

7-118

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA
CONTAMINACION AMBIENTAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

FRANCISCO ALEJANDRO RENDON GARCIA

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

CAPITULO	PAG.
INTRODUCCION	1
I. ANTECEDENTES	10
A.- Contaminación por Superpoblación.	13
B.- ¿Que es la Contaminación?.	16
II. CONTAMINANTES DEL AIRE	22
A.- Origenes.	23
B.- Inversión Atmosférica.	25
C.- Movimientos del Aire.	38
D.- Efectos.	56
III. LEGISLACION	96
A.- En U.S.A.	99
B.- En Europa.	101
C.- En México.	104
IV. CONCLUSIONES	151
A.- Técnicas.	151-Bis
B.- Análisis de Partículas.	172

C.- Control de Polvos, vapores y gases 183

D.- Conclusiones. 205

APENDICE 214

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

" Y en la niebla nace, crece algo inconcebiblemente enorme, lleno de un sordo rumor, que jadea al encuentro - de los hombres con una respiración fétida y pesada, y en su ruido se escucha algo terrible, ávido".

" Es la ciudad, es Nueva York".

"Máximo Gorki"

I N T R O D U C C I O N

Día a día se comprueba más que en la Ciudad de México la vida se hace insoportable, insufrible incluso. ¿A qué se debe ésto? Podemos reseñar mil situaciones con sus tantas respuestas; pero nos arrojamos a un callejón sin salida. Entonces, ¿qué podemos pensar, hacer?: Enfrentarnos a la realidad. Dentro de las múltiples posibilidades que nos ofrece la gran ciudad para darle soluciones, tenemos una, clara, cristalina como el agua, diáfana: la conciencia como gente (ente social), como pueblo y como ser humano. Debemos dejarnos de toda falsa demagogia y atacar los problemas desde sus raíces. Fuera corrupción, únicamente tenemos esta oportunidad, no habrá otra vez, otro mañana. Cooperemos.

Los problemas son múltiples, complejos. Las soluciones más complejas todavía y caras, muy caras. Pero, ... acaso - no será mejor desprenderse de un poco de nuestro presupuesto familiar, a costa de nuestra economía, que ver nuestros campos morir poco a poco, lentamente y nuestra atmósfera desvanecerse en pesadas capas de gas, aceite, humos, ruido y porquerías mil. Hemos llegado al límite donde es necesario pagar, caro ciertamente, pero inevitable, por conseguir para cada uno de los nuestros un poco de agua limpia y aire puro para subsistir.

Se nos presenta negro el panorama para un futuro inmediato, que más que éste es un presente terrible: la degradación de la atmósfera; la extinción de variadas especies de nuestra inmensa, pero desamparada fauna; la erosión de la tierra; la contaminación de las aguas; y en fin, de muchas de las maravillas de la naturaleza gracias a las cuales podemos vivir.

El problema principal que nos atañe en este estudio es el relacionado con la contaminación atmosférica. Problema - que en los Países desarrollados es atacado en forma real y - precisa.

No es mucho lo que se pretende en este trabajo para dar solución a todos estos problemas, o cuando menos, al que aquí se trata, es un mundo en que la decidia, la corrupción la intolerancia, la intransigencia, el hambre, el dolor y la impotencia son cosa corriente y el pan de cada día.

Queremos tener aire limpio, pues debemos conocer cómo se encuentra sucio, detectar los componentes de estos elementos - contaminadores, clasificarlos, y posteriormente eliminarlos - por medio de dispositivos simples, con bajo costo y al alcance de cualquier hogar, industria o país.

Así pues, si la tecnología para detección identificación, clasificación, agrupación y eliminación de sustancias contaminadoras del aire no se encuentra a nuestro al cance, tendremos que recurrir a países amigos para contra tar la suya, adaptarla a nuestras necesidades y utilizarla hasta donde sea posible para aliviar nuestros males. Todo esto, no es otra cosa que el precio de la industrialización, la comercialización y el mercantilismo en base a la explotación del hombre por el hombre mismo.

Conocemos el origen del mal, la contaminación atmosférica, la cual tiene cinco fuentes emisoras principales:

1. Las plantas Industriales.
2. Los vehículos de combustión interna.
3. Incineración de desechos.
4. Producción de energía eléctrica.
5. Los hogares domésticos.

De entre estas fuentes se conocen más de un centenar de sustancias, agrupadas en grandes ordenamientos químicos. A continuación presentamos un listado de estos agrupamientos.

- I. Los contaminantes sulfurados.
- II. Los compuestos carbonados.
- III. El Ozono.
- IV. Los compuestos nitrogenados.
- V. Contaminantes diversos.
- VI. Las partículas sólidas y líquidas.
- VII. Los olores.

Ya conocemos en carne propia, los efectos de las concentraciones altas de emisiones contaminantes en la atmósfera de las ciudades. Algunos ejemplos son suficientemente significativos tanto por su importancia dentro de los marcos históricos de la Ecología como por sus efectos letales en los lugares donde se desarrollaron. Tenemos el Valle de Mosa en Bélgica, - que en Diciembre de 1930 presentó un congestionamiento atmosférico que impedía toda ventilación; produjo 60 muertes en los - últimos dos días de los seis que duró el fenómeno. En Donora, Estados Unidos, en el mes de Octubre de 1948, el fenómeno se - caracterizó por una paralización de los movimientos del aire con grandes concentraciones de elementos contaminantes, se registraron 20 muertos en los 5 días que duró el fenómeno. Posteriormente en Londres, Inglaterra entre el 5 y el 9 de Diciembre del año de 1952, se produjeron 4,000 muertos. La culpa - fué debida a concentraciones extraordinarias de gas sulfuroso.

Y por último, un accidente debido a la ruptura de una canalización en Poza Rica, Veracruz, el 24 de Noviembre de 1950, con un saldo de 22 muertes registradas; sin embargo en este caso particular, cabe hacer la aclaración, se teme que el número de muertos haya sido mayor, ya que las estadísticas y controles nacionales son poco dignos de confianza.

Por otro lado el aumento de enfermedades a causa de la contaminación ha crecido, y crece año con año.

El aumento en el consumo de cigarrillos, tanto por los hombres como por las mujeres, se ha incrementado a tal grado que la mortalidad por enfermedades propias de esta fuente — cánceres diversos; sobrefatigas especialmente en los viciosos y viejos; asma, etc.— se ha convertido en una preocupación a nivel nacional.

Por desgracia no sólo los humanos estamos expuestos a los efectos de la contaminación. Los vegetales y los animales se ven afectados también por las sobrecargas de sustancias tóxicas suspendidas en el aire. Esto, obviamente sin considerar la contaminación de las aguas (ríos, lagos, acuíferos, etc), la degradación de la tierra y la reducción de las

poblaciones rurales, así como el ruido y la explosión demográfica.

Tan sólo en Tabasco, en los últimos 15 años, se han destruido 600,000 hectáreas de selva. Se debe pensar en reforestar esa región cuando se elaboren planes para su desarrollo.

La erosión de la tierra se debe principalmente, a un método de cultivo ancestral, primitivo, conocido como "roza, tumba y quema". Esta forma de cultivar la tierra consiste en lo siguiente: Se limpia el terreno que se desea trabajar (se derriban los árboles y se corta la maleza), se espasa bien la vegetación, se delimita la zona por medio de una cepa perimetral y finalmente se prende fuego. Una vez consumida toda la vegetación, se limpia nuevamente se reparte bien la ceniza y se procede con la labor de cultivo. Las cenizas son utilizadas como fertilizante. El defecto más grande de esta técnica primitiva es que la tierra dura para una o dos cosechas y se empobrece.

Uno de los puntos que deben procurar los Ingenieros es la identificación del problema, las principales fuentes de información y, cuando sea posible, determinar los efectos en términos económicos y los mecanismos y/o teorías de las rela-

ciones "causa y efecto". Con ésto podemos atacar la contaminación apoyándonos en la tecnología y la cooperación cívica del pueblo en sí.

En Michigan, USA, se han aprobado leyes singulares en su género. Otorgan a los ciudadanos el derecho a presentar demandas en contra de las fuentes públicas y privadas que porjudiquen el ambiente. En México, debemos presionar para que se respete también este derecho y demandar a quien atenta contra el medio.

Estudios epidemiológicos y clínicos han asociado los diversos contaminantes del aire a todos los padecimientos - desde catarro común hasta el cáncer. Urge hacer algo.

Si sabemos abordar el problema de la contaminación atmosférica y luchamos hasta abatirlo, podemos descansar con la conciencia tranquila ya que nuestros hijos, así como las generaciones futuras, sabrán agradecerlo.

La idea principal implícita en el presente trabajo es que se difunda y conozca el problema tan enorme que representa la degradación ecológica. Vivimos en una misma casa toda la humanidad: el planeta llamado Tierra. Debemos todos y cada uno de nosotros cumplir con nuestras obligaciones

como miembros de ella y trabajar para que se respete este dere
cho que por naturaleza nos pertenece.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

"Aplastado contra esta ciudad sucia, manchado por el humo de las fábricas, el aire permanece inmóvil entre los altos muros cubiertos de hollín."

"Máximo Gorki"

C A P I T U L O I

ANTECEDENTES.

Ya en la antigüedad el humo de las hogeras presentaba el mismo fenómeno de ahora, solo que no resultaba dañino al hombre pues su baja concentración así como la poca densidad demográfica y extensas zonas deshabitadas lo impedían.

Cuando el intrépido aventurero y explorador Magallanes en su viaje de circunvalación a la Tierra, descubrió en las islas de la zona más septentrional del continente americano a los nativos calentándose con cientos de hogeras, al ver la humareda que despedían éstas se le ocurrió llamar a ese lugar la Tierra del Fuego.

Más al norte, en Los Angeles, de la actual California (USA), Juan Cabrillo primer explorador español que llegó a esa zona, la bautizó con el nombre de Bahía de los Humos, -pués de todas las fogatas de los indios se formaba una espesa bruma sobre el campo.

En poco más de 100 años, en el continente americano, -han desaparecido por lo menos 22 especies de mamíferos, aves y peces a manos del hombre. Y actualmente, junto con los lo

bos, los coyotes, los halcones y otros animales de rapia, presa favorita de los cazadores, otras 59 especies de vertebrados, están bajo la amenaza de la extinción.

Además, tan solo en los EEUU, lugar al cual tendré que referirme continuamente dada la precisión de sus trabajos así como lo confiable de sus estadísticas e investigaciones, más de 80 especies de plantas están a punto de extinguirse.

Otro recurso no recuperable en vías de desaparición es la Tierra misma. Las continuas construcciones urbanas, las redes de comunicación terrestre (carreteras) y las zonas industriales con sus consecuencias demográficas y de desarrollo están prácticamente tapiando con concreto armado y asfalto las pocas tierras trabajables susceptibles de explotación forestal, agrícola y ganadera. La voracidad inconmensurable de los terratenientes en el poder, los incipientes grupos empresariales nacionales y los temibles consorcios monopolistas extranjeros (transnacionales), verdaderas élites de poder, fustigan la economía y la escasa tierra, laborable, con su ambición desmedida, construyendo casas, carreteras y fábricas sin razonar en la importancia del ser humano dentro de ellas. No se paran a pensar que el hombre es un ser con necesidades naturales que solo las puede satisf

cer la propia naturaleza. Lo que a ellos los importa es ver superadas sus capacidades de producción, demandas altas en los mercados y solapar un consumismo desenfrenado en el ámbito nacional para llenar sus arcas, que además no están dentro del país. Con el total de cemento utilizado hasta la fecha ya podrían haber hecho una calle hasta la luna.

CONTAMINACION POR SUPERPOBLACION.

Probablemente la peor forma de contaminación conocida por el hombre sea la creada en el planeta Tierra por su propia presencia. Durante miles de años, la población de la Tierra se mantuvo estacionaria en unos 500 millones de personas, actuando las epidemias y el hambre como reguladores naturales. A mediados del siglo XVIII, la población comenzó a aumentar. En 1900 de 1,520 millones; en 1930 rebasó los 2,000 millones; en 1960 era de 3,000 millones; y en 1970, de 3,500 millones. Para el futuro, nadie puede saber a ciencia cierta. Extrapolando la curva de expansión de la población la cantidad resultante es de 10,000 millones en 1990, 20,000 millones en el año 2,000 y 50,000 millones en el año 2026. Por supuesto podemos creer que esto no sucederá así. En un decenio, la explosión demográfica podría estar en vías de un mayor control.

Sin embargo se necesitan controles sumamente severos, inflexibles, sobre diferentes puntos. Uno de estos, a mi juicio el más importante y antes mencionado que producen contaminación, es la explosión demográfica hasta el momento inatacado. Tenemos una ciudad dentro de otra ciudad y no nos preocupamos. Ciudad Netzahualcoyotl con más de tres millones de habitantes. Dentro de la Ciudad de México es un monstruo que engulle al mismo Distrito Federal paulatinamente sin que nadie se tome la molestia de poner alto y corregirlo. Al contrario, se fomenta su crecimiento, con la conocida explosión demográfica, servicios, empleos, etc. que acarrea. No puede el gobierno darse el lujo de pedir permiso al Vaticano, o a la Asociación Nacional de Padres de Familia para llevar un control sobre la población. Es un problema ineludible el control de la natalidad, recurriendo a todos los medios posibles al alcance del Estado. Desgraciadamente el porcentaje extraordinariamente elevado de nacimientos son en los estratos más bajos, en las capas sociales desposeídas cuyos clamores y desdichas son ignorados por los grupos restantes, creando con esto un rompimiento a la continuidad social para el buen desarrollo del país. Se manifiesta de inmediato la diferencia abismal entre los que nada tienen y los que lo poseen todo. Con esta política se

entiende más la inconformidad, el separatismo social y la delincuencia. Las escuelas son insuficientes así como - también los servicios. Se ensancha más la brecha entre - pobres y ricos creando inseguridad en las ciudades, el - campo y las industrias. Cada vez es más difícil mantener el control sobre los grupos marginados, que serán más y - más con el tiempo teniendo como consecuencia la desesperación, el caos, la lucha. Los desórdenes ecológicos serán mayores y, por que no, catastróficos. Debemos tener en - cuenta que en todos los países desarrollados se están tomando cartas en el asunto, en lo que se refiere a demografía, pero con mayor énfasis dirigen sus objetivos a la - contaminación ambiental. Nos llevan una ventaja de 20 a 30 años, sin exagerar, en la lucha contra la contaminación y la degradación del medio ¿Que esperamos?. Es una - pregunta que las autoridades deben responder.

Una vez atacado el problema de la explosión demográfica, y sobre todo controlado, entonces sí se puede proceder a luchar contra el alfabetismo; la corrupción estatal, burocrática; la inflación; etc.; pero creo conveniente que en - forma paralela, simultánea al problema del crecimiento demográfico bien se puede, poco a poco, frenar la contaminación.

Entre mayor es la densidad demográfica, mayor es la - contaminación.

¿ QUE ES LA CONTAMINACION ?

Contaminación del Aire.- Es la adición a nuestra atmósfera de cualquier material que tenga un efecto perjudicial en los seres vivos de nuestro planeta.

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.

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 en la Tierra. Esta capa altera los patrones de absorción del calor en la superficie terrestre y puede evitar la irradiación del calor de la Tierra hacia el cielo. El resultado, en este último caso es el "efecto de invernadero" que con el tiempo transforma el clima y los patrones de temperatura en toda la superficie del Planeta.

Podemos dividir en 5 categorías los orígenes de la contaminación del aire:

1. Transportes.
2. Calefacción doméstica.
3. Producción de energía eléctrica.
4. Incineración de desechos.
5. Emisiones industriales.

Le podemos asignar, aproximadamente, porcentajes a cada uno de estos incisos en cuanto a la importancia de sus emisiones contaminantes sobre la atmósfera.

1. Transportes.- En este caso consideramos las emisiones de todos los vehículos de combustión interna y los de motor de turbina. Es razonable pensar en un 60% de los volúmenes totales que anualmente se arrojan al espacio.

2. Calefacción Doméstica.- Con un 10% contribuye esta categoría a la contaminación del aire. Incluso bajo este concepto podemos considerar, en promedio, otro tipo de emisiones que por su escaso volumen no se puede agrupar por separado. - Por ejemplo: los cientos de puestos callejeros que proliferan en nuestra ciudad; la quema anual de llantas que se realiza en la mayor parte de la ciudad; las fondas y cocinas económicas - que invaden la ciudad; etc.

3. Producción de energía eléctrica. Creemos que su contribución es entre un 10% y un 15%.

4. Incineración de desechos. En este punto es necesario aclarar que en vista de las manipulaciones de nuestra ley es difícil determinar con precisión un porcentaje. Sin embargo decir 5% es sumamente razonable.

5. Emisiones Industriales. El 20% del volumen total de partículas y gases contaminantes de la atmósfera, es la cantidad que arrojan las fábricas durante los procesos de sus productos.

Desde luego, es obvio reconocer que no necesariamente se mantienen constantes estos porcentajes señalados.

Regularmente se van alterando de tal manera que en promedio nos vienen proporcionando en forma aproximada las cantidades asignadas.

Existen otros contaminantes menores que despreciamos generalmente por su nimiedad. Pero no debemos olvidarlos. Entre otros tenemos compuestos orgánicos de los perfumes, de las lociones, etc. También, cuando aterriza un avión, un jet de varias toneladas en las aeropistas, se puede ver el humo que sale de las llantas al entrar en contacto con el piso. Lo mismo sucede cuando frena repentinamente un au

to que va a gran velocidad. Este fenómeno se presenta miles de veces al día en cualquier ciudad.

La tierra suspendida en el aire gracias a la fuerza del viento, es también un factor más contra el que debemos luchar. Ya en años pasados en la Ciudad de México se han presentado problemas fuertes por las tolveneras que constantemente asolaban las calles. Todavía se presenta este problema, pero en menor grado, en la capital del país.

Sin embargo en muchas ciudades del interior es crítico este punto, principalmente en el norte de la República.

Los principales contaminantes industriales se han clasificado de acuerdo con el tipo, así como su concentración anual:

Refinamiento del petróleo: 3,810 millones de kilogramos de partículas, óxidos de azufre, de hidrocarburos y de monóxido de carbono.

Fundidoras (aluminio, cobre, plomo, zinc, etc): 3,764 millones de kilogramos de partículas y de óxidos de azufre.

Fundición bruta de moldeo de hierro: 3.356 millones de kilogramos de partículas y de monóxido de carbono.

Kraft, pulpa y molinos de papel: 2,993 millones de kilogramos de partículas, óxidos de azufre y monóxido de carbono.

Limpieza y desecho de coque: 2,310 millones de kilogramos de partículas, óxidos de azufre y monóxido de carbono.

Coque (empleados en la fabricación del acero): 1,995 millones de kilogramos de partículas, óxidos de azufre y monóxido de carbono.

Fábricas de hierro y acero: 1,632 millones de kilogramos de partículas y monóxido de carbono.

Molinos de grano y fábricas de productos derivados: 0,997 millones de kilogramos de partículas.

Fábricas de cemento: 317 millones de kilogramos de partículas.

Fábricas de fertilizantes fosfatados: 283 millones de kilogramos de partículas.

Aunque hay muchas otras fuentes de contaminación, las anteriores son las más importantes en cantidad, y por lo tanto, las que representan un peligro más inmediato y las que de

mandan mayor interés.

Los contaminantes individuales se pueden clasificar en cinco categorías. Tres específicas y dos generales:

- 1) Monóxido de carbono.
- 2) Oxidos de azufre.
- 3) Oxidos de nitrógeno.
- 4) Hidrocarburos.
- 5) Partículas.

Los tres primeros son específicos esencialmente, mientras que los dos últimos pueden estar constituidos por decenas de compuestos y elementos diferentes.

CAPITULO II

CONTAMINACION DEL AIRE

" En las plazas y en los pequeños jardines públicos, donde las hojas polvorientas de los árboles penden muertas, se elevan unas estatuas oscuras. Sus rostros están cubiertos de una gruesa capa de suciedad; el polvo de la ciudad obstruye sus ojos, que un día ardieron de amor a la patria"

"Máximo Gorki"

C A P I T U L O I I

CONTAMINACION DEL AIRE.

ECOLOGIA. Es el estudio de los organismos con relación a su medio ambiente y a todos los otros organismos que viven en él.

ORIGENES.

¿ Porqué sopla el Viento?

El viento es provocado, sabemos, por el desplazamiento de una gran masa de aire de un punto al otro de la atmósfera, casi siempre en sentido horizontal.

El viento se produce por el ascenso de una masa de aire caliente que a causa del calor, se dilata, pesa menos y tiende a subir, y también por el desplazamiento rápido de las masas - de aire frío que acuden a llenar el vacío que deja la masa de aire caliente.

Formación del viento. El aire caliente y húmedo asciende a las alturas e inmediatamente queda remplazado por el aire frío.

¿Porque se forma la niebla?

En la atmósfera se encuentra siempre cierta cantidad de vapor de agua ya que los rayos del sol calientan el agua de los ríos, los lagos y el mar, y la evaporan. La humedad que se desprende de la tierra sube por el espacio, hasta una altura en que se encuentran temperaturas más bajas que determinan el proceso contrario y al vapor lo transforman nuevamente en agua. Es así como se forman las nubes. Sin embargo, no toda la humedad que ascienda de la tierra alcanza grandes alturas. Particularmente en las regiones frías de clima continental, el vapor de agua que se levanta desde los ríos y los lagos encuentra muy cerca de la superficie de la tierra temperaturas bajas que lo condensan inmediatamente. De esta manera se forma la niebla que muchas veces se queda flotando sobre la superficie de la Tierra, en bancos que llegan a alcanzar grandes extensiones y que unas veces son tenues y otras densos, e impenetrables. Por regla general, la niebla es un meteoro (fenómeno atmosférico) muy perjudicial, porque limita la visibilidad, obstaculiza el tránsito de vehículos, y ayuda a agravar, aún más, el problema atmosférico de las grandes ciudades de nuestro planeta, el problema de las excesivas concentraciones de gases tóxicos que emiten los automóviles y las industrias.

Cuando la niebla envuelve a una ciudad no permite que se dispersen esos gases, ocasionando muchas veces grandes perjuicios a la salud por intoxicación, así como gravísimos desastres en el mar, en el aire, y en las carreteras.

INVERSION ATMOSFERICA.

Una de las causas de las inversiones atmosféricas, con concentraciones fuertes de elementos contaminantes, es la estabilidad de las capas inferiores de la atmósfera en combinación con algunos factores topográficos.

Las condiciones atmosféricas, propiamente, no son la causa de la contaminación del aire; pero ciertas situaciones meteorológicas sí afectan en gran medida la velocidad de difusión de los contaminantes, tanto en sentido vertical como horizontal.

Resulta difícil explicar las condiciones meteorológicas que favorecen el estancamiento del aire en determinados lugares y en ciertas ocasiones. Se sabe que los vientos débiles conducen a la concentración de contaminantes en, o cerca de las fuentes de emisión. Sin embargo las condiciones de distribución de la temperatura con la altura, así como de presiones topográficas, cuencas cerradas o valles concurren a aumentar la concentración de dichos contaminantes dentro del área de dispersión de las fuentes emisoras.

Los movimientos verticales del aire, inducidos por ligeras diferencias en la densidad de las distintas porciones que lo forman, al mezclar el aire de los niveles bajos con los altos, tienden a establecer una distribución de temperatura con la altitud muy diferente de la que se observa dentro de un tanque de agua cuando se calienta por debajo.

En la atmósfera dichos movimientos tienden a formar un fuerte gradiente de temperatura con la altitud, mientras que en el tanque la distribución de temperatura del agua es isotérmica. En la atmósfera el gradiente límite corresponde a una adiabática. Los movimientos adiabáticos son, pues, características de los fluidos compresibles como el aire.

A partir de la ecuación hidrostática del aire, la primera ley de la termodinámica y la ecuación de estado del aire seco, se puede demostrar que la razón de enfriamiento por expansión adiabática de una porción de aire que se eleva es de $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Además la experiencia confirma esta aserción. Igualmente, el aire que desciende se calienta en virtud de la compresión adiabática a razón de $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. de descenso.

Ahora bien, la razón de enfriamiento ($1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$) es un valor teórico que utilizamos como parámetro para juzgar el -

grado de estratificación de una capa atmosférica.

En la figura A el eje de las abscisas tiene una escala de temperatura uniforme y el de las ordenadas una escala de altitudes dentro de la atmósfera. Las líneas inclinadas a - 45 grados con el eje de las abscisas son las adiabáticas del aire seco.

Este diagrama se emplea para estudiar la estabilidad de estratificación del aire atmosférico y sobre él se acotan los datos de diversos niveles, que los sondeos meteorológicos, mediante globos sonda, registran al ascender a través de esta - capa.

La línea de trazos gruesa AC, representa la distribución de temperatura real existente dentro de la atmósfera a lo largo de la línea vertical de lanzamiento de la sonda. Como - se muestra en la figura, las líneas delgadas de trazos representan la razón de enfriamiento adiabático del aire en su forma esencialmente teórica, contra nuestra línea AC que representa la temperatura real pero en su forma empírica.

Si consideramos, en la misma figura, una porción de aire tomada de un cierto nivel LA dentro de la capa atmosférica real representada por el sondeo AC. Sea A el punto representativo -

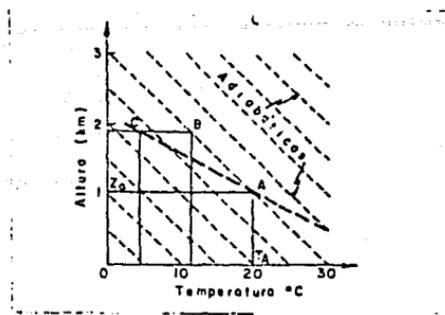


Fig. A.

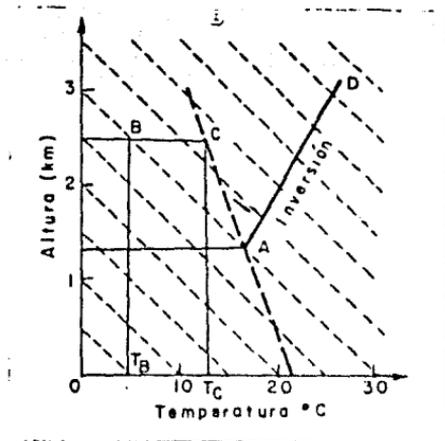


Fig. B.

del estado térmico y la posición vertical de la porción considerada. Al obligar a subir a la porción de aire, que inicialmente está a la temperatura T_a y una altitud Z_o , la masa de aire evolucionará a lo largo de una adiabática seca hasta alcanzar el punto B, por ejemplo; encontrándose allí más caliente y, por lo tanto, menos densa (más ligera) que el aire libre en la atmósfera, al mismo nivel (punto C). Por consiguiente la porción del aire, desplazada hacia arriba, si la dejamos a su propio arbitrio, tenderá a flotar de acuerdo con un principio de hidrostática conocido, alejándose de este modo, en virtud de su propia fluctuación, del nivel inicial. Se dice entonces que la atmósfera es inestable y, como es fácil comprender, tiende a dispersar los elementos contaminantes dentro de su seno.

Consideramos, ahora, una distribución de la temperatura como la mostrada en la figura B.

Sometemos a nuestra porción de aire tomada del nivel A, al ascenso dentro de la atmósfera ilustrada por el sonido AC y observaremos que al llegar el punto B en su evolución adiabática se encuentra ahora a una temperatura T_b menor que T_c , siendo ésta la temperatura de la atmósfera reinante al mismo nivel. La densidad de aquella será por lo tanto mayor y mostrá

rá una tendencia a hundirse, si la dejamos a su propio arbitrio, regresando al nivel original. Se comprende entonces que la atmósfera es refractaria a los movimientos verticales y los contaminantes tienden a acumularse en el lugar de emisión (atmósfera estable).

En el presente caso observaremos que la inclinación de la curva sondeo es mayor que una adiabática; y en ciertos casos puede ocupar aquella una posición vertical (isoterma) y aún invertir su inclinación, adoptando una posición totalmente opuesta a la que, en vez de disminuir la temperatura con la altura, aumenta, produciéndose, en la atmósfera, lo que se llama INVERSION DE TEMPERATURA, es decir una inversión del gradiente térmico vertical.

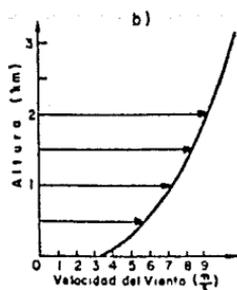
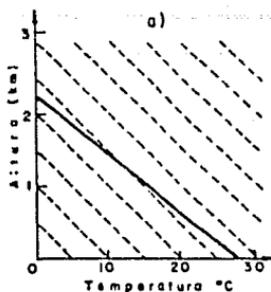
Se interponen en su campo, depende de la distribución de la temperatura con la altura dentro de la misma.

Normalmente, durante el día y en condiciones de buen tiempo, se establece un gradiente térmico vertical mayor que el adiabático, como resultado del calentamiento de las capas bajas de la atmósfera por el suelo, el cual recibe el calor que le transmiten aquellas, de los rayos solares.

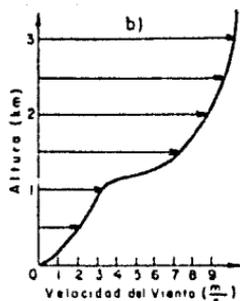
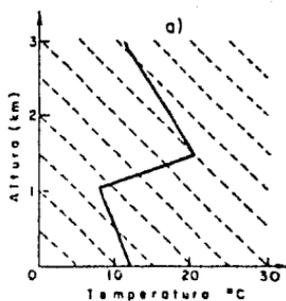
Esto es lo que ocurre día a día en muchos lugares de la República Mexicana, en que el calentamiento de la atmósfera por debajo forma inestables a las capas del aire en contacto con la superficie de la Tierra, contribuyendo así el calentamiento solar a producir corrientes de convección que tienden a difundir las impurezas que se lanzan al aire, tales como el humo, polvos industriales, naturales, etc.

A esta dispersión de contaminantes que lleva al cabo la atmósfera, por efecto de la inestabilidad del aire se llama Difusión Turbulenta, debido a que, a diferencia de la difusión molecular que tienen los fluidos en reposo, la dispersión aérea se lleva a cabo mediante el movimiento de grandes porciones de aire animadas de una rotación vigorosa, a modo de remolinos de eje horizontal, cuyas dimensiones son tanto mayores cuanto mayores es la inestabilidad del aire y la fuerza del viento, que también interviene en la producción de dicha difusión (turbulencia mecánica).

