

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ALGUNAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS QUE
DEBEN OBSERVARSE EN EL MANEJO DE LA
CALIDAD DEL AIRE

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RUTH EGLANTINA PORTILLO JIMÉNEZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL
GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

T(4183)
c.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ALGUNAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial,
con fecha 4 de septiembre de 1,996



Ruth Eglantina Portillo Jiménez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL I:	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
VOCAL II:	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL III:	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL IV:	Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL V:	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR:	Ing. Aldo Estuardo García Morales
EXAMINADOR:	Ing. Sergio Giovanni Gatica
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
SECRETARIO:	Ing. Francisco Javier González López



COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

GUATEMALA

GUATEMALA, OCTUBRE 14 DE 1997
OFICIO NO. 132-97/JG/RDM.

INGENIERO
JOSE FRANCISCO GOMEZ RIVERA
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CIUDAD DE GUATEMALA

INGENIERO GOMEZ:

CORDIALMENTE COMUNICAMOS A USTED QUE HABIENDOSE REVISADO EL INFORME FINAL DE LA TESIS DE GRADUACION DE LA ESTUDIANTE RUTH EGLANTINA PORTILLO JIMENEZ, CARNET NUMERO: 90-12676, TITULADA: "ALGUNAS ESPECIFICACIONES TECNICAS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE", CONSIDERAMOS QUE EL TRABAJO HA SIDO CORRECTAMENTE ELABORADO CUMPLIENDO CON LOS OBJETIVOS TRAZADOS EN LA PLANIFICACION RESPECTIVA, ASI COMO LO ESTABLECIDO EN LA LEY DE PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE Y EL REGLAMENTO DE GRADUACION DE ESA INSTITUCION, POR LO QUE RECOMENDAMOS SU APROBACION E IMPRESION.

ASIMISMO, QUEREMOS DEJAR CLARAMENTE EL MANIFIESTO DE QUE EL HECHO DE APOYAR COMO INSTITUCION RECTORA DEL MEDIO AMBIENTE EN EL PAIS, NOS ASISTE EL DERECHO DE UTILIZAR EL PRODUCTO RESULTANTE DEL ESTUDIO MISMO.

ATENTAMENTE,



IND. JOSE RUZHAN SHAUL
COLEGIADO NO. 2785
ASESOR DE TESIS

VO. BO.

DEPARTAMENTO
TECNICO

ING. JUAN FRANCISCO ASTURIAS
COORDINADOR NACIONAL





FACULTAD DE INGENIERIA

El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **ALGUNAS ESPECIFICACIONES TECNICAS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE**, desarrollado por la estudiante universitaria Ruth Eglantina Portillo Jimenez, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Edgar René Quevec Robles
Catedrático Revisor de Tesis
INGENIERÍA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, noviembre de 1997
emds



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **ALGUNAS ESPECIFICACIONES TECNICAS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE**, desarrollado por la estudiante universitaria Ruth Eglantina Portillo Jiménez, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
ESCUELA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, noviembre de 1997

/emds



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **ALGUNAS ESPECIFICACIONES TECNICAS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE**, desarrollado por la estudiante universitaria Ruth Eglantina Portillo Jiménez, , procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, noviembre de 1997

emds

DEDICATORIA

A DIOS:

Porque sé, que todo lo debo a Él.

A MIS PADRES:

Juan Ramón Portillo Guerra

Fubia Edelmira Jiménez de Portillo

Gracias por su gran apoyo y esfuerzo, que el Señor recompense cada uno de sus sacrificios. Ustedes son lo mejor que Dios me ha dado.

A MIS HERMANOS:

Asdrúbal y Karla, gracias por su apoyo incondicional.

Odeth Edelmira, que este triunfo sea por las dos.

Susy, con mucho amor.

A MI ASESOR:

Ing. José Guzmán Shaul, gracias por toda su ayuda. Que Dios lo bendiga.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Con cariño muy especial:

Dory Luz, Antonieta, Rosaneth, Ruth A., Mónica, Claudia, Lucky, Karina, Ayerdi y Danilo.

MUY ESPECIALMENTE A USTED.

ÍNDICE GENERAL

GLOSARIO	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
OBJETIVOS	VI
1. CONTAMINACIÓN Y EFECTOS	
1.1 Contaminación ambiental	1
1.2 Contaminación atmosférica	1
1.3 Actividades que contaminan el aire.....	2
1.4 Tipos de contaminantes	2
1.4.1 Con base en su origen	2
1.4.2 Con base en su estado	3
1.5 Aire contaminado y sus efectos	3
1.5.1 Efectos de la contaminación del aire sobre las propiedades atmosféricas..	5
1.5.1.1 Modificación de la química atmosférica	5
1.5.1.2 Temperatura superficial del planeta y precipitación	6
1.5.1.3 Capa de ozono estratosférica	6
1.5.2 Efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana	6
1.5.2.1 Efectos que ejercen en la salud, algunas emisiones industriales específicas	7
1.5.2.2 Accidentes laborales que puede provocar la contaminación del aire en el ambiente	10
1.5.3 Efectos de la contaminación del aire sobre la vegetación	11
1.5.4 Efectos de la contaminación del aire sobre los materiales (infraestructura)	12
1.6 Contribución de la industria a la contaminación atmosférica	13
1.6.1 Alimentos y bebidas	13

1.6.2	Hilados y tejidos	14
1.6.3	Hidrocarburos	15
1.6.4	Químicos y farmacéuticos	15
1.6.5	Calzado	16
1.6.6	Plásticos	16

2. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

2.1	Distribución de la planta y control de la contaminación	17
2.2	Sistemas de control de la contaminación del aire	18
2.2.1	Métodos de control	18
2.2.2	Sistemas de control	20
2.2.2.1	Tratamientos de los contaminantes en forma de partículas	21
2.2.2.1.1	Ciclones	21
2.2.2.1.2	Depuradores húmedos	22
2.2.2.1.3	Filtros de tejido o filtros de mangas	23
2.2.2.1.4	Precipitadores electrostáticos	24
2.2.2.2	Tratamientos de los contaminantes gaseosos y de las sustancias que producen olores	25
2.2.2.2.1	Adsorción	25
2.2.2.2.2	Absorción	26
2.2.2.2.3	Combustión	28
2.2.2.2.4	Dispersión	30
2.3	Técnicas para el análisis de los contaminantes del aire	30
2.3.1	Análisis de los contaminantes en forma de partículas	30
2.3.2	Análisis de los contaminantes gaseosos	31
2.4	Mejoramiento de los sistemas existentes.....	32
2.5	Estrategias	33
2.6	Equipo	34

3. NORMAS AMBIENTALES

3.1	Qué es COGUANOR	36
3.2.	Lineamientos técnicos para la elaboración de normas ambientales	36
3.3	Cómo se elabora una norma	37
3.3.1	Legislación	37
3.3.2	Terminología	38
3.4	Normas técnicas de calidad del aire	41
3.4.1	Normas COGUANOR	41
3.4.2	Calidad del Aire (Propuestas de Normas ambientales, proyecto de la Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales de Guatemala)	52
3.4.3	Reglamento para el Control de Emisiones de los Vehículos Automotores	62

4. SITUACIÓN NACIONAL

4.1	Problemática	72
4.1.1	A nivel doméstico	72
4.1.2	El relleno sanitario	72
4.1.3	Por fuentes móviles	73
4.1.4	A nivel industrial	75
4.1.5	Área rural	76
4.2	Propuestas de solución	77

CONCLUSIONES	VII
RECOMENDACIONES	IX
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	X
BIBLIOGRAFÍA	XI
ANEXOS	XII

GLOSARIO

Atmósfera: Masa de aire que rodea la tierra, y, por extensión, fluido gaseoso que rodea un cuerpo cualquiera.

Contaminación: Se refiere a la presencia de alguna sustancia extraña en el aire, agua, suelo o sonido, que afecte las características físicas o químicas de su composición.

Emisión: Acción de arrojar o echar fuera de una planta industrial algún contaminante.

Fuente de Contaminación: Lugar específico de donde emana uno o varios contaminantes.

Norma: Especificación técnica u otro documento de obligado cumplimiento, elaborado con la colaboración y consenso de todos los intereses afectados por ella, basada en resultados de ciencia, tecnología y experiencia, aprobada por el organismo reconocido a nivel nacional, regional o internacional y encaminada a promover beneficios óptimos para el país en general.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial y tecnológico en la vida de un país implica, de alguna manera, la producción de contaminación; es decir, que cada actividad realizada por el hombre en la transformación de los recursos naturales mediante el proceso productivo puede generar contaminantes.

La contaminación no es un problema exclusivo de las grandes ciudades sino que, la mayoría de países del mundo, afrontan en la actualidad, problemas de contaminación del aire.

La ciudad de Guatemala no es la excepción. Según estudios realizados por diferentes organizaciones, el principal problema de contaminación del aire en la ciudad son las partículas en suspensión, sean éstas de polvo, carbón u hollín, óxidos de azufre, metales y óxidos metálicos, entre otros, sin descartar la contribución a la contaminación por parte de los gases y olores.

Las fuentes principales generadoras de contaminantes atmosféricos son: las fuentes móviles, la industria, a nivel doméstico y las emisiones del relleno sanitario.

El propósito de esta investigación, es hacer ver a los profesionales de la industria, que, además de cumplir con las obligaciones del mercado tales como la calidad y factores primordiales para la industria como la productividad, debe tomarse en cuenta el factor **contaminación**.

Se trata de proporcionar alternativas de solución, de manera que la Industria, trate de evitar la generación y posterior descarga de los contaminantes a la atmósfera, tratando de sustituir materiales contaminantes, efectuar cambios en los procesos, adquirir nueva tecnología y desechar la obsoleta, instalar el equipo destinado para el control de la contaminación y crear e implementar algún plan de acción orientado a la lucha y erradicación de este problema.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Crear conciencia en los profesionales, para que se tome en cuenta la manera en que se está contribuyendo con la contaminación y mostrar, de alguna manera, el daño efectuado al medio ambiente mediante el mal proceso productivo de la industria.
- Proporcionar un documento que ofrezca una perspectiva de la situación ambiental por la cual atraviesa nuestro país.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De manera general proveer de algunas herramientas al ingeniero industrial para que pueda enfrentar el problema de la contaminación del aire.
- Que los industriales conozcan y cumplan con las leyes y normas que las instituciones encargadas establezcan.

1. CONTAMINACIÓN Y EFECTOS

1.1 Contaminación ambiental

Es "La presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen 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" ⁽¹⁾

1.2 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica constituye en muchos países y más específicamente en ciudades, el problema ambiental por excelencia.

"La contaminación atmosférica se produce por la liberación de gases residuales o de olores, procedentes de procesos químicos o biológicos, que contengan sustancias que puedan considerarse dañinas para el hombre, bien porque reduzcan el oxígeno disponible para el mantenimiento de la vida o porque sean deseables desde el punto de vista estético." ⁽²⁾

Se refiere al hecho de alterar la composición natural del aire con cualquier sustancia, elemento o material extraño. Un contaminante atmosférico no necesariamente tiene que ser inhalado, es un contaminante por el hecho de estar en el aire. Puede dividirse, por el sitio en donde se produce, en: contaminación intramuros y contaminación extramuros.

a) La contaminación intramuros

Es un problema de los países desarrollados, debido al tipo de construcción especializada utilizando materiales sintéticos de los cuales, algunos, producen emanaciones contaminantes.

b) La contaminación extramuros

Es causada principalmente por fuentes como: fábricas, plantas químicas, refinerías de petróleo, industrias de recuperación y fundición de metales y estaciones de energía eléctrica, además del transporte, aire acondicionado y calefacción e incineración de desperdicios.

1.3 Actividades que contaminan el aire

Toda acción cuyo resultado sea una adición a la atmósfera de algún material que tenga efectos nocivos para los seres vivos, son actividades contaminantes (Ver anexo Fig. No. 1)

Estas actividades pueden ser, por su origen:

- 1) transporte
 - 1.1) combustible automotor
 - 1.2) polvo
- 2) calefacción doméstica
- 3) producción de energía eléctrica
- 4) incineración de desechos
- 5) combustión de las industrias y emisiones debidas a los procesos de las mismas
- 6) efectos fotoquímicos
- 7) por condiciones naturales del lugar
- 8) erupciones volcánicas

1.4 Tipos de contaminantes

Los tipos de contaminantes atmosféricos se pueden clasificar, por su origen o por su estado físico o químico. Pueden existir en forma de partícula o en forma gaseosa. Una clasificación general de los contaminantes es la siguiente:

1.4.1 Con base en su origen

- a) **Primarios:** Son arrojados a la atmósfera como resultado de un proceso (procedentes directamente de la fuente de emisión). Su característica principal es que se mantienen en el aire de la misma forma en que fueron emitidos.
- b) **Secundarios:** Son aquellos originados por reacción química entre los contaminantes primarios entre sí, o de éstos con algún componente natural de la atmósfera; o con un contaminante secundario ya formado.

1.4.2 Con base en su estado

- a) **Gases o Vapores:** Se comportan de manera similar al aire mismo, una vez que se han propagado ya no vuelven a depositarse. Se les describe en términos de la composición química, la concentración y el umbral de olor. Ejemplo de estos gases son: el óxido de nitrógeno, el bióxido y el trióxido de azufre, etc., además puede incluirse cualquier elemento gaseoso no considerado como componente normal del aire en condiciones ambientales normales. Los olores se encuentran dentro de esta clasificación, y resulta bastante difícil definirlos.
- b) **Partículas:** Son elementos o compuestos químicos en forma sólida de gotitas líquidas condensadas. Las características más importantes en las partículas son el tamaño físico y la densidad. Es cualquier tipo de polvo, humo, emanaciones, neblina o niebla y de pulverización, clasificados como sólidos o líquidos. Son aerotransportados, presentan dimensiones extremadamente variables: van, desde un diámetro superior a 20 micras, hasta aerosoles o suspensiones de partículas finas que pueden medir menos de 0.05 micras. Las partículas mayores o de mayor tamaño se depositan rápidamente, mientras que las de menor tamaño pueden comportarse como si fueran gaseosas, permaneciendo en suspensión.

1.5 Aire contaminado y sus efectos ⁽³⁾

El problema de las modificaciones al medio ambiente tiene su origen desde el inicio de la Revolución Industrial, a fines del siglo XVIII.

Actividades económicas e industriales y sus productos de desecho, la explosión demográfica del hombre y la sobreexplotación de los recursos naturales, han dado lugar a cambios a nivel local y mundial. Se les ha dado el nombre de cambio global.

Algunos de los principales contaminantes se analizarán a continuación:

- **SO₂ (Bióxido de azufre):** Producto de la combustión de cualquier sustancia que contenga azufre, como el diesel utilizado en la industria y en los camiones pesados. Una

estimación de la contribución de las industrias de este tipo de contaminante es un 97% y la parte restante 3% es un aporte de los vehículos automotores que utilizan diesel. Otras fuentes de contaminación son la combustión de carbón, el refinamiento del petróleo y sus derivados, la fundición de metales y las erupciones volcánicas. El SO_2 se oxida en la atmósfera debido a los procesos fotoquímicos y se transforma en trióxido el cual reacciona con la humedad y forma el ácido sulfúrico. Cuando los óxidos de azufre se combinan con partículas en suspensión y con la humedad, forman contaminantes muy dañinos como los aerosoles, que afectan la salud humana y diversos materiales.

- **NO_x y NO_2 (Óxidos de Nitrógeno):** Los principales son el monóxido y dióxido por ser los que predominan en la atmósfera debido a la oxidación del nitrógeno atmosférico durante procesos de combustión de los vehículos automotores (62%) y la industria (32%).
- **CO (Monóxido de Carbono):** Principal contaminante de las grandes ciudades, es producido básicamente por la combustión incompleta de los combustibles en los vehículos, cuya contribución es de 98.5% y el restante 1.5% es una contribución de los procesos industriales.
- **O_3 (Ozono):** Es un gas con gran poder oxidante, se encuentra presente en la parte baja de la atmósfera y se debe a la acción fotoquímica de la radiación solar que favorece la reacción de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno.
- **HC (Hidrocarburos):** Son expelidos a través del tubo de escape de los motores de los vehículos como resultado de los procesos de combustión imperfecta, así como por la evaporación de combustibles y disolventes industriales. En combinación con óxidos de nitrógeno y en presencia de luz solar reaccionan con mucha facilidad en la atmósfera, contribuyendo a la formación de diversos oxidantes fotoquímicos. La aportación de hidrocarburos por parte de los automóviles es de 69% y un 31% de la industria.

- **Partículas suspendida totales (PST):** Son pequeños núcleos de polvo, agua, carbón, cenizas, silicatos y óxidos de azufre, metales y óxidos metálicos. Incluye todas las partículas que se pueden mantener en la atmósfera o en una corriente de gases de combustión. El tiempo que permanecen en suspensión, oscila entre unos cuantos segundos a varios meses, en función de su tamaño.
- **Pb (Plomo):** Proviene, principalmente, del tetraetilo de plomo que se añade a la gasolina como antidetonante. Afortunadamente Guatemala ha sido uno de los primeros países de América Latina en eliminar el plomo de la gasolina, sustituyéndola por la gasolina sin plomo en el año 1992. La industria, sin embargo, contribuye en la contaminación por plomo, ya que se utiliza en baterías, tanques, cisternas, esmaltes, pinturas, cerámica, vidrio, plástico, etc.

1.5.1 Efectos de la contaminación del aire sobre las propiedades atmosféricas⁽⁴⁾

Los efectos han sido múltiples. Estas modificaciones han ocurrido debido a las distintas actividades realizadas por el hombre que van, desde actividades agrícolas hasta las actividades industriales del hombre. Se mencionan, a continuación, los efectos de mayor relevancia:

1.5.1.1 Modificación de la química atmosférica

Uno de los gases que ha contribuido a los cambios en la composición química de la atmósfera es el bióxido de carbono (CO_2). El CO_2 actúa como una trampa ya que permite penetrar la luz del sol, pero bloquea el escape de calor de la tierra hacia el espacio (radiación infrarroja emitida en la superficie terrestre) produciendo así lo que se conoce como "efecto invernadero". Existen otros gases que contribuyen con este efecto: el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), el ozono (O_3), los hidrocarburos clorofluorados (HCF) y el monóxido de carbono (CO).

Las alteraciones en la química atmosférica producidas por estos gases, generan cambios climáticos a través de modificaciones en el balance energético del planeta. ⁽⁵⁾

1.5.1.2 Temperatura superficial del planeta y precipitación

El incremento de la temperatura es uno de los más graves problemas a los que nos enfrentamos actualmente. Como consecuencia del incremento en las concentraciones del CO₂ se cree que el incremento de temperatura podrá oscilar entre 1.5° a 4.5° C en promedio, antes de la mitad del próximo siglo.

En lugares donde el clima es más cálido y húmedo podría traer como consecuencia un incremento de los desiertos y pastizales, así como cambios en la precipitación y huracanes, aumento en el nivel del mar, inundaciones en las zonas costeras y variaciones considerables en las corrientes fluviales dando como resultado un mayor desequilibrio de los ecosistemas.

1.5.1.3 Capa de ozono estratosférica

Se ha relacionado la destrucción de la capa de ozono con emisiones de hidrocarburos clorofluorados o clorofluorocarburos (CFC). Un sólo átomo de cloro es capaz de destruir aproximadamente 100,000 moléculas de ozono, ya que el destino de los CFC es la atmósfera y estos gases son insolubles en agua por lo que no se ven afectados por el lavado de lluvia.

La destrucción de la capa estratosférica de ozono impide que penetre una mayor cantidad de radiación ultravioleta (RUV) a la superficie terrestre. Ello provoca una serie de enfermedades, menor rendimiento en los cultivos agrícolas, desequilibrio de la ecología oceánica y reducción de bosques.

Existen otras sustancias químicas que podrían destruir la capa de ozono estratosférica como los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), el óxido nitroso (N₂O), los bromocarbonos de halón 1301 y halón 1211 y el tetracloruro de carbono.

1.5.2 Efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana

Si dentro de una planta industrial no se tiene un perfecto control sobre los contaminantes del aire, éstos serán dispersos dentro de la misma y sus efectos pueden ser tóxicos para los trabajadores e incluso pueden afectar a los demás habitantes. Desafortunadamente, en muy pocas ocasiones, se logra tener una pureza atmosférica absoluta dentro de una planta.

Los efectos de la contaminación del aire en la salud humana son muchos. La contaminación es capaz de ocasionar daños muy graves cuando las concentraciones de los contaminantes son muy altas (cuando han sobrepasado los límites permisibles). Atacan, principalmente, a personas con problemas respiratorios crónicos, los cardiacos, los niños y también los ancianos. Existe mayor peligro cuando los contaminantes se asocian con las condiciones meteorológicas del lugar como niebla o inversiones de temperatura. En estos casos también se ve afectada la población sana. En los casos en que existen problemas de salud se incrementa la morbilidad por enfermedades respiratorias. Afectan, además, la nariz, piel y ocasionando irritaciones en los ojos.

El problema no es únicamente para las personas que están expuestas a grandes cantidades de contaminantes sino que también para las personas que se exponen constantemente a cantidades muy pequeñas de contaminantes pero que, por el hecho de ser periódicas, pueden ser, después de cierto tiempo, los causantes responsables de problemas genéticos.

En general, la contaminación atmosférica daña principalmente el aparato respiratorio, ojos, nariz, sistema nervioso y aparato cardiovascular.

1.5.2.1 Efectos que ejercen en la salud, algunas emisiones industriales específicas

Las fuentes de emisión no son solamente las industrias, sino que existen otras fuentes diversas. El interés de este estudio se centra en la contribución de la industria a la contaminación y los daños que ocasiona en la salud humana. Es por ello que, aunque existe una gran cantidad de contaminantes, aquí se tratará algunas emisiones industriales específicas.

Ozono (O₃)

"Mientras que la capa estratosférica de O₃ protege la superficie terrestre de un exceso de radiación ultravioleta, los altos niveles de este gas en la parte baja de la atmósfera representan un riesgo para la salud del ser humano y otros sistemas biológicos" ⁽⁶⁾

El O_3 es resultado de la combustión de la gasolina, el tabaco, equipos eléctricos de alto voltaje, aceleradores lineales, radiación ultravioleta, soldadura y aparatos de rayos X, también es utilizado como desinfectante para aire y agua en blanqueadores, ceras, textiles y aceites.

El O_3 ataca, principalmente, el aparato respiratorio y el parénquima pulmonar, afectando directamente los bronquiolos respiratorios y en muchos de los casos provoca el envejecimiento prematuro de los pulmones. Además es importante notar la capacidad del ozono para afectar los componentes celulares e incluso puede dañar el ADN. En general los estudios realizados por expertos, han dado como resultado una variabilidad enorme en las respuestas individuales a la exposición de este tipo de contaminante.

Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

"La fuente principal de emisiones de nitrógeno a la atmósfera debidas a la acción del hombre es la utilización de combustibles fósiles en fuentes estacionarias (calefacción y electrogeneración) y motores de combustión interna. Otras contribuciones a la atmósfera provienen de procesos industriales específicos, sin combustión, como la fabricación de ácido nítrico y explosivos. Entre las fuentes en el hogar se cuentan el hábito de fumar, los artefactos domésticos alimentados por gas y los calentadores de petróleo. El humo de cigarrillo puede tener concentraciones de NO_2 de hasta 120 ppm (partes por millón)." ⁽⁷⁾

El NO_2 afecta especialmente el pulmón (árbol distal y parénquima) ya que este contaminante se retiene en su totalidad en este órgano, de allí que el aparato respiratorio se vea afectado con cambios en la función pulmonar, alteraciones morfológicas, depresión de los mecanismos de defensa. Los síntomas más frecuentes son los siguientes: tos, disnea, bronquitis crónica, un aumento en enfermedades respiratorias agudas y en casos muy graves la muerte por asfixia y edema pulmonar.

Dióxido de Azufre (SO_2)

Las principales fuentes son: la utilización del carbón y otros combustibles en la preparación de alimentos y calefacción (fuentes domésticas), por las industrias petroleras, procesos de fundición, por vehículos de combustión interna y fuentes naturales como los volcanes. Cabe mencionar la importancia de éstos, ya que Guatemala cuenta con varias regiones volcánicas y una gran densidad de población, vive en los alrededores de éstos.

Estudios han demostrado que cuando se toma en cuenta la temperatura junto con las concentraciones de SO_2 los efectos atribuibles a este gas se incrementan hasta tres veces.

El SO_2 desde que es inhalado se absorbe en la nariz y aparato respiratorio, provocando una irritación en las mucosas respiratorias y conjuntiva ocular. Además, provoca faringitis crónica, broncoconstricción significativa en asmáticos y, en personas de más de 50 años, se presentan problemas por enfermedades cardiovasculares.

En estudios realizados se ha demostrado que algunos de los síntomas son: problemas respiratorios, gripes, fatiga y acortamiento de la respiración con el ejercicio.

Monóxido de Carbono (CO)

Es producto de la quema incompleta de combustible que contiene carbono, la mayor fuente de contaminación la constituyen los vehículos de combustión interna. Además existen procesos industriales que contribuyen con la contaminación tales como: la carbonización de combustible y la incineración de desechos. Existe también la contaminación por procesos biológicos como la oxidación del metano en la atmósfera, las emisiones de los océanos, los incendios forestales y las erupciones volcánicas cuyos gases modifican sustancialmente la calidad del aire. Las fuentes domésticas o intramuros también contribuyen por el mal funcionamiento de las cocinas y calefacción doméstica, utilización de carbón o leña.

"Su importancia para la salud, como contaminante atmosférico, se basa en que establece un fuerte enlace con el átomo de hierro del complejo protoheme de la hemoglobina y forma COHb , la cual disminuye la capacidad de la sangre de transportar oxígeno y altera la disociación de la oxihemoglobina, con lo que se reduce todavía más el suministro de oxígeno a los tejidos. La afinidad de la hemoglobina al CO es cerca de 240 veces mayor a la que tiene con el oxígeno. El CO se absorbe por los pulmones y la concentración de COHb en la sangre depende de varios factores como tiempo de exposición, ventilación pulmonar y concentración de COHb inicial"⁽⁸⁾

El CO como contaminante ha dañado al hombre. En casos agudos ha ocasionado: alteraciones cardíacas como aceleración cardíaca, inestabilidad de la presión sanguínea, extrasístoles, exacerbación de la angina de pecho, dilatación temporal del corazón y asma cardíaca.

Partículas Suspendidas Totales (PST)

La contaminación por partículas suspendidas puede ser producida por varias fuentes, tales como: la quema de combustibles fósiles tanto en vehículos y procesos industriales, como por la calefacción en el hogar y cocina. También existen las naturales: erupciones volcánicas, incendios forestales, erosión de rocas y suelos, etc.

El daño que representan las PST provenientes de los vapores de los metales pesados (Pb, Cd, Br, V, Ni, Cu, Co, As, Hg, etc.) recae principalmente en el aparato respiratorio ya que bloquea mecanismos de defensa como la limpieza mucociliar, hasta llegar a los pulmones. Se incrementa el riesgo de bronquitis y en niños se reduce la función pulmonar.

Hidrocarburos (HC)

Los hidrocarburos son generados por diversas fuentes que van desde el transporte, refinación de petróleo, producción y distribución de aceite y gas, industria química, utilización comercial e industrial de solventes orgánicos y procesamiento de alimentos, como también pueden provenir de fuentes naturales como productos volátiles vegetales y material biológico en descomposición.

Los daños que los hidrocarburos causan a la salud son verdaderamente muy serios ya que se ha comprobado incluso la actividad carcinogénica en el hombre.

1.5.2.2 Accidentes laborales que puede provocar la contaminación del aire en el ambiente

Como consecuencia de la contaminación del aire en el ambiente laboral, puede tenerse como resultado los denominados *accidentes laborales*, los cuales son la repercusión o el reflejo de los daños en el ser humano provocados por los diferentes contaminantes.

Muchos de los contaminantes afectan de manera tal a las personas que provoca un desequilibrio en su salud que va desde dolores de cabeza, afecciones en los ojos, enfermedades respiratorias, etc. Los más comunes son la disminución de la visibilidad, pérdida de coordinación y pérdida de concentración.

Aunque dentro de la planta industrial exista un buen programa de seguridad e higiene industrial que indique cuales son las áreas de peligro o qué cuidados y/o precauciones deben

tenerse, si no se cuenta con un buen control de los contaminantes emitidos dentro de la misma, éstos serán la causa de algunos accidentes por contaminación e intoxicación y, como consecuencia la pérdida de tiempo laboral y el incremento de los costos de producción.

Si bien es cierto que el hombre que se mueve en un ambiente de trabajo de índole industrial desarrolla mecanismos de adaptación, ante la acción de los contaminantes (con el fin de mantener su vitalidad), sin embargo, es necesario contar con un buen plan de control de contaminación del aire que considere los valores límites permisibles dentro de los cuales el ser humano es capaz de tolerar los diferentes tipos de contaminantes del aire al que se expone diariamente, sin que lleguen a ser dañinos y nocivos para la salud.

1.5.3 Efectos de la contaminación del aire sobre la vegetación

Anteriormente se habló de los efectos que ejerce la contaminación en las propiedades atmosféricas. Es importante hacer notar que, a diferencia del hombre y los animales, cuando el incremento de temperatura afecta el medio en que habitan o bien su medio ambiente es destruido, el ser humano o los animales pueden emigrar hacia otros lugares que les proporcionen la temperatura o medio ambiente adecuado para sobrevivir. Pero la vegetación no cuenta con esa capacidad o posibilidad, sino que debe soportar estos daños y, con mucha suerte, poder adaptarse en algunos casos, pero sin llegar a desarrollarse como hubiese sido en condiciones normales. En último caso deben resignarse a morir.

Los contaminantes del aire que resultan dañinos para las plantas pueden presentarse en forma de partículas o en forma gaseosa. Las partículas dañan principalmente los tejidos de las hojas y de los frutos que permanecen expuestos a su acción. El efecto que se produce es la suciedad de los frutos y las verduras, al mismo tiempo pueden constituir un agente de toxicidad incorporado. Los contaminantes gaseosos dañan de forma directa las plantas por la acción de sus efectos tóxicos.

Algunos daños son originados de acuerdo con la cantidad de sustancias acumuladas sobre las hojas, sin embargo el daño que se produce a las plantas por otros contaminantes se relaciona con concentraciones de sustancias tóxicas en el aire y al largo período de exposición de las plantas.

La tendencia que prevalece es que los contaminantes del aire dañan tanto las cosechas como las plantas ornamentales. Estas pérdidas se atribuyen a los oxidantes fotoquímicos.

El hidrógeno libre de la lluvia ácida es el componente que más daño ocasiona a la vegetación porque altera el ciclo mineral, ya que los iones de hidrógeno son disruptores potenciales del ciclo mineral por la habilidad de éstos de desplazar, de las hojas y del suelo, elementos minerales e inhibir la absorción de elementos a través de las raíces.

Las sustancias químicas que resultan particularmente dañinas para las plantas son los fluoruros, el arsénico, el formaldehído, el dióxido de nitrógeno, el bióxido de azufre, el etileno, el ozono y el nitrato peroxiacetílico.

Otros efectos ambientales podrían ser el retardo en el crecimiento de las plantas comestibles, producido por el ozono y el nitrato sin producir daños aparentemente visibles. Además la muerte de los organismos del plancton y de otros microorganismos base de las cadenas alimenticias debido a la destrucción de la capa de ozono.

1.5.4 Efectos de la contaminación del aire sobre los materiales (infraestructura)

Los efectos que se producen en los materiales o infraestructuras son muy notorios ya que se caracterizan por la acumulación de suciedad, partículas y gases de diferentes tipos de contaminantes.

Ejemplos claros son los edificios cubiertos de hollín, mantas o telas sucias y manchadas, superficies metálicas corroídas, etc. Es importante hacer notar que los daños producidos por la corrosión se relacionan siempre con los contaminantes y las condiciones climáticas del lugar.

El efecto producido por las partículas puede ser por acción galvánica, esto se da en combinación con los efectos que producen las partículas ácidas y la humedad, cuya combinación, produce un incremento acelerado en la corrosión.

Algunos de los contaminantes que afectan a los materiales son:

- **Los óxidos de azufre**

Tomando como ejemplo el dióxido de azufre (SO_2) que disuelto en agua produce el ácido sulfuroso (H_2SO_3); tenemos que es uno de los factores primordiales en la formación

de la denominada lluvia ácida. Se denomina lluvia ácida cuando la precipitación tiene un PH menor que el de la lluvia normal o sea un PH de 5.6 y cuando hay presencia de partículas de sulfatos, cloratos, etc., que modifican la química atmosférica y que posteriormente se precipitan en forma húmeda o seca.

Los óxidos de azufre contribuyen también en la decoloración y la formación de corteza, los cuales dañan los objetos expuestos al ambiente afectando, principalmente, los materiales de construcción, de albañilería, pinturas, textiles y metales.

- **Los oxidantes fotoquímicos**

El principal de éstos es el ozono (O_3), que puede ser detectado fácilmente en el caucho o hule, ya que el ozono reacciona rápidamente formando grietas en dichos materiales. Tanto el ozono como otros oxidantes, dentro de los que puede mencionarse los óxidos de nitrógeno (NO_x), dañan el tejido de las telas, fibras textiles y fibras sintéticas. El NO_2 se combina con la humedad de la atmósfera y forma el ácido nítrico, que es muy corrosivo, al combinarse con hidrocarburos no quemados y en presencia de la luz solar, los óxidos de nitrógeno forman el llamado smog fotoquímico.

- **Los gases ácidos**

Por último podemos mencionar que existen otros gases ácidos cuyos daños al medio ambiente son muchos y difíciles de identificar debido a la influencia que en ellos tienen las condiciones meteorológicas por lo que el total de los daños a los materiales es incalculable. Algunos de los daños son la corrosión o desgaste de superficies cerámicas y vidrios, además de la formación de corteza sobre los mismos.

1.6 Contribución de la industria a la contaminación atmosférica

1.6.1 Alimentos y Bebidas

Como patrón general, las industrias dedicadas a la elaboración de alimentos y bebidas, producen una gran cantidad de contaminantes líquidos y sólidos.

Con relación a los contaminantes del aire, éstos constituyen un porcentaje menor en comparación con los anteriores. El principal problema de este tipo de industrias es la eliminación de las emanaciones de la cocción, vapores de manteca, polvo y sal de galletas, gases indestructibles emanados de los tanques de preparación de los subproductos animales, emanaciones del café, problemas en relación al sistema de transporte y limpieza (en el caso de cereales) ya que descargan considerables cantidades de polvo.

Los olores constituyen el problema principal para otras industrias, como por ejemplo los olores emitidos por la cocción, los envasados de carne, la preparación de cebollas y cocción de verduras.

Otro tipo de industrias contribuyen a la contaminación del aire con la descarga de vapores a la atmósfera a través de las estufas.

1.6.2 Hilados y Tejidos (Textiles)

Los productos textiles pueden ser de fibras sintéticas, de algodón, de lana o en una combinación de los mismos.

Los principales problemas de contaminación que se presentan en este tipo de industrias son las emanaciones de polvo y pelusa flotando en el aire. Adicionalmente a esto, en algunos de los procesos que conlleva la elaboración de textiles, se hace uso de algunos elementos que contaminan el aire tales como partículas de hollín que aparecen en forma de humo, diferentes emanaciones que probablemente son óxidos residuales del azufre, si se utiliza el ácido sulfúrico en el proceso de la preparación de la tela, además productos orgánicos en descomposición, cuya característica principal es la corrosión.

Otros contaminantes son las soluciones de ácidos clorhídrico, sulfhídrico, nítrico, amoníaco y sosa cáustica. Por último podemos mencionar las emanaciones de olores producidos por el ácido acético, los formaldehídos, los ácidos, los tintes y otros compuestos orgánicos.

1.6.5 Calzado

La industria de calzado por su naturaleza y debido a la materia prima que emplea para la elaboración de su producto, es un tipo de industria que no contribuye con emisiones ni humos a la atmósfera, por lo que no produce impactos ambientales significativos. En cuanto a los desechos líquidos y sólidos, los desechos líquidos son tratables y los desechos sólidos son recolectables.

1.6.6 Plásticos

La industria dedicada a la elaboración de plásticos enfrenta, actualmente, un problema agudo debido a que éstos productos constituyen un grave peligro para la salud y el medio ambiente.

Los materiales plásticos contienen productos químicos tóxicos y metales pesados tales como el plomo, lo que hace que durante el almacenamiento o la incineración de aquellos materiales se liberen estos componentes al medio ambiente en forma de iones o elementos libres.

El problema principal de este tipo de industrias es encontrar la manera de eliminar sus desechos, es decir de los productos de desecho, ya que aunque se trate de hacer una reutilización de los mismos el problema subsiste. Una solución a este problema es llevar a cabo un reciclaje, pero estos productos no pueden ser utilizados con el mismo fin para el que fueron creados, es decir, que no pueden ser utilizados para volver a crear el producto original.

Cabe mencionar que los materiales plásticos tienen un tiempo promedio de descomposición natural de 400 años, lo que incrementa el problema de la eliminación de los mismos.

2. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

(HERRAMIENTAS TÉCNICAS)

Determinar el tipo de tecnología que puede ser empleada en la tarea del control de la contaminación del aire es una tarea muy compleja. Depende de muchos enfoques generales que van desde los tipos diferentes de emisiones y procesos hasta la gran variedad de equipos de control; por lo que el tratamiento detallado, exhaustivo y particular está más allá de nuestro alcance y posibilidades.

Las bases que en este capítulo se ofrecen son generales, pero que pueden ser de mucho valor para el ingeniero de planta que desee emprender la lucha contra la contaminación del aire, problema que va adherido a la producción.

Una concepción amplia sobre el control de la contaminación incluiría además el mantenimiento de condiciones higiénicas dentro de la propia planta, las que además de beneficiar a patronos beneficiaría también a empleados.

En muchos casos la solución de este problema dará como resultado la eliminación o reducción de la contaminación fuera de los límites de la planta. Por esta razón se debe prestar cuidadosa atención a la solución del problema en el interior de la propia planta. En general esto constituye, fundamentalmente, un problema de contaminación del aire.

2.1 Distribución de la planta y control de la contaminación

Para la distribución y planificación de la planta es importante que se tenga presente la idea de que la solución del problema de la contaminación se encuentra ligada con el buen funcionamiento de la planta.

La prioridad que hay que adjudicarle a los problemas de control de la contaminación atmosférica industrial debe ser de igual a la que se le otorga a los factores relacionados con la producción (mantenimiento de equipo, seguridad e higiene, utilización del capital circulante y el buen funcionamiento de los procesos productivos y de la maquinaria).

Antes de realizar el estudio de la planificación de la distribución de la planta, la distribución de los procesos y de las fases de producción, se deberá tomar en cuenta el problema de la contaminación de cualquier índole (aire, agua, etc.). Esto no solamente debe

tomarse en cuenta cuando se va a construir una nueva planta, sino que también cuando se va a efectuar alguna remodelación, aumento o ampliación de su capacidad instalada.

Esto es importante, ya que si existen máquinas o procesos que produzcan residuos similares, existe la posibilidad de que sean tratados con los mismos aparatos de control de los contaminantes en un sistema centralizado y lograr el objetivo que es la eliminación de los mismos. Cuando se adopta un sistema centralizado para el control de la contaminación es más fácil satisfacer las necesidades futuras, ya que esta forma de sistema permitirá que sea más fácil la construcción de terminales para nuevas conexiones, y también la instalación de tubos de tamaño que puedan ser acoplados a exigencias futuras, para la recogida de polvo.

En caso de que no se cuente con un sistema centralizado para el control de la contaminación, será necesario hacer uso de equipos o mecanismos independientes de control de las emisiones; lo que equivale a decir: a mayor equipo, mayor costo de instalación; y lo que es aún peor un control inferior de la contaminación, a pesar de su alto costo.

2.2 Sistemas de control de la contaminación del aire

Para poder conseguir la eliminación total de los contaminantes o llevar a cabo su reducción a niveles más tolerables existen varios métodos; cada uno de ellos realiza una función diferente, ya que algunos realizan la función de destrucción de los contaminantes, otros los recogen, los enmascaran o de alguna forma tratan de neutralizarlos.

2.2.1 Métodos de control

a) Control de las fuentes de contaminación

Para ejercer un control sobre el problema de la contaminación del aire, debería existir un método básico, que permitiera retener los contaminantes directamente de la fuente que los produce, para impedir, con esto, que sean esparcidos en la atmósfera.

El control de las fuentes de contaminación tiene como objetivo eliminar los posibles contaminantes del aire. Puede hacerse de diferentes formas utilizando los siguientes métodos:

- introduciendo variaciones en las materias primas (sustitución de una materia nociva por otra)
- revisando un proceso e introduciendo variaciones en las operaciones de los procesos
- modificando o sustituyendo el equipo empleado en los procesos
- adoptando métodos alternativos y procurando un funcionamiento más eficiente del equipo existente.

En general, el control de la fuente trata de buscar sustitutos de la materia prima o de los distintos procedimientos utilizados en los procesos para resolver el problema de la contaminación. Esto significa que puede hacerse uso de la tecnología para encontrar sustitutos que solucionen los problemas de contaminación que presentan algunas sustancias o procesos.

b) Destrucción del contaminante

Para poder llevar a cabo la destrucción de un contaminante debe haber amplia justificación, debido a lo complicado que ésto resulta. Se puede conseguir utilizando fuego y/o quemadores catalíticos. Su aplicación es muy limitada, ya que únicamente se logra destruir los residuos combustibles mientras que los contaminantes gaseosos que contienen metales pesados u óxidos de azufre no pueden ser destruidos.

c) Forma de enmascarar los contaminantes

Los contaminantes pueden ser enmascarados de tal forma que se puede introducir en el aire un olor más agradable. Este método no elimina el contaminante, sino que solamente hace que el nuevo olor no sea tan desagradable como el anterior, pero no puede ser utilizado cuando los olores son tóxicos.

d) Neutralización de olores

Neutralizar los olores no es una buena forma de tratar con los contaminantes, ya que no elimina dichos contaminantes, lo único que hace es desaparecer el olor por los efectos energéticos de dos olores que aparecen combinados. Cuando se lleva a cabo la combinación de los dos olores se dan ciertas reacciones intermedias que son precisamente las indicadas para producir la neutralización.

e) La recogida

Es tal vez el mejor de los métodos señalados y el más empleado para eliminar la contaminación del aire. Consiste en la retención del contaminante mediante un equipo colector que puede ser un recipiente para la recolección de partículas o cintas que las atrapen, o bien aparatos de gran capacidad., impidiendo así que escapen a la atmósfera.

f) Disolución de los contaminantes

Es otra posibilidad de eliminar la contaminación del aire, aunque muy poco aceptada. Consiste en la disolución de los contaminantes en la atmósfera antes de que éstos alcancen concentraciones que resulten dañinas para la población. Este método de control consiste en la utilización de chimeneas altas diseñadas de forma que la expulsión de gases se produzca a una altura suficiente como para permitir que los movimientos naturales de las corrientes de aire diluyan y dispersen los diferentes tipos de contaminantes. Las chimeneas altas resultan a menudo adecuadas para diluir las concentraciones bajas. Naturalmente el método no elimina los contaminantes, pero reduce las concentraciones de los mismos por unidad de volumen, y puede ser utilizado cuando se trata de emisiones gaseosas o de emisiones en forma de partículas.

El factor meteorológico juega un papel muy importante en este método, ya que implica restricciones o cese de operaciones de producción cuando las condiciones meteorológicas son adversas, especialmente cuando las condiciones del aire son estables y se produce una inversión de temperatura.

2.2.2 Sistemas de control

Para poder hacer frente a los problemas de contaminación del aire, puede hacerse uso de la tecnología que ha sido creada para ese fin. Es importante que se tome en cuenta, desde el principio, las características de los contaminantes, que se dividen en dos categorías: partículas y gases. Cada categoría es diferente y por lo mismo debe ser tratada de forma diferente.

2.2.2.1 Tratamientos de los contaminantes en forma de partículas

2.2.2.1.1 Ciclones

El ciclón es un aparato utilizado para la eliminación de los contaminantes en forma de partículas, se vale de un colector que actúe por acción de la inercia.

Se hace penetrar la totalidad de la corriente de gas junto con las partículas que arrastra, tangencialmente por la parte superior del cilindro del ciclón. Las partículas arrastradas se ven lanzadas hacia las paredes a una velocidad dada por la acción de la fuerza centrífuga. Allí son conducidas, por la acción de la gravedad y/o por otras turbulencias secundarias, hacia la salida de la parte inferior que ha sido diseñada para retener el polvo, específicamente, mientras que el gas limpio pasa a través del tubo central que se ha formado y escapan del colector hacia arriba.

La eficacia de los ciclones depende del tamaño de las partículas, ya que cuando son menores de 10 micras de diámetro, se ve incapacitado para retener la materia muy fina, por lo que estas partículas podrían escaparse con el gas.

Los colectores ciclónicos pueden ser usados para la limpieza de gases con cierto grado de humedad, de manera que la temperatura se mantenga por encima del punto de condensación y el funcionamiento del aparato no sea cíclico; ya que los descensos de temperatura por debajo de los puntos de condensación pueden provocar problemas de obturación sobre todo si se utilizan ciclones de diámetro muy reducido.

Los ciclones debido a su simplicidad, pueden ser construidos con una gran diversidad de materiales, entre los que cabe mencionar la cerámica o revestimiento de cerámica. Estos pueden ser utilizados a temperaturas muy variables, que oscilan entre la temperatura ambiente hasta las que van más allá de 2000°F.

Los ciclones pueden ser utilizados en las situaciones siguientes:

- cuando el polvo es grueso
- cuando la concentración es bastante alta
- cuando se desea una clasificación por tamaño de las partículas de materia arrastrada
- cuando la obtención de un elevado grado de eficacia no es imprescindible
- cuando no constituye una condición, la opacidad reducida de las chimeneas, la cual depende principalmente de la cantidad de partículas muy finas

- como precolectores en combinación con colectores de mayor eficiencia para la recogida de partículas finas

Existe una amplia variedad en cuanto al ciclón básico. Cabe hacer notar que es el aparato con los menores costos iniciales entre las clases de aparatos colectores de partículas.

La industria puede utilizar este tipo de colectores de partículas cuando trabaje con calderas alimentadas a base de carbón, madera y cortezas. Puede utilizarse también en la fábricas de cemento, fosfato, yeso, alúmina y cal, en procesos tostadores, operaciones de fabricación de harina, aserradero de maderas y trabajos de carpinterías, entre otros.

2.2.2.1.2 Depurados húmedos

Existe una gran variedad en cuanto a tipos de colectores húmedos, los cuales siguen como norma general utilizar un líquido (generalmente es agua), con el fin de capturar las partículas de contaminantes y posteriormente eliminarlas.

En un depurador húmedo, a las partículas que forman el aerosol, se las obliga a chocar contra lo que se ha llamado *elementos de impacto*, que pueden ser superficies húmedas o gotas sueltas. La mayoría de los colectores húmedos con alto grado de eficiencia son casi invariablemente del último tipo (gotas sueltas).

Las partículas de contaminantes esparcidas en la corriente de gas se desplazan hacia la superficie de las gotas de impacto (donde se origina una colisión) al intentar seguir la dirección de la corriente. Cada gota tiene la función de recoger una cantidad de partículas de contaminante contenidas en la corriente que pasa por la sección transversal del aparato. La colisión tendrá lugar y el resultado será que las partículas se adherirán a las gotas y serán fácilmente recogidas.

La turbulencia que se necesita para la depuración se puede producir de muchas maneras. Existe una gran variedad de diseños de depuradores que van, desde las cámaras de pulverización, hasta los complejos y caros aparatos mecánicos.

Los depuradores húmedos en la industria, pueden ser utilizados en calderas de recuperación de las fábricas de papel, hornos de cal, fabricación de fosfato y de yeso, altos hornos, cúpulas de fundición (hornos de ladrillos), hornos de plomo, producción de aluminio,

producción de ácido sulfúrico, fosfórico y nítrico, incineradores municipales y domésticos, además procesos de revestimiento en caliente, entre otros.

2.2.2.1.3 Filtros de tejido o filtros de mangas

Básicamente consisten en grandes coladores del polvo con filtros distintos, hechos de tejido poroso que puede resistir condiciones térmicas, químicas y mecánicas. Los tejidos están hechos con materiales de fibras naturales o artificiales de lana o de fieltro. La forma mas común de los filtros de tejido consiste en una serie de bolsas cilíndricas (mangas), las cuales son infladas por el aire que va a depurarse y que pasa de adentro hacia afuera o a la inversa, en ocasiones a través del tejido que se utiliza como medio filtrante.

El procedimiento es el siguiente: el polvo o partículas contenidas en la corriente de gas chocan contra el medio filtrante o filtro de tela, se adhieren a él, separándose así de la corriente de gas.

En los filtros de superficie, las partículas recogidas se convierten, a su vez, en el medio filtrante para las nuevas partículas. En este tipo de filtro la eficiencia aumenta en proporción directa con la superficie de tejido que hay en el filtro.

En los filtros de profundidad el medio filtrante consiste en un tejido de fieltro, en el que las partículas penetran pero no lo atraviesan. Este tipo de filtro necesita generalmente una cantidad menor de superficie de tejido para filtrar una cantidad determinada de gas, que el tejido que necesita un filtro de superficie.

Con ambos tipos se pueden conseguir buenos rendimientos en la recogida de partículas contaminantes de tamaño inferior a la micra.

La eficiencia de los filtros de tejido suele ser mayor del 90%, en condiciones adecuadas. La dificultad técnica radica en la elección del tamaño, el tejido, el método y ciclo de limpieza, así como también la determinación de la pérdida de presión.

Los filtros de tejido pueden ser utilizados en los siguientes casos:

- cuando se necesita conseguir rendimientos muy elevados (superiores a 99%)
- cuando funcionan por encima del punto de condensación, como por ejemplo, cuando se trabaja con gases de escasa humedad.

- cuando las temperaturas no son excesivamente altas. Excepto que el tejido a ser usado soporte las pruebas de temperaturas por encima de las de operación, o se sometan los gases a enfriamiento previo a la filtración.
- cuando se quiera recoger en seco sustancias de algún valor.

Los filtros de tejido pueden ser utilizados en la industria en la fabricación de cemento, fosfato, yeso y alúmina. Producción de insecticidas y fertilizantes. Hornos de plomo. Fábricas de alimentos y de harina. Trabajos con la madera, entre otros.

2.2.1.4 Precipitadores electrostáticos (electrofiltros)

Un precipitador electrostático se basa en el principio en el cual un cuerpo cargado atrae a otro con carga de signo contrario.

Se producen tres operaciones que pueden ser realizadas de forma separada o simultánea:

- carga de las partículas
- recogida de las partículas
- transporte de los residuos recogidos.

La atracción y repulsión electrostática de las partículas se consigue mediante una serie de electrodos entre los que existe una diferencia esencial de magnitud suficiente, para crear un efecto de corona negativa sobre el electrodo con carga negativa para producir la ionización, de allí se generan tanto iones positivos como negativos. Los iones positivos permanecen adheridos sobre el electrodo cargado, mientras que los iones negativos pasan por encima del electrodo conectado a tierra (colector) siguiendo la línea de fuerza de campo electrostático existente entre los colectores. Luego, al pasar el gas cargado de polvo entre los electrodos el polvo, en forma de partículas suspendidas, es interceptado por los iones negativos cargándose electrostáticamente lo que hace que sea atraído (recogido) por el electrodo conectado a tierra (que además tiene la función de descargar las partículas sin permitir que se vuelvan a incorporar a la corriente de gas). Las partículas de polvo permanecen adheridas a dicho

electrodo hasta que se las retira, mientras que el gas que ha sido limpiado se desplaza hacia un depósito de recuperación . El gas limpio se mueve mediante el uso de un ventilador o un inyector situado en uno de los extremos del sistema.

Cuando se trata de depurar el aire, para ponerlo de nuevo en circulación, en recintos cerrados, la carga de partículas, la recogida y la retirada de los residuos, tiene lugar en distintas fases y en secciones separadas, pero el funcionamiento del aparato es el mismo.

La efectividad de este aparato es bastante alta, ya que puede lograrse eficiencias de limpieza superiores al 99.9%. Este rendimiento preciso se logra con los controles disponibles en la actualidad, ya que se dice que es más un problema de diseño que de funcionamiento.

Los precipitadores son cada vez más utilizados para la separación de las partículas muy finas, contenidas en las corrientes de gas a temperaturas muy elevadas (1500°F) y a altas presiones (aprox. 1000 psi).

Un factor muy importante que no puede pasar por alto es que el tamaño y el costo de los aparatos es mayor al aumentar la eficiencia.

La industria puede utilizar este tipo de aparatos en hornos de carbón o petróleo. Calderas para la recuperación de "kraft" y de las sustancias cáusticas en el proceso de fabricación de papel, en hornos de cal, fabricación de cemento, fosfatos, yeso, alúmina y bauxita, altos hornos, hornos a base de oxígeno, tostadores de minerales, soldadura en caliente, tostadores de materias no ferrosas, fundidores, hornos para fosfato simple, producción de ácido sulfúrico e incineradores municipales, entre otros.

2.2.2.2 tratamientos de los contaminantes gaseosos y de las sustancias que producen olores

2.2.2.2.1 Adsorción

Este proceso se da cuando las moléculas contenidas en una corriente gaseosa o líquida se adhieren a la superficie de un sólido en el que la superficie del sólido ejerce una fuerza de atracción sobre dichas moléculas absorbidas. Esta fuerza varía de acuerdo con la naturaleza del sólido y de las moléculas. La adsorción física es un buen medio para llevar a cabo el control de los contaminantes del aire.

También existe la adsorción química o quimioadsorción. En este método se produce una reacción química entre las moléculas de la superficie del sólido y las moléculas absorbidas, creando una situación en donde es difícil separar unas moléculas de otras. Esta característica impide su rentabilidad ya que no puede ser utilizada más de una vez la sustancia absorbente, o bien se necesita de una cantidad muy grande de energía para conseguir la regeneración.

Para que los coeