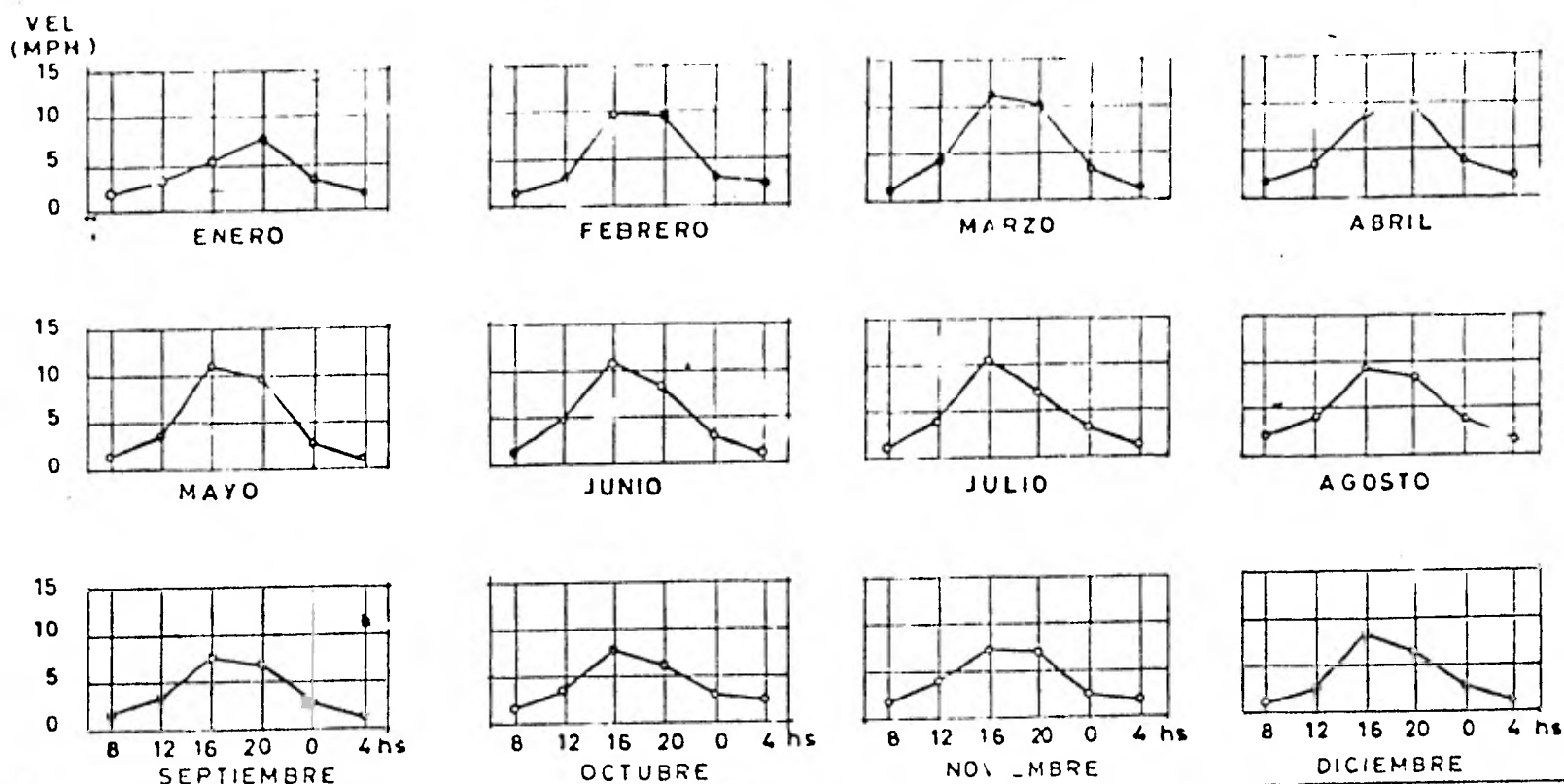
E. Jáuregui.



En la figura ocho se muestra la variación media diaria de la intensidad del viento (en m/h.) en el aeropuerto internacional para cada mes (promedio 1959-1969). Se advierte una variación diaria y otra estacional.

El período de mayor turbulencia del aire corresponde a las observaciones de las 16 y 20 horas. En los meses de septiembre a enero, los vientos a estas horas son de unas 6 a 8 m/h. (3 a 4 m/s.), mientras que de febrero a agosto, llegan a alcanzar en este período hasta 9 a 12 m/h. (4 a 6 m/s.) en promedio. Este es el período en que el aire de la ciudad tiene mayor capacidad para diluir los contaminantes y como resultado la visibilidad mejora en general después de las 16 horas en el aeropuerto (fig 3).

El período comprendido entre la medianoche y el mediodía se caracteriza por vientos cuya intensidad es menor de 5 m/h. (2.5 m/s.) de promedio en todo el año, señalando la escasa capacidad de dispersión del aire a esas horas, ya que al mismo tiempo se observa la correspondiente reducción de la visibilidad, como se observa en la figura 3.



VARIACION MEDIA DIURNA DEL VIENTO SUPERFICIAL (MPH) EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL (PROMEDIO 1959-60)

Fuente: Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México.

W. Jáuregui.

LA BRUMA INDUSTRIAL Y LA DIRECCION DEL VIENTO.

En la tabla tres aparece la frecuencia del viento (dirección e intensidad) cada vez que se reportaron condiciones de visibilidad reducida por el humo; la frecuencia más elevada, cada vez que se observa la bruma industrial, es con aire en calma (más de un 70 % de las veces); la bruma se observa también, desde el aeropuerto, cuando soplan vientos débiles del este o noreste.

La tabla cuatro muestra la frecuencia del viento superficial (dirección e intensidad) cuando se reporta visibilidad reducida por humo en el observatorio de Tacubaya, observándose lo mismo que con los datos del aeropuerto: el humo industrial

se registra más frecuentemente (40-50 %) en condiciones de aire estancado o cuando éste tiene una intensidad muy baja (1 a 3 m/s.).

TABLA III (BRUMA)

FRECUENCIA DE LOS VIENTOS SUPERFICIALES (INTENSIDAD Y DIRECCION) CUANDO LA VISIBILIDAD ESTA REDUCIDA POR LA BRUMA INDUSTRIAL (TOMANDO TODAS LAS OBSERVACIONES DEL DIA QUE REPORTAN ESTE FENOMENO), EN EL AEROPUERTO CENTRAL

PERIODO 1952-56

M E S	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma
	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	
Enero.	6	1	7	5	6	3	6	1	1	1	2	1	3	2	6	2	2
Febrero	4	2	7	5	6	4	5	2	5	1	6	1	7	1	6	7	2
Marzo	4	3	9	6	8	3	8	4	7	3	7	2	7	2	6	3	2
Abril	9	3	9	6	8	3	8	4	7	3	7	2	7	2	6	3	2
Mayo	7	3	8	8	8	4	7	3	9	3	10	2	4	1	7	3	2
Junio	3	3	8	6	6	3	5	1	3	1	5	2	3	3	7	1	2
Julio	5	2	7	6	5	3	2	1	4	2	4	1	2	2	5	1	2
Agosto	4	1	6	6	3	2	4	1	3	1	3	1	4	1	3	1	2
Septiembre	7	2	5	3	5	2	6	1	3	1	6	1	4	2	7	2	2
Octubre	6	4	7	7	6	2	1	1	6	2	4	2	1	2	2	1	2
Noviembre	6	2	7	6	5	3	5	2	5	1	4	1	1	2	7	3	2
Diciembre	6	1	7	3	7	2	1	1	4	1	4	2	1	1	7	1	2
OBSERVACIONES			Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.			
TOTAL PARA EL PERIODO			808	601	623	852	1 002	548	609	742	19	688	717	82			

Puente: Aspectos de la contaminación del aire en la ciudad de México
B. Jáuregui.

TABLA IV (BRUMA)

FRECUENCIA DE LOS VIENTOS SUPERFICIALES (DIRECCION E INTENSIDAD) EN TACUBAYA CUANDO LA VISIBILIDAD SE REDUCE POR BRUMA INDUSTRIAL.

PERIODO 1952-56

M E S	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma
	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	
Enero.	2	13	1	7	0.2	0.4	1	11	1	6	1	0.1	2	3	1	5	3
Febrero	2	14	1	10	1	2	1	5	1	3	1	2	5	6	2	5	5
Marzo	2	8	1	9	1	3	1	11	2	10	2	4	2	4	2	3	4
Abril	1	9	1	8	1	6	1	5	2	9	2	5	2	7	2	5	4
Mayo	2	16	1	7	1	2	1	4	2	8	1	2	2	5	2	5	4
Junio	1	11	2	10	2	6	1	4	1	9	2	5	1	3	2	9	3
Julio	2	21	2	12	1	5	1	2	2	4	1	3	1	3	1	9	4
Agosto	1	20	1	15	1	4	2	3	1	3	1	1	2	2	1	11	4
Septiembre	2	30	2	12	1	3	2	3	1	2	1	3	0.4	0.4	1	9	2
Octubre	2	32	1	13	0.2	0.4	1	2	1	1	0.2	0.4	1	2	1	3	5
Noviembre	2	16	1	7	1	3	1	5	2	4	0.4	1	2	3	1	9	5
Diciembre	2	13	1	4	1	4	1	7	1	6	1	4	1	4	2	10	4
OBSERVACIONES			Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.			
TOTAL PARA EL PERIODO			55	47	48	46	52	52	56	56	52	56	56	56			

Contaminación natural del aire del Valle de México.

En la época de secas, a la carga de contaminantes emitidos por la ciudad se agrega el polvo levantado por las tolvaneras. Esta contaminación natural del aire del valle tiene lugar generalmente después del mediodía y durante unas cuantas horas (2 o 3), siendo marzo el mes más polvoso.

En la tabla cinco se muestra la frecuencia de los vientos (dirección e intensidad) cada vez que se observaron tolvaneras en el aeropuerto central (para el período 1952-1956). Puede apreciarse que los vientos portadores de polvo soplan con más frecuencia del noreste, sur y sureste, y su intensidad varía de unas 15 a 20 millás por hora.

Como era de esperarse, es muy raro que el viento esté en calma cuando se observa este fenómeno, excepto cuando se encuentra en su etapa de disolución.

En cambio, en Tacubaya, los vientos superficiales que se registraron al observar las tolvaneras sobre la ciudad, son predominantemente del norte y noroeste en enero y febrero (acusando en parte la influencia del relieve), mientras que de marzo a mayo soplan además del oeste, suroeste y sur como se observa en la atabla seis. Las intensidades de los vientos en Tacubaya son desde luego más bajas que las observadas en el aeropuerto localizado en la trayectoria usual de las tormentas de polvo que vienen ya sea del sureste o del noreste.

TABLA V (TOLVANERAS)

FRECUENCIA DE LOS VIENTOS SUPERFICIALES (INTENSIDAD Y DIRECCION) CUANDO SE OBSERVAN TOLVANERAS EN EL AEROPUERTO CENTRAL (TOMANDO TODAS LAS OBSERVACIONES DEL DIA QUE REPORTAN ESTE FENOMENO)
PERIODO 1952-56

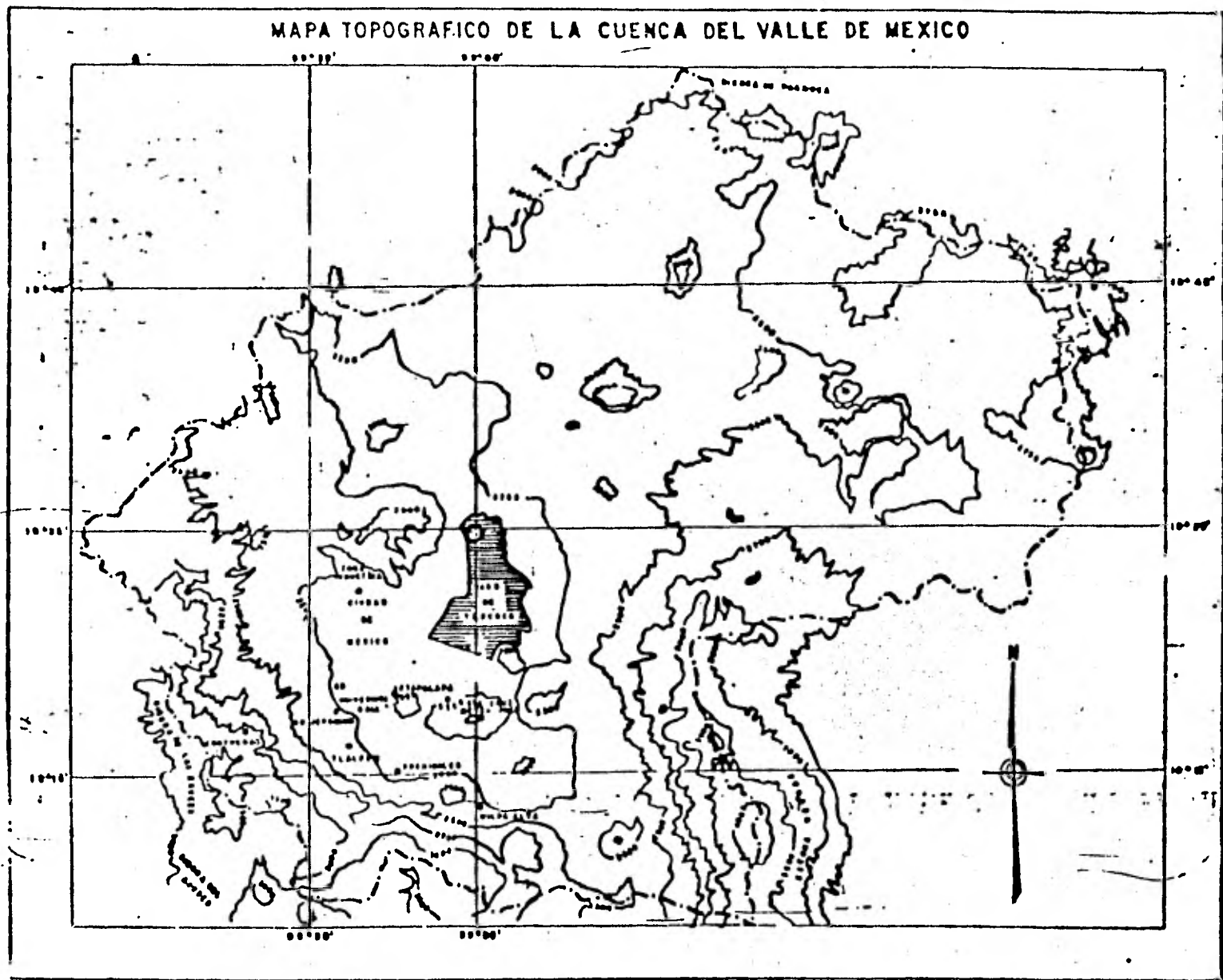
M E S	N.		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma							
	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %	Fza. nudos	Frec. %								
Enero	12	8	15	20	11	7	17	24	18	20	14	9	7	6	11	5	1							
Febrero	16	14	19	29	11	3	14	13	16	26	8	3	16	6	14	6	—							
Marzo	10	5	4	9	13	4	19	30	21	40	16	7	4	2	10	1	2							
Abril	17	11	15	14	11	5	13	15	16	21	15	15	12	5	13	8	6							
Mayo	10	14	21	46	12	10	13	12	4	3	4	1	9	4	13	10	—							
Junio	4	4	25	75	17	10	—	—	—	—	—	—	2	2	7	9	—							
Julio	5	10	15	46	6	11	4	8	—	—	2	25	—	—	—	—	—							
Agosto	—	—	12	50	—	—	9	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
Septiembre	—	—	20	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
Octubre	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
Noviembre	6	10	10	39	—	—	9	31	6	11	—	—	5	6	5	3	—							
Diciembre	10	12	15	26	12	15	8	14	8	11	2	1	4	2	9	16	—							
OBSERVACIONES	Ene.		Feb.		Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.		Nov.		Dic.	
TOTAL PARA EL PERIODO	108		100		214		161		68		30		12		4		1		—		19		55	

Fuente: Aspectos de la contaminación del aire de la ciudad de Méx. E. Jáuregui.

TABLA VI (POLVO)

FRECUENCIA DE LOS VIENTOS SUPERFICIALES (DIRECCION E INTENSIDAD) EN TAUUBAYA CUANDO LA VISIBILIDAD SE REDUCE POR TOLVANERAS
PERIODO 1952-56

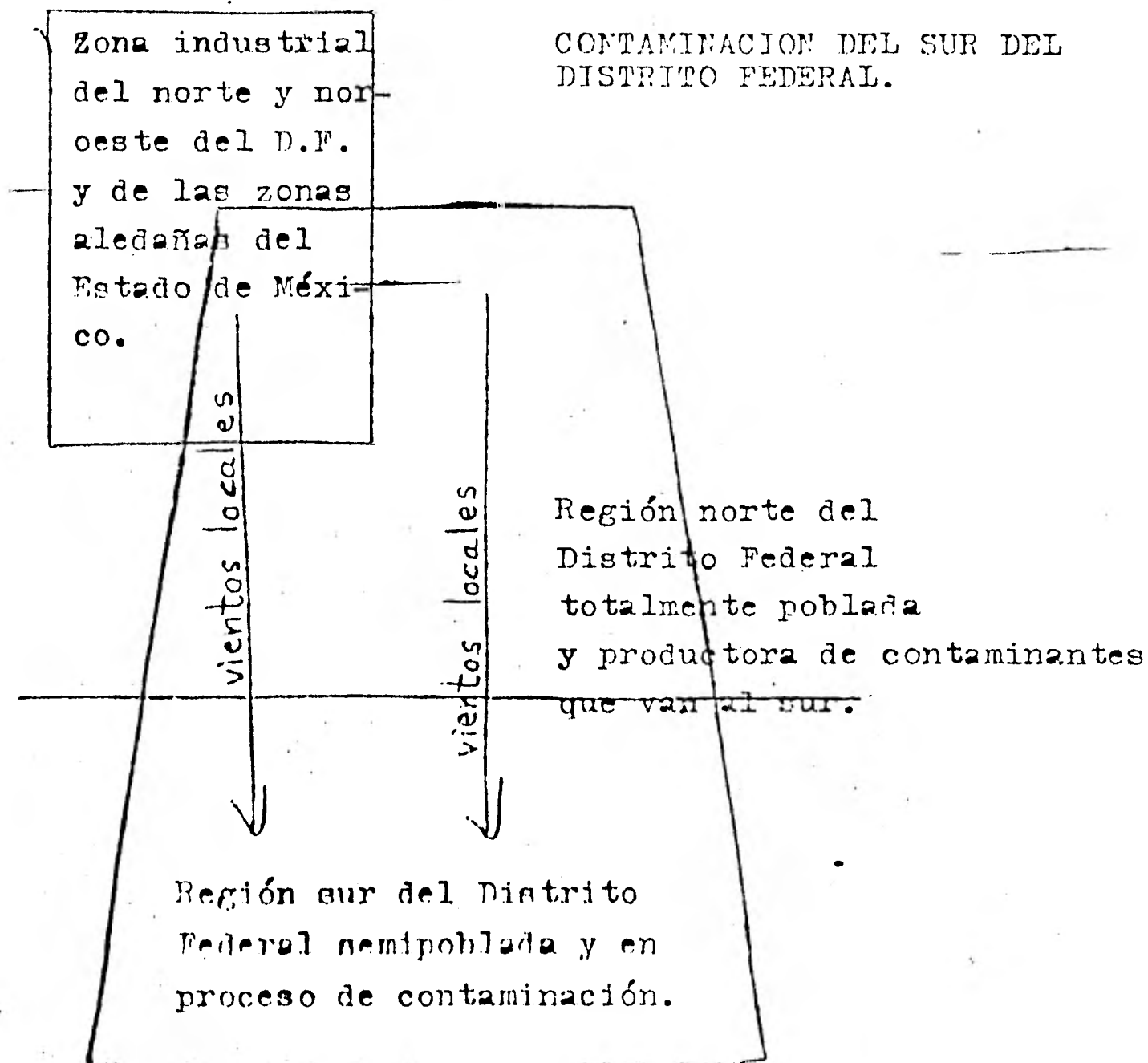
M E S	N.		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma							
	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %	Fza. m/s	Frec. %								
Enero	2	27	0.4	8	0.2	2	1	7	2	6	2	12	1	12	1	26	—							
Febrero	2	17	0.8	2	1	6	0.4	2	2	16	2	6	3	27	2	17	7							
Marzo	2	14	1	7	1	9	1	7	2	19	3	5	2	14	1	11	3							
Abril	3	22	1	8	1	7	1	2	1	10	2	15	2	26	1	9	1							
Mayo	2	13	2	25	0.4	8	1	7	1	30	1	4	0.4	4	1	9	—							
Junio	1	29	2	23	3	31	0.4	4	0.4	7	0.4	7	—	—	—	—	—							
Julio	1	28	2	37	1	1	—	—	—	—	—	—	0.2	4	0.4	7	20							
Agosto	—	—	1	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	20	—							
Septiembre	0.3	13	1	37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	25	25							
Octubre	0.3	5	1	45	1	33	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	17	—							
Noviembre	2	25	1	13	—	—	—	—	—	0.3	12	0.3	6	1	25	19	—							
Diciembre	1	10	2	32	0.2	7	0.4	2	1	12	1	3	1	18	1	19	3							
OBSERVACIONES	Ene.		Feb.		Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.		Nov.		Dic.	
TOTAL PARA EL PERIODO	7		7		12		11		5		4		3		0.4		1		2		2		5	



Fuente: **Causas y efectos de la contaminación en la ciudad medio ambiente.** Canacho Salazar J.G.

La ciudad de México se encuentra localizada en parte de lo que fue una cuenca lacustre, y está limitada al norte por la Serranía de Pachuca, al oriente por la Sierra Nevada y elementos de la Sierra Volcánica Transversal, al sur por la Sierra del Ajusco, que está ligada a la Sierra de las Cruces que se localiza al occidente.

Todas estas serranías actúan como pantallas meteorológicas que influyen en la acción de los vientos que predominan durante el año y de los locales.



El viento en la ciudad de México al pasar por las zonas industriales del norte y noroeste acarrea los contaminantes hacia el centro y sur, donde la Sierra del Ajusco impide la rápida circulación del viento, y ocasiona el aumento de la contaminación en el sur, disminuyendo también ahí la visibilidad, agravada por las tolvaneras procedentes del Vaso de Texcoco, y por el aumento de vehículos con motor de combustión interna, que en ésta parte sur van en aumento como consecuencia de la construcción de unidades habitacionales y de vías de comunicación. Además, la construcción de zonas residenciales obliga a perder buenos suelos que serían útiles para algunos cultivos. La insuficiencia de desagüe, la escasez de agua potable, la acumulación de basura produciendo gases y bacterias, que afectan la salud.

CONCLUSIONES.

Es evidente, por lo que hemos visto en el tratado de esta tesis, y por lo que el lector pueda leer sobre contaminación atmosférica y del ambiente en general en otros libros, que el hombre está ocasionando grandes y graves cambios en su medio ambiente, al que viene destruyendo y degradando en grandes áreas a niveles tanto regionales y nacionales como mundiales y está causando el desequilibrio ecológico, la casi extinción de numerosas especies vegetales y animales, y que puede causar la desaparición de la humanidad misma si no soluciona dicho problema enfrentándolo de una manera radical.

Acercas de las variaciones de la visibilidad observadas desde dos puntos de la ciudad de México (Observatorio de Tacubaya y aeropuerto internacional), se deduce que la atmósfera de la capital se ha enturbiado cada vez más y que las condiciones de contaminación del aire se han agravado en el período considerado (1937-1966). Esta situación se debe, al incremento continuo de las diversas fuentes de humos dentro del perímetro urbano y a la contaminación natural que constituyen las tolvaneras.

Por lo tanto, debemos lograr un control y prevención de la contaminación y detener los altos índices que ésta alcanza, que hasta la fecha se vienen observando y evitar que se sigan contaminando los diferentes elementos del medio ambiente. Así lograremos un nivel de vida más sano y habremos asegurado nuestro futuro.

Actualmente hemos llegado a un punto en que los recursos no renovables que hemos malgastado han quedado muy limitados. Entramos en una era de economización del entorno.

Entre otras formas de mejorar y evitar perder el ambiente que nos rodea y nuestro bienestar, podemos mencionar las siguientes:

1. Habrá que conseguir el reciclaje de los residuos provocados por la actividad humana. Con la reutilización de los materiales de desecho se podrían conseguir resultados espectaculares, y se reduciría el número de desechos inutilizables.

2.-Hay que dar incentivos económicos a la producción no contaminante, por ejemplo a la de autos eléctricos a los que se les impondría menos impuesto.

3. Sustitución de los vehículos actuales por coches eléctricos o de sistema mixto.

4. Aumento de los transportes colectivos.

5. El uso de aditivos para reducir los gases emitidos por los vehículos de motor de combustión interna.

6. Se debe seguir haciendo una publicidad contra la contaminación, para concientizar a la población sobre el problema.

7. Educar en asuntos ambientales para superar sus conocimientos y responsabilidad, y lograr que todos los ciudadanos protejan y mejoren su medio.

8. Desarrollo de la cooperación técnica y económica para contrarrestar el problema.

9. Selección estricta de combustibles, principales responsables de la contaminación atmosférica, usando los menos contaminantes.

10. Apoyar estudios científicos que hagan segura la energía nuclear.

11. En agricultura hay que ir hacia una utilización racional de los medios de lucha química y hacia la elaboración de plaguicidas y pesticidas inocuos al hombre y sus animales domésticos.

12. Hay que observar que el factor más eficaz para minimizar la contaminación del medio por los residuos domésticos va estrechamente ligada a una política urbana que atenúe la contradicción creciente que existe entre campo y ciudad y facilite un proceso de desurbanización

13. El problema de la eliminación de los residuos urbanos está hoy técnicamente resuelto en todo el mundo. Los métodos más usados son el compostaje, que permite la obtención de abonos y

la incineración, fuente de energía calorífica y de material para la construcción.

14. Respecto a la contaminación atmosférica, existen desde hace años métodos eficaces para impedir la emisión de gases tóxicos en las instalaciones industriales y que se pueden perfeccionar todavía.

15. Usar chimeneas de gran altura que permiten dispersar los efluvios gaseosos en la atmósfera.

16. Es siempre posible, aunque costoso, la depuración de las aguas negras o muy contaminadas.

17. El alto costo de la desalinización de las aguas marinas restringe por lo pronto este proceso a regiones donde no hay o es escasa el agua dulce.

18. La respuesta racional al grave problema de la contaminación de los alimentos supone la más estricta aplicación de las medidas de higiene alimentaria señaladas repetidas veces por la Organización Mundial de la Salud. Consisten en normas como:

a) La protección permanente de los alimentos contra los insectos.

b) El empleo de un personal exento de enfermedades infecciosas y al que se apliquen estrictas medidas de higiene.

c) La refrigeración o congelación, o baño de radiaciones de los alimentos susceptibles de contaminación.

d) Limpieza total y el tratamiento bactericida de los utensilios y del material empleado durante la preparación y el servicio de los alimentos.

e) Precauciones sanitarias para el agua.

f) La eliminación de las basuras.

19. Debe evitarse que los gobiernos hagan ensayos o usos de armas de destrucción masiva, ya sean nucleares, químicos o biológicos.

BIBLIOGRAFIA.

LA CONTAMINACION. Editorial Salvat. Colección grandes temas. Barcelona, España, 1973.

CAUSAS Y EFECTOS DE LA CONTAMINACION EN EL MEDIO AMBIENTE. Tesis. Camacho Salazar José Gregorio. U.N.A.M.

LA CONTAMINACION EN MEXICO. Francisco Vizcaíno Murray. Fondo de Cultura Económica. 1975, México.

¿ EL HOMBRE O LA NATURALEZA ? Edouard Bonnefous. Fondo de Cultura Económica. México, 1973.

EL MEDIO AMBIENTE. Enrique Márquez M. Fondo de Cultura Económica. México, 1973.

LA BARBARIE ECOLOGICA. Idarry Rothman. Editorial Fontanara. Barcelona, España, 1950.

CONTAMINACION AMBIENTAL. Diego Luis Ramírez. Fondo de Cultura Económica. México, 1971.

PREVENCION DE LA CONTAMINACION. Rudolph Maximilian Eugen Diamant. Editorial Mapfre, Madrid, 1974.

INTRODUCCION A LA CIENCIA AMBIENTAL. Philips W. Coster. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina, 1975.

ECOLOGIA: CONTAMINACION, MEDIO AMBIENTE. Turk Amos. Editorial Interamericana. México, 1973.

CONTAMINACION DE LA ATMOSFERA. K. Barker, F. Gambi, E.J. Calcott. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 1962.

LA INDUSTRIA Y LA CONTAMINACION DEL AIRE. Recopilación de R.D.Ross. Editorial Diana, México.

ASPECTOS DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MEX. Ernesto Jáuregui. Trabajo presentado en la Segunda Convención Conjunta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos y la American Institution Chemistry Engineering.