Distribución superadiabática de temperatura (a), y perfil del viento correspondiente (b), en el que la velocidad aumenta logarítmicamente con la altura.



Distribución superadiabática de temperatura a), y perfil del viento correspondiente b), en el que la velocidad aumenta logarítmicamente con la altura.



Inversión de temperatura entre 1000 y 1500 m sobre el suelo, a), y perfil del viento correspondiente - b).

De hecho, la distribución de las velocidades del viento a distintos niveles dentro de la atmósfera (perfil del viento) depende de la distribución de la temperatura con la altura. De tal modo que, cuando el gradiente térmico vertical - roinante es superadiabático en las capas cercanas al suelo, el perfil del viento es aproximadamente exponencial, ver figura anterior.

Por el contrario, cuando la distribución de la temperatura del aire es tal que la estabilidad de las capas atmosféricas es grande, es decir, que las porciones de aire muestran una inercia notable a ser desplazadas verticalmente, las condiciones de dispersión de los contaminantes se inhiben considerablemente, estableciéndose un perfil del viento muy diferente, en el que las capas de aire superiores tienden a deslizarse sobre las inferiores, sin arrastrarlas, debido al "desenganche" de las primeras con las segundas, en virtud de la ausencia de porciones de aire turbulentas que intercambien su posición entre ambas capas. (situaciones de Inversión de Temperatura).

Se comprende, así, que en situaciones meteorológicas en que existe una inversión térmica, la acción difusora del viento se torne nula o casi nula, por el efecto modificador de la estabilidad del aire sobre el perfil del viento, dando lugar frecuentemente estas situaciones de inversión o viento en CALMA cerca del suelo, ver figura.

Esta situación de falta de movimientos de los niveles bajos de la atmósfera, encuentra su condición óptima en los valles o cuencas cerradas, durante los períodos diurno y anual de enfriamiento de la atmósfera, es decir, durante la noche y en el invierno, especialmente en los países como el nuestro, en que la mayoría de las ciudades fueron fundadas en el fondo de los valles, y en lugares alejados de la costa. En las costas, al menos los contrastes de temperatura entre la tierra y el mar, que se establecen del día a la noche, dan origen a brisas marinas y terrales, que contribuyen a ventilar las áreas contaminadas.

No obstante, aún en las depresiones intermontañas, como el Valle de México, así llamado, y el de San Luis Potosí, por ejemplo, el calentamiento diurno por el sol y el enfriamiento nocturno dan lugar a vientos ligeros que soplan respectivamente hacia arriba de las pendientes montañosas durante el día (vientos anabáticos), y hacia abajo durante la noche (vientos catabáticos), que ayudan a dispersar los contaminantes. Sin embargo la ubicación de áreas industriales en cuencas cerradas tiene efectos nocivos sobre la dispersión de los contaminantes, debido a la ausencia de vientos generales fuertes, o bien, a su estancamiento, al establecerse durante la noche períodos de viento en calma cerca del

fondo del valle, aunque arriba existan vientos fuertes, por el efecto estabilizante del enfriamiento nocturno, que se vuelve crítico, en el invierno.

En efecto este enfriamiento se identifica fácilmente en la altiplanicie mexicana, por la tendencia a producirse heladas en invierno si el aire es seco, y la producción de nieblas con aire húmedo tan común en Guadalajara y San Luis Potosí.

No podemos negar que solo una comprensión más profunda del fenómeno atmosférico y de las condiciones topográficas de las áreas industriales, que agravan la contaminación del aire, puede ayudar efectivamente a resolver el problema de la contaminación por gases y otras impurezas, no necesariamente ligadas al humo de las chimeneas.

Los valles profundos, rodeados de altas montañas son lugares poco propicios para la dispersión de los productos de las combustiones industriales y de las emisiones de los automóviles. Las planicies sometidas a vientos fuertes tienen una mejor oportunidad de deshacerse de tales productos contaminantes de la atmósfera.

Las planicies costeras, asimismo, poseen condiciones de dispersión de los contaminantes mejores que el altiplano. Sin embargo, es necesario hacer acopio de estadísticas meteorológicas para asegurarse que la frecuencia de nieblas no es demasiado elevada, lo cual sería indicativo de riesgo de inversiones de temperaturas peligrosas (caso de Poza Rica, Minatitlán y Monterrey).

La contaminación atmosférica es un fenómeno universal asociado a la industrialización y al desarrollo, juntamente con una tasa demográfica creciente, por lo que los países - en vías de desarrollo, como el nuestro, deben fomentar los estudios meteorológicos previos, de las posibles zonas industriales, especialmente si se establecen en lugares con condiciones topográficas adversas, cercanas a grandes núcleos de población.



MOVIMIENTOS DEL AIRE.

En 1967 el Consejo de Europa en su informe del 14 de Septiembre, dió la siguiente definición de la contaminación atmosférica:

"Hay contaminación del aire cuando la presencia de una substancia extraña o una variación importante en la proporción de sus constituyentes, es susceptible de provocar un efecto perjudicial o de crear una molestia, teniendo en cuenta los conocimientos científicos del momento".

Durante el desarrollo de los estudios de los movimientos de las masas del aire, los meteorólogos fueron - los primeros en observar que no existen fronteras para la contaminación atmosférica.

El viento puede transportar, según sus características particulares, bastante lejos de su punto de emisión elementos contaminantes. Llegando incluso a traspasar fronteras de varios países (de Europa, y América, por ejem.).

De aquí que los intereses particulares para la solución del problema son inprocedente, requiriéndose entonces de organismos a nivel internacional para realizar so-

luciones efectivas con criterios científicos y humanos.

Se sabe que la densidad del aire decrece cuando su temperatura crece. De manera general una ascensión vertical de masa de aire no puede tener lugar más que si esta masa se encuentra a una temperatura mayor que el aire que la rodea. Gracias a esta particularidad pudieron tener lugar las primeras ascenciones en los aerostatos - de Moutgelfier, y por lo mismo las emisiones de las chimeneas comienzan también, si las condiciones meteorológicas son normales y el viento es débil, a elevarse verticalmente. Acto seguido bajo la acción de un viento ligero, el penacho de la chimenea se dobla y se ensancha simultáneamente por difusión. Sin embargo, si hay un cambio de temperatura, la dispersión del penacho depende de las alturas relativas de la chimenea y de la capa en la que se produce el cambio. Si la cima de la chimenea está claramente por debajo de esta capa, las emisiones que darán aprisionadas en ésta, bloqueadas por la capa caliente que las emisiones acabarán por reencontrar; el penacho se irá ensanchando a menudo desde su emisión. La concentración de los contaminantes aumentará hasta que el anticiclón se desplace, se destruya. Se concibe que, por este fenómeno, si no se trata de una sola chimenea, sino de varias, y si en el suelo hay más fuentes, los automóviles, por ejemplo, la contaminación puede alcanzar nive

los elevados y llegar a ser peligrosa para los seres humanos, los animales, la vegetación y los objetos en general. Por el contrario, si la altura de las chimeneas alcanza la capa del cambio, el penacho podrá reventar y - sus emisiones no contribuirán a agravar la situación.

Los valles son las zonas más perjudicadas por la acción de los contaminantes. El aire frío que se precipita en ellos procedente de las montañas que les rodean, forma una capa más espesa y más estable que la que puede observarse en cualquier otro lugar a la misma altura.

El vapor atmosférico del agua puede alcanzar una temperatura inferior a la temperatura de condensación: Si aparece niebla, está cargada de otras dosis de todos los contaminantes absorbidos. Se le ha dado el nombre de Smog, contracción de las palabras inglesas Smoke (humo) y Fog (niebla). El Smog constituye la peor etapa de la contaminación, pues por su opacidad se opone a la acción de recalentamiento de las radiaciones solares y contribuye, por sí mismo, a la conservación del cambio. Al mismo tiempo, las capas superiores de la niebla se enfrían por irradiación y, al volverse más densas, descienden hacia el suelo, donde la contaminación se intensifica.

La formación de nubes se facilita porque las partículas sólidas en suspensión actúan como núcleos de condensación. Si llueve, no solamente se precipitan en el suelo las partículas sólidas sino que se lava la atmósfera. El PH del agua de lluvia puede llevar cierta acidez que influye en la corrosión - del suelo.

La concentración de contaminantes en el suelo puede ser calculada, a distancia de la fuente, en función de la velocidad del viento y de la altura de la chimenea, así como de la temperatura del gas y de su velocidad a la salida de aquella. Si los vientos son fuertes, el penacho puede ser abatido al suelo relativamente cerca del punto de emisión y provocar una contaminación intensa. En el caso de fuentes múltiples dentro de una extensa zona, el problema se presenta complejo. Matemáticamente se puede atacar mediante hipótesis simplificativas. Incluso se pueden elaborar modelos hidráulicos donde la vena del aire es reemplazada por una vena líquida, y en donde las emisiones son simuladas por filamentos líquidos coloreados. - Así puede apreciarse el riesgo que corren ciertas zonas debido a las emisiones diluidas en un fondo general. Ciertamente se - tendrá en cuenta también que la ubicación topográfica de los inmuebles (en el caso de una zona residencial) puede provocar torbellinos de vientos generadores de una intensa contaminación local.

Así pues es necesario recurrir a la meteorología para ayudar a combatir la contaminación atmosférica ya que nos indica las variaciones de los vientos, de la temperatura, etc. indispensables para la localización y transmisión de los diferentes contaminantes atmosféricos.

ORIGEN Y NATURALEZA DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFERICOS.

Es sabido que los contaminantes tienen cinco orígenes principales:

- 1) Los hogares domésticos.
- 2) Los focos y las emisiones industriales.
- 3) El gas de escape de los automóviles.
- 4) Producción de energía eléctrica.
- 5) Incineración de desechos.

De entre estas fuentes se han podido identificar más de un centenar de sustancias de las cuales a continuación se comprenden:

a) Gases y vapores de compuestos minerales u orgánicos, tales como óxidos de azufre, de nitrógeno, etc, o hidrocarburos alifáticos y aromáticos, ácidos, bases, fenoles, etc.

b) Partículas sólidas o vesículas líquidas que constituyen aerosoles, cuyas dimensiones son de $0.05 \mu\text{m}$. para las más pequeñas que pueden estar en suspensión, y de $20 \mu\text{m}$. y más para las que terminan por depositarse espontáneamente sobre el suelo.

No podemos dejar de sentir los efectos de sustancias que pueden encontrar a menudo, a gran dilución, condiciones favorables para transformarse o reaccionar entre ellas o con el oxígeno atmosférico, dando lugar a nuevas sustancias químicas bastante dañinas para los seres vivos y las plantas que soportan sus efectos. Entre estas tenemos:

1) Bióxido y trióxido de azufre. Una fundición de cobre que trate regularmente 2,250 toneladas de mineral concentrado al 30% de azufre, puede emitir 1,350 toneladas de bióxido de azufre por día; una refinería de petróleo llega a producir de 400 a 500 toneladas por día.

El peligro principal que presenta el bióxido de azufre, se debe a su alta susceptibilidad a transformarse, en la atmósfera, en trióxido SO_3 , el cual recibiendo y captando la humedad ambiente, origina aerosoles de ácido sulfúrico SO_4H_2 , especialmente peligroso, responsables de los desastres del Valle de Mosa en 1930, de Donora en 1948, y de Londres en 1948 y en 1952. El mecanismo de la oxidación del bióxido, SO_2 , en trióxido, SO_3 , es complejo y, seguramente,

intervienen dos procesos diferentes: uno fotoquímico en fase gaseosa, otro catalítico en fase líquida.

Así pues estos aerosoles de ácido sulfúrico forman lo que se conoce como smog acide (smog ácido), para así poderlo distinguir del smog oxydant (smog oxidante) resultante de reacciones fotoquímicas.

2) El hidrógeno sulfurado. No es componente normal de la atmósfera. Más bien se encuentra en ella como elemento contaminante cerca de fuentes determinadas. En las refinerías apreciamos cantidades notables de este gas.

II.- Los compuestos carbonados.

1) El bióxido de carbono o gas carbónico. Es el producto normal de las combustiones de todos los compuestos orgánicos. Respecto a Gran Bretaña, se emiten de 500 a 600 millones de toneladas cada año. Actualmente preocupa el aumento lento de la dosis media en bióxido de carbono de la atmósfera, que puede explicar el recalentamiento que se observa por término medio en Europa. Esto podría acarrear una fusión parcial de los hielos de regiones po-

lares elevando el nivel de los mares y, seguidamente, la desaparición de regiones costeras al quedar sumergidas. El problema conlleva manifestaciones catastróficas de mayor envergadura puesto que la interrelación de los fenómenos naturales no puede prescindir de uno u otro. Cualquier modificación de los procesos normales de la tierra creados por la naturaleza, es inmediatamente resentido por los seres vivos y los continentes. De aquí la necesidad apremiante de promover la concientización de las masas sobre el problema de la contaminación en el medio ambiente.

2) El monóxido de carbono. Es el producto de combustiones incompletas de sustancias orgánicas, siempre que la cantidad de oxígeno es insuficiente. En las ciudades - la fuente principal emisora de monóxido de carbono son los gases del escape de los automóviles. Pueden alcanzar porcentajes mayores al 10% estos gases. Se estima que en Gran Bretaña las cantidades totales de monóxido de carbono sobrepasan los 24 millones de toneladas por año y los 70 millones de toneladas en Estados Unidos.

Las propiedades toxicológicas se manifiestan obviamente mientras más cerca se encuentre de su fuente emisora pues a medida que se aleja de ésta su poder disminuye.

Sin embargo, en medio del tráfico, los máximos límites instantáneos han sobrepasado los 200 mg/m³.

El monóxido de carbono actualmente es el contaminante más conocido en cuanto a su acción sobre el organismo humano. Reacciona con la oxihemoglobina desplazando oxígeno y formando carboxihemoglobina. De los efectos nocivos que causa al hombre - es la inactivación de una determinada proporción de la hemoglobina de la sangre inhibiendo su poder para transportar el oxígeno a través del organismo.

3) Los hidrocarburos. Se supone que las concentraciones de hidrocarburos se encuentran principalmente en las zonas petrolíferas y en los marjales; sin embargo se han encontrado en las ciudades hidrocarburos alifáticos saturados y no saturados además de hidrocarburos aromáticos ligeros en concentraciones generalmente débiles.

4) Los aldehidos. Proviene del gas de escape de los automóviles, de humos de incineradores y de la combustión de materias orgánicas. Las concentraciones de aldehidos pueden alcanzar 1mg/m³ (expresado en formaldehido). En los períodos de contaminación intensa los formaldehidos y la acroleína son los causantes de la irritación de las mucosas oculares.

III. El ozono. Constituyente natural de la atmósfera, aumenta su concentración con la altura.

IV.- Los compuestos nitrogenados.

- 1) El amoníaco.
- 2) Los óxidos de nitrógeno.
- 3) El ácido nítrico.
- 4) Los nitratos de peracilo. En los Angeles, California (EUA) se manifestó la presencia en la atmósfera de este nuevo tipo de compuesto. Se forma cuando unas reacciones fotoquímicas, impulsando las olefinas y los óxidos de nitrógeno a concentraciones relativamente elevadas, intervienen bajo la influencia de una fuerte iluminación. La fórmula de este compuesto es $R-CO-OO-NO_2$.

V.- Contaminantes minerales diversos.

1) El fluor y sus derivados. Acompaña el fósforo en sus minerales en forma de fluoruros, forma ésta en que se manifiesta en la naturaleza.

2) El plomo y sus derivados. En París, la cantidad de plomo mineral en la atmósfera cerca de los puntos con mayor contaminación es inferior a $10 \mu g/m^3$.

3) Los silícatos.

Oxidos de azufre.- Los compuestos de azufre en solu
ción son muy activos químicamente tanto como agentes oxi-
dantes como reductores. Por tal motivo no es sorprendente
que muchos perjuicios materiales se achaquen a las concen-
traciones atmosféricas de compuestos de azufre. A la pin-
tura también le afecta adversamente. Los materiales de -
construcción lentamente se destruyen. Los contactos eléc-
tricos de instrumentos caros también se han estropeado. -
Los materiales textiles en algunos casos no sólo se han -
desteñido o debilitado sino disuelto.

Estudios aislados han demostrado que los costos de -
los daños totales pueden alcanzar cifras astronómicas en -
nuestras ciudades.

Asbesto.- Es recomendable emprender acciones para -
procurar la eliminación o disminución de los escapes de as-
besto especialmente en las operaciones de fumigación.

Berilio.- El estado de Nueva York ha establecido un
límite de calidad del aire, para el berilio, de 0.01 micro

gramos por metro cúbico (mg/m³) (promedio de 24 hrs.) Es te compuesto es extremadamente tóxico y se encuentra como contaminante atmosférico en las proximidades de las fábricas que producen o utilizan sustancias que contienen berilio.

Floururos.- Hay especies de plantas que son mucho más susceptibles a los efectos de los floururos que el hombre. Es por tal motivo razonable pensar en utilizar los estandares establecidos para proteger la vegetación también para proteger al hombre.

En Nueva York las normas de calidad del aire establecen límites de 1 a 4 partes por 1,000 millones de fluoruro de hidrógeno (promedio de 24 horas).

ORIGENES

La ecología como Ciencia. Este concepto aparece por primera vez en 1868. En esa fecha el biólogo alemán Ernst Haeckel en su obra *Naturliche Schopfungsgeschichte* propuso designar - con este nombre una subdisciplina de la zoología cuyo objetivo sería la investigación del conjunto de relaciones de una especie animal con su entorno orgánico e inorgánico.

Definición: Se conoce con el nombre de ecología la forma en que estamos relacionados con el ambiente, y las diferentes partes de éste lo están con nosotros.

El ser humano consume aproximadamente 14,000 litros de aire diarios.

En EUA existe un automóvil por cada dos ciudadanos.

Se compara el funcionamiento general del ser humano con las máquinas. En realidad los pasos o etapas básicas del funcionamiento humano se pueden resumir como las del trabajo de un automóvil. Ya este aspecto ha sido muy discutido por los hombres de ciencia en un plano filosófico. Por un lado están los estructuralistas por el otro los mecanicistas. Estos últimos son los que pugnan por conocer el comportamiento humano desde el punto de vista mecánico. Dicen, y lo defienden a

capa y espada, que el cuerpo humano así como —generalizando — los grupos sociales, se comportan igual que — las máquinas, que existe un proceso perenne e inmutable — de leyes fijas basadas en movimientos mecánicos. Sería algo así como articulaciones vivas obedeciendo a un patrón constante absolutamente mecánico. Una máquina biológica. Ciertamente el proceso evolutivo del hombre, — así como el de las sociedades que ha creado al través de la historia, nos demuestran un comportamiento mecánico, cíclico. Ya en los grupos sociales de la antigüedad se — manifestaba la inquietud hacia los procesos de comportamiento del hombre. La incógnita de su origen, de su destino, trastocaba la idea que concebían primitivamente sobre ellos. El lento pero inextricable avance del ser humano al través de los diferentes estadios culturales lo acerca más a la verdad — si es que ésta existe como tal — o, quizá, mejor dicho, lo acerca a conocerse así mismo. Se pensaba en aquellos tiempos, presumimos, que el — avance del hombre en su historia era una serie de repeticiones cíclicas. De aquí la idea, todavía actual, de que las sociedades se comportan como máquinas.

En el caso de un automóvil la absorción del aire se — efectúa por medio de un filtro, lo mezcla con gasolina y —

quema el combustible para general la energía que moverá el vehículo. Los gases residuales de la combustión escapan - por la parte posterior y el exceso de calor es eliminado - por el ventilador del radiador.

Así pues, el cuerpo humano absorbe aire a través de un filtro (los pulmones), lo mezcla con el combustible (los alimentos), y lo quema para producir la energía que hará funcionar el cuerpo. Los gases residuales se expulsan por los pulmones y el calor excesivo se elimina por la piel y los pulmones. Esta es la función respiratoria del hombre; sin embargo se presenta, de una u otra forma, en mayor o menor medida, en todos los seres vivos — animales, plantas y micróbios — es una ley inmutable y rígida.

Esto nos da idea de la importancia que tiene el aire - para la vida. Tanto los animales y los vegetales como la vida microscópica son dependientes absolutamente de la limpieza de su aire. Un habitat con su biósfera degradada, - contaminada, es un purgatorio para sus habitantes.

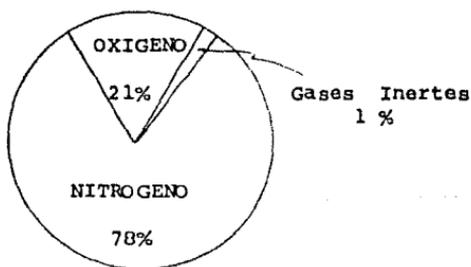
El ser humano considera su atmósfera como una capa ilimitada, infinita: ¡Falso! Para tener una idea de las dimensiones de la capa atmosférica podemos utilizar como analo-

gía la proporción que hay entre la manzana y su cáscara, ésta última sería la capa atmosférica y aquella la tierra.

La atmosfera se encuentra formada por dos gases principalmente: nitrógeno y oxígeno. Los otros gases que la componen son el bióxido de carbono, el argón, el helio, - el neón, el criptón y el xenón. Así tambien se encuentra presente cierta cantidad de agua en vapor.

La atmósfera es constante hasta una altura de entre 16,000 a 19,000 metros. Por encima hay una capa de ozono, forma venenosa del oxígeno producido por la acción - del sol.

Entre 80,000 y 96,000 metros de la tierra la atmósfera disminuye gradualmente hasta casi quedar únicamente vacío.



Gases que componen la atmósfera terrestre.

Desde luego la atmósfera no es una capa estática, tiene movimientos muy variados que retiran constantemente muchos de los desperdicios y contaminantes del aire. El movimiento de la atmósfera depende del efecto calefactor del sol, de la rotación de la Tierra y de la fricción entre la atmósfera y la Tierra en rotación.

Como hemos dicho, aunque en otros términos, conforme el Sol calienta la Tierra, el aire superficial también se calienta y sube. Mas arriba, el aire se enfría y baja hacia la superficie de la Tierra, Estos movimientos producen una circulación continua de aire que es la que, afortunadamente para los habitantes de las ciudades, retira las emisiones contaminantes suspendidas en la atmósfera.

Debemos tener conocimiento y conciencia del problema tan enorme que representa el hecho de que la circulación del aire es actualmente insuficiente --- debido a las concentraciones masivas de contaminantes en el aire --- para limpiar la atmósfera de la contaminación.

El servicio de Salud Pública de los Estados Unidos calcula que los norteamericanos arrojan al aire 142 millones de toneladas al año de gases e impurezas.

Las inversiones se pueden presentar en cualquier parte y con una frecuencia de 20 a 75 por ciento del tiempo. Pero el efecto de una inversión que dure varios días es tremendo como vimos en los casos de Donora, Los Angeles, etc. Por tal motivo se requiere tomar medidas drásticas para abatir el aumento de contaminantes hasta límites permisibles por el cuerpo humano. Aquí es precisamente donde se presenta un problema complejo. ¿Cómo determinar las cantidades tóxicas, de entre una gama tan vasta de emisiones contaminantes, que el cuerpo humano, los animales y las plantas pueden soportar sin menoscabar (minar) las condiciones normales de su trabajo orgánico?. La cuestión en sí es que no se tienen datos estadísticos en México para detectar malestares, enfermedades o alteraciones producidas por la contaminación del aire. Por desgracia nuestros sistemas de cómputo estadístico, en todos los niveles y en cualquier rama — tal vez con sus muy honrosas excepciones — son poco confiables para apoyarse en ellos. Esto hace más difícil todavía la detección de algún mal o deficiencias en la salud. Teniendo que utilizar estadísticas extranjeras para nuestros males (*). Así pues será necesario esperar hasta que en otros países desarrollen técnicas de detección de padecimientos como consecuencia de la con-

taminación; diagnósticos más eficaces y control efectivo. En México las investigaciones sobre estos aspectos son raquítics y tienen otros objetivos.

(*) Siendo que no coinciden con nuestras idiosincracías, necesidades, problemas, etc. Respecto a la forma o técnicas para conocer cuándo se presentan enfermedades, o malestares - por culpa de la contaminación, estamos en pañales; es más - bien por su libre albedrío que los médicos determinan si es o no la contaminación la causante del mal.

EFFECTOS

Los grandes accidentes de la contaminación.

Efectos sobre los seres humanos.

1) Valle de Mosa. En diciembre de 1930, Bélgica fué cubierta casi en su totalidad por una capa intensa de niebla. - El Valle de Mosa, encajonado, se vió sumamente afectado por esta niebla, agravado por un cambio de temperatura que impedía la ventilación. Todos los focos emisores de elementos contaminantes (fábricas siderúrgicas, vidrierías, fábricas de cemento, de abonos y de ácido sulfúrico) arrojaban a la atmósfera humos, productos sin quemar, etc. quedándose éstos inmovi-

lizados en el valle por la ausencia de viento.

Durante tres días después del pico contaminante no su
cedio nada; pero al cuarto día un gran número de personas
empezaron a sufrir transtornos respiratorios importantes.
Se presentaron sesenta muertes durante el cuarto y quinto
día, y se supone afectó a miles de personas más. Principal
mente los más afectados fueron los ancianos o las personas
débiles, asmáticos y enfermos cardiacos. Los mismos per-
juicios sufrió el ganado así como los mismos síntomas que
los seres humanos.

Después de minuciosas investigaciones para conocer las
sustancias o elementos tóxicos culpables de esta tragedia -
los expertos coincidieron en que sólo los óxidos de azufre
 SO_2 y SO_3 , los vapores del óxido sulfúrico, tal vez mezcla
dos con óxidos de nitrógeno podrían explicar las irritacio
nes bronquiales de que se quejaban los enfermos.

2) Donora. En el mes de octubre de 1948, al nordeste
de Estados Unidos, en particular en Pennsylvania, se presen
tó un cambio de temperatura y una zona de alta tensión ca-
racterizada por una paralización casi total de movimientos
de aire. Hubo tal concentración de contaminantes en la re
gión de Donora, región fuertemente industrializada vecina a

Pittsburg, que numerosos habitantes se quejaron de síntomas parecidos a los observados en el valle de Mosa en - 1930. Se registraron 20 muertes en los cinco días que duró el fenómeno. La encuesta técnica y toxicológica incriminó también a los óxidos de azufre.

3) Londres. En 1952, entre el 5 y 9 de Diciembre, fué cubierto todo el valle del Támesis, y en especial Londres, con una capa espesa de smog. Se produjeron más de 4,000 muertos. En los exámenes minuciosos practicados a los enfermos se detectó una concentración de gas sulfuroso extraordinaria. Diez veces más intensa que el año anterior. Dentro de los síntomas registrados se pueden señalar los siguientes como los más notables: derramamiento nasal, dolores de garganta, dificultad en la respiración, opresión cardíaca, cianosis, tos con expectoración, vómitos.

4) Poza Rica. El 24 de noviembre de 1950 se registró en esta zona un accidente debido a la ruptura de una canalización en una fábrica de tratamiento de gas natural. Lo extraordinario de este incidente respecto a los anteriores, es que aquellos fueron producto de condiciones atmosféricas naturales en cambio el problema que se presentó - en Poza Rica no. Sin embargo presentan semejanzas sobre-

salientes ambos sucesos. Cabe hacer la aclaración que se registró una emisión de hidrógeno sulfurado con una muy corta duración de 25 minutos. Además, las emisiones de la fábrica, extendidas sobre la Ciudad, no pudieron despegarse debido a la niebla y al cambio de temperatura que se producía en aquel momento. Trescientas veinte personas tuvieron que ser hospitalizadas y se produjeron 22 muertes.

Analizando los diferentes accidentes, encontramos características análogas:

- Afección del aparato broncopulmonar y cardiovascular.
- Ausencia de lesiones específicas en los órganos examinados, pero constancias de irritaciones localizadas o generalizadas.
- Afección en forma discriminada niños, ancianos, y personas generalmente débiles.
- Afección experimentada especialmente por personas afectadas por lesiones bronquiales, pulmonares o cardíacas.
- Además, las sustancias contaminantes descubiertas

En el curso de estas situaciones se encontraban en con
centraciones inferiores a las que generalmente son con
sideradas tóxica.

Apreciamos pues, en relación a este importantísimo último punto, que quizás la presentación en dosis considera-
das débiles de sustancias contaminantes por si solas sean -
inocuas al organismo humano, poco tóxicas, pero en combina-
ción con otras sustancias adquirieran una capacidad tóxica -
tan efectiva que producen las afecciones y consecuencias co
mo las mencionadas antes.

Quizá, también, sea conveniente señalar que los sucesos presentados se gestaron en determinada estación del año: Otoño. Dando a luz cuando se reunieron las condiciones ópti
mas para el desarrollo de esta situación meteorológica. Lo que nos indica que es especialmente en esta estación cuando tiende a presentarse con mayor intensidad este fenómeno.

Otro caso conocido también de consecuencias graves es - el siguiente: Durante un período de dos semanas de intensa contaminación del aire de Nueva York, en enero de 1963, se

registraron 400 muertes a causa de la opresión que el aire viciado produjo en sus pulmones y corazones.

Es preciso hacer resaltar el hecho de que siempre se espera hasta que suceso una desgracia para poner el remedio. En el caso arriba señalado se necesitó de este funesto acontecimiento para que las autoridades tomaran cartas en el asunto. En México no hacemos nada absolutamente para remediar el problema, cada vez más pronunciado y peligroso, de la contaminación del aire.

En 1953 los pescadores de la gran bahía casi cerrada de Minamata en Japón, empezaron a mostrar los síntomas del Sombrero Loco — timidez, ansiedad, irritabilidad y alucinaciones — seguidos, en muchos de ellos, por trastornos mentales y por la muerte.

La razón era sencilla, los mariscos de la bahía habían consumido mercuriato de metilo, los pescadores habían comido estos mariscos y el veneno, aún más concentrado, había ido a alojarse en sus cerebros. Desde entonces, la pesca se ha suspendido en la bahía de Minamata y la lección es obvia.

Tasa de mortalidad en 1968 por bronquitis crónica por cada 100,000 habitantes.

	%		%
Alemania Occidental	17.3	Italia	29.4
Australia	21.1	Japón	5.2
Austria	23.9	México	25.4
Bélgica	18.7	Noruega	4.5
Canadá	6.5	Nueva Zelanda	25.4
Dinamarca	7.6	Países Bajos	12.2
Escocia	43.3	Polonia	5.4
España	24.5	República de Ir-	
Estados Unidos	3.2	landa.	47.5
Finlandia	9.6	Sudáfrica (pobla	
Francia	4.7	ción europea)	17.6
Inglaterra y Gales	57.5	Sudáfrica (pobla	
Irlanda del Norte	4.5	ción no europea)	20.5
Islandia	5.5	Suecia	6.3
Israel	4.6	Suiza	7.7

Fuente: U.N. Demographic Yearbook, 1969.

Se han llevado a comparar estadísticas de la tasa de mortalidad contra la bronquitis crónica.

También, en estudios efectuados sobre niños que habitan en zonas de fuerte contaminación se encontró en la fórmula sanguínea una disminución de la hemoglobina y del índice colorimétrico. El número de glóbulos rojos era menor significando una anemia del tipo hipocromo.

Paradójicamente en una zona de fuerte contaminación en donde las condiciones meteorológicas son especialmente desfavorables con frecuentes cambios de temperatura, y niebla, se efectuaron los mismos estudios en la sangre de los niños encontrándose un aumento del número de glóbulos rojos.

Estudios efectuados en Checoslovaquia y Pittsburg, cada uno por separado, demostraron que en zonas de alta contaminación los niños presentaban deformaciones óseas y retraso en el desarrollo de crecimiento (estatura baja) y ponderal.

Igualmente el problema de la fatiga en los niños, principalmente, se presenta en zonas contaminadas — en toda la ciudad materialmente — disminuyendo su potencial mus-

cular normal hasta un 30%. No se ha podido determinar con precisión a que causas se debe el problema; por un lado podría ser la falta de oxigenación a la sangre, o tal vez, por el otro, una acción sobre el sistema nervioso contral o periférico.

Algo sobresaliente en el mundo entero es el hecho de que 20 cigarrillos diarios representan el límite para el cual la probabilidad de cáncer alcanza grados de casi total certidumbre.

Como punto de partida tomamos esta situación para inferir los daños que ha de producir en el organismo humano, animal y vegetal una alta contaminación ecológica: catastróficas. Apreciamos que la tasa de mortalidad es mayor en las ciudades que en campo. Entre menos es la ciudad o zona urbana, menos es la contaminación. Resulta obvio. La concentración escandalosa de vehículos de combustión en las grandes urbes es un hecho indispensable, de aquí la necesidad de reformar, crear, una nueva modalidad de transporte.

Se conocen algunos cuerpos de los cuales se puede presumir son fuertes productores de cáncer de múltiple localización: el níquel, el cromo, el arsénico, el hierro el be-

rilio y el selenio. Estos son aparte de los hidrocarburos, cuyo poder cancerígeno es conocido desde hace mucho tiempo.

Límites de Concentración Admisible.

Recurrimos a algunas definiciones para conocer con mayor precisión las formas de fijar la toxicidad aguda y determinar los padecimientos crónicos producidos por la contaminación en el hombre.

- Criterios de calidad del aire ambiente. Son los métodos experimentales por los cuales se puede establecer una correlación entre la cantidad de un contaminante (producto de la concentración por el tiempo de exposición) y sus efectos sobre la salud.
- Índices de la pureza del aire ambiente. Se les dice a las relaciones cuantitativas que cada uno de los criterios elegidos permitan establecer.
- Normas de calidad del aire ambiente. Estas son las decisiones tomadas por las autoridades sanitarias, informadas de los índices de pureza del aire, para limitar los efectos de la contaminación atmosférica precisando la dosis que no pueda ser sobrepasada.

Los Rusos consideran que los criterios que forman las exploraciones neurofisiológicas sirven de indicadores muy sensibles de los signos de sufrimiento más precoces del organismo a una agresión determinada. A partir de esta base fijaron como concentración máxima para el bióxido de azufre y el ácido sulfúrico 0.5 y 0.3 mg/m³. Sin embargo las autoridades americanas han adoptado principios más drásticos.

Ante la discrepancia entre las escuelas rusa y americana la Organización Mundial de la Salud (OMS) fijó cuatro niveles de índices de pureza del aire:

Nivel I.- La concentración y la duración de la exposición son iguales o inferiores a los valores para los que, con los conocimientos actuales, ningún efecto directo o indirecto (incluida una modificación de reflejos o reacciones de adaptación o protección) puede ser observado.

Nivel II.- Las concentraciones y las duraciones de exposición son iguales o superiores a los valores para los que se observará probablemente una irritación de los órganos de los sentidos, efectos nocivos para la vegetación, reducción de la visibilidad, u otros efectos

tos desfavorables según el medio.

Nivel III. Las concentraciones y las duraciones de exposición son iguales o superiores a los valores para los que habrá, probablemente, o bien un ataque a las condiciones fisiológicas vitales, o bien alteraciones que pueden desencadenar enfermedades crónicas e, incluso, una muerte prematura.

Nivel IV.- Las concentraciones y las duraciones de exposición son iguales o superiores a los valores para los que, probablemente, habrá enfermedades agudas o muerte prematura en los grupos vulnerables de la población.

Efectos en los vegetales.

Los primeros trabajos científicos sobre la influencia de los contaminantes atmosféricos en los vegetales se deben a los alemanes J. Schoeder y C. Reuss — En 1964, en Estrasburgo, se efectuó una conferencia europea sobre la contaminación del aire donde presentó un trabajo sobre el comportamiento de los vegetales ante la acometida de la contaminación —. En encuestas efectuadas entre los años de 1883 y 1893 demonstraron los daños causados por los humos industriales en los

bosques de la región de Gostar, en Hannover. A partir de entonces se han venido desarrollando trabajos e investigaciones tanto en el campo como en los laboratorios tendientes a conocer cuantitativa y cualitativamente los efectos de los contaminantes sobre los vegetales.

En vista de los perjuicios económicos tan desfavorables para las zonas rurales se debe proscribir la instalación de fábricas y, con mayor razón, los complejos industriales en estas áreas.

Las plantas presentan una sensibilidad tan acusada que son material particularmente propicio para su estudio científico ya que los ataques perpetrados contra ellas nos indican el grado de contaminación que se ha alcanzado. Por tanto - pueden utilizarse como indicadores naturales. La desaparición del líquen de las piedras de las ciudades es una prueba fiel.

Los vegetales son esencialmente sensibles al bióxido de azufre, a los compuestos fluorados, a algunos hidrocarburos, al óxido de carbono y a las dos variedades de smog: smog ácido de Londres y smog oxidante de los Angeles.

El bióxido de azufre lesiona a las plantas en zonas determinadas no afectandolas en forma total.

Los compuestos fluorados son tóxicos para algunas plantas en concentraciones de 0.1 milmillonésimas puesto que sus componentes el ácido fluohídrico y el fluoruro de silicio en dosis extremadamente pequeñas dañan a ciertas plantas. Por otra parte, los fluoruros sólidos o gaseosos se acumulan en el forraje sin dejar huella visible. El ganado al consumir este forraje padece de fluorosis.

Como señalamos antes, algunas plantas pueden utilizarse como indicadores, reactivos, y para detectar los contaminantes dada su extrema sensibilidad. Por ejemplo, que se encuentran en los gases de escape de los automóviles; tenemos el etileno, C_2H_4 , y el óxido de carbono, CO . Los vegetales son sensibles a dosis infinitesimales de etileno. Concentraciones de una cienmillonésimas causa lesiones importantes.

También se reconocen lesiones en las plantas semejantes a las causadas por las heladas y que no son otra cosa que producto del ácido clorhídrico y el cloro. Así podemos enumerar un sinfín de productos tóxicos a las plantas sin terminar. Sin embargo los más comunes los tenemos al alcance de la mano y forman parte de nuestra vida diaria. Por ejemplo, tenemos el arsénico, por derramamiento del anhídrico de arsenio; el zinc y los polvos de cemento, de cal, o de sílice, capaces de destruir toda vegetación.

Efectos en los animales.

Acción de los derivados del flúor. Los efectos del flúor sobre los animales son responsables de una enfermedad muy conocida en las zonas rurales: La fluorosis, cuyos efectos más sobresalientes se manifiestan en los dientes y en los huesos.

Se conocen otras sustancias tóxicas que forman parte de los contaminantes atmosféricos como el molibdeno, que provoca anemia y lesiones óseas. El zinc, el selenio, el ácido arsenioso y el plomo tetraetil, que pueden provocar envenenamiento esencialmente digestivo. El benzopireno - que provoca tumores. Las cenizas y polvos de hollín que provoca verdaderas antracosis pulmonares. Tenemos asimismo los insecticidas, que causan verdaderos estragos entre las aves, los pájaros especialmente.

Costo de la contaminación.

Es significativamente difícil, determinar en forma precisa los costos que produce la contaminación ambiental. La razón de ello es el número tan elevado de parámetros que intervienen en la realización de un modelo para calcular costos debidos a los efectos de la contaminación en el medio. Se puede inferir, a partir de ciertos hechos bien conocidos, un promedio por habitante; pero, no obstante, es poco

confiable este resultado.

En los EEUU, por ejemplo, país de estadísticas por excelencia, se tienen estimaciones variables entre 4,000 y 20,000 millones de dólares por año. Promediandose, se considera una cantidad de 12,000 millones, o en su defecto 11,000 millones que es la cifra calculada sobre la base de 60 dólares por habitante.

Aunque se tropieza con serias dificultades, se puede obtener una mayor precisión en la cuantificación de daños a los materiales (corrosión paulatina) o a la depreciación de los edificios. Inglaterra fija 2, y 4 dólares por año y habitante respectivamente para estas acciones.

Suponiendo que por cada uno por ciento de aumento en las impurezas constituidas en el aire, se producirán un descenso del 0.8 por ciento en los valores de la propiedad. Sobre esta base se podrían estimar que si se aplicara una tasa de descuento — 12 por ciento en este caso — para evaluar lo que la propiedad habría ganado si no fuera por la contaminación y usando esta tasa como multiplicador del daño estimado, se podría llegar a estimar una pérdida anual en el valor de las propiedades de unos 620 millones de dólares.

Usando técnicas como estas y extendiendo su aplicación a todas las formas cuantificables de suciedad producida por el aire, el Consejo Norteamericano sobre Calidad del Medio ha obtenido una estimación del daño a la vegetación y a los trabajos del hombre que asciende a 4,900 millones de dólares anuales.

Así pues se dan cifras tentativas para fijar en Europa un costo global por habitante como han hecho en EEUU. En el Reino Unido 17 dólares y en Francia 12 dólares, o sea 600 millones por cada 50 millones de habitantes. A pesar del rango de error mayúsculo en estas estimaciones, no se incluyen los daños causados a la población en su salud, cuestión tan importante, o mejor dicho vital, para el desarrollo de un Pueblo.

Los óxidos de azufre corroen la piedra y los metales, y dañan a las plantas, además de producirnos malestares irritantes de nuestro sistema respiratorio.

El ácido fluohídrico es un veneno mortal. Este ácido se escapa junto con otras emisiones de las fábricas de aluminio y de fertilizantes.

En 1950, en Florida, se inició una industria muy gran-

de de fertilizantes. Al poco tiempo se manifestaron daños en los animales. Se les moteaban los dientes, perdieron el apetito y poco después se les pusieron rígidas las articulaciones y perecieron. Extraña enfermedad. Los animales sufrían envenenamiento por fluoruros que ingerían al comer plantas que lo habían absorbido del aire.

Los fluoruros también dañan algunos tipos de cosechas, especialmente las de frutos cítricos. En el aire una concentración de ácido fluorhídrico mínima — de unas 5 partes por mil millones — perjudica a los naranjos.

El monóxido de carbono, gas invisible, inodoro e insípido producto de la combustión, es un contaminante bastante común y de los más peligrosos. En las ciudades, donde los problemas de contaminación son alarmantes, la mayor fuente de monóxido es los automóviles. Por desgracia para el hombre el cuerpo prefiere el monóxido de carbono que al oxígeno. El resultado de absorber aunque sea cantidades muy pequeñas de este gas es una pérdida de las capacidades físicas y mental, que puede conducir a la muerte.

Actualmente vivimos etapas que antes pertenecían a la ciencia ficción. Los robots dirigidos a control remoto; los viajes en naves a la luna; satélites artificiales para investigar el Espacio y los demás planetas; la bomba de neutrones; las computadoras y, en fin, una serie larga e interminable de inventos y modificaciones a la vida natural del hombre.

Pués bien, los hombres de ciencia advierten que de seguir aumentando el porcentaje de bióxido de carbono en la atmósfera, la temperatura de la Tierra puede subir varios grados, porque cuanto mayor sea la cantidad de bióxido de carbono en el aire, más calor del sol se conserva en la atmósfera. Por lo que se teme que al subir la temperatura de la Tierra, aunque sea muy poco, la enorme cantidad de hielo de los casquetes polares empezaría a derretirse produciendo una ascensión del nivel de los océanos. Lo que significa que grandes zonas que actualmente son tierras costeras desparecerían tragadas por el mar. Y zonas que antes tenían clima templado se volverían tropicales.

Cada año los ríos del mundo lavan y descargan en los océanos enormes cantidades de minerales que se diluyen u -

oxidan en la superficie o se van al fondo. Cálculos hechos a mediados de la década de los sesentas indica que cada año, la naturaleza, mediante su esfuerzo independiente lava y - descarga en los mares unos 25 millones de toneladas métricas de hierro y entre 300,000 y 400,000 toneladas de manganeso, cobre y zinc. Además el plomo y fósforo proporcionan cada uno, 180,000 toneladas y el mercurio 3,000 toneladas. El problema respecto a estos tres últimos elementos radica en sus efectos tóxicos. El plomo y el mercurio son venenos letales; el fósforo contribuye al florecimiento de las algas.

El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos calcula que se gastan 100 dólares anuales por persona en - - Washington D.C, y 180 dólares en la zona metropolitana de - Nueva York, en la limpieza de ropa, casas y vehículos, manchas de hollín, humo y otros contaminantes.

Algunos investigadores señalan 4 enfermedades pulmonares que pueden ser consideradas como causa directa de la - contaminación, estas son el asma, la bronquitis crónica, el enfisema y el cáncer de pulmón.

Lo alarmante es que se manifiesta más frecuentemente

la enfisema, enfermedad que consiste en que las diminutas bol sas de aire llamadas alveolo, en las que los pulmones pasan el oxígeno y la sangre, se vuelven rígidas, se inflaman y se gregan pus y moco. Por desgracia, no existe una cura conoci da.

Los efectos de la contaminación de la naturaleza son fun dados. Daña la contaminación cosechas, plantíos, ríos, lagos, lagunas, mantos acuíferos y se teme que llegue a ser tan gran de la concentración de emisiones tóxicas y dañinas, que el - proceso natural del mar para descomponerlas sea insuficiente.

Como muestra de los estragos de la contaminación del aire en el campo, en los EEUU, en California, se ha calculado que cada año se pierden 125 millones de dólares en cosechas - destruídas y en los bajos rendimientos de las que se salvan.

Otro ejemplo de los efectos de la contaminación, esta - vez en las ciudades, se aprecia en los monumentos arquitectó nicos famosos y en las obras de arte: el Coliseo de Roma y la Catedral de Notre Dame de Paris, se erosionan aceleradamente.

Cada niño que nace en los Estados Unidos, de acuerdo -

con las cifras de 1968, al crecer consume cada año más de un millón de calorías y el equivalente de energía a trece toneladas métricas de carbón (o 2,700 galones de gasolina), para llegar a la edad adulta. Probablemente tenga cerca de diez toneladas de acero a su disposición para varios usos, particularmente en forma de automóvil, que pronto poseerá uno de cada dos ciudadanos. Es probable que tenga a su disposición 150 kilogramos de cobre y de plomo, y 100 kilogramos de aluminio y de zinc, que utiliza en varias formas de artefactos y utensilios. Para abastecer todas estas necesidades individuales, las carreteras, los ferrocarriles y los aviones de carga del país transportan 15,000 toneladas de materiales por kilometro, y dejan a sus puertas aparatos de televisión máquinas lavadoras y refrigeradores, que actualmente usa más del 70 por ciento de la población.

Multiplíquese este nivel de abundancia material, primero por otros cien millones de ciudadanos, y aumentese nuevamente por el súbito ascenso hacia los altos niveles de vida norteamericanos, de los europeos y japoneses que, en el campo crítico del uso de energía, aún están atrasados, en general en más de 40 a 50 por ciento. Nuevamente multiplíquese sus demandas por la duplicación de su población, principalmente en las ciudades, inherentes, incluso, a un 0.5 por ciento de crecimiento de la población durante los próximos

cincuenta años; y al cálculo de alimentos ingeridos, de la energía utilizada, de los metales consumidos y de los sistemas de transporte ampliados, sugiere al menos la triplicación de las demandas actuales de recursos renovables y no renovables del planeta en los países desarrollados.

Se estima en 142 millones de toneladas de impurezas lo que los norteamericanos vierten en el aire anualmente. De esta cantidad más de la mitad es expulsada al aire por los automóviles. Algo realmente inquietante.

En los Estados Unidos el número de automóviles aumenta más rápidamente que el de habitantes. En 1940 había en el país aproximadamente un coche por cada tres adultos, hoy hay uno por cada adulto y medio: más de 90 millones de coches. Se calcula que en 1980 habrá, probablemente un automóvil por cada adulto y un cuarto.

Este enorme número de automóviles desprende al año unos 66 millones de toneladas del gas venenoso, monóxido de carbono. Los coches también envían al aire anualmente unos 12 millones de toneladas de hidrocarburos, 6 millones de óxidos de nitrógeno, 150,000 de aldehídos, 500,000

de compuestos de azufre y otras muchas de ácido y partículas.

Las emisiones tóxicas de los automóviles se deben a diferentes componentes y se manifiestan de distintas maneras. Los contaminantes proceden del cárter, del carburador, del tanque de gasolina y del tubo de escape.

Las fugas de vapor de gasolina, en el carburador, se deben a las aberturas de ventilación, especialmente cuando el motor se para. Esta evaporación se llama "perdida por calentamiento" y es aproximadamente el 15% del total de los hidrocarburos que emite al aire un vehículo.

El cárter es el depósito que se encuentra bajo los cilindros y contiene el aceite que lubrica el cigueñal. Debido a la fuerte presión que ejercen los pistones sobre la gasolina en los cilindros, algunos vapores se escapan por los pistones hacia el cárter y después se fugan al aire. Esta pérdida se llama "fuga" y constituye el 20% de los hidrocarburos, si no se controla.

El resto, 65% se expulsa por el escape. Es una mezcla de diferentes gases: bióxido de carbono, monóxido de carbono, gasolina sin quemar (hidrocarburos) vapor de -

agua, óxidos de nitrógeno y otros productos de combustión.

Los gases de escape que salen de los cilindros del motor han venido siendo recirculados desde 1963. Este proceso elimina cerca del 20 por ciento de los hidrocarburos no quemados y de las emisiones de monóxido de carbono. El silenciador actual puede eliminar el 90% de las emisiones en los automóviles nuevos y, como los catalizadores están envenenados por el plomo, su uso eliminará dos millones de toneladas de plomo que ahora se usan anualmente como aditivos de la gasolina.

Otro contaminador potencial es el vehículo aéreo: los aviones. Un avión de pasajeros moderno, de propulsión a chorro, al levantar el vuelo desprende tantos gases como 10,000 automóviles. En las áreas cercanas al aeropuerto se aprecia sin lugar a dudas el olor característico del combustible de propulsión a chorro, el queroseno.

En importancia el 2o. lugar en contaminar el aire es la industria. Se puede decir que las industrias más contaminadoras son las de metales, las refinadoras de petróleo, las de pulpa y papel, y las de productos químicos y fertilizantes. En México, debido a la deficiencia en los

controles sobre las emisiones y los emisores contaminantes, por parte de los interesados — los propietarios — y las autoridades del Estado, en realidad las industrias contaminadoras son casi todas. Unicamente cuando los problemas de la contaminación trascienden a nivel nacional es cuando se toman medidas enérgicas, drásticas incluso, como en el caso de la fábrica de cromo. "Cromatos de México", cuyas emisiones tanto a la atmósfera como al agua, provocaron muchas muertes así como padecimientos graves tanto en seres humanos como en animales.

En el caso de esta fábrica se entablaron diferentes luchas para impedir que siguieran arrojando sus desechos tóxicos. Se habló de sobornos a ciertas autoridades. La cuestión es que dada la magnitud de la publicidad que se hizo acerca del problema, se logró su cierre.

En este asunto lo realmente importante no es el cierre — definitivo o temporal — de la fábrica. Se pudo apreciar el enorme interés que despertó en la gente. Les proporcionó conciencia del problema y de la importancia de la contaminación, tanto en la salud como en su habitat. Podemos inferir por lo tanto, que la gente, una vez tome conciencia del problema, sabrá responder al llamado para combatir, luchar, contra la contaminación y los contaminadores aún sabiendo lo po

derosos que éstos últimos son.

En importancia la tercera causa de contaminación del aire es la generación de energía eléctrica. La generación de electricidad se produce de tres formas diferentes: de la fuerza hidráulica, de la energía nuclear, de los combustibles fósiles.

Parece ser que, en lo que resta del siglo, el carbón - constituirá el principal problema de la contaminación, en el caso de la producción de energía y, por lo tanto, en el sector industrial.

El petróleo y el carbón contienen cantidades determinadas de material que no sufre una combustión total llamado ceniza. De no controlarse, este tipo de residuo, se escapa por las chimeneas esparciéndose por los campos en forma de partículas. Obviamente los efectos nocivos sobre las plantas y los animales son tremendos.

Una cuarta causa importante de la contaminación es la quema de la basura. Para darnos idea aproximada de lo terrible que resulta su destrucción, presentamos una cifra aproximada: 750 kilogramos de desperdicios sólidos al año - por habitante de los Estados Unidos. Incrementándose a una velocidad mayor de lo que puede soportar cualquier sociedad.

Las cantidades de desechos son ya tan grandes que es difícil concebirlas. Las estadísticas más detalladas se refieren a los Estados Unidos. En 1920, el hogar promedio generaba - 1.25 kilogramos de desechos sólidos al día. En 1970 esta cifra había aumentado a 2.4 kilogramos, y para 1980 quizá llegue a 3.7 kilogramos. Si se agregan los desechos industriales -- de las mismas y fábricas -- la cifra por capita es cercana a 23 kilogramos por día.

En México se presenta a este respecto una situación - curiosa pero malísima cada año. La celebración de nuestras fiestas populares (el 15 y 16 de septiembre, el 20 de noviembre, los días de los muertos, la navidad y el año nuevo, entre otros) representa un daño inmenso para nuestro aire. Las autoridades luchan denodadamente contra el populacho para evitar hasta el máximo estos desórdenes: la quema de llantas, especialmente, y de todo tipo de material combustible, en general. Se han dado casos de verdaderos incendios producidos por la quema inicial de basura, llantas, etc. y que además de generar cuantiosas pérdidas, provocan un incremento de contaminación atmosférica verdaderamente alarmante. En estos días es común el aumento de enfermedades de las vías respiratorias.

LA BASURA.

Cada día es más difícil el abastecimiento de los recursos naturales, y cada día es mayor el desperdicio de materiales -- que no se destruyen en la naturaleza y que rompen el equilibrio entre el aire, el agua, la tierra, las plantas y los animales. Vemos con indiferencia que en la más opulenta de todas las sociedades, la norteamericana, se desecha cada año 48,000 millones de latas, 26,000 millones de botellas, 65,000 millones de corcholatas y siete millones de automóviles descartados como hierro viejo. En 1958, cada norteamericano - uso unos 180 kilogramos de materiales para envolver, embotellar y enlatar. Esta cifra quizá se duplique para 1978.

Si la basura se quema, contamina la atmósfera; si se arroja a las aguas, aumentará la contaminación de ríos, lagos, acuíferos subterráneos, etc., si se entierra contamina la tierra. Cualquier cosa que se haga con los desperdicios parece indicar que contamina. Prácticamente todo es contaminable, ensuciante, ¿Qué hacer? Podemos realizar pequeñas indicaciones para reducir el volúmen de contaminación atmosférica, el único requisito es cooperación y voluntad.

1. Reducir al máximo el uso o consumo de artículos

desechables. Evitar los productos sintéticos que no se descomponen y en cambio producen gases perjudiciales si se queman.

2. Los empaques de los artículos comerciales pueden ser reutilizados. Evitando comprar latas y prefiriendo mejor frascos que se puedan utilizar nuevamente.

3. Separar el papel, el aluminio, las latas, el plástico y el vidrio ya que éstos son reciclables.

Como dato curioso se necesitan 17 árboles para fabricar una tonelada de papel, debemos recordar que los árboles crecen muy lentamente. Además la demanda del papel crece continuamente. Es indispensable aprender a hacer un buen uso del papel.

Una idea buena para la eliminación de la basura, es la de utilizarla como material de relleno de zonas yermas.

Muy cerca de Chicago está siendo construída una zona íntegra de recreo, con un lago y pendientes para patinar, sobre un terreno pantanoso. Aquí la arcilla excavada se mezcla, en la proporción de uno a tres, para formar una cubierta impermeable sobre la basura compactada;

al final se había librado a los ciudadanos de un espectáculo ofensivo a la vista, y habían adquirido una colina - hermo세ada, a la que se ha bautizado con el apropiado nombre de Mount Trashmore (Monte del Basurero).

También se puede emplear para la construcción de áreas de diversión y esparcimiento; en el relleno de barrancas, zanjas e incluso como material de construcción - en muros, fachadas, cimentaciones ligeras, etc.

En los EEUU la basura fué sustituto de tierra de relleno para la construcción de una inmensa zona de recreo. ¿Porque no hacerlo en México si contamos con grandes extensiones de tierra sin aparente provecho? Las autoridades correspondientes deben fijarse más en este problema - y su solución. Asesorándose con gente (científicos, técnicos, etc), que conozca el problema y ayude efectivamente en la solución. Olvidar un poco tan solo que son políticos, para humanizarse y crear planes de trabajo positivo sin intereses bastardos.

SOLUCIONES.

Vehículos.

El problema mayor, como hemos dicho, lo presentan los automóviles. En México, país de contrastes grotescos, se supone que los automóviles nuevos cuentan con un sistema, en los motores, para reducir a más de la mitad la cantidad de monóxido de carbono e hidrocarburos del gas del escape; sin embargo aún cuando así sea, el problema lo presentan los miles de autos de modelos atrasados, así como la irresponsabilidad de sus dueños. El mantenimiento de un automóvil es deficiente por la negligencia, apatía, costo e irresponsabilidad de su dueño. Además cada vez es más caro un automóvil y, por consiguiente su mantenimiento.

De cualquier manera la posible solución para suprimir el monóxido de carbono y los hidrocarburos de los gases del escape, sería procurar la completa combustión de estos hasta convertirse en bióxido de carbono y vapor de agua. Esto es difícil además de afectar al funcionamiento del motor o hacer que se produzcan más óxidos de nitrógeno. De todos modos es un sistema barato y lo utilizan los fabricantes para atacar el problema.

Otra solución consistiría en bombear más aire hacia el gas de escape cuando éste sale de los cilindros.

Una alternativa más sería instalar un dispositivo, llamado quemador de gases residuales, en el tubo del escape para quemar los contaminantes.

Las formas expuestas tienen sus inconvenientes — unos económicos otros técnicos — pero no dejan de ser atractivas tomando en cuenta que lo que está en juego es nuestra salud.

Vehículos con funcionamiento diferente a los de combustión interna.

Automóviles Eléctricos.

Ya en algunos países desde hace 50 años se utilizaban automóviles eléctricos, incluso con mayor popularidad que los de gasolina. Los principales beneficios de este tipo de autos son su bajo costo, facilidad de manejo, conservación y mantenimiento baratos y escasa o nula contaminación. Desde luego, la razón del cambio en la utilización del auto de gasolina, por el eléctrico es cuestión de todo un tratado que no cae en nuestro campo; sin embargo este desplazamiento fué vital, ahora lo estamos constatando.

En la actualidad el principal problema para la utilización de un auto eléctrico lo presenta la alimentación de energía. Por principio de cuentas las baterías con las que se suministraría energía son demasiado pesadas. No sería posible recorrer arriba de 100 km. sin tener que recargar las pesadas baterías. La velocidad máxima sería aproximadamente de 110 km/hr. Así pues, ¿qué diseño de auto nos daría confort, funcionalidad, rapidez, economía sin necesidad de hacer muchas paradas para recargar los acumuladores? Los técnicos están trabajando en esto y actualmente han sacado al mercado autos con originales sistemas de alimentación eléctrica.

Otra alternativa sería un automóvil "híbrido". O sea un auto con motor de combustión y además eléctrico. La ventaja es que se podría conducir dentro de las ciudades con el motor eléctrico, y en carretera con el motor de gasolina. Incluso se podría utilizar el motor de combustión el tiempo suficiente para recargar los acumuladores y después proseguir camino con el eléctrico.

Los técnicos están trabajando con un mecanismo para suministrar energía conocido como "célula combustible" cuyo trabajo consiste en mezclar determinadas sustancias químicas para la generación de energía eléctrica.

Si pudiera cambiarse el empleo de trenes eléctricos para el transporte interno en una ciudad, se ha calculado que por cada 100,000 pasajeros por milla se podría lograr una economía de 16,000 toneladas de gasolina y una reducción neta de 8,000 toneladas de monóxido de carbono, 1,600 toneladas de hidrocarburos y 320 toneladas de óxidos de nitrógeno, que son particularmente nocivos.

Existen 100,000 vehículos eléctricos en la Gran Bretaña, y se está usando el aceite disel.

Automóvil de Turbina.

Es una idea muy buena la construcción de un vehículo movido por turbinas. Como combustible se puede utilizar gasolina, petróleo, alcohol o cualquier otro que lo haga funcionar. No existe realmente un peligro de preocupación por la contaminación que pueda producir, ya que los gases de emisión son controlables. La única objeción sería la poca potencia que desarrolla pero no es más que cuestión de un poco de costumbre.

Automóvil de Vapor.

Es una opción más para la industria automotriz la fabricación de un auto movido por vapor. En realidad no es novedoso este tipo de vehículo. Ya en la década de los treintas,

a finales, circulaban autos de vapor. Uno de estos, el Stanley Saeamer. gozó de gran popularidad. Se presentan dos alternativas de tracción (movimiento) los automóviles de vapor por medio de turbinas o los movidos por pistones.

SOLUCIONES.

Industrias.-

Actualmente se dispone de métodos para eliminar prácticamente todos los contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos. - Una razón de peso por la cual no se emplean en todas las - fuentes emisoras de contaminantes, es simple: representa una erogación económica muy alta y no todo el mundo está - dispuesto a hacer. Desprenderse de cierta cantidad para - asignarla a la eliminación de desechos y emisiones contaminadoras, tanto a la atmósfera como al agua y a la tierra, no está en los planes de los inversionistas (capitalistas-empresarios), cuando se ven inducidos a la tarea de proyectar la creación de una planta industrial.

Sin embargo las principales técnicas empleadas para separar de los gases las partículas sólidas y líquidas son las siguientes:

- a) Cámaras de sedimentación por gravedad;
- b) Separadores de inercia;
- c) Centrífugas;
- d) Dispositivos de filtración;
- e) Dispositivos de precipitación eléctricos;
- f) Depuradores líquidos.

Estas técnicas se verán con mayor amplitud en el capítulo cuatro; aquí únicamente las mencionaremos como lo que son: herramientas para la eliminación de partículas emitidas a la atmósfera por la Industria.

Basura.

Existen varios métodos para eliminar los desechos sólidos, entre éstos tenemos principalmente:

- a) Incineradores pequeños;
- b) Unidades eliminadoras de residuos;
- c) Depósito controlado;
- d) Pulverización de la basura, combinada con el depósito controlado;
- e) Conversión de la basura en abono.

Como el principal objetivo de este trabajo es dar una idea general de la contaminación no se profundiza más en las soluciones al problema de la basura; sin embargo en el apéndice se encuentran unas tablas y unas figuras con información sobre este punto. Esto con la idea de proporcionar una mayor información y completar lo señalado a lo largo del presente trabajo.

Un sistema interesante para la eliminación de los desechos sólidos y el abatimiento de la contaminación, sería el propuesto en los siguientes términos.

Los desperdicios húmedos, molidos hasta convertirlos en pulpa en un molino adaptado al fregadero de la cocina - podrían transportarse, junto con el resto de las aguas negras, a las plantas de tratamiento. En las nuevas ciudades las tuberías de aguas negras podrían ser mayores, y hacerse obligatorio el uso de los molinos de los desperdicios. Se podría pensar, asimismo, en usar tubos de descarga, de las cocinas a unos tuneles, a lo largo de los cuales correrían bandas transportadoras, que acarrearán los desechos sólidos para su clasificación y ventilación. En Vandrevil, cerca - de Ruán, se está diseñando una nueva ciudad para ser la primera ciudad industrial libre de contaminación, con el tráfico circulando bajo tierra y eliminando los contaminantes y desechos a través de túneles.

Un nuevo modelo de incinerador, en Dusseldorf da servicio a 700,000 personas y proporciona ingresos de 3.40 dólares por toneladas de desechos tratados; se cobra a - - los usuarios industriales tres dólares por tonelada de desechos descargados. El vapor generado mediante el proceso de combustión es vendido a otros departamentos de la - ciudad, para su uso en la calefacción de locales; la chatarra de hierro recuperada del horno es liquidada a precios comerciales, en tanto que las cenizas son vendidas para relleno del terreno o compactadas para usos comerciales

como la fabricación de ladrillos de cenizas. Osaka ha dado un paso más y construido un incinerador que, a la vez que cumple con normas estrictas de control de contaminación del aire, no sólo quema la basura para producir energía eléctrica, sino que también se dedica a quemar el cieno de las aguas negras de la ciudad. De hecho, se puede recuperar una gran variedad de sustancias de las cenizas producidas por el incinerador. El vidrio, por ejemplo, puede usarse en varias formas. En Kansas, Estados Unidos, la industria del vidrio ha construido varias millas de una carretera interestatal usando glassphalt -- vidrio en lugar de grava como agregado en el asfalto --, la cual parece estar pasando con éxito el período de prueba.

Finalmente, hay métodos en experimentación, mediante los cuales se descomponen los desechos orgánicos en sus elementos constituyentes, a base de destilación a muy altas temperaturas.

Este proceso, conocido con el nombre de pirolisis, no produce contaminantes en absoluto, ya que la destilación íntegra se produce en un recipiente cerrado.

CAPITULO III

L E G I S L A C I O N

**A PARTIR
DE ESTA PAGINA
FALLA
DE
ORIGEN**

C A P I T U L O III

Y muchas otras cosas, en 1933, los indios...

En la espera de la comida, soñando con el placer de saciarse, traguan el aire saturado de veneno, y en las profundidades tenebrosas de sus almas nacen ideas violentas, sentimientos astutos, deseos criminales.

tan prodigamente...

En USA...

Antecedentes sobre Legislación.-

La primera ley...

hogares, ante la inquietud provocada por los efectos del humo sobre la salud.

.56561

En los EEUU la primera legislación nacional para el control de la contaminación se promulgó en 1955.

Ya muchos años antes, en 1273, los ingleses promulgaron una ley para evitar la contaminación del aire producida por el carbón de hulla. En 1854, Sir Hohn Simon presentó ante el tribunal del municipio de Londres razones de peso para opinar que muchas personas delicadas de los pulmones padecían indudables molestias debido a las impurezas mecánicas (azufre y humos de hulla) de la atmósfera. En 1956 se promulgó la ley inglesa de la pureza del aire, como consecuencia de la tragedia de diciembre de 1952, a raíz de la cual se produjeron 1,597 muertes.

En USA las sanciones federales por violación legal a los lineamientos sobre control y prevención de la contaminación van desde 25 mil dólares diarios de multa a un año de cárcel o ambos. Una segunda violación hace que aumente la pena a 50,000 dólares diarios mientras se sigan violando los reglamentos a dos años de prisión, o ambas penas.

Ya en Londres en el siglo XVII se aplicaban sanciones muy severas a los responsables de la contaminación del aire en la ciudad.

En especial hay países que se han preocupado por crear una legislación lo suficientemente eficaz como para detener la creciente contaminación. Entre estos países figuran los siguientes:

1) EEUU.- Debido a la estructura federal tan compleja de este país su legislación y reglamentación es completa y extensa. Señalaré en forma sucinta algunas de las leyes más importantes o sobresalientes dictadas para proteger el ambiente:

LEYES.

Ley de 1963 sobre la pureza del aire.

El objetivo de la ley de la pureza del aire era apoyar los programas estatales, regionales y locales para que controlarán y disminuirán la contaminación del aire, al mismo tiempo que se proporcionaba autoridad al gobierno federal para intervenir en asuntos de problemas interestatales.

Ley de 1964 para el control de la contaminación del aire producida por los vehículos de motor de combustión.

La importancia de esta ley se debe, entre otras cosas, al hecho de que se consideró técnica y económicamente factible aplicar a nivel nacional los estándares vigentes en California respecto a las emisiones de hidrocarburos y de monóxido de carbono.

Ley de 1967 sobre la calidad del aire.

En esta ley se presentaron dos alternativas que originaron un fuerte debate. La primera: el establecimiento de estándares nacionales de emisiones para las fuentes fijas, que serían apoyadas por las agencias locales y estatales. La segunda: establecer estándares regionales sobre la calidad del aire y períodos de implantación fijados regionalmente.

Reformas de 1970 a la ley sobre la pureza del aire.

Estas reformas otorgan autoridad para:

Reducir por orden federal cualquier forma de contaminación del aire que constituya un peligro inminente y sustancial para la salud.

Permitir que los ciudadanos presenten demandas para combatir la violación de los estándares establecidos conforme la ley.

Permitir la revisión judicial de los estándares.

Prohibir al gobierno federal que firme contratos con cualquier compañía que viole alguna ley de control de la contaminación del aire.

Intervenir en las licencias mandatarias de patentes, comercio, etc.

2) En Europa.

A) Alemania. En 1959 se promulgó la legislación que establece los principios generales de la lucha contra la contaminación atmosférica industrial, esto es para instalaciones que utilizan combustibles sólidos o líquidos de potencia mayor o igual a 800,000 Kcal/h. Para instalaciones menores de 800,000 kcal/h. (instalaciones domésticas y en vehículos) se expidió una ley el 30 de abril de 1962. Posteriormente en 1964 se promulgaron las prescripciones administrativas generales para las instalaciones autorizadas cuyo decreto, del 4 de agosto de 1960, contiene la lista de las instalaciones industriales autorizadas.

B) Gran Bretaña. La legislación se basa en dos leyes: Una , el acta de limpieza del aire (Clean Air Act) del 5 de

julio de 1956, otra, la acta de álcalis (Alkali Act) de 1906, modificada en 1928 y 1958. La Clean Air Act con tiene instrucciones precisas para preservar el aire de los contaminantes. El control de la altura de las chi moneas se fijó el 15 de mayo de 1963. La ley ha creado zonas de vigilancia de los humos, en las cuales son obligatorios los controles particulares.

C) Bélgica. Se establecieron las bases de una ley que deberá ir seguida de la orden de aplicación, el 28 de diciembre de 1964.

D) Países Bajos. No tiene legislación, pero recientemente se creó una comisión para la inspección de higiene del medio, y una comisión de lucha contra la con taminación del aire.

E) Italia. Tampoco existe legislación, pero está en estudio un proyecto de "Ley antismog". Las ciudades, de Milán en 1952, y Turín en 1963, adoptaron reglamentaciones propias.

F) Polonia. La legislación de Polonia es análoga a la francesa en lo que se refiere a los establecimientos - clasificados.

G) Francia. Hasta que se presentaron signos alar-

mantes de contaminación en el País se expidió un decreto el 28 de Julio de 1960 para combatir o luchar contra la contaminación. Mientras tanto las industrias se regían por la ley de 1917 sobre los establecimientos clasificados. Sin embargo el 2 de agosto de 1961 se expidió una ley contra las contaminaciones atmosféricas y modificando la ley de 1917.

Se puede apreciar, pues, el interés que ha despertado el problema de la contaminación en estos países - así como las medidas que han adoptado para luchar contra los contaminantes del aire. En algunos casos y países las reglamentaciones para las industrias, la calefacción doméstica y los vehículos son exigentes y drásticas; pero en términos generales son tibias y mediadoras. Es tiempo aún, de que nos preocupemos por desarrollar leyes, reglamentos o normas que fijen controles para los emisores contaminantes en nuestro país, México. Pero además de señalar los lineamientos, preocuparse de que se cumplan al pie de la letra, sin importar intereses creados o bastardos, vulnerar las influencias de los industriales, la apatía de los dueños de automóviles, y en general crear conciencia en la población.

3) En México. Las medidas legislativas y reglamentarias son tibia, mediocres. A continuación analizaremos lo que en esta medida existe.

En el orden internacional, México ha participado en la Conferencia Internacional sobre el Medio Humano que se celebró en Estocolmo, Suecia, así como en el Seminario Regional Latinoamericano sobre los Problemas del Medio Ambiente Humano y el Desarrollo.

El CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) ha creado un centro de investigaciones ecológicas del Sureste en la ciudad de San Cristobal de las Casas, Chiapas, con el fin de conocer en forma integral la realidad ecológica del Sureste.

Son tres las áreas con mayor prioridad para la lucha contra la contaminación: La formación de recursos humanos formulación programas para reducir la contaminación; actividades de investigación científica y tecnológicas sobre la contaminación ambiental.

Por decreto presidencial se creó el Programa de Estudio, Evaluación y Control de la Contaminación Ambiental - administrado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Este programa incluye un registro detallado

do de los niveles de contaminantes; procesamiento e interpretación de datos, investigaciones relativas, entre otras cosas, a efectos tóxicos, daños a la fauna y a la flora, - sistemas de control de emisiones, y aspectos geofísicos; formulación de recomendaciones para las reglamentaciones que se implanten, y establecimiento de fuentes informativas para científicos, así como para técnicos y para el público en general.

Por lo que a México se refiere en cuanto a Legislación sobre el ambiente, tenemos la "Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental" y el "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación atmosférica originada por la Emisión de Humos y Polvos" editados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia en coordinación con - la Subsecretaria de Mejoramiento del Ambiente el año de - 1977, y publicados en el Diario Oficial de la Federación en los años de 1971, 1972, 1973, y 1976 respectivamente.

En la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental se define el contaminante como "Toda materia o substancia, o sus combinaciones o compuestos o derivados químicos y biológicos, tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios y cualesquiera otros que al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra, puedan alterar o modificar sus característi-

cas 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, altere su estado normal, y la contaminación como "la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, o cualquiera - combinación de ellos, que perjudique o molesten la vida la salud y el bienestar humano, la flora y 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.

En cuanto a la institución que le corresponde la aplicación de esta ley y sus Reglamentos compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y del Consejo de Salubridad General.

Y siguiendo con las consideraciones políticas pertinentes del gobierno el Ejecutivo Federal dictará los decretos y reglamentos que estime convenientes para localizar, clasificar y evaluar los tipos de fuentes de contaminación, señalando las normas y procedimientos técnicos a los que deberán estar sujetos las emanaciones, descargas, depósitos, transportes y, en general, el control de los contaminantes. También pondrá en vigor las medi-

das, procesos y técnicas, adecuadas para la prevención, control y abatimiento de la contaminación ambiental indicando los dispositivos, instalaciones, equipos y sistemas de uso obligatorio para dicho efecto. Regular el transporte, composición, almacenamiento y el uso de combustibles, solventes, aditivos y otros productos que por su naturaleza puedan causar o causen contaminación del medio ambiente, así como de los vehículos y motores de combustión interna.

Asimismo realizar, contratar y ordenar, según corresponda, los estudios, las obras o trabajos, así como la implantación de medidas mediatas o inmediatas que sean aconsejables para prevenir la contaminación ambiental. Y por último decretar la creación de órganos u organismos que estime necesarios, con la estructura y funciones que al propio Ejecutivo les asigne, en relación con las finalidades que persigue esta ley.

En lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación del aire el artículo 11 considera como fuentes emisoras de contaminantes:

1. Las naturales que incluyen áreas de terrenos erosionados, terrenos desecados, emisiones volcánicas y o-

tras 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, 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 consumen combustibles que produzcan o puedan producir contaminación.

Respecto a las sanciones que se impondrán a los infractores, en el artículo 29 inciso I se indica una multa que varia de \$50.00 a \$100,000.00. Aquí cabe hacer un pequeño paréntesis, pues al hacer ciertas consideraciones de orden axiológico respecto a estas cifras encontramos - absurdo que se pueda resarsir un daño ecológico imponiendo una cantidad de \$50.00; es más, simplemente la sólo in-

tención de degradar en una mínima proporción el ambiente no es motivo de una sanción tan tibia como la insignificante - suma de \$50.00 o poco más. Tan sólo una infracción de tránsito se cotiza arriba de los \$200.00; en el caso de los que madores de llantas en fiestas nacionales deberían pagar con cárcel y con multa económica mayor de \$500.00. El rango de las multas debería estar entre \$500.00 y \$500,000.00.

En el mismo artículo 29, inciso II, se refieren a otra sanción que consiste en ocupar temporal, total o parcialmente las fuentes contaminantes y multas conforme con la fracción anterior.

El inciso III es más drástico aunque casi nunca procede, desgraciadamente, esto es, la clausura temporal o definitiva de las fábricas o establecimientos que produzcan o emitan contaminantes y multas de acuerdo con la mencionada - fracción I..

En el artículo 34 nos indican como suplentes para esta Ley y sus Reglamentos, el Código Sanitario de los Estados - Unidos Mexicanos y sus Reglamentos, la Ley Federal de Ingeniería Sanitaria, las demás leyes que rijan en materia de - tierras, aguas, aire, flora y fauna y sus correspondientes-

reglamentaciones.

En el reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica originada por la Emisión de Humos y Polvos, en el artículo 6o. se refieren a las fuentes de contaminación con prioridad para su control, éstas son:

- I. Incineración de basura;
- II. Refinerías;
- III Termoeléctricas;
- IV. Ferrocarriles;
- V. Vehículos automotores;
- VI. Plantas industrializadoras de guanos y productos de fertilizantes.
- VII Plantas de concreto asfáltico.

A esta lista cabría agregarle algunas otras emisoras como son: Las fábricas de cementos, de tabiques y de materiales para la industria de la construcción; las plantas químicas, las plantas desborradoras y despepitadoras de algodón; plantas nucleoeeléctricas; plantas de alimentos balanceados y muchas otras cuyas emisiones de gases, humos y vapores a la atmósfera son considerables.

El artículo 7 y 8 explica el requisito para establecer nuevas industrias que puedan producir contaminación atmosférica por emisión de humos y polvos. Este requisito consiste en la obtención de la licencia que expide para estos fines la Secretaría de Salubridad y Asistencia en coordinación con la Secretaría de Industria y Comercio, siempre y cuando los solicitantes comprueben que sus instalaciones se ajustan a las normas de prevención y control de la contaminación atmosférica, así como a las demás disposiciones sanitarias. Para obtener la licencia el solicitante deberá someter a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, un estudio en el que se indicará:

- I. Ubicación.
- II. Materias primas, productos, subproductos y desechos .
- III. Descripción del proceso.
- IV. Distribución de maquinaria y equipo.
- V. Cantidad y naturaleza de los contaminantes esperados.
- VI. Equipos de control de la contaminación.

La resolución sobre la presente solicitud se expedirá o negará dentro de los treinta días siguientes de presentada.

En el apéndice correspondiente se presenta el formato de las solicitudes para esta licencia.

En el capítulo dedicado a la emisión humos y polvos, en el artículo 9o., se prohíbe la combustión a ciclo abierto, excepto en los siguientes casos:

I. Cuando se efectúe con permiso de las autoridades competentes, para:

- a) Instruir sobre extinción de fuegos.
- b) Destruir materiales peligrosos.

II. Cuando se trate de prevenir la propagación del fuego que no pueda ser apagado de otro modo;

III. Cuando sea necesario en los procesos agrícolas.

IV. Cuando se trate de evitar la suspensión total o parcial de un servicio público.

V. Por razones sanitarias de interés colectivo.

VI. Con fines de construcción o demolición en obras de interés público;

VII. Cuando el fuego se utilice para cocinar al aire libre y no provoque molestias.

El artículo 10, por su parte, nos indica que las emi
siones de humo, provenientes de equipos estacionarios de
combustión existente, excluyendo incineradores, no deben -
ser más oscuras en apariencia que la señalada con el núme-
ros en la escala conocida como Carta de Humo de - -
Rigelmann, ni de tal opacidad que oscurezcan la evisión - -
del observador, en un grado mayor que el humo correspondien
to al número de la Carta mencionada; en ninguno de ambos ca
sos, las emisiones deberán exceder de periodos de más de -
cinco minutos en una hora.

En el artículo 11, nos indican lo mismo que en el ar-
tículo 10 pero refiriendose exclusivamente a equipos estacio
narios de combustión nuevos, y con la sola excepción de que
las emisiones no excedan de tres minutos excepto en periodos
de arranque.

Para las emisiones de humo provenientes de incinera-
dores, el artículo 12 nos dice que no deberán ser más oscu-
ras en apariencia que la señalada por el número dos de la -
Carta de Humo de Rigelmann, ni de tal opacidad, que oscu-
rezcan la visión del observador en un grado mayor que el hu
mo correspondiente al número dos de la Carta mencionada, -

excepto, en períodos cuya duración sea de tres minutos en una hora.

El artículo 13 señala que las emisiones de humo provenientes de vehículos o equipos accionados por motores de combustión interna (Ciclo Otto de gasolina), no deberán tener una duración mayor de diez segundos consecutivos.

En cambio el artículo 14 nos indica que las emisiones de humo producidas por vehículos o equipos accionados por motores de combustión interna que operen con combustible diesel (Ciclo Diesel), no deberán ser de una opacidad o densidad de humo, por períodos mayores de diez segundos, igual o mayor que la correspondiente al número dos de la Carta de Humo de Rigelmann, excepto el período de calentamiento inicial del motor, el cual no deberá exceder de quince minutos.

El artículo 15 se refiere a las emisiones de humo producidas por locomotoras accionadas por motores Ciclo Diesel. Estas no deberán ser de una opacidad o densidad de humo mayor que la correspondiente al número tres de la Carta de Humo de Rigelmann, en un período o períodos

que sumados no sean mayores de treinta segundos, durante un lapso de tres minutos consecutivos, excepto el período de calentamiento inicial.

Obviamente la Secretaría de Salubridad y Asistencia — según el artículo 16 —, mediante instructivos que expida, describirá las características, uso e interpretación de la Carta de Humo de Rigelmann, que servirá para evaluar las emisiones de humo a que se refieren los artículos anteriores; asimismo describirá cualquier otro método o norma técnica a que se refiera este Reglamento.

En el artículo 20 podemos apreciar las indicaciones respecto a la industria. En toda operación, proceso o actividad industrial, la emisión de polvos no deberá exceder de las cantidades señaladas en la tabla número uno, en relación al peso de proceso correspondiente, o en la tabla número dos, en relación al volumen de gas en la fuente, en metros cúbicos. Las tablas números uno y dos, empleadas para la evaluación de las emisiones de polvo se localizan en las siguientes páginas.

Cuando no sea posible aplicar la tabla número uno se utilizará la dos.

T A B L A N U M E R O I

Peso del Proceso	Emisión máxima permitida, kg/h	
Ton/h	Industria Nueva	Industria existente
0.025	0.489	0.652
0.050	0.780	1.040
0.100	1.239	1.652
0.220	1.974	2.632
0.300	2.589	3.432
0.400	3.141	4.188
0.500	3.648	4.864
0.750	4.788	6.348
1.000	5.805	7.740
1.250	6.741	8.988
1.500	7.617	10.156
2.000	9.237	12.316
2.500	10.725	14.300
3.000	12.120	16.160
3.500	13.437	17.916
4.000	14.694	19.592
4.500	15.900	21.200
5.000	17.064	22.752
6.000	19.281	25.708
8.000	23.382	31.176
10.000	27.153	36.204
15.000	35.625	47.500
20.000	43.200	57.600
25.000	50.166	66.888
30.000	55.572	74.096
35.000	57.462	76.616
40.000	59.127	78.836
45.000	60.564	80.752
50.000	61.926	82.568
60.000	64.269	85.693
70.000	65.556	87.408
80.000	68.052	90.736
100.000	71.154	94.872
500.000	95.436	127.248
1000.000	107.313	143.084
3000.000	130.080	172.650

La interpolación de los datos de esta tabla para peso de proceso hasta 28.5 toneladas por hora, para industria nueva debe hacerse usando la ecuación: $E=5.805 p^{0.67}$ y para industria existente debe hacerse usando la ecuación: $E=7.740 p^{0.67}$. La interpolación y extrapolación de los datos para pesos de proceso mayores de 28.5 toneladas por hora para industria nueva debe llevarse acabo usando la ecuación $E=75.648 p^{0.11} - 54.42$. Para industria existente la interpolación y extrapolación de los datos para pesos de proceso mayores de 28.5 toneladas por hora debe efectuarse usando la ecuación: $E=100.864 p^{0.11} - 72.56$. En donde E = relación de emisión kilogramos por hora y P = peso del proceso en toneladas por hora.

T A B L A N U M E R O 2

Volumen de gas en la fuente m ³ normal.	Concentración indus- tria nueva mg/m ³ normal.	Concentración indus- tria existente mg/m ³ normal
100	849.0	1132.0
125	795.0	1060.0
150	750.0	1000.0
175	714.0	952.0
200	684.0	912.0
300	600.0	800.0
400	543.0	724.0
500	510.0	680.0
750	444.0	592.0
1000	405.0	540.0
1500	357.0	476.0
2000	324.0	432.0
3000	285.0	360.0
4000	258.0	344.0
5000	240.0	320.0
7500	210.0	280.0
10000	192.0	256.0
15000	168.0	224.0
20000	154.2	205.6
30000	135.0	180.0
40000	123.0	164.0
50000	114.0	152.0

En el artículo 23 cuando más de una fuente de operación o combinaciones de éstas que formen parte de una fuente de operación múltiple, sean ventiladas a través de chimeneas separadas, la relación de la emisión permitida para las chimeneas separadas debe determinarse por la siguiente fórmula:

$$EF=Et \frac{pf}{pt} \text{ donde}$$

Ef= La emisión permitida a cada una de las chimeneas por separado que ventilan la fuente de operación de que se

trate.

Et= La emisión total permitida para la fuente de operación múltiple.

Pf= El peso del proceso correspondiente a la fuente de operación u operaciones ventiladas a través de chimeneas separadas.

Pt= El peso total del proceso para la fuente de operación múltiple.

Por su parte el artículo 24 nos dice que la emisión de polvos deberá referirse a condiciones normales de temperatura (25 ° C) y de presión (760 mm de mercurio).

En el caso de falla del equipo de control de las fuentes estacionarias emisoras de humos y polvos, nos dice el artículo 33, será condición para que éstas sigan operando, que el propietario dé aviso a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, dentro de las setenta y dos horas siguientes a la falla y presente, dentro de un plazo no mayor de treinta días, un programa de reparación. Presentado éste, la Secretaría otorgará una autorización provisional de operación en la cual comunicará su aprobación al programa o señalará las condiciones y plazos en que la reparación debe efectuarse, salvo el caso en que la falla del equipo ocasione emi-

si^on de contaminantes que puedan poner en peligro la sa
lud p^ublica.

Adem^ás, el gobierno mexicano por los conductos corres-
pondientes se encargará, dando énfasis de cualquier medi-
da para orientar y educar a la poblaci^on, preocupándose
especialmente en que sean los jóvenes y los niños los pri-
meros en recibir este tipo de informaci^on, para complemen-
tar su educaci^on y formaci^on cívica.

Así mismo, se designará para la vigilancia del cumpli-
miento de las disposiciones de la Ley y del Reglamento -
(artículo 44) a las Secretarías de Salubridad y Asistencia,
Recursos Hidráulicos, Agricultura y Ganadería e Industria
y Comercio; el Departamento del Distrito Federal y los -
Gobiernos de las demás Entidades Federativas, vigilarán su
cumplimiento dentro de sus respectivos ámbitos de competen-
cia.

Respecto a las sanciones, según el artículo 59, las in
fracciones a los artículos 13, 14 y 18 se castigarán con
una multa de cincuenta a doscientos cincuenta pesos. Y el
artículo 60 nos dice que las infracciones a lo dispuesto -

en los artículos 9, 10, 11 12, 20, 26, 28, 29, 30, 31, 32 y 33, se sancionarán con multa de cien a cinco mil pesos. En caso de reincidencia o cuando no se cumpla con los requerimientos de la autoridad, la multa podrá ser hasta de diez mil pesos.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia fijará un plazo para que la instalación o ampliación, a que se refiere el mencionado artículo 7, que se haya hecho sin licencia, se ajuste a las normas de prevención y control de la contaminación atmosférica y a las demás disposiciones sanitarias.

Satisfechos los requisitos que la Dependencia mencionada señalare, expedirá licencia correspondiente; transcurrido el plazo sin que se hubieran cumplido dichos requisitos, sin causa justificada, la clausura temporal decretada se convertirá en definitiva.

Artículo 63. La Secretaría de Salubridad y Asistencia podrá decretar la clausura definitiva de las fábricas o establecimientos, cuando las condiciones de la fuente de contaminación conforme a su evaluación, normas y procedimientos técnicos en vigor, representen una situación grave e inmediata para la salud pública y la modificación o sustitución del equipo no se haya realizado, aplicándose en lo conducente, lo dispuesto en el artículo 61 del actual Reglamento.

En el artículo 79 nos presentan para los efectos del Reglamento, las siguientes definiciones:

Caloría. La Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura, de un gramo de agua a 15° C un grado centígrado.

Emisión. La descarga directa o indirecta a la atmósfera de toda sustancia, que no sea agua en su forma no combinada, incluyendo pero no limitándose a olores, partículas sólidas, vapores, gases o cualesquiera de sus combinaciones.

Equipo de combustión. Todos aquellos aparatos o mecanismos relacionados con la combustión o quema de combustibles, incluyendo incineradores, calderas, recipientes a presión, equipos para la quema de basura, de combustibles o de cualquier material combustible, de los cuales se emiten los productos de la combustión. Se incluyen los aparatos que generan calor y que pueden emitir productos de la combustión, así como los procesos mecánicos, metalúrgicos, químicos y de fabricación, que puedan emitir humo, materia en suspensión u otros contaminantes atmosféricos.

Equipo de control. Cualquier aditamento o dispositivo que provenga o reduzca las emisiones.

Fuente de operación múltiple. Cualquier combinación de dos o más fuentes individuales de operación de cualquier tamaño, tales como dos o más secadores rotatorios, hornos eléctricos de arco, o cubilotes, localizados en la misma planta.

Humo. Aquellas partículas, resultantes de una combustión incompleta, componiéndose en su mayoría de carbón, cenizas y otros materiales combustibles que son visibles en la atmósfera y las partículas similares resultantes de la sublimación de los metales.

Opacidad. Estado en el cual un material impide parcialmente o en su totalidad el paso de los rayos de la luz, ocasionando la falta de visibilidad a un observador.

Peso de Proceso. El peso de todos los materiales que se introducen en un proceso específico y que pueden causar emisiones. Los combustibles sólidos se consideran como parte del peso de proceso, pero no así los combustibles líquidos, gaseosos y el aire de combustión.

Peso de proceso por hora. El peso total de proceso, entre el número total de horas necesarias para una operación completa, desde su iniciación hasta su completa terminación, excluyendo los tiempos de paro o inactividad.

Polvo. Las partículas pequeñas emitidas a la atmósfera por elementos naturales o por procesos mecánicos, - tales como molinos, perforadoras, transporte de tierra, demoliciones y otros.

Polvo fugitivo. Partículas sólidas suspendidas en el aire emitidas por cualquier fuente que no sea una chimenea.

Proceso. Cualquier acción, operación o tratamiento que incluya factores químicos, industriales o de manufactura, así como los métodos o formas de manufactura o procesamiento que puedan emitir humos, partículas sólidas, gases o cualquier otro contaminante.

Como nos señala el artículo segundo transitorio, los propietarios de industrias emisoras de contaminantes atmosféricos, existentes en la fecha en que entre en vigor este Reglamento, dispondrán de un plazo de seis meses - contados a partir de esta fecha, para presentar a la Secretaría de Salubridad y Asistencia un estudio en el que se indicará: ubicación; materias primas, productos, subproductos y desechos; descripción del proceso; distribu-

ción de maquinaria y equipo; cantidad y naturaleza en los contaminantes esperados, y equipo de control de la contaminación y de dos años más como máximo, para la instalación y operación de los equipos de control que autorice la propia Secretaría.

Se puede asegurar sin temer a sufrir equivocaciones, - que actualmente la industria nacional se encuentra completamente ajena al Reglamento para prevenir la contaminación ambiental. Si tomamos una muestra de 50 plantas industria les de una población de 500 de entre el total de plantas, tan sólo del Valle de México, encontramos que absolutamente todas --- las cincuenta --- de una u otra forma emiten - contaminantes. Quizá no sólo a la atmósfera sino también al suelo, al agua, etc. Hay industrias que por la propia naturaleza del trabajo que desarrollan contamina. Otras, en cambio, aparentemente, y también por la naturaleza de su trabajo, no emiten contaminantes; pero, analizando sus procesos, inmediatamente se detectan elementos componentes del mismo, que vierten emisiones contaminantes a la atmósfera, al suelo o al agua. Así pues, cualquiera que sea el caso existe contaminación. Es más, en muchos casos los mis mos dueños y directivos de las plantas, desconocen que és-

tas viertan contaminantes a la atmósfera; sin embargo la ignorancia es la causante de que se arrojen miles y miles de toneladas de sustancias, gases, humos y venenos al aire que respiramos todos.

A continuación se presenta una relación de las principales disposiciones legales referentes a prevención y control de la Contaminación ambiental, emitida por el Diario Oficial entre los años 1971 y 1976 en las fechas que se indican:

1) Secretaría de Recursos Hidráulicos. Acuerdo por el que se constituye una Comisión Intersecretarial Transitoria que se denominará Comisión de Estudios del Lago de Texcoco, 20 de Marzo 1971.

2) Secretaría de Salubridad y Asistencia. Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. 23 de marzo, 1971.

3) Secretaría de Salubridad y Asistencia. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica originada por la Emisión de Humos y Polvos. 17 de septiembre, 1971. (Fede erratas, 10 de diciembre, 1971).

4) Secretaría de Salubridad y Asistencia, Instructivo que describe las características, uso e interpretación de la Carta de Humos de Rigelmann. 25 de enero. 1972.

5) Secretaría de Salubridad y Asistencia. Acuerdo por el que se crea en la propia secretaría la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. 29 de enero, 1972.

6) Departamento del Distrito Federal. Acuerdo por el que se declaran zonas sujetas al programa de forestación y reforestación, destinadas a ampliar las áreas verdes del Distrito Federal, la Serranía de Guadalupe, el

Cerro del Tepeyac, el Cerro de la Estrella, la Serranía de Santa Catarina y el Cerro de Zacaltépetl. 7 de marzo 1972.

7) Secretaría de Industria y Comercio. Norma Oficial de requisitos para envases de plaguicidas. D.G.N. K-373-1972. 3 de julio, 1972.

8) Secretaría de Industria y Comercio. Acuerdo que fija las bases a las que se sujetará la fabricación de equipos y dispositivos para prevenir y controlar la contaminación ambiental. 14 de julio, 1972.

10) Secretaría de Industria y Comercio. Norma Oficial para la clasificación toxicológica de los plaguicidas. DGN K-370-1972. 28 de julio, 1972.

11) Secretaría de Industria y Comercio. Norma oficial del método de prueba para determinar la densidad aparente visual del humo empleando la carta de Ringelmann - (fuentes estacionarias) D.G.N. AA-I-1972. 5 de agosto 1972.

12) Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Acuerdo que concede a los industriales nacionales los subsidios que procedan en razón de los equipos y aditamentos que - importen con el objeto de evitar, controlar o abatir la contaminación causada por la emisión de humos y polvos. 14 de agosto, 1972.

13) Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Declaratoria general de exención de impuestos número 273, para la fabricación de mejoradores orgánicos de suelos, a partir del beneficio de basuras. 23 de octubre, 1972 (Fé de erratas, 16 de diciembre, 1972).

14) Secretaría de Salubridad y Asistencia. Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos. 13 de marzo, 1973.

15) Secretaría de Industria y Comercio Norma Oficial Mexicana "Metodo de prueba de laboratorio para determinar el índice de opacidad del humo emitido por el escape de los motores Diesel". D.G.N. AA-2 1972. 5 de diciembre, 1973 (Fe de erratas, 22 de abril, 1974.)

16) Secretaría de Industria y Comercio. Norma Oficial Mexicana. "Determinación de la emisión de partículas sólidas contenidas en los gases que se descargan por un conducto ". DGN. AA-10-1974. 4 de junio, 1974.

17) Secretaría de Industria y Comercio. Resolución que declara obligatoria la Norma Oficial Mexicana que determina la emisión de partículas sólidas contenidas en los gases que se descargan por un conducto D.G.N. AA-10 1974, en vigor. 27 de junio, 1974. (Fe de erratas, 12 de agosto, 1974).

18) Secretaría de Industria y Comercio. Norma oficial Mexicana "Evaluación de las emisiones de gases por el escape provenientes de vehículos automotores nuevos que -

usan gasolina como combustible" D.G.N. AA-11-1975. 4 de junio, 1975.

19) Secretaría de Salubridad y Asistencia. Acuerdo que señala el trámite de la licencia para establecer nuevas industrias o ampliar las existentes a que se refieren los artículos 7o. y 8o. del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos. 18 de agosto, 1975. (Fa de erratas, 15 de octubre, 1975).

20) Secretaría de Salubridad y Asistencia. Acuerdo - por el que el C. Secretario de Salubridad y Asistencia delega facultades para conocer, tramitar y resolver en definitiva el recurso de inconformidad que establece el artículo 32 de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, en el C. Subsecretario de Mejoramiento del Ambiente. 21 de febrero, 1975.

21) Secretaría de Industria y Comercio. Norma Oficial Mexicana. "Determinación de cenizas en desechos sólidos" D.G. N. AA-18-1975. 6 de noviembre, 1975.

22) Secretaría de Industria y Comercio. Norma Oficial Mexicana. "Nomenclatura para definir los términos utilizados en contaminación atmosférica" D.G.N. AA-23-1973.

23) Secretaría de Salubridad y Asistencia. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental originada por la Emisión de humos. 2 de enero, 1976.

A continuación se puede apreciar lo que la Subsecretaría del mejoramiento del ambiente hace para controlar y ayudar a eliminar las emisiones contaminantes del aire.

SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE
INFORMACION REQUERIDA PARA ELABORAR UN PLAN DE
ACCION DE ABATIMIENTO DE LOS NIVELES DE CONTAMI
NACION ATMOSFERICA EN LA CIUDAD DE MEXICO.

1). INFORMACION GENERAL SOBRE LAS CONDICIONES GEO-SOCIO-
POLITICAS.

Localización y topografía del área de estudio

Variaciones Climatológicas.

Distribución poblacional e información socio-económico.

Plano de usos del suelo en el área de estudio (estructu
ra de las vías de comunicación importantes, usos residen
ciales, Industriales, de uso mixto, cinturones de vegeta
ción, etc.)

2). NIVELES DE CONTAMINACION ATMOSFERICA

Monitoreos y Mediciones de los siguientes contaminantes:

Partículas, Polvo y Partículas en suspensión.

Plomo

Ozono y Oxidantes totales

Oxidos de carbono (Co y Co₂)

Oxidos de nitrógeno

Dioxido de Azufre.

Localización y cantidad de estaciones de monitoreo y me
dición Metodología usada en el monitoreo.

Periodos de medición. Promedios anuales o mensuales, es
importante la variación para la estación de lluvias y -
la seca.

Promedios diarios y concentraciones máximas. Si es posible, esta información será de los últimos 5 años para reconocer las tendencias.

Contaminación por reacciones fotoquímicas de los oxidantes.

Cuando las reacciones fotoquímicas de los oxidantes sean problemáticas (esto es cuando las concentraciones de los oxidantes excede frecuentemente los niveles de 0.1 ppm) es deseable que se proporcione la información de la concentración de hidrocarburos no originados por el metano, así como de óxidos de nitrógeno.

3). CONDICIONES METEOROLOGICAS.

Velocidad y dirección del viento.

Promedio mensual de la temperatura y de la humedad relativa.

Frecuencia de la inversión termal. Promedio de la Altura de la capa de inversión.

Información sobre la radiación solar

Transparencia y turbidez del aire

Puntos de estaocamiento del aire

Promedio de la precipitación pluvial por mes.

Problemas de olor.

4). EFECTOS DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.

Resumen de los efectos de mayor incidencia que se han observado en relación con la contaminación atmosférica sobre:

Salud Humana

Daños sobre la Vegetación

Daños sobre estructuras

Reducción en la visibilidad

Otras molestias observadas

Molestias observadas por quejas de la población
en relación con la contaminación atmosférica.

5). FUENTES DE ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFERICOS.

Panorama de las fuentes contaminantes en los siguientes
términos:

A). Estacionarios.

Industria a escala pequeña y comercial

Generación de energía eléctrica

Industria a gran escala.

Para las fuentes de mayor importancia (Generación -
de energía e industria a gran escala), se requiere lo -
siguiente:

a). Cantidad, tamaño (expresado en megawatts) ó
capacidad de producción.

b). Proceso de producción, cantidad y tipo de ener-
géticos consumidos diariamente (en ton. día.).

c). Promedio de la emisión de contaminantes por día
(Kg/día) SO₂ partículas CO. Hidrocarburos, óxidos de ni-
trógeno y otros contaminantes específicos.

d). Equipo de control de la contaminación (precipi-
tadores, etc.) En la industria cuando existen estos.

e). Altura del cañón de la chimenea para la disper-

sión de la contaminación residual.

B). FUENTES MOVILES.

Automóviles de servicio particular, gasolina
y diesel.

Cantidad de vehículos registrados:

Automóviles particulares

Automóviles de Alquiler

Camiones de gasolina

Camiones de diesel

Densidad aproximada de vehículos en diferentes áreas
de la región urbana.

Descomposturas aproximadas por tipo de vehículo; eu-
ropeos, japoneses, norteamericanos, mexicanos, etc.

Promedio del tamaño y capacidad de los motores.

Edad promedio de los vehículos.

C). FUENTES NATURALES

Tolvaneras

Materia orgánica, etc....

6). PANORAMA DE LOS ENERGETICOS USADOS EN LAS REGIONES METRO-
POLITANAS.

Energéticos consumidos por las fuentes anteriores con
el contenido de cenizas y azufre.

Tipo de energéticos usados:

Líquidos

Gaseosos

Sólidos (carbón, madera, otros)

7). ADMINISTRACION Y LEGISLACION

Sistemas Legal Básico

Legislación de protección ambiental actual. Areas cubiertas tales como atmósfera, agua, uso, del suelo - ruido etc.

Estructura administrativa de la agencia de protección ambiental y su sistema de supervisión.

Inspectores.

Tipo de autoridad.

Inspección de fuentes móviles, función de los poli cias de tránsito.

Medida y evaluación de las medidas de control.

8). OTROS ESTUDIOS RELEVANTES

Copias de estudios y reportes de importancia para el panorama del sistema de contaminación atmosférica:

Sistema de transporte. Su manejo

Planes y proyecciones del uso del suelo, especial mente en términos de relocalización industrial.

CENTRO DE MEDICION Y DIAGNOSTICO

EL FIN

Esta organización tiene como principal fin, la prevención, control y combate de la contaminación producida por polvos, humos, gases y ruidos mediante vehículos automotores.

Este centro de diagnóstico y medición depende de la Dirección General de Policía y Tránsito.

METAS

Sus metas básicas son que todos los vehículos cumplan con los requisitos que marcan los reglamentos de la D.P. y T. y la Sub-Secretaría de Mejoramiento del Ambiente.

OBJETIVOS

Los objetivos que persigue son que los vehículos se afinen cada 10,000Km. o cada 6 meses y adquieran la revista que los ampara contra las infracciones.

Aproximadamente pasa a medición 800 vehículos diarios, de los cuales 400 vehículos pasan la prueba y 400 no. Alguno porque tienen mucho monóxido de carbono, y otros, hidrocarburos. El mofle y los filtros están mal, desde la entrada al centro son rechazados.

En el futuro se van a crear 16 centros de Medición y Diagnóstico. Uno en cada delegación política. La idea primordial es descentralizar este centro de medición y diagnóstico

tico para que todos los usuarios tengan más comodidad y se les pueda dar mejor servicio y exista control de los vehículos desde las delegaciones políticas.

PROCEDIMIENTO A SEGUIR

Las policías detienen a los vehículos con problemas de humos, le quitan una placa al auto y les dan 30 días a partir de ese momento para que pasen al control de Medición y Diagnóstico a hacer la revisión. Si no pasan la revista se dan indicaciones sobre lo que se debe hacer. Cuando se aprueba la revista se extiende por 6 meses o 10,000 Km. un certificado de revisión. Una vez que vence este plazo el usuario voluntariamente debe acudir a pasar una nueva revista.

PROGRAMA DE VISITA A LAS EMPRESAS

Este programa se conoce como "Campaña de Concientización" en empresas. Se envía personal para revisar las unidades de las empresas y se comprometan en lo futuro a pasar revista.

Esta unidad de control y diagnóstico funciona desde el 5 de febrero de 1975. Empezó con tres organismos gubernamentales: Secretaría de Salubridad y Asistencia, Departamento del Distrito Federal y Secretaría de Industria y Comercio.

Había brigadas de Salubridad por parte de la Sub-Secretaría del Mejoramiento del Ambiente que operaba con personal técnico. Pero con el cambio de sexenio pasó a Obras y Servicios Públicos y de aquí a la Dirección General de -

Policía y Tránsito desde el 30 de Marzo de 1978.

Cuando se recibió este centro 200 vehículos pasan a medición y a 150 se les quitaban placas. Actualmente el record ha mejorado: de 800 vehículos que pasan a 600 les quitan placas.

La Dirección General de Policía y Tránsito por conducto del Centro de Medición y Diagnóstico mantiene una organización de la siguiente manera:

- 1) Gerencia
- 2) Sub-Gerencia
- 3) Departamento Administrativo
- 4) Control y Calificación
- 5) Departamento de Placas
- 6) Dirección Técnica
- 7) Departamento de Brigadas: 88 Policías
- 8) Medición y Diagnóstico: 20 Mecánicos. Trabajan tres turnos: de 7:00 a 19:00 horas.

Anteriormente se trabajó en coordinación con el Estado de México en Tlalnepantla, Ecatepec, Nezahualcóyotl, Toluca y Tepozotlán. Había un Centro de Medición y Diagnóstico pequeño en Tlalnepantla. En Naucalpan también se llevó a efecto a través de la Sub-Secretaría de Mejoramiento del Ambiente en plantas industriales, fábricas, cementeras, etc. para que coloquen filtros y se evite la contaminación.

En la ciudad de México circulan actualmente aproximadamente un millón cien mil vehículos con motor de gasolina o diesel. Esta cifra aumenta cada año en 130 mil unidades.

Dentro del Valle de México, además de nuestra ciudad, se localizan otros centros urbanos, tales como Tlalnepantla, Cuautitlán y Netzahualcóyotl, en donde, amén de numerosas fábricas y otras fuentes de contaminación, se mueven diariamente gran cantidad de coches y camiones. Cada vehículo es activa fuente productora de contaminantes: los humos que fácilmente se pueden ver y oler y los gases altamente dañinos, cuya presencia no es fácil detectar, pero que están presentes en el aire que todos respiramos.

Los contaminantes producidos por los motores de gasolina son entre otros: el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y las partículas; algunos de ellos reaccionan entre sí bajo ciertas condiciones, formando otros compuestos contaminantes, como la niebla fotoquímica llamada smog. Estos contaminantes y los producidos por otras fuentes, son a veces barridos por el viento o lavados de la atmósfera por la lluvia.

Los contaminantes se producen principalmente en el motor de las deficientes combustiones del mismo y salen al exterior por el tubo de escape y por el respiradero de carter, cuando éste existe. También se produce contaminación por la evaporación del combustible en el carburador y en el tanque de gasolina.

Cuando el clima y los factores meteorológicos son adversos a la limpieza natural de la atmósfera, el aire contamina

do permanece largo tiempo sobre la ciudad, pudiendo alcanzar, por la considerable acumulación de los diferentes contaminantes, niveles molestos o peligrosos porque las montañas que circundan nuestro valle impiden el libre movimiento del aire.

Está plenamente demostrado que los efectos del aire contaminado sobre nuestro organismo son la causa de graves enfermedades que incluso pueden producir la muerte.

Unas instrucciones simples, pero efectivas, para disminuir la contaminación—mejorando al máximo la combustión de la gasolina en el motor—son las siguientes:

- 1) Limpiar, calibrar y probar bujías, reemplazándolas cuando sea necesario.
- 2) Revisar platinos y condensador. Calibrar el carburador.
- 3) Ajustar el avance del encendido.

Estas indicaciones y otras más sencillas constituyen la afinación del motor. Ayudemos afinando regularmente el automóvil. Por lo menos cada 6 meses.

En los centros urbanos con alta densidad de tráfico, la contaminación del aire la producen, en gran parte, los vehículos automotores, movidos con gasolina o diesel.

El Centro de Medición y Diagnóstico, en la Ciudad de México, ha creado unas formas para que el mecánico señale exactamente las fallas encontradas durante la revisión del vehículo.

Con estas formas es posible mejorar, un poco, la calidad del aire. Cuesta poco darle mantenimiento a los automóviles y es, prácticamente, incalculable el beneficio que se acarrea.

El problema en el Distrito Federal, y también en otras grandes urbes, debido a la contaminación es en gran parte por la ignorancia de la gente sobre este tipo de situaciones. Una de las múltiples soluciones aplicable es la toma de conciencia entre la población referente a este problema que cada día toma mayor magnitud. Lentamente estamos minando nuestra salud. Paulatinamente devastamos nuestro ambiente. Como dice la forma del Centro de Diagnóstico, casi con estridente plañido: "La contaminación tiene solución. No la dejemos en el aire".

Se propone la reducción de un 10% del contenido de plomo de la gasolina en Europa.

El plomo es el contaminante de primer grado y causa enfermedades industriales de gravedad, intoxicación de plomo, entre los trabajadores de la metalurgia, impresores, etc., con el que están en continuo contacto. Surte también efectos nocivos entre la población que vive cerca de las fábricas cuyas emisiones plomíferas contaminan la atmósfera. Las emisiones de escape en los vehículos afecta igualmente a la población urbana.

El plomo se añade a la gasolina para mejorar su rendimiento, reduce el golpeteo y permite al motor trabajar a

niveles de compresión y rendimiento más alto. A medida que aumenta el número de vehículos en circulación, aumenta la contaminación de los gases de escape que va alcanzando niveles inquietantes. Por ello el Consejo del medio ambiente, en Europa ha adoptado ahora una propuesta para reducir el contenido de plomo en la gasolina y a partir del primero de enero de 81 se permitirá como máximo 0.40 gramos por litro o sea un 10% menos. Los países de la comunidad europea, si así lo desean pueden imponer límites más severos, que no excedan el mínimo de 0.15 gramos por litro, lo que ocasionaría graves problemas con la industria.

DETECCION

La Lucha Contra la Contaminación Atmosférica.

La necesidad de aire limpio en la ciudad, principalmente, y en el campo, es un deber ineludible de todos y cada uno de los mexicanos tanto para la vida presente como para el incierto futuro...

Captación de los aerosoles.

Se utilizan aparatos conocidos como deshollinadores para captar los aerosoles formados. Entre estos se distinguen algunos cuya capacidad de captación, limpieza y eficiencia - los hace indispensables en la lucha contra la contaminación:

- 1) Las cámaras de sedimentación.
- 2) Los separadores de inercia. Comprenden los aparatos de impacto y los ciclones.
- 3) Los filtros
- 4) Los lavadores
- 5) Los precipitadores electrostáticos

CONTROL

Uso de chimeneas de gran altura.

Cuando se presenta una capa de inversión se acumula, como hemos visto, una gran cantidad de material tóxico en la biósfera; pues bien, los gases emitidos por las fábricas son susceptibles de retirarse de la zona crítica dispersándose a gran altura.

ra, sin contribuir a la contaminación de manera apreciable, por medio de chimeneas de gran altura. En condiciones normales atmosféricas el penacho que forma la chimenea al salir - los gases de escape se ensancha y se diluye de manera que es mayor el efecto del viento que en las zonas bajas, en el caso de que las chimeneas fueran de menor dimensión. Así, el organismo encargado de la electrificación de Francia. (Electricité de France) asignó para cada uno de los cuatro sectores de 600 MW, y para la central del Havre tres chimeneas de 240 m. para un sector de 350 MW y cinco sectores de 600 MW.

Estas alturas fueron determinadas por cálculo, considerado el gradiente vertical de la atmósfera, el cual se conoce por medidas meteorológicas previas.

No debemos dejar pasar por alto que aún cuando aparentemente queda solucionado el problema de la contaminación - en la biósfera con el uso de chimeneas de gran altura, no sabemos que sucede con estas emisiones una vez fuera de las zonas críticas o de inversión. Probablemente no sean dañinas, ya que quizá sean depuradas en su trayectoria a través del aire sano; sin embargo, también podía muy bien suceder lo contrario, y sean recargadas con emisiones de otras fuentes incrementando su poder contaminante. Otra alternativa negativa sería que, fueran o no incrementadas, estas fuentes o emisiones viajaran de un lugar a otro coadyuvando -lejos de su lugar de origen- a saturar otras zonas.

La inyección de piedra caliza puede remover la mayor parte del bióxido de azufre en las chimeneas. El - - - otro proceso consiste en construir chimeneas muy altas y de

pende de los vientos para que dispensen el CO_2 sin causar daño. Sin embargo, los gases al ser removidos de ésta manera, pueden caer arrastrados por la lluvia y la nieve en otros lugares, en forma de ácido sulfúrico .

Saneamiento del gas de escape de los vehículos automóviles.

Una solución a este problema—emisión de óxido de carbono y de productos no quemados en los escapes de motores a gas oil—lo presentó los servicios técnicos de la Prefectura de Policía de París. Según éstos la inmovilización de numerosos vehículos con motores a marcha lenta, es una causa importante del aumento de la contaminación. Una regulación particular del carburador, a marcha lenta, disminuye la cantidad de monóxido de carbono en el gas de escape de los vehículos, reduciendo significativamente la contaminación.

Pero esta es sólo una solución parcial. Se necesita que los esfuerzos para reducir las emisiones tóxicas de los escapes se intensifique. En los E.E.U.U. desde el 10. de enero de 1968 se adoptó una medida para injertar aire fresco a la altura de las válvulas de escape, que constituyen el punto más caliente de la canalización. El monóxido de carbono y los productos no quemados, al hacer contacto con el oxígeno a elevadas temperaturas, acaban su combustión. He aquí otra solución sin embargo se necesitan más y mejores para no preocuparse nada, en lo futuro, por esta fuente de emisión.

En cuanto a los motores Diesel, uno de los mejores sistemas para disminuir los humos negros consiste en regular minu

ciosamente los inyectores de gas-oil. Por otra parte es importante señalar la necesidad de utilizar de manera racional este tipo de unidades evitando hasta donde sea posible las sobrecargas. En México, se tiene la mala costumbre, producto de un mal enfoque sobre la trasportación, de sobrecarga los camiones y trailers en forma exagerada. Los camiones de 8 toneladas, reforzándoles las muelles y aumentando las dimensiones de la caja, los sobrecargan hasta con 6 toneladas de más. Así mismo sucede con cualquier otra clase de vehículos. ¿Hasta donde nos llevara nuestra negligencia?. Una posible solución al problema de los humos sería la utilización de los catalizadores de postcombustión en esta clase de vehículos pesados.

La Industria Automotriz se inició en México en 1925 al instalarse Plantas ensambladoras de vehículos automotores. Llegó a su madurez en 1965 al alcanzar un mínimo de 60% de integración en el costo directo. Desde ese tiempo hasta 1973, se han producido aquí 1,543,138 unidades. El valor de su producción alcanzó, en este año, los 21,000 millones de pesos.

Respecto a las ventas, éstas han venido aumentando con un promedio anual de 14%, alcanzando en 1973 las 261,990 unidades y se espera proseguir ese ritmo hasta conseguir para 1980 las 500,000 unidades por año.

La Secretaría de Industria y Comercio, ha conminado y obligado a los fabricantes de automóviles a diseñar y colocar dispositivos que controlen las emisiones contaminantes.

De esta manera, desde 1970 se incorpora, en México, "La

ventilación cerrada de la caja del cigueñal". Este sistema consiste en producir un vacío en la caja del cigueñal, en todas las condiciones de operación del motor, que conduzca los gases y vapores al sistema de admisión para su combustión y reducción a su nivel tóxico mínimo.

Las pérdidas que se pueden ocasionar por evaporación de la gasolina se eliminan gracias al "Sistema de Control de Emisiones Evaporativas". Estos vapores contribuyen aproximadamente con 20% del total de las emisiones tóxicas de vehículos. Para evitar la contaminación por evaporación de combustible, se incorpora un condensador de las fracciones pesadas del combustible. Las fracciones ligeras o de la evaporación, cuando el vehículo está estacionado bajo condiciones de alta temperatura, se absorben en un recipiente de carbón activado mientras el vehículo se encuentra estacionado. Cuando el vehículo se pone nuevamente en operación, se produce un "Arrastre" de estos vapores, hacia el filtro, provocando por la turbina de enfriamiento. De esta manera se lleva a cabo la regeneración del filtro de carbón activado quedando así listo para su próxima utilización. Los vapores del combustible se conducen al sistema de admisión del motor, en el que se queman en el proceso normal de la combustión. El proceso de regeneración del carbón activado, puede repetirse las veces que se desee, sin sufrir de ninguna manera deterioro en su rendimiento.

También se han incorporado modificaciones para reducir las emisiones nocivas procedentes del escape. El objetivo es lograr una combustión lo más completa posible. Para ello se han usado más precisos y se han incorporado dispositivos que

permiten asegurar que la combustión se efectúa en el instante más adecuado y en las mejores condiciones de distribución de mezcla y temperatura.

Es importante resaltar el hecho de que aún cuando el reglamento para la prevencción y control de la contaminación atmosférica originada por la emisión de humos y polvos, en lo que respecta a vehículos, sólo trata el aspecto visible de las emisiones (humo), no se debe olvidar que en los vehículos automotores la principal fuente de contaminación la constituyen los gases y vapores, elementos éstos invisibles al ojo humano.

CAPITULO IV

C O N C L U S I O N E S

C O N C L U S I O N E S

Técnicas para el análisis de los contaminantes del ai
re.

La Química Analítica se encarga del análisis cualitativo y cuantitativo de una mezcla gaseosa compuesta de di
ferentes materiales: gases, vapores, olores, partículas y aerosoles.

No existe ningún procedimiento único que conduzca a -
un análisis completo de un sistema tan complejo, pero se
conocen varios métodos para determinar simultáneamente una
serie de contaminantes. Es importante conocer la proceden
cia de la muestra que se va a analizar, pues no es lo mis-
mo la de una colectividad residencial que la de una zona in
dustrial ya que en ésta última las concentraciones de algu-
nas contaminantes individuales pueden ser muy elevadas. -
También los datos obtenidos para estudiar los patrones re-
gionales basados en las interacciones meteorológicas e in-
dustriales exigirán técnicas diferentes de las que se bus-
can para mostrar los cambios estacionales y las tendencias
anuales.

En general, los contaminantes gaseosos del aire y algu-
nos de los aerosoles más finos se miden con técnicas análi
ticas relativamente uniformes (estándares), adaptadas a con

centraciones bastante bajas. La concentración se representa en partes por millón (ppm) o en microgramos por metro cúbico (mgr./m³). Para las partículas se requiere un aparato de filtración para medir el total o un dispositivo de separación basado en la energía cinética de las distintas partículas. Con frecuencia se hacen exámenes microscópicos o elementales además de estos métodos de muestreo. Las medidas se dan en microgramos por metro cúbico (mgr/m³) o, en el caso de precipitaciones de partículas en número de partículas por centímetro cuadrado, por unidad de tiempo (No. partículas/cm²/t). Los olores sólo se pueden valorar por medio de la apreciación humana y varían de acuerdo a cada individuo prácticamente.

Contaminantes gaseosos del aire.

Las técnicas de que se dispone para el estudio de los contaminantes gaseosos del aire son muy refinadas y exactas, ya que estos contaminantes se han estudiado científicamente durante más tiempo. Se han publicado técnicas químicas estándar en seco y en húmedo para casi todos los compuestos químicos industriales que se

pueden encontrar en el aire. 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. Existen 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. La tabla (5-1) contiene una lista de los valores umbrales límites de las sustancias que se pueden encontrar en ambientes urbanos o industriales fijados en la Conferencia Norteamericana de Higienistas Industriales Gubernamentales (U.S.A.).

Todas las técnicas para determinar las sustancias que no son instrumentales, exigen el contacto de un volumen conocido de aire contaminado con un reactivo específico, que puede ser líquido o sólido, que produzca una reacción cuantitativa que se pueda medir. La reacción más común - consiste en un cambio de color que se puede valorar por comparación visual o con un espectrómetro.

Métodos de Muestreo.

El método de tomar muestras de una atmósfera contamina

da depende del tipo de la fuente que se está considerando 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 a 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 cualquier parte que entre en contacto con la muestra no la altere en ninguna forma.

Las mejores bombas funcionarán basándose en la rotación que proporciona un flujo uniforme de aire, las bombas de diafragma dan una corriente de intensidad intermitente, pero son preferibles cuando se necesita una mayor presión. Otros métodos de lograr vacío incluyen las aspiradoras, las bombas de mano y los bulbos de compresión manual. Estas dos últimas sólo se usan para las muestras "al azar" que se toman cuando se utilizan aparatos portátiles de análisis - destinados a hacer pruebas rápidas en los sitios de interés. Las muestras al azar no se pueden usar cuando en la muestra puedan tener lugar reacciones o descomposición.

Para las muestras al azar se utilizan frascos vacíos y

bolsas de plástico. Los primeros pueden ser de vidrio o de acero inoxidable y tienen válvulas que se abren para tomar la muestra. Son pequeños de necesidad, pero se pueden calibrar para contener un volumen exacto. Se han desarrollado técnicas por medio de las cuales los reactivos quedan sellados en el interior del frasco al vacío para poder realizar en un determinado lugar alguna prueba específica.

La bolsa o globo de plástico permite tomar una muestra al azar de tamaño mucho mayor. Se puede introducir hasta 0.28 m^3 fácilmente para obtener suficiente aire para una serie de pruebas de laboratorio. Las bolsas son de una capa adecuada de plástico, incluyendo el polietileno y el politetrafluoroetileno. Se llenan con una bomba de alto volumen parecida a una aspiradora para la limpieza, o también se puede ajustar la boca de la bolsa a la de un recipiente rígido y vaciar la zona intersticial si no se desea que el aire pase por una bomba.

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. Por ejemplo, si se utiliza nitrógeno líquido (-196°C) como medio de condensación, todos los componentes que hiervan por encima de esa temperatura, inclusive el oxígeno, quedarán a atrapados. Normalmente se usan baños más templados como los de hielo-acetona (-78°C) o cualquiera de los diversos fluorocarburos. En una muestra tomada a menos de 0°C se necesitan una trampa primaria para reunir el agua y evitar así que se obstruya el sistema de flujo.

Pruebas químicas en seco.

Hay una variedad 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 cualitativos bastante exactos. Las pruebas químicas en seco constituyen una forma rápida y sencilla de comprobación y resultan muy útiles cuando existe el peligro de la presencia de gases tóxicos. Incluyen principalmente papeles indicadores y tubos, pero también deben incorporarse algunos métodos muy particulares.

Los papeles indicadores son del tipo del de tornasol y del indicador del p^H . 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 sólo 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.

Un ejemplo de papel indicador es el que se utiliza para determinar el sulfuro de hidrógeno. Este gas es un producto secundario tóxico de las instalaciones para tratar las aguas de albañal. Se puede determinar fácilmente con un pequeño aparato que se sostiene en la mano y que contiene un bulbo para aspirar, que hace penetrar el aire por una pinza que sostiene un fragmento de papel filtro impregnado con acetato de plomo seco. El bulbo se aprieta repetidamente hasta llegar a obtener una mancha color café en el papel. La intensidad de esta mancha y el número de veces que se apretó la perilla hasta obtener ese color, señalan

la concentración de sulfuro de hidrógeno entre los límites de 6 a 200 ppm. La prueba total se hace en menos de 5 minutos.

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. Los tubos son de vidrio y están sellados en ambos extremos. Contienen un material granulado inerte en el que se ha absorbido un reactivo seco o 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. El tono del color o la longitud de la banda coloreada sirven para valorar la concentración del contaminante. Los tubos van acompañados de gráficas comparativas y también tiene fecha de expiración después de la cual no se garantiza la exactitud. Suelen durar de tres meses a tres años y dan aproximadamente de 3%, que son suficientes para la mayoría de las pruebas de seguridad.

Hay tubos indicadores para amoníaco, cloro, bióxido de carbono, SO_2 , HCN, HF, H_2S , óxidos de nitrógeno y tricloroetileno. El tubo para monóxido de carbono es un indicador - muy útil. Consta principalmente de gel de sílice. La banda central contiene paladio sulfito de potasio y las otras no. Al usarlo se rompen los extremos y se hace pasar una corriente constante al aire. Los gases que interfieren son eliminados por el gel simple y la banda central se va poniendo de color castaño si hay monóxido de carbono. La longitud de la banda, comparada con la cantidad de gas que ha pasado, indica las concentraciones de monóxido de carbono hasta 700 ppm.

Pruebas químicas por vía húmeda.

El aparato de absorción es la unidad básica para las pruebas químicas húmedas para contaminantes del aire. Proporciona un contacto eficaz entre una muestra de gas y un solvente o reactivo líquido que disuelva el componente que interesa. Este reaccionará para producir algún cambio físico que se pueda medir o quedará en solución para después llevar a cabo algunas reacciones y análisis. Un sistema de absorción y de flujo bien diseñado absorberá del 90% al 100% de un gas en un método de análisis relativamente sencillo y barato.

El sistema absorbente puede ser de muchas formas, pero se puede agrupar en dos tipos básicos. Uno es el aparato de choque o golpe, 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 eficiencia del aparato absorbente depende de su capacidad de dispersión y también de la solubilidad del gas que se busca en la fase líquida.

La fase líquida ideal no debe ser volátil, corrosiva, viscosa, espumosa ni cara y tiene que ser estable. El agua posee cualidades y se emplea para algunos gases muy polares que son solubles en ella como, por ejemplo, el sulfuro de hidrógeno, el cloruro de hidrógeno, el amoníaco y el metanol. El Etanol es un buen solvente para los ésteres y los aldehídos orgánicos. El ácido clorhídrico diluido se usa para absorber aminas primarias y la sosa cáustica diluida para el cianuro de hidrógeno y el anhídrido sulfuroso.

El aparato húmedo de choque o golpe generalmente está asociado con la recolección de partículas muy finas, pero su sencillas también resulta útil para absorber gases, consiste

en un tubo de vidrio con un orificio muy fino (1-2 mm), 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 más delgado y se ace lera tanto al pasar por el pequeño orificio que los aerosoles y partículas chocan por su impulso contra el fondo del tubo más grande. Cuando se coloca líquido en el tubo, la - corriente de gas se dispersa formando burbujas muy pequeñas al pasar por el orificio. Se usan velocidades de flujo de uno a diez litros por minuto, de acuerdo con el diseño. Es tos aparatos se limpian fácilmente y en operación proporcionan resultados repetidos.

Para gases menos solubles se requieren los lavadores de gases de vidrio poroso para lograr una dispersión suficiente para que se disuelvan bien. Son de muchas formas y tamaños, pero todos contienen una capa de vidrio poroso de grano más o menos fino que separa el gas que entra del sol vente. Al atravesar esta capa el aire se rompe en finas - burbujas para obtener así la máxima solubilidad. Se logra una buena dispersión a velocidades bajas, pero pueden variar de acuerdo con la capa de vidrio. La limpieza del - aparato resulta difícil. Tanto los aparatos de choque hú modo como los de vidrio poroso limitan el flujo del gas - en un sistema produciendo una pérdida de presión que crece conforme aumenta el flujo de gas que entra en el sistema.

Las reacciones a que se someten los contaminantes absorbidos generalmente son colorimétricas, por lo cual es necesario añadir un reactivo que produzca color o es porar un tiempo determinado antes de medir en un colorímetro. En todo el método se utiliza un testigo que no está expuesto al contaminante para marcar el punto cero, y las lecturas del colorímetro hay que compararlas con - una curva de calibración preparada con soluciones estándar. Otros métodos de análisis de las soluciones incluyen la conductividad, la titulación, la polarografía y la turbidimetría.

Un ejemplo de vigilancia atmosférica con una técnica química húmeda es el método que se emplea a menudo para buscar las huellas de aldehídos en el aire. Estos compuestos proceden principalmente de los escapes de automóviles y producen al parecer, irritación ocular. Se pone en dos lavadores de gases de vidrio poroso, colocados en serie, una solución acuosa al 0.05% de clorhidrato de 3-metil-2-benzotiazolonahidrazona. Se hace pasar suficiente aire para poder medir la reacción. El límite inferior es aproximadamente de 2 ppm (partes por mil millones) que exigirían una velocidad de muestreo de 0.5 li-

tros/minuto durante 24 horas. Después de tomar la muestra, se deja que las soluciones reposen una hora para asegurar la reacción de todos los aldehídos disueltos, antes de añadir una solución oxidante. Al hacer esto último se forma un color azul de intensidad proporcional a la concentración del aldehído. Se mide el color a 630 $m\mu$ para compararlo — de acuerdo con la ley de Beer — con una curva de formaldehído a diferentes concentraciones. El método es muy exacto para el formaldehído y algo menos para los aldehídos de cadena más larga, pero puesto que el formaldehído comprende más del 50% de los aldehídos atmosféricos, el error no es grave.

Se pueden hacer diversos aparatos automáticos o se pueden comprar, para complementar una vigilancia atmosférica por métodos químicos en húmedo. Un ejemplo será un dispositivo diseñado para varios aparatos de absorción con bombas, medidores de la corriente de aire y del tiempo, para trabajos inesperados. Toda la supervisión necesaria consistiría en una visita de cuando en cuando del técnico encargado de poner tubos nuevos y de medir los que han reaccionado.

Métodos instrumentales.

En las últimas décadas la tendencia de las investigaciones químicas ha sido la de automatizar los análisis siempre que sea posible. Para analizar los contaminantes por separado o en grupos se emplean técnicas de espectrofotometría, cromatografía electroquímica y espectroscopia de masa.

Los datos de los instrumentos para medir un contaminante generalmente pasan en forma de una señal en milivolts a un registrador de carta continua para tener los datos en forma de registro permanente con la información sobre las concentraciones del contaminante durante un período determinado.

La forma básica de instrumentación para estudiar los contaminantes del aire es una versión automática de los aparatos de absorción descritos anteriormente. Las mediciones suelen hacerse con un colorímetro interno o una celda de conductividad. También se emplean otras muchas técnicas para medir; por ejemplo,

un instrumento para ozono capta la quimiluminiscencia de una reacción. Prácticamente cualquier prueba de absorción en húmedo se pueden adaptar a este tipo de instrumentos, con tal de que sea sensible a un periodo relativamente corto de contacto con la atmósfera y que sus soluciones sean estables. También, las técnicas que exigen calentamiento o varios pasos de reacciones químicas tendrán que ser más complicados. 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.

Los hidrocarburos se pueden determinar fácilmente entre amplios límites de concentración con un detector de ionización de flama (FID). Este aparato, que se emplea mucho en los cromatógrafos de gases, consiste en una flama de hidrógeno en la que se introduce un flujo calibrado de muestra de aire. Se aplica un potencial entre el generador y el electrodo que se inserta en la parte superior de la flama. Los hidrocarburos que están en la flama se ionizan y transportan corriente entre los electrodos en proporción a su cantidad. Esta corriente se amplifica y proporciona los resultados del aparato. Las moléculas que

contienen varios átomos de carbono transportan más corriente que el metano, pero si se encuentran presentes oxígeno, cloro, azufre u otros átomos, la señal disminuye mucho. El monóxido de carbono y el metanol no dan ninguna señal. El instrumento sólo es útil cuando se desean conocer las concentraciones totales de todos los hidrocarburos, ya que no se puede hacer una distinción de los diferentes tipos de los mismos. Además, los compuestos oxigenados no deben encontrarse presentes en grandes cantidades porque también entrarán en la determinación.

Los hidrocarburos también se pueden medir por combustión con un catalizador de pentóxido de vanadio a 300 C. es una reacción bastante específica a esta temperatura y el calor de la combustión medido con termopares proporciona el resultado. En forma similar, el monóxido de carbono puede sufrir una combustión en una mezcla de óxidos de cobre, manganeso, plata y cobalto a 100 C.

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

La Espectrofotometría. Es la medida de la cantidad de energía radiante absorbida por las moléculas a longitudes de onda específicas. Cada compuesto tiene un patrón de absorción diferente que da origen a un "espectro" de identificación. Este consiste en una gráfica de la absorción y la longitud de onda y se presenta en márgenes que abarcan longitudes de onda desde la ultravioleta a la infrarroja. Los ápices del espectro corresponden a oscilaciones armónicas de las moléculas mientras el instrumento explora una muestra con longitudes de onda que aumentan o disminuyen progresivamente.

Los instrumentos que se emplean en la contaminación del aire y que tienen por fundamento la espectrofotometría infrarroja se pueden usar para medir el bióxido de carbono, monóxido de carbono, anhídrico sulfuroso, ozono, acetileno, etileno, metano, amoníaco y los nitratos de peroxiacetilo.

Los aparatos que se basan en los ápices del espectro ultravioleta se pueden utilizar para hacer determinaciones de bióxido de nitrógeno, anhídrico sulfuroso, ozono e hidrocarburos.

El espectrofotómetro infrarrojo de exploración es mucho más exacto en su selección de longitudes de onda que los instrumentos no dispersores, por lo que se pueda utilizar en el laboratorio para distinguir entre los compuestos con absorciones de la misma zona de longitud de onda. El análisis se puede hacer condensando la fracción de punto de ebullición más alto de una muestra atmosférica en una trampa fría o también midiendo toda la muestra en una celdilla de paso largo. La presencia de varias moléculas orgánicas complejas puede complicar un análisis mucho y a menudo es necesario separar primero las partes componentes.

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, o, con una columna diferente, puede estandarizar con exactitud un gas de calibración. Otros cromatógrafos están adaptados para determinar en forma continuada varios contaminantes al mismo tiempo. Además los cromatógrafos son relativamente baratos, sencillos de operar y resistentes.

La cromatografía de gases es la destilación fraccionada a escala molecular. Se hace en columnas largas que con

tienen absorbentes líquidos no volátiles, soportados en sustratos sólidos. Las moléculas de la muestra pasan por las columnas a velocidades proporcionales a sus volatililidades y a sus afinidades por el absorbente. Prácticamente cualquier combinación de materiales volátiles se pueden separar cuando las condiciones son correctas. El cromatógrafo de gases consta de una columna que está en zona a 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 a la temperatura en el otro parámetro, forman un cromatograma. Se pueden elegir los detectores para sensibilidades específicas a determinados tipos de compuestos (por ejemplo, el detector de ionización de flama) o uno que analice la mayor cantidad posible de materiales. Estos últimos son los más útiles en el trabajo básico de contaminación del aire, aunque hay instrumentos más complicados que tienen columnas -dobles con diferentes detectores en cada una para igualar sus resultados.

Es recomendable el uso de cromatógrafos para las determinaciones de óxido de azufre y compuestos de azufre,

son óptimos para la separación y análisis cuantitativo de hidrocarburos.

Espectrómetro de masa. Es probablemente el instrumento de laboratorio más caro de todos los que se emplean en el trabajo sobre la contaminación del aire. Cada vez adquiere mayor importancia, porque resulta útil para identificar pequeñas cantidades de materiales. Se logra ionizando una muestra para descomponerla y acelerando después los iones a través de un campo magnético hasta que llegan a un colector. El tiempo que transcurre entre la ionización y la recolección de cada ión es proporcional a su masa. Con un osciloscopio se obtiene el espectro de las masas de todos los iones producidos de cada muestra desde el más ligero hasta el más pesado. Los fragmentos de cada compuesto son características de su estructura, siendo el más grande el que corresponde generalmente a la molécula completa después de perder un electrón. Para los compuestos más sencillos, a menudo este ápice es suficiente para la identificación, pero hay que tener en cuenta la posibilidad de que haya isómeros. Por lo tanto, algunos gases más ligeros de la atmósfera se pueden determinar teniendo en cuenta sus ápices primarios.

Las moléculas más complejas hay que purificarlas por que sus fracciones son necesarias para lograr una identificación.

El empleo del espectrómetro de masa por lo general exige la condensación de grandes volúmenes de muestra para reunir material suficiente para el análisis. A menudo los compuestos presentes en forma de huellas se pierden durante el proceso. Algunos químicos han combinado los espectrómetros de masa con los cromatógrafos de gases formando un instrumento de identificación muy potente. La capacidad del cromatógrafo de gases para separar mezclas complejas, unida a la velocidad del espectrómetro de masa y a su exactitud para proporcionar un peso molecular exacto, pueden resultar de gran utilidad para solucionar problemas de contaminación del aire. En resumen, la aplicación de la espectrometría de masa a la contaminación del aire se encuentra en una fase de desarrollo, pero ofrece un futuro muy prometedor.

ANÁLISIS DE PARTICULAS.

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. Son necesarios tres distintos pasos para hacer un análisis completo: la recolección, la clasificación por tamaños o identificación morfológica y el análisis químico. Por otra parte, rara vez se necesita un análisis completo y algunos métodos básicos se pueden seguir fácilmente para obtener los criterios necesarios sobre la carga total de partículas de una determinada zona atmosférica o sobre la presencia en la misma de materiales peligrosos.

La mayoría de los análisis de partículas se hacen por tandas de muestras, con excepción de varios procedimientos subjetivos que incluyen la valoración visual de columnas de humo de chimeneas que hacen observadores expertos.

El sistema de recolección de tandas de muestras suele consistir 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.

El aparato más utilizado para este tipo de pruebas en la contaminación del aire es el muestreador de gran volumen. Consiste sólo en una aspiradora, con un papel filtro. Casi siempre se colocan directamente en el lugar del muestreo y se deja funcionar durante períodos de 24 horas. La velocidad del flujo a través del filtro, antes y después del muestreo, se emplea para calcular el volumen de la muestra; el peso total de las partículas se calcula pesando el papel filtro antes y después. Es preferible usar papel 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 provoca un alto gradiente de presión. El análisis resulta más difícil con los filtros de fibra de vidrio porque no se pueden incinerar y existe el peligro de que los materiales que se encuentran en cantidades muy pequeñas queden adsorbidas cuando la muestra se extrae con un solvente. La principal ventaja del muestreador de gran volumen es su capacidad de muestrear un gran volumen -

de atmósfera, no sólo 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 0.5μ

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. Por ejemplo, una muestra de un volumen de 24 horas se puede comparar con las recogidas cada hora, durante un lapso de un día, por el muestreador de cinta para obtener la proporción total diaria de partículas producidas cada hora. El muestreo se lleva a cabo haciendo pasar aire a través de una mancha circular de una cinta de papel o fibra de vidrio para un intervalo determinado. Cuando pasa este tiempo la cinta avanza, se va enrollando y aparece una nueva zona limpia que queda expuesta. Así se va repitiendo el ciclo. El resultado es una fibra de manchas, cada una de las cuales, corresponde a intervalos iguales y consecutivos de tiempo. Para valorarlos se necesita un fotómetro transmisor de la reflectancia, ya que la cantidad real de parti-

culas que se encuentran en cada mancha es demasiado pequeña para pesarla con exactitud. Hay que establecer una escala para el fotómetro utilizando cinta limpia para marcar el cero y mancha negra como máximo. Se han propuesto varios índices, inclusive uno de suciedad y un coeficiente de niebla. También se pueden hacer pruebas químicas con cada mancha para averiguar la variación de los contaminantes inorgánicos tales como plomo o níquel.

El aparato de coque en líquido también sirve para tomar pequeñas muestras representativas del total de las partículas suspendidas. Se pueden emplear para análisis químico, morfológico e inclusive gravimétrico.

Una forma muy delicada de reunir las partículas de una atmósfera determinada consiste en la precipitación térmica. Esta técnica se basa en la tendencia de las partículas a ser repelidas por un alambre caliente. Si se monta el alambre cerca de una superficie plana como un portaobjetos de los que se emplean en los microscópios y se hace pasar la muestra con lentitud, se pueden hacer preparaciones adecuadas para la observación microscópica directa. Las partículas se colectan tan suavemente que no se forman agregados ni se destruyen las bacterias.

Otros métodos de muestreo de partículas incluyen los muestreadores de centrifuga y los electrostáticos. Estos aparatos funcionan en forma semejante a los mecanismos - más grandes que se utilizan en la industria para eliminar las partículas de las chimeneas de procesos industriales. Los muestreadores de centrifuga sólo son útiles para partículas mayores de 5μ . Los electrostáticos, aunque recogen las partículas de 0.01 a 10μ , tienden a volatizar las del tipo orgánico.

Hay muchos métodos de recolección de partículas que sólo lo retienen las de determinados tamaños. Otras pueden diferenciarlas de acuerdo con varios márgenes de tamaño. La niebla, debida a la contaminación, por ejemplo, es ocasionada sólo por partículas cuyo tamaño se encuentra entre los límites de 0.2 y 1μ . El tamaño de la partícula es una variable de mucha importancia cuando se estudian los efectos de los contaminantes en la salud humana. Las partículas de 5μ o más generalmente quedan atrapadas en la nariz, mientras que las más pequeñas, hasta de 0.02μ llegan a los pulmones y se depositan en ellos.

EXAMEN FISICO DE LAS PARTICULAS.

Las muestras de partículas recolectadas en los recipientes para polvo precipitado desde el aire, por precipitadores electrostáticos, por aparatos de choque en seco o en líquido y por colectores térmicos, se pueden contar con examen microscópico. Después se puede calcular el número total de partículas o el número de un tamaño determinado, por volumen de aire.

Para medir el tamaño de las partículas es necesario definir alguna dimensión estándar que se pueda aplicar a todas las variedades de formas. La observación directa al microscopio óptico o electrónico es necesario para hacer una medida absoluta, pero incluso estos métodos sólo demuestran un perfil de cada partícula. Por lo tanto, cualquier técnica de medida depende de orientación al azar de la partícula. Esto no siempre es cierto y el criterio del observador es de suma importancia.

Un hábil microscopista puede proporcionar mucho más información que simplemente el número y tamaño de las muestras de partículas. A menudo podría decir exactamente que hay en la muestra y su probable origen. Si se tiene en cuenta

que todo lo que necesita es una partícula que puede pesar 10g puede decirse que es la técnica analítica más sensible de las que se conocen.

ANALISIS QUIMICO.

Aunque una atmósfera con un gran contenido de partículas puede resultar molesta, lo que resulta realmente peligroso es la presencia de determinados elementos y compuestos. Por ejemplo, los compuestos de plomo o las moléculas orgánicas carcinogénicas pueden hallarse en atmósferas que parecen limpias.

Análisis inorgánico. Se dispone de varias técnicas instrumentales para la determinación de los elementos específicos de una muestra. Entre ellas están la fotometría de absorción y la polarografía. Se han perfeccionado una serie de reactivos muy específicos que dan reacciones de color para indicar la presencia de ciertos elementos. Estos reactivos se pueden utilizar solos o combinados en métodos más amplios como el del horno de anillo.

monografía escrita por H. Weinz, inventor de la técnica (Microanalysis by the Ring Oven Technique, Pergamon Press, Oxford), enumera treinta y cinco elementos identificables.

Las técnicas de espectrografía para detectar y medir los elementos exige costos de equipo abundantes, pero pronto se compensa el gasto por el tiempo ahorrando en el análisis. Se han usado tres sistemas principales: el de absorción de flama, el de emisión de flama y el de emisión de chispa.

La espectrografía de emisión se ha empleado para determinar los metales presentes en las muestras de aire contaminado. Los niveles de energía de los átomos presentes en una muestra se elevan a sus estados de excitación rápidamente con la brusca adición de una energía adicional procedente de una flama, de marco eléctrico o de una chispa.

La espectroscopia de absorción atómica constituye una técnica cuantitativa conveniente y sensible para un gran grupo de metales. Este método relativamente reciente hace posible analizar los elementos individuales en solución. aún en muy bajas concentraciones. También se utiliza una flama, pero sólo para vaporizar los elementos. Se hace a-

El horno de anillo es un dispositivo barato que permite que una cantidad de muestra se divida en partes uniformes para hacer una serie de pruebas con indicadores separados. Se hace en un trozo pequeño de papel filtro sujeto en un anillo circular caliente. Una muestra determinada disuelta en un solvente adecuado, como por ejemplo ácido clorhídrico, se coloca lentamente en el centro del papel filtro. Al emigrar hacia el borde, el solvente se evapora y deja un delgado y homogéneo anillo en el papel. Aunque el anillo contiene la misma cantidad de material que había en la muestra original, se ha extendido en una superficie mucho mayor.

Se ha desarrollado toda una serie de pruebas de color que se pueden hacer en segmentos de anillo. Cada una es específica de un determinado elemento y generalmente los resultados se pueden conservar en un registro permanente. Los reactivos pueden estar en solución en la que se sumerge el papel o que se hace gotear encima de dicho papel, o se utilizan en forma de lápices. Estos se frotran en el anillo y la mancha es derretida para producir una reacción. Los colores resultantes se pueden comparar con estándares para determinaciones cualitativas y cuantitativas. En una

travesar la flama a un rayo de una fuente de radiaciones específicas para un elemento y la cantidad de energía absorbida constituye la medida de la concentración de dicho elemento. Para analizar cada elemento se necesitan fuentes de radiaciones diferentes y hay que calibrar éstas con solución estándar. Con este aparato se pueden hacer pruebas cuantitativas en sucesión rápida en un gran número de muestras.

Partículas orgánicas. Aunque el número de elementos inorgánicos que se pueden encontrar en la atmósfera es menor de cincuenta, puede 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. Muchos de estos compuestos han reaccionado en la atmósfera y son muy inestables, por lo que se requiere tener mucho cuidado en todas las fases del análisis desde el muestreo y la separación a la determinación. Con la excepción de los plaguicidas y los hidrocarburos aromáticos polimdeares se ha hecho poco trabajo para identificar las partículas orgánicas.

El muestreo de la atmósfera para buscar partículas orgánicas se hace de la misma manera que para obtener el total de las partículas o la fracción de las inorgánicas, aunque se debe tener cuidado de proteger la muestra

do un exceso de calor o de luz solar. El muestreador de gran volumen resulta muy útil debido a las bajas concentraciones de la mayoría de los compuestos orgánicos. En atmósferas muy contaminadas el depósito que se forma en el muestreador puede ser aceitoso o como cera. No se debe intentar sacarlo para evitar cualquier posibilidad de descomposición.

Un análisis general del material orgánico de una muestra requiere un plan de fraccionamiento para dividir los componentes en grupos químicamente similares. Según uno de estos planes, se usa benceno, éter o hexano para la extracción inicial y después, por medio de una serie de extracciones subsiguientes con solventes ácidos, básicos, polares y no polares se divide la muestra original en cuatro fracciones: en ácido fuerte, ácido débil neutro y básico.

Así pues se puede deducir fácilmente que la mayoría de las industrias del país no cuenta ni con el material ni con los especialistas necesarios para los numerosos análisis imprescindibles para hacer una valoración de sus propios problemas de desechos. Y lo peor del caso es que no existen en el territorio nacional, empresas confiables que se dediquen a efectuar estudios sobre

problemas de la contaminación del aire.

CONTROL DE POLVOS, VAPORES Y GASES A BASE DE SISTEMAS
DE EXTRACCION.

Equipo colector de Polvo.-

En términos generales hay dos tipos de aparatos para la limpieza del aire: filtros de aire y colectores de polvo. Los primeros se emplean en sistemas que suministran aire para calefacción, acondicionamiento de aire, tomas de aire para motores de combustión interna y compresores. Los filtros de aire convenientemente están diseñados para coleccionar polvos contenidos en la atmósfera en cantidades de 1/3 a 4 gramos por cada 1000 pies cúbicos de aire.

Los colectores de polvo son diseñados para manejar concentraciones grandes de polvos originados por sistemas locales de escape o en las chimeneas que se emplean en procesos industriales. Las concentraciones que se logran en los colectores de polvos, si los comparamos con los filtros de aire son de 100 a 20,000 veces mayores que estos últimos.

TIPOS DE EQUIPO.

Los diseños frecuentemente se basan en los principios de separación del material: humos, gases o vapores mezclados en el flujo de gases. Su manipulación se basa en más de uno de los siguientes principios: intercepción, choques, difusión, gravedad, humidificación, condensación y precipitación electrostática. Por lo que resulta más sencillo agrupar a los diferentes colectores en los siguientes tipos:

- INERCIAL O CENTRIFUGO SECO.

Ciclón simple.

Centrífugo múltiple.

Dinámico seco .

De rejillas o persiana.

- HUMEDO.

Torre empacada.

Centrífugo húmedo.

Dinámico húmedo.

Tipo de orificio.

Tipo de tobera.

Lavador Vénturi.

- COLECTORES DE TEJIDO

Tipo convencional.

De surtidor invertido.

- ELECTROSTATICO.

Inercial o centrífugo seco.

Este último se utiliza generalmente para manejar polvos de gran tamaño en concentraciones ligeras o moderadas. Convenientemente se les usa como colectores primarios con equipos de alta eficiencia.

Ciclónico simple. Los efectos de la fuerza centrífuga arrojan las partículas de polvo contra las paredes del colector, lo que permite recoger el polvo, el cual es desalojado por la salida colocada en un extremo.

Centrífuga múltiple. Se obtienen fuerzas centrifugas muy grandes y se emplean varios tubos de diámetro pequeño con elementos idénticos colocados en paralelo.

Dinámico seco. El polvo se precipita por fuerza centrífuga sobre numerosas aspas de un ventilador diseñado especialmente. El polvo colectado viaja a través de las aspas y es descargado a un circuito colector dentro de la cubierta del ventilador.

Tipo de rejilla persiana. La fuerza centrífuga se aplica a las partículas al producirse un cambio rápido en la dirección del flujo del aire, para esto se utiliza una serie de placas que forman un determinado ángulo con la corriente del aire.

Colectores húmedos. Tienen la ventaja de proporcionar un volumen de extracción constante, su disposición o arreglo no presenta ningún problema secundario para la recolección de polvo y tienen capacidad para limpiar gases muy húmedos a altas temperaturas.

Torres empacadas. Se usan principalmente en la industria química como lavadoras para eliminar gases y vapores. La supresión de contaminantes se consigue, debido al gran contacto entre la corriente de gas que llega a la superficie húmeda empacada.

El empaque puede ser grava o productos similares - (5a 10 galones por cada 1000 pies $3/\text{minm.}$ de aire).

Centrífugo húmedo. La recolección se obtiene por medio del lanzamiento de las partículas más pesadas contra las paredes húmedas del colector, arrojadas por efecto de

la fuerza centrífuga.

Dinámico húmedo. Se combinan las fuerzas dinámica y centrífuga de la rueda del ventilador, consiguiendo que el contaminante choque contra numerosas aspas diseñadas especialmente, manteniéndose una película de agua proporcionada por una tobera que se encuentra a la entrada.

Tipo de orificio. Mueve grandes cantidades de agua en la zona de recolección, en donde la humidificación de los contaminantes se hace antes de que estos sean eliminados por la corriente del aire. El agua varía de 10 a 40 gal. por 1000 pies de aire/min. El agua puede recircular sin necesidad de toberas atomizadoras o bomba de recirculación.

Tipo de tobera. Las de alta presión comunmente se usan en torres colectoras de tipo centrífugo. Se emplea un gran número de toberas pequeñas y con presiones de agua de 250 a 600 lb/pulg², y el volumen de agua de 5 a 10 gal. por 1000 pies³ de aire/min.

Limpiador Vénturi. La velocidad del aire que viaja de 12,000 a 20,000 pies/min. se vé recortada, provocando la atomización del agua que sale a través de los tubos de suministro en la garganta del vénturi. La turbulencia en el

Vénturi nos permite dispensar y causar impacto con el contaminante en un corto período.

Colectores de tejido. Este ha sido utilizado por mucho tiempo en aparatos de limpieza. La eliminación del polvo se obtiene al colocar la tela en el lado superior del colector creando así la acción filtrante.

Convencional. Para casos de extracción continua, son usados estos colectores. Generalmente se utiliza el sistema de inversión del flujo de aire para aumentar la efectividad en el desprendimiento de material adherido.

Chorro invertido. Se mueve utilizando un chorro de aire a presión alta, que proviene de un "anillo soplador".

Electrostático. Tiene gran preferencia por su alto voltaje. Su funcionamiento se basa en que puede impartir carga negativa a las partículas de las corrientes de gas, obteniendo como resultado que se adhieran a las placas del colector que se encuentran cargadas positivamente. La diferencia de voltaje entre electrodo y placa es de 60,000 a - 75,000 volts. Las placas del colector son cilíndricas y rodean a la varilla del electrodo; se usan para lavar con -

agua el material recolectado en las placas, y la corriente de gas puede ser de alta presión a el vacío. Haciendo vibrar las placas, ya sea continuamente o a intervalos preterminados, se logra eliminar el material colectado, existiendo algunas pérdidas de aire limpio durante el ciclo.

EXTRACCION Y CONTROL DE POLVO.

Recomendaciones para el mantenimiento del equipo.

1. Limpieza periódica o con intervalos de tiempo para evitar el almacenamiento de polvo en la tolva.
2. Programación de inspecciones para el mantenimiento preventivo.
3. Reparación, reemplazamiento y limpieza de todas las - partes indicadas durante la inspección regular.

CICLON SIMPLE Y CENTRIFUGO MULTIPLE.

Estos aparatos trabajan sujetos a fuertes cargas y a - polvos abrasivos, de ahí que para su eficiente mantenimiento deba incluir:

1. El vaciado de las tolvas de almacenamiento a intervalos regulares para evitar la reentrada del material.

2. Evitar fugas en el lugar de la descarga del polvo, especialmente si la unidad opera a presión menor que la atmosférica.
3. Elaboración de una rutina para los puntos de máximo - desgaste.
4. Conservar uniforme el volumen de aire para obtener constante eficiencia. La obstrucción en las cubiertas y en los ductos causa que el volumen disminuya proporcionalmente.

DINAMICO SECO.

El mantenimiento debe incluir:

1. La conservación de la tolva de almacenamiento de polvo ventilada hacia el colector.
2. Inspección del rodete a intervalos programados, debido a la acumulación y desgaste de las aspas.
3. La descarga regular de la tolva de almacenamiento de - polvo, para evitar la recirculación del polvo colectado que pudiera ocasionar máximo desgaste y reducción de la eficiencia.

4. A causa de que esta unidad es una combinación de ventilador y colector de polvo, deberán seguirse las reglas para mantenimiento preventivo de ventiladoras - en lo que respecta a rodamientos y bandas V.

CENTRIFUGO HUMEDO Y DINAMICO HUMEDO.

1. Durante todo el tiempo de trabajo del ventilador deberá asegurarse el suministro apropiado de agua.
2. Cuando se tenga en recirculación, deberán tenerse depósitos adecuados para disponer siempre de agua lim-pia.
3. Después que el ventilador haya dejado de funcionar, deberá circularse el agua durante media hora para lavar adecuadamente el equipo.
4. Debido a las acumulaciones que se forman, el equipo deberá inspeccionarse regularmente y limpiarse cuando sea necesario.
5. Cuando se usen toberas para atomización del agua, éstas deberán revisarse por lo menos una vez a la semana.
6. Se revisará que no haya acumulación en los drenes. Un dren tapado forma una trampa que puede reducir el vo-lumen de aire.

TIPO DE ORIFICIO.

1. Deberán inspeccionarse regularmente los deflectores u orificios que fuerzan el aire al pasar a través del agua, y examinar el desgaste, corrosión y acumulación en ellos.

2. Deberá limpiarse periódicamente el interior, utilizando para ello un chorro de agua a alta presión.

3. Los deflectores de arrastre húmedo deberán sacarse para efectuar su limpieza, debiendo reemplazarse correctamente, quedando sus bordes en dirección opuesta al flujo del aire.

4. Deberá estar siempre abierto el tubo de derrame del agua para prevenir una reducción del volumen de aire por exceso de agua que se tenga en el colector.

5. Deberá inspeccionarse regularmente el sistema de control del nivel del agua a fin de asegurar su buen funcionamiento.

6. Los colectores del tipo orificio, igual que los eyectores de sedimento empleados para la eliminación del polvo colectado, deberán inspeccionarse por las mismas -

razones que se mencionan en la sección de depósito de sedimentación.

COLECTORES DE TEJIDO.

Al igual que para los colectores convencionales, en los de surtidor invertido se deben observar las siguientes recomendaciones de mantenimiento.

1. Fugas de polvo a través de agujeros en la tela.
2. Si se usan placas deflectoras, verificar el desgaste en ellas y si hay agujeros en las mismas.
3. Si se emplean cedazos, asegurarse si hay desgaste excesivo en ellos.
4. Corroborar si existe acumulación de polvo en las tolvas de almacenamiento.
5. Verificar si hay fugas en las válvulas de descarga del polvo.
6. Inspección de rutina en el mecanismo vibrador de la tela, para tener un sacudimiento adecuado o - acción limpiadora.
7. Comprobar la operación adecuada del anillo surtidor y del suministro de aire secundario en las - unidades que tienen surtidor invertido.

Para detectar fugas de aire, exceso de presión y otras fallas en la tela, se recomienda instalar permanentemente un tubo en U, con el cual se podrá fácilmente saber si el funcionamiento es adecuado, proporcionando a la persona encargada del mantenimiento un método fácil y visual para la verificación de la unidad.

PRECIPITADORES ELECTROSTATICOS.

Se debe dar mantenimiento tanto al sistema mecánico como al eléctrico. El sistema mecánico consiste de un sistema vibratorio, el cual deberá recibir un mantenimiento igual al que se les dá a los colectores de tela.

El sistema eléctrico es complicado y su mantenimiento debe ejercerlo personal especializado en equipo eléctrico de alto voltaje. Es evidente que en estas reparaciones, aparte de desconectar la corriente, por seguridad deberán conectarse a tierra, y para eso deberán seguirse las siguientes medidas:

1. Limpiar los aisladores de la línea.
2. Limpiar los aisladores del precipitador.
3. Hacer contacto en cualquier parte de alto voltaje.
4. Revisar el rectificador del cedazo.
5. Realizar el trabajo en el interior de la cámara del precipitador.

Una vez tomadas estas medidas de seguridad, se proce
de a hacer el mantenimiento de éstos que incluye:

1. Comprobación de la acumulación excesiva en la sec
ción de placas ionizadoras y de tierra.
2. Verificación del buen estado en las salidas de -
polvo y tolvas de almacenamiento.
3. Asegurarse del funcionamiento del sistema eléctri
co para tener buena ionización.

INSTALACION DE DEPOSITOS DE SEDIMENTACION.

Estos equipos pueden incorporarse a los colectores cen
trífugos húmedo y dinámico húmedo. El mantenimiento inclu
ye normalmente.

1. Eliminación periódica del sedimento antes que el -
depósito esté completamente lleno.
2. Eliminación del sedimento contenido en el fondo de
la cámara de agua limpia.
3. Si para el limpiado se utiliza un trasportador del
tipo de cadena, verificar si hay eslabones rotos y paletas
flexionadas.

4. Asegurarse que no hay acumulación en el fondo de la tolva para evitar posibles estancamientos del transportador.

5. En el caso de que se usen contadores automáticos de tiempo en los eyectores del sedimento éstos deberán comprobarse para su adecuado funcionamiento. Estos contadores permiten la operación dos horas después que el ventilador haya sido desconectado.

6. Deberá corroborarse que no haya desgaste excesivo de las guías de la cadena y el desgaste de las placas de las tolvas.

7. Deberán quitarse en cualquier tiempo los eslabones de la cadena si el transportador no tiene la tensión adecuada.

8. Verificar en las bombas por donde circula el agua los efectos por abrasión de los depósitos de sedimentación.

VENTILADORES.

El elemento más importante para cualquier sistema de extracción es el ventilador. Los problemas más comunes en los ventiladores se deben a:

1. Penetración abrasiva en el impulsor del ventilador y en la cubierta.

2. Mantenimiento inapropiado en la transmisión de bandas y rodamientos.

3. Acumulaciones que causan vibraciones.

Para los sistemas colectores de polvo, se recomienda tener ventiladores industriales extrafuertes. Aún cuando la eficiencia de los ventiladores con rueda de paletas no es tan alta como los centrífugos, dan un mejor servicio y son de construcción más fuerte. Debe dárseles mantenimiento adecuado verificando:

1. Vibración causada por acumulaciones de polvo o montaje inadecuado en una plataforma de construcción ligera.

2. Desgaste abrasivo y corrosión de las aspas, remaches y cabeza de tornillos. Generalmente ésto ocurre cerca del disco del impulsor.

3. Rotación adecuada. Casi todos los ventiladores descargan algo de aire cuando sus aspas giran en dirección contraria a la correcta, por lo que el giro no es una prueba adecuada para corregir la rotación del ventilador. Actualmente

casí todos los fabricantes indican sobre la cubierta, la rotación correcta de las aspas.

4. Tensión apropiada en las bandas V.

En transmisión con varias bandas V, deberán reponerse todas al romperse una de ellas. Todas las bandas de la misma transmisión deberán tener marcado el mismo número para evitar que la carga sea soportada sólo por unas cuantas aspas.

5. Programación de rutina para engrasado de rodamientos.

Deben seguirse las reglas y métodos indicados por los fabricantes. Tener presente que resulta perjudicial el sobreengrasamiento.

Todos los ventiladores deberán estar equipados con puertas de servicio colocadas en la cubierta o los ductos. Estas puertas deben estar previstas con abrazaderas fuertes y sellos muy efectivos.

Los rodetes de los ventiladores se reparan poniendo cordones de soldadura en los puntos de desgaste, el ventilador deberá equilibrarse cuidadosamente antes de ponerlo nuevamente a trabajar. Los cordones de soldadura deberán ser uniformes y del mismo peso.

El equilibrio podrá hacerse agregando puntos de soldadura de arco encima de los cordones. El balanceo de la rueda puede hacerse encima de rodillos balanceadores (balance estático), pero vibrará cuando el ventilador está girando a su velocidad de operación (desbalanceo dinámico).

MANTENIMIENTO DE DUCTOS DE EXTRACCION.

Desde el punto de vista de un buen diseño, consideramos en este caso que los ductos de trabajo y el material además de conducirse en forma segura y eficiente, deberán hacerse a bajo costo con el mínimo de mantenimiento.

Un buen diseño puede minimizar el número de limpiezas requeridas pero éstas no podrán eliminarse por completo. El mantenimiento se simplifica cuando la limpieza se efectúa dentro del mismo sistema. Esta se hace a través de -puertas corredizas, accesos articulados o quitando las tapas colocadas en los extremos. Estos accesos deberán ingtalarse de tal modo, que tanto los ductos verticales como el principal puedan inspeccionarse y limpiarse cuando sea necesario. La limpieza externa no presenta ningún problema.

En la limpieza de los ductos, los manómetros de tipo ligero deberán sacarse hacia abajo, quitando las abrazaderas. Si el material es seco, estos deberán vaciarse en un depósito cubierto. Si el material contiene restos de aceite o de condensados, deberán limpiarse fuera del ducto y lavarse con agua de presión. Generalmente esto se hace sólo para ductos cortos.

Con los tubos de condensación frecuentemente se presentan problemas para los cuales, aún no hay un método preventivo. La solución más acertada, es tener los ductos tan cerca como sea posible, para mezclar aire de humedad alta con aire caliente seco, proveniente de algún proceso cercano al ducto. Los ductos cortos pueden fácilmente quitarse y lavarse por fuerza. Se pueden colocar calentadores sin aislamiento encima del ducto, para calentarlo antes que pase aire por él. También se pueden instalar calentadores dentro del ducto, pero resulta costoso.

El método de verificación por puntos es el más indicado para conocer el estado del sistema.

Este método incluye:

1. La localización del sistema por tramos, columnas máquinas o departamento. Deberán indicarse por separado las instrucciones que el fabricante proporcione para la instalación.

2. Datos de operación en que se registra el volumen de diseño de cada ducto ramal y conexión y se anota el volumen total, presión, potencia y r.p.m.

3. Características del Sistema. Después que el sistema ha sido equilibrado, deberán tomarse las lecturas de presión en todos los puntos de referencia.

CONTROL.

Control de partículas.

Para detener y eliminar las partículas de pequeño tamaño se hace pasar la corriente de aire o gas por un conducto que contiene unas bolsas de tela que hacen las veces de filtro. La bolsa retiene las partículas dejando pasar libremente el gas o el aire. Estas bolsas son sacudidas periódicamente por un dispositivo automático. Las bolsas alojadas en el conjunto en forma de cajón forman lo que se conoce como cámara de filtros.

Si el tamaño de las partículas es mayor entonces se recurre para atraparlas a un extractor de polvos. Este consiste en un depósito con placas metálicas en el interior y hace que el aire gire formando círculos. Las partículas son depositadas por gravedad en la parte inferior.

Cuando las partículas no son homogéneas, se encuentran diferentes tamaños, y hay un volumen excesivo de aire por limpiar, se recomienda una precipitador electrostático. Este consiste en un sistema de placas metálicas cargadas de electricidad. Entre ellas se hace pasar el gas que acarrea las partículas. Estas últimas son atraídas por las placas, separándose de la corriente de gas. Regularmente hay que limpiar las placas, para que caigan las partículas y se recojan abajo.

En la eliminación de gases contaminantes es donde se presentan dificultades. Para retirar un gas de una corriente de aire se puede emplear un lavador de gases. Esto siempre y cuando el gas sea soluble con la sustancia lavadora.

Ejemplo: Los óxidos de azufre se eliminan con un lavado en una solución de amoníaco.

Otra forma de eliminar los gases es quemándolos; pero es importante que la combustión sea completa pues de otro modo lo único que se hace es incrementar las inmensas cantidades de hollín y monóxido de carbono al aire.

El anhídrido sulfuroso es uno de los gases más difíciles de controlar, precisamente, por ser el producto de una combustión.

Hasta la fecha los intentos para recuperar el azufre de los gases que se emiten a la atmósfera han sido infructuosos o, en el mejor de los casos, caros. Sin embargo una forma de eliminar los óxidos sulfurosos para que no contribuyan a la contaminación del aire es utilizando chimeneas muy altas. De esta forma, los gases emitidos son arrastrados lejos por el viento de tal manera que ya dispersos no representan un peligro considerable en la contaminación atmosférica. Aunque, en realidad, no sabemos que sucede con los gases expedidos por las chimeneas tan altas — actualmente se construyen, en las fábricas quemadoras de electricidad, chimeneas hasta de 250 metros de altura —, como pueden disiparse en la atmósfera, como pueden regresar a muchos kilómetros de distancia al suelo.

Una fuente generadora de energía eléctrica que no produce contaminación del aire es la nuclear. La fusión de átomos de uranio produce calor que sirve para calentar agua hasta convertirlas en vapor que moverá las turbinas que generarán la energía eléctrica. Este sistema presenta una dificultad; el agua calentada a grandes temperaturas se vierte a los cauces naturales, lo que obviamente produce una alteración del orden calorífico del agua de los ríos, lagos, etc. Para evitar este tipo de contaminación — contaminación térmica del agua — se requiere el uso de grandes torres de enfriamiento o de algún sistema similar. Esto resulta muy caro de ahí el inconveniente.

C O N C L U S I O N E S

A modo de ejemplo ilustrativo de la paulatina degradación del medio en todos sus aspectos --- y no únicamente --- en lo referente a la contaminación del aire ---, se presenta el análisis de una región de la República aparentemente sin problemas serios de contaminación: La sierra tarahumara; sin embargo como se aprecia en forma suscita la realidad es otra y con visos de gravedad.

Area Tarahumara: 70,000 km². (23,000 hectáreas)

Grupos étnicos: Tepehuanos, Tarahumaras.

Población: 50,000 habitantes.

Presenta en la zona indígena un decremento demográfico, paulatino, pero inexorable.

Bosques:

Capacidad de producción: medio millón de metros cúbicos de madera al año (0.5×10^6 m³/año).

Ejido más grande del mundo: "Largo y Anexos". Concesionado a empresa particular, encargada de la explotación de los recursos naturales.

La zona tarahumara posee un potencial económico basado en la explotación de los bosques — coníferas principalmente — Cada árbol produce de 3000 a 4000 semillas para su regeneración natural.

2 viveros con una descarga económica de \$ 14 X 10⁶ por concepto de reforestación.

Técnica agrícola: primitiva (ancestral); siembra de maíz (desmonte por medio de la quema).

Proyectos: estudio de implantación de programas frutícolas, agrícolas, de pastizales etc.

Organismo encargado de la zona: PROFORTARAH

Funciones: Asesoría para el desarrollo general de la región (carreteras, compra de bosques — maderas —, integración de la comunidad tarahumara a la economía general del - pais, etc.).

La zona cuenta con 125 aserraderos ejidales de los cuales 15 son propiedad de PROFORTARAH.

En esta gran área podemos apreciar que si no se controla eficientemente — sin corrupción — para un futuro no leja no se presentarán problemas de contaminación agudos.

Si ya de por sí la constante e irracional devastación de los bosques es causa directa de la erosión de la tierra, agregado al problema del mal sistema de explotación agrícola así como la falta de recursos técnicos, financieros y humanos, es evidente que se conducirá a esta vasta zona a luchar contra problemas realmente agudos.

Podemos esperar cambios bruscos de temperatura; degradación de la tierra; extinción de animales y plantas; y pérdidas económicas graves; así como reducción de la población autóctona, gracias a la degradación ambiental - producida por la explotación irracional de la zona.

Esto representaría para el país un elevado golpe económico, ya que un porcentaje elevadísimo de madera y productos elaborados de ésta última, se perderían de los mercados nacionales. Además de perderse irremediablemente - una zona de recursos naturales no renovables.

Ahora bien, como en líneas arriba se indicó, se proyecta el estudio e implantación de programas frutícolas, agrícolas y ganaderos. Lo cual acarrearía una reserva alimenticia y económica para la nación, lo suficientemente amplia para solventar las deficiencias, por este concepto,

por muchos años. Ya que el área cultivable es muy grande y los recursos naturales son inmensos.

He aquí un potencial económico en degradación lenta pero inevitable a menos que se tomen cartas urgentes en el asunto. Con un poco de buena voluntad y recursos técnicos mínimos se puede crear no solamente un "vergel", sino todo un emporio económico: centros de recreación — deportivos, turísticos, etc.—, viveros, escuelas, servicios e industrias.

Ecotáctica. La ciencia que se ocupa de organizar y plantear las maniobras de todas las fuerzas activas disponibles, en contra de los enemigos de la tierra.

El club Sierra fué fundado en 1892. Sus móviles son cambiar la política social en el plano de la actividad pública. Defensores de la conservación luchan denodadamente, junto con otras organizaciones, para mejorar las condiciones ambientales en los EEUU.

Si nos avocamos a recordar los valores éticos y sociales que obstaculizan la lucha contra la contaminación atmosférica y la ecología en general, nos encontramos en primer plano con que la contaminación es violencia y la

contaminación ambiental es violencia ambiental. Desde luego este tipo de violencia no tiene las características primitivas como el asesinato callejero; sin embargo, en lo que se refiere al número de gentes y de ecosistemas afectados por la contaminación, a la gravedad del daño, la violencia ambiental excede escandalosamente a la del crimen corriente o vulgar.

"El asesinato primitivo provoca percepción sensorial de una naturaleza instintiva y cruda: el crimen ambiental genera una forma silenciosa de violencia, casi siempre imperceptible a los ojos, a los oídos y al tacto".

Es importante subrayar el impacto emocional que sufre la gente común, por sucesos intrascendentes — desde el punto de vista de calidad — como el vil asesinato, el robo o la riña callejera; pero que en el caso de una serie de muertes masivas, producidas por alteraciones del nivel normal de contaminación o degradación ambiental, pasa desapercibido ya que no impresiona sus sentidos y si, en cambio, en muchos casos, se considera benéfico para la comunidad por ser producto de crecimiento económico o para proyectar popularmente la creación de empleos. La justificación que dan al aspecto negativo de la contaminación es la del "precio del progreso".

Otra razón es que el poder y los contaminadores se encuentren siempre en estrecha relación, íntimamente ligados. Los poderosos empresarios, coludidos con las dirigentes gubernamentales mueven los hilos de la sociedad a su antojo, provocando un caos general y arriesgando en empresas absolutamente elitistas los recursos no renovables o recuperables. Tales indiscriminadas de bosques a lo largo y ancho del país; proliferación de focos contaminantes como son las zonas urbanas con las consabidas áreas industriales; aumento excesivo y sin control de vehículos de combustión interna, por citar sólo algunas formas de contribución a la degradación ambiental, nos obligan a sufrir sin tener la menor participación en las decisiones el pueblo, que al fin y al cabo siempre es el más afectado.

Todo lo anterior se refleja a nivel mundial y no sólo lo a nivel nacional o, incluso, regional. Tenemos como ejemplo los barcos que llevaban herbicidas a vietnam y a otras zonas del mundo, pudieron provocar una de las catástrofes más grandes si uno de estos transportes se hubiera hundido y se rompieran los depósitos que contenían las substancias químicas, perecerían los organismos del

...mar en muchas millas a la redonda, reduciendo la provisión de oxígeno de la humanidad. Actualmente seguimos corriendo este riesgo. Sin embargo, como no nos afecta directa y crudamente, al conocer estas noticias alzamos los hombros y continuamos nuestro ritmo de vida normal.

Los contaminadores, concientes de su infundada legitimidad se envuelven en una capa cívica de patriotismo conservador; sin embargo la realidad es que son destructores radicales de los recursos y de los derechos del país. Su poder es tal que manipulan y obstaculizan las leyes a su antojo y libre albedrío imputándole, en el peor de los casos, a sus propias y desamparadas víctimas todo el peso de las pruebas.

No es difícil creer o suponer que los organismos gubernamentales poseen datos secretos de las diferentes industrias contaminadoras; pero coludidos con ellas nos hacen sufrir todo el peso de las consecuencias por la degradación ambiental.

Repetiremos hasta el cansancio, y no cejaremos en ello, que los vehículos de combustión interna proporcio-

nan cuando menos el 60% de la contaminación del aire, por tonelada, y de seguir como hasta ahora, el incremento de automóviles en las ciudades, no es de dudar que suceda lo que en Estados Unidos, que una sola compañía — La General Motors — contribuye con 35% de todo el tonelaje de contaminantes.

Además es necesario implantar un sistema legal que controle el uso inmoderado y desenfrenado de automóviles así — como reglamentar controles de gases contaminantes que expelen estos vehículos.

En particular, cabe hacer mención, la General Motors — es una compañía con ingresos anuales superiores a los de — cualquier gobierno excepto la Unión Soviética y los mismos EEUU, el promedio de ganancia bruta por hora durante las — 24 hrs. del día, de 2.4 millones de dólares, la hace poderosísima.

¿Que podemos esperar de compañías que manejan cantidades de dinero, solo alcanzable a un número muy reducido de países en el mundo entero?. Estamos en sus manos. Países como el nuestro deberían sacar provecho de una fuente —

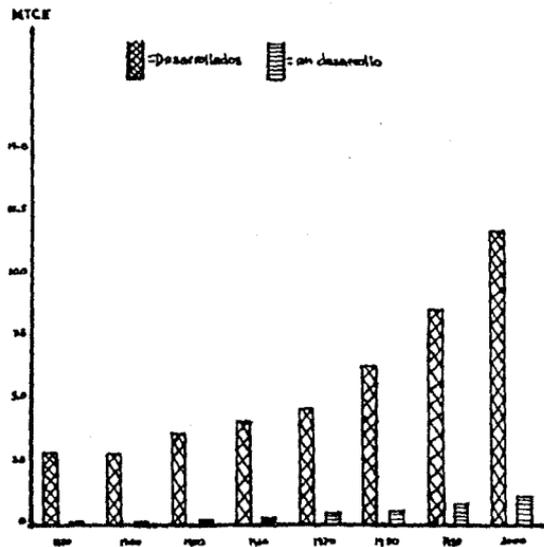
tan enormemente rica sabiendo aprovechar el potencial tecnológico de estas compañías en provecho propio nacionalizandolas o creando una fuente competitiva que merme su potencial económico, social político y en el mejor de los casos contaminante.

A P P E N D I C E

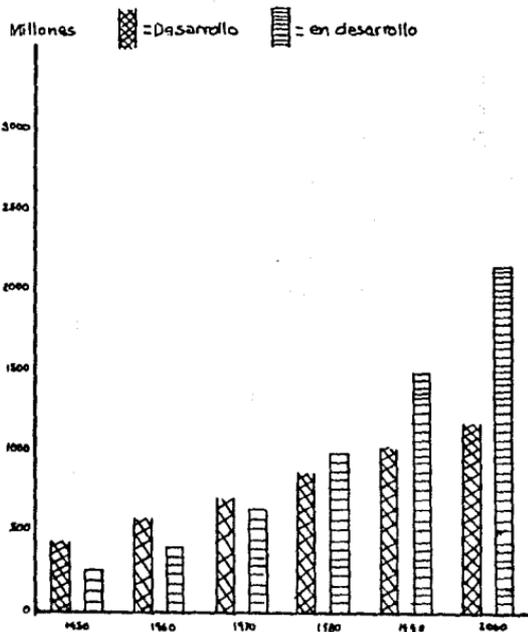
A PARTIR
DE ESTA
PAGINA

FALLA
DE
ORIGEN.

GRAFICA A. Consumo per capita de energía en países desarrollados y en desarrollo. Equivalente en toneladas métricas de carbón

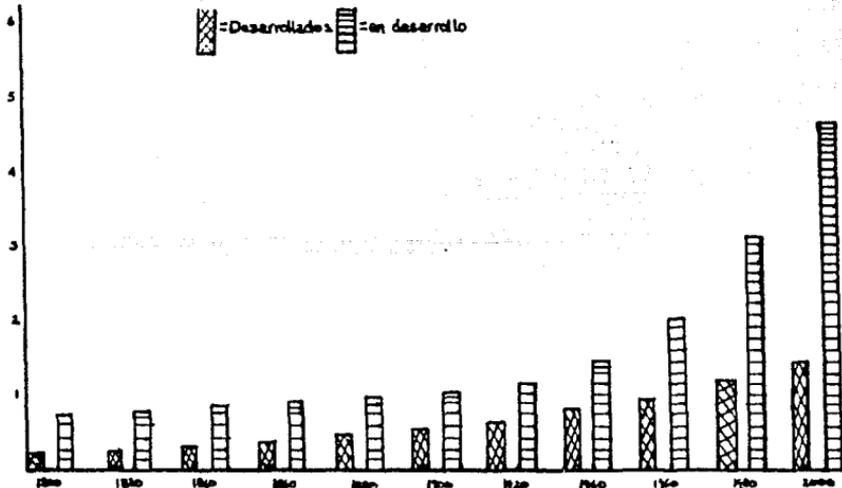


GRAFICA E. Población urbana en países desarrollados y en desarrollo.



GRAFICA C. Población mundial en países desarrollados y en desarrollo.

Miles de
Millones



Tratamiento del aire en una planta Industrial.

Los pasos a seguir para diseñar un sistema de tratamiento del aire en una fábrica son los siguientes:

1er. Paso: examen de la fábrica.

- a) Local de la fábrica.
- b) Meteorología y topografía.
- c) La población.
- d) Reglamentos locales de control.

2do. Paso: Reunión de datos y de pruebas.

- a) Estudio con plantas y piloto.

3er. Paso: Cómo establecer los criterios de diseño.

4to. Paso: Valoración del sistema de control de la -
Contaminación.

- a) Corrección de la fuente de emisión.
- b) Sistema colector.
- c) Tratamiento previo de las emisiones contaminantes.
- d) Valoración del equipo de control.
- e) Dispersión de las emisiones.
- f) Cómo deshacerse de los residuos colectados.

5to. Paso: **Avalúo económico.**

6to. Paso: **Selección del Sistema de Control.**

7mo. Paso: **Diseño de Ingeniería y Construcción.**

Nº DE FOLIO: *

15.- FECHA PROBABLE DE INICIO DE OPERACIONES

DIÁ	MESES	AGO
<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
8 9	10 11	12 13

16.- PERSONAL OCUPADO: FUNCIONARIOS Y EMPLEADOS

<input type="text"/>					
14	15	16	17	18	19

OBREROS

<input type="text"/>					
20	21	22	23	24	25

17.- PERSONAL A OCUPAR: FUNCIONARIOS Y EMPLEADOS

<input type="text"/>					
26	27	28	29	30	31

OBREROS

<input type="text"/>					
32	33	34	35	36	37

18.- TURNOS DE TRABAJO

HORARIOS:

DE A

DE A

DE A

19.- INVERSION EN ACTIVO FIJO (EN MILES DE PESOS)

<input type="text"/>							
40	41	42	43	44	45	46	47

20.- CAPITAL EN GIRO (EN MILES DE PESOS)

<input type="text"/>							
48	49	50	51	52	53	54	55

21.- ANEXAR LISTA DE MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS, SEÑALANDO EL CONSUMO Y PRODUCCION MENSUAL E INDICANDO SI SE CONOCE QUE ALGUNOS DE ESTOS PRODUCTOS SEAN TOXICOS, INFLAMABLES, EXPLOSIVOS O RADIATIVOS, DESCRIBIENDOSE LOS SISTEMAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA SU USO Y MANEJO (ANEXO 2), EN CASO DE AMPLIACION, ADEMAS DEBERAN PROPORCIONARSE LOS DATOS ACTUALES.

22.- INDICAR TIPO DE DESECHOS, CANTIDAD APROXIMADA POR MES Y METODOS Y DISPOSITIVOS PARA SU ELIMINACION:

23.- SEÑALAR LAS CLAVES Y NOMBRES DE LAS NORMAS DE CALIDAD QUE UTILIZARAN:

24.- COMBUSTIBLES A EMPLEAR

T I P O

CONSUMO MENSUAL

CON PRECALENTAMIENTO

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

<input type="checkbox"/>	[MARCAR CON UNA X EN CASO AFIRMATIVO]
<input type="checkbox"/>	

OBSERVACIONES DEL SOLICITANTE : _____

OPINION DE LOS SERVICIOS COORDINADOS DE SALUD PUBLICA EN EL ESTADO DE :

_____ A _____ DE _____ DE 197_____

CARGO _____ NOMBRE Y FIRMA _____

PRE-DICTAMEN DEL DELEGADO ESPECIAL DE LA SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO
DEL AMBIENTE : _____

_____ A _____ DE _____ DE 197_____

NOMBRE _____ FIRMA _____

TABLA III. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS COLECTORES

Tipo de colector	Tipo de instalación	Forma física de funcionamiento	Medidas técnicas y unidades de capacidad	Costo por litro de leche por minuto de la capacidad
Collectores mecánicos	de cámara de sedimentación	gravidad	volumen de la cámara (m ³)	9-4
	de desviador	pesca	superficie de entrada (m ²)	340-1.692
	de cámara de alta eficiencia	centrífuga	superficie de entrada (m ²)	1,410-1,692
Forma de material impulsado	limpieza manual	filtración con torta de filtro	superficie del resido (m ²)	0.47-1.9
	limpieza automática	filtración con torta de filtro	superficie del resido (m ²)	0.42-1.9
	limpieza automática por agitación	lecho	superficie del resido (m ²)	1.45-1.9
Lavado por vía húmeda	deparadores de leche	capota del líquido	superficie transversal del líquido (m ²)	275-282
	torres de enfriamiento	carrión del líquido	superficie transversal del líquido (m ²)	231-322
Precipitadores eléctricos	de un solo campo	electrón	superficie de electrodo colector (m ²)	235
	de campos múltiples	electrón	superficie de electrodo colector (m ²)	235

1. Una muestra del suero, tomada al final de la colación, se de homogeneizar y se macerará en un baño de agua de temperatura de agua tibia (40-50°C) y se colocará en un recipiente con un volumen de 100 ml. Se colocará de 10 a 15 ml de suero en un recipiente de 100 ml. Se colocará de 10 a 15 ml de suero en un recipiente de 100 ml. Se colocará de 10 a 15 ml de suero en un recipiente de 100 ml.

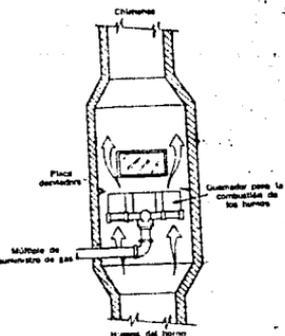


FIGURA 9-11. Colector en línea de bombas. (Cortesia de Manon Corp.)

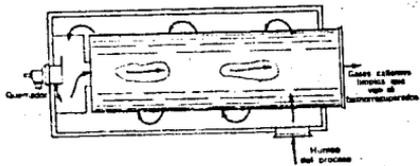


FIGURA 9-12. Colector en línea. (Cortesia de Manon Corp.)

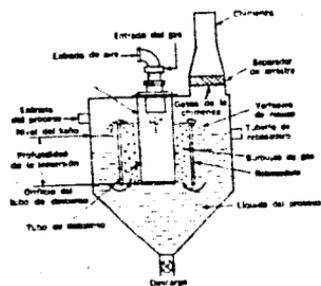


FIGURA 9-13. Colector de leche con sistema de bombeo y separación de aceite. (Cortesia de Thermal Research & Engineering Corp.)

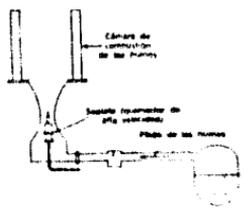


FIGURA 9-14. Colector de cámara de control de los flujos. (Cortesia de Thermal Research & Engineering Corp.)

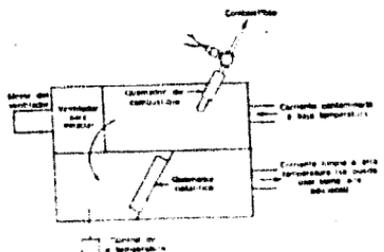


FIGURA 9-15. Colector de cámara de control de los flujos. (Cortesia de Thermal Research & Engineering Corp.)

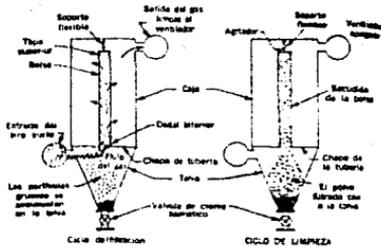


FIGURA XIII Cámara interna de molienda con limpieza por ventada manual y automática.

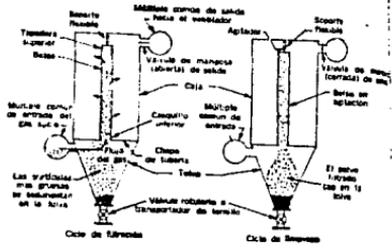


FIGURA XIV Cámara interna automática de molienda de harina con limpieza automática.

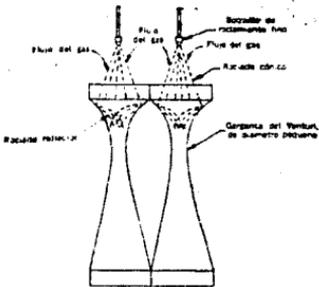


FIGURA XV Funnel múltiple

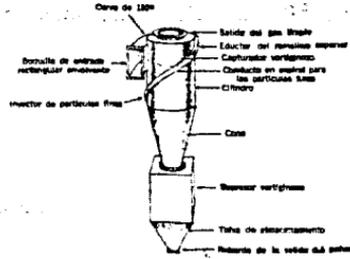


FIGURA XVI Cámara de remoción automática y selección para partículas finas. (Cámara de Baker Patented Company)

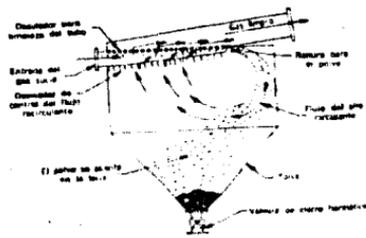


FIGURA XVII Cámara de molienda automática con selección de harina.

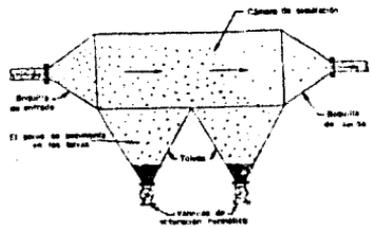
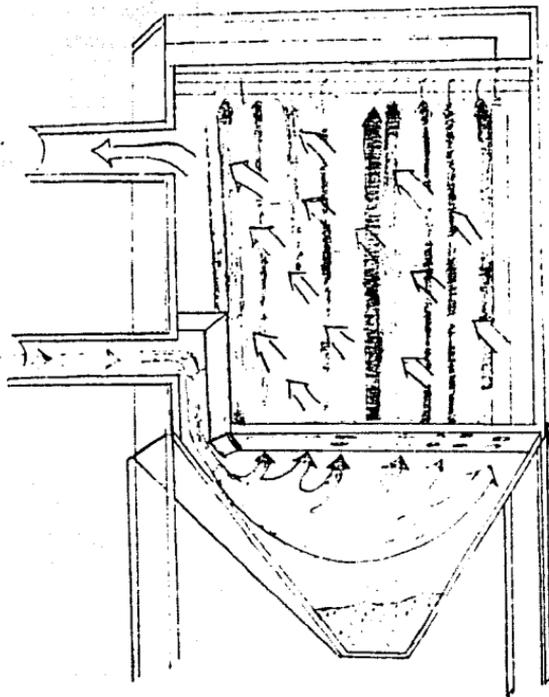
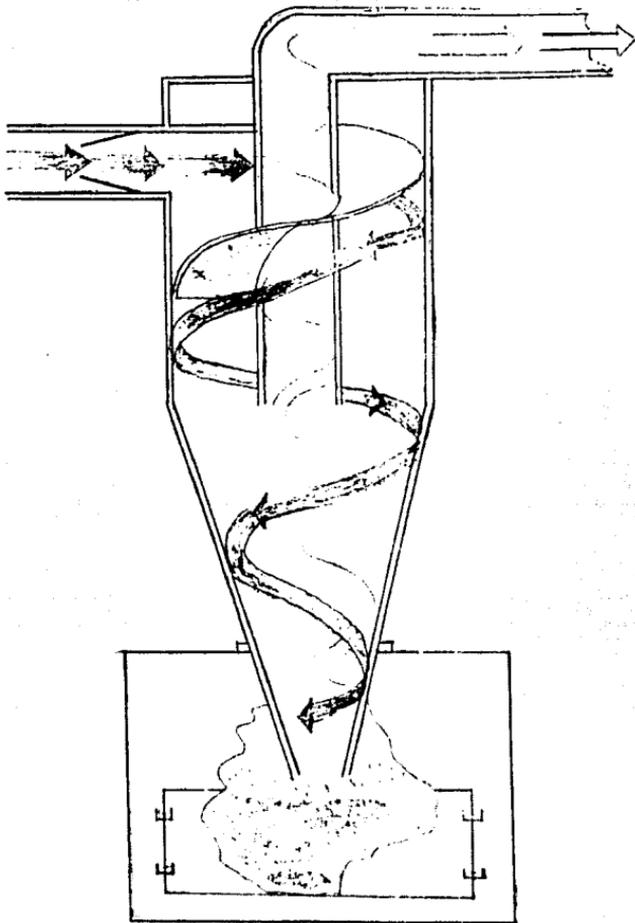


FIGURA XVIII Cámara de almacenamiento por gravedad.



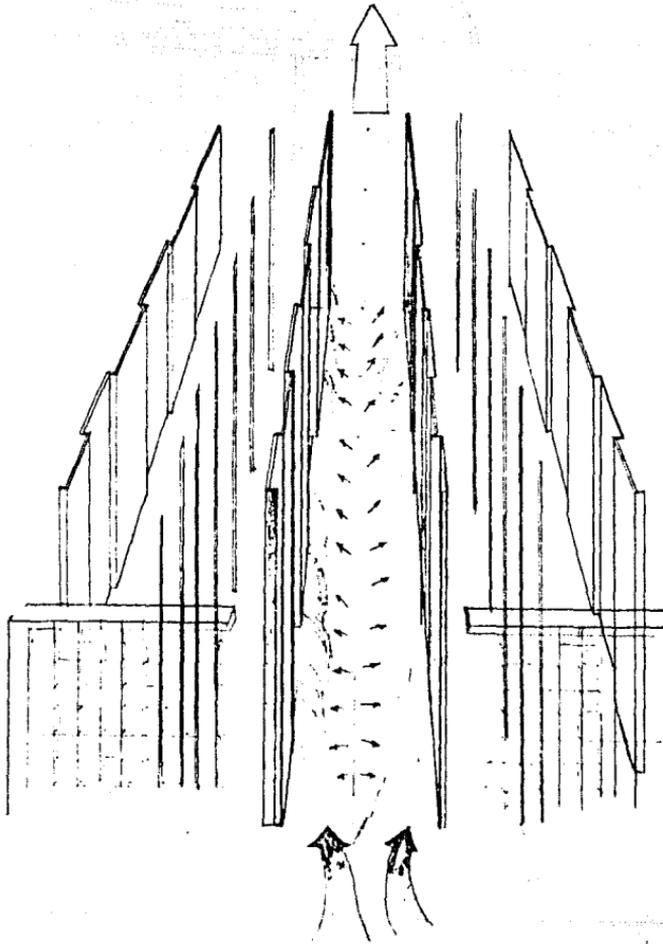
CAMARA DE BOLSAS

FIGURA XIII.



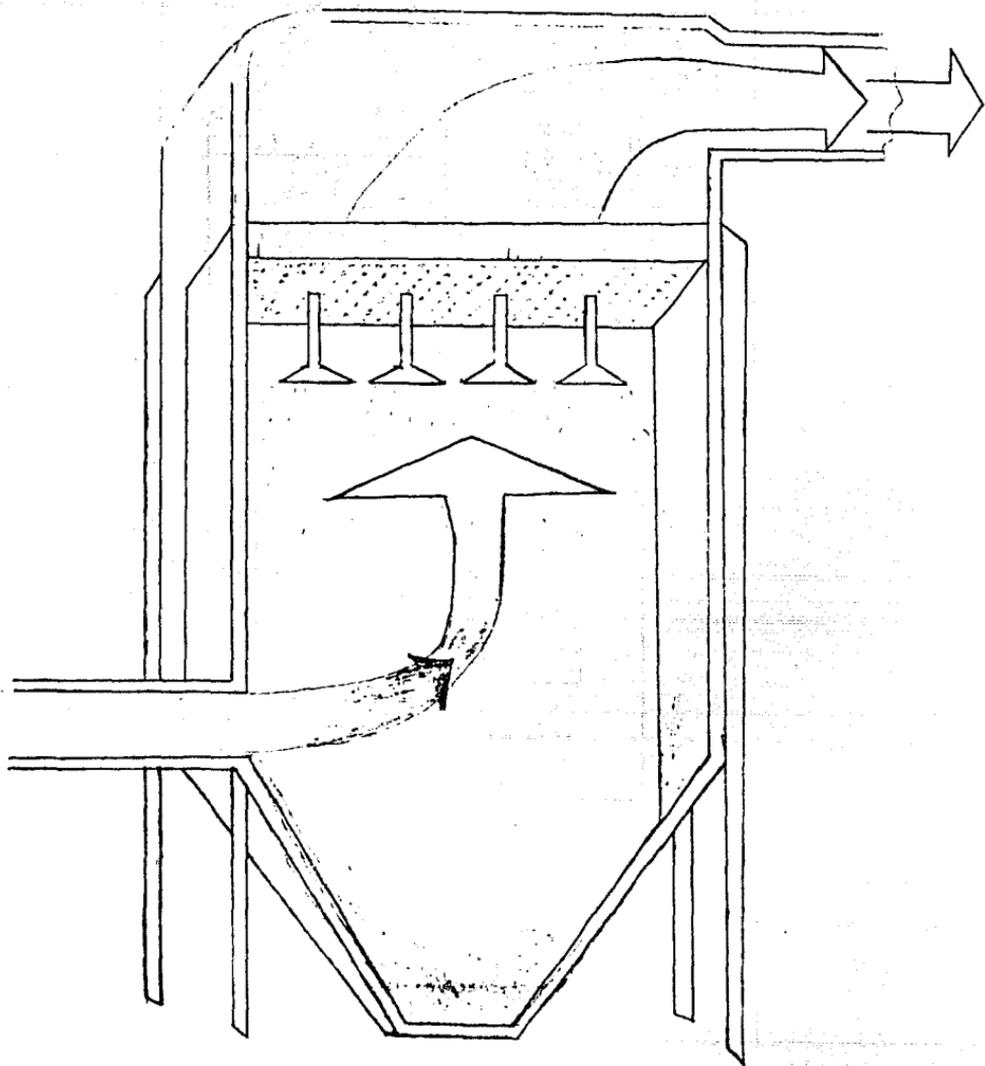
EXTRACTOR DE POLVOS

FIGURA XX



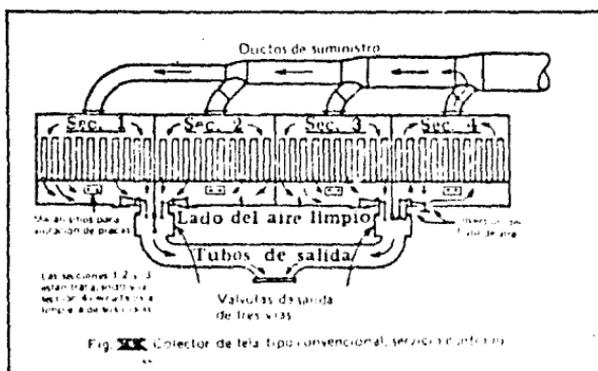
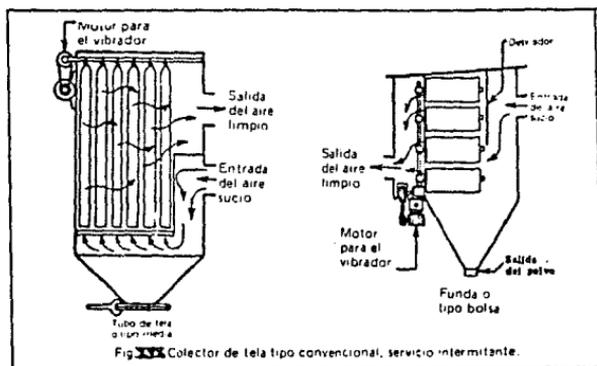
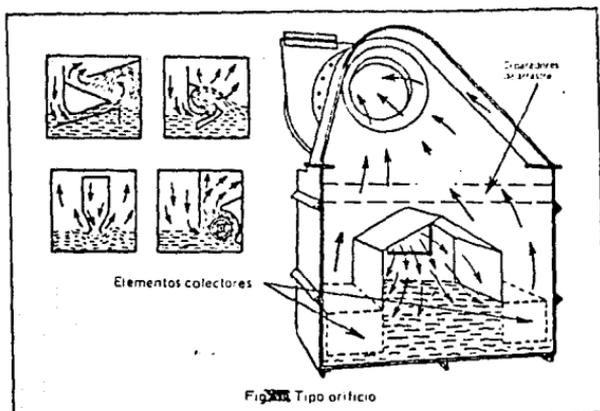
PRELIMINAR DE ESTUDIOS

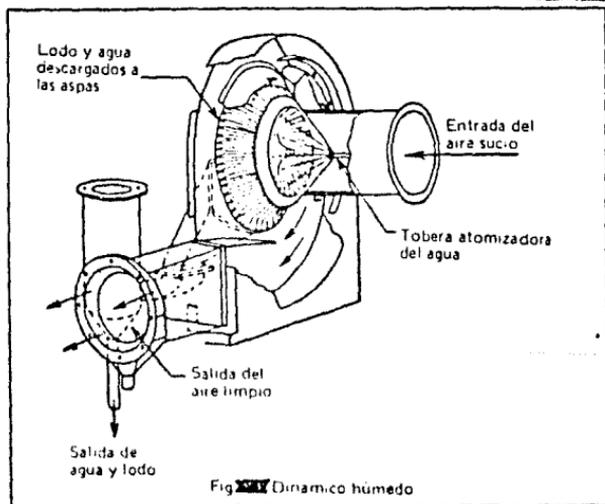
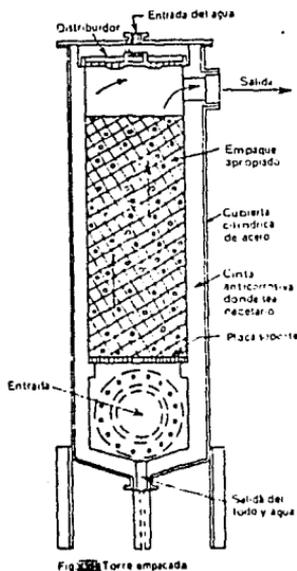
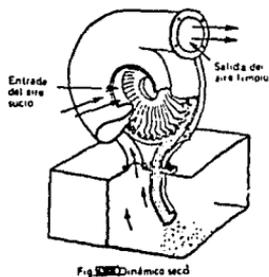
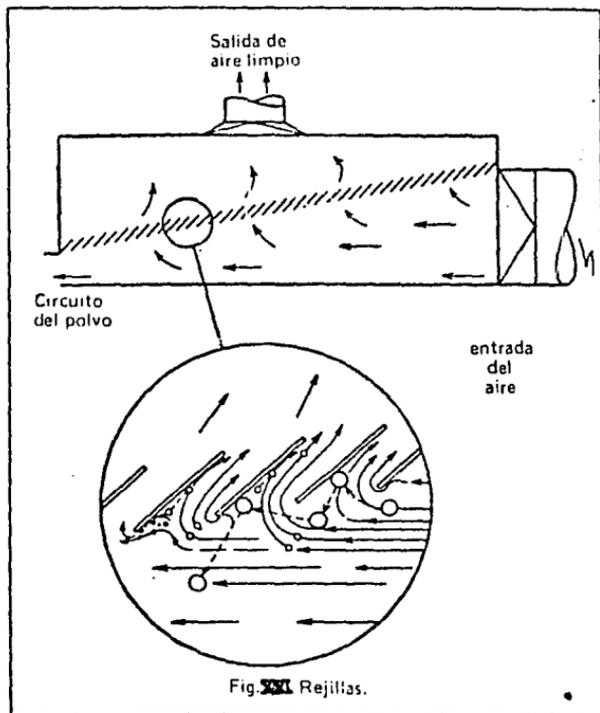
FIGURA XVI



SISTEMA DE LAVADO

FIGURA XVII.





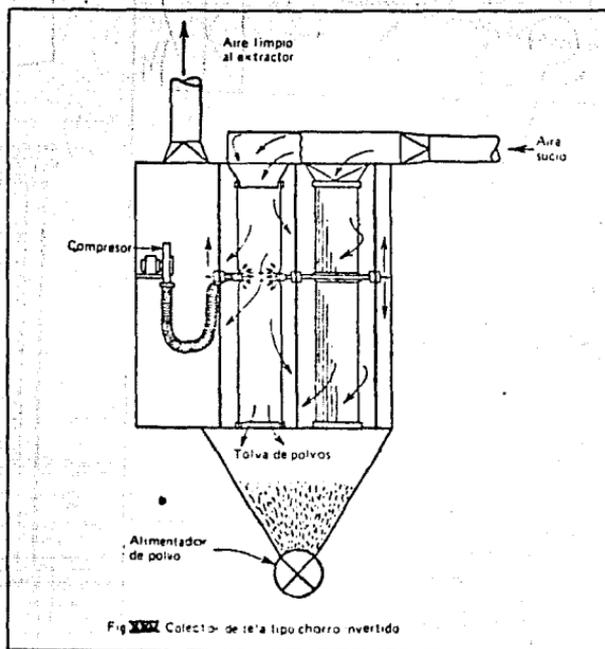


Fig. 3000 Colector de tela tipo charra invertido

EQUIPO COLECTOR DE POLVO

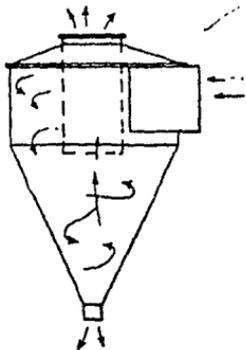
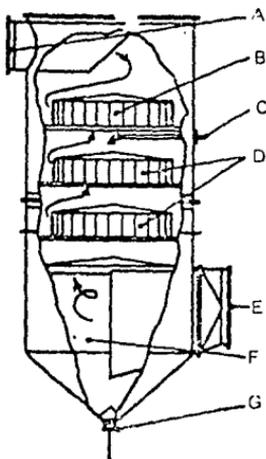


Fig. 201. Ciclónico simple.



Simbolos	PARTES
A	Salida de aire limpio
B	Separador de arrastre
C	Entrada de agua
D	Placas de choque
E	Entrada de aire sucio
F	Ciclónico húmedo para recolectar el material pesado
G	Descarga del polvo lavado

Fig. 202. Separador centrífugo húmedo.

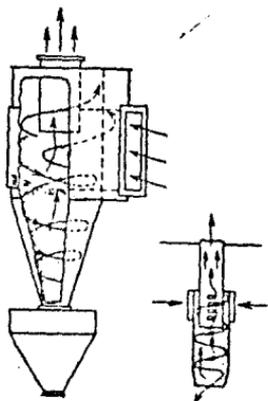
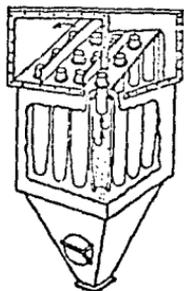


Fig. 203. Precipitador electrostático simple.

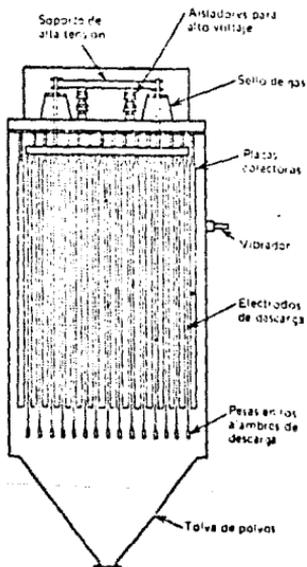


Fig. 204. Precipitador electrostático.



Page 10 of 10



B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

- Alex Baron, Roberto, La Tiranía del Ruido Ed. Fondo.
de Cultura Económica. México 1973.
- Cesarman, Fernando, Ecocidio. Ed. Joaquín Mortiz
México, 1976.
- Clair L., Kucera, El Reto de la Ecología. Compañía Editó
rial Continental, S.A. (C.E.C.S.A.)
Impreso en España, 1978.
- Chovín, Paul y Roussel, André, La Polución Atmosférica
Ed. Oikos-tan Barcelona, España, 1970.
- Chicurel U., Ricardo y Najera D., Gustavo. Contaminación
de la Atmósfera en México por Fuentes Vehiculares.
U.N.A.M. 1971.
- Contaminación Ambiental. Nueva Espada de Damocles Ed.
Samo. México, 1972.
- Dansereau, Pierre, Desafío para la Supervivencia. Discu
sión Pública Sobre la Contaminación Ambiental. Ed.
Extemporáneos. México, 1972.
- D. Ross, R, La Industria y la Contaminación del Aire. -
Ed. Diana. México, 1974.
- E. Diamont, R.M., Prevención de la Contaminación.
Ed. Mapfre Madrid, España, 1975.

G. Mitchell, John y L. Stallings, Constance, Reto a
la Contaminación. Ed. Pax-México
México, D.F. 1972.

Gorki, Máximo, La ciudad del diablo amarillo y otros
ensayos del ciclo en Norteamérica.
Ed. Progreso. Moscu.

Guía del Consumidor No. 81 Organo de Difusión de la Aso
ciación Mexicana de Estudios para la Defensa del -
Consumidor. Diciembre, 1978. México.

Magnus Enzensberger, Hans, Para una Crítica de la Ecolo
gía Política. Ed. Anagrama. Barcelona, España, -
1974.

Murquía Vaca, Ernesto, Ingeniería Sanitaria (apuntes) -
U.N.A.M. Facultad de Ingeniería. México 1974.

Maskew Fair, Gordon, Charles Geyer, John, Alexander Okum,
Daniel. Purificación de Aguas y Tratamiento y Remo
ción de Aguas Residuales. Volumen II. Ed. Limusa -
México, 1973.

Marshall, James, El Aire en que vivimos. Ed. Diana Mé
xico, 1976.

Oparin, A.I., El Origen de la Vida. Ed. Grijalbo. Méxi
co, D.F. 1968.

- Padilla Aragón, Enrique, México: Desarrollo con Pobreza.
Ed. Siglo Veintiuno. México, 1974.
- Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, 1977.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 10 Octubre -
1975. Organó Oficial de la Asociación Mexicana de -
Higiene y Seguridad. A.C. México 4, D.F.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 6 Junio 1975
Organó Oficial de la Asociación Mexicana de Higiene -
y Seguridad. México 4, D.F.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 7 Julio 1975.
Organó Oficial de la Asociación Mexicana de Higiene y
Seguridad. México 4, D.F.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XIII No. 2
Febrero 1972. Organó Oficial de la Asociación Mexican
na de Higiene y Seguridad. México 4, D.F.
- Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.
Legislación Ambiental de México
México, 1977.
- Turk, Amos, Turk, Jonathan, T. Wittes, Janet, Ecología
Contaminación - Medio Ambiente.
Ed. Interamericana. México, 1973.

G. Mitchell, John y L. Stallings, Constance, Reto a
la Contaminación. Ed. Pax-México
México, D.F. 1972.

Gorki, Máximo, La ciudad del diablo amarillo y otros
ensayos del ciclo en Norteamérica.
Ed. Progreso. Moscú.

Guía del Consumidor No. 81 Organo de Difusión de la Asoc
ciación Mexicana de Estudios para la Defensa del -
Consumidor. Diciembre, 1978. México.

Magnus Enzensberger, Hans, Para una Crítica de la Ecolo
gía Política. Ed. Anagrama. Barcelona, España, -
1974.

Murquía Vaca, Ernesto, Ingeniería Sanitaria (apuntes) -
U.N.A.M. Facultad de Ingeniería. México 1974.

Maskew Fair, Gordon, Charles Geyer, John, Alexander Okum,
Daniel. Purificación de Aguas y Tratamiento y Remo
ción de Aguas Residuales. Volumen II. Ed. Limusa -
México, 1973.

Marshall, James, El Aire en que vivimos. Ed. Diana Mé
xico, 1976.

Oparin, A.I., El Origen de la Vida. Ed. Grijalbo. Méxi
co, D.F. 1968.

Padilla Aragón, Enrique, México: Desarrollo con Pobreza.

Ed. Siglo Veintiuno. México, 1974.

Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, 1977.

Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 10 Octubre -
1975. Organó Oficial de la Asociación Mexicana de -
Higiene y Seguridad. A.C. México 4, D.F.

Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 6 Junio 1975
Organó Oficial de la Asociación Mexicana de Higiene -
y Seguridad. México 4, D.F.

Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 7 Julio 1975.
Organó Oficial de la Asociación Mexicana de Higiene y
Seguridad. México 4, D.F.

Revista Higiene y Seguridad. Volumen XIII No. 2
Febrero 1972. Organó Oficial de la Asociación Mexican
a de Higiene y Seguridad. México 4, D.F.

Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.

Legislación Ambiental de México

México, 1977.

Turk, Amos, Turk, Jonathan, T. Wittes, Janet, Ecología

Contaminación - Medio Ambiente.

Ed. Interamericana. México, 1973.

- Padilla Aragón, Enrique, México: Desarrollo con Pobreza.
Ed. Siglo Veintiuno. México, 1974.
- Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, 1977.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 10 Octubre -
1975. Organó Oficial de la Asociación Mexicana de -
Higiene y Seguridad. A.C. México 4, D.F.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 6 Junio 1975
Organó Oficial de la Asociación Mexicana de Higiene -
y Seguridad. México 4, D.F.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XV No. 7 Julio 1975.
Organó Oficial de la Asociación Mexicana de Higiene y
Seguridad. México 4, D.F.
- Revista Higiene y Seguridad. Volumen XIII No. 2
Febrero 1972. Organó Oficial de la Asociación Mexican
na de Higiene y Seguridad. México 4, D.F.
- Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.
Legislación Ambiental de México
México, 1977.
- Turk, Amos, Turk, Jonathan, T. Wittes, Janet, Ecología
Contaminación - Medio Ambiente.
Ed. Interamericana. México, 1973.

Voigt, Jürgen, La destrucción del Equilibrio Biológico

Ed. Alianza Editorial. Madrid, España. 1971.

Vizcaíno Murray; Francisco, La Contaminación en México.

Ed. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 1975.

Woltereck, Heinz, La Vida Inverosímil. Ed. Fondo de Cul

tura Económica. México, 1967.

Ward, Barbara y Dubos René. Una sola Tierra

Ed. F.C.E. México, 1974.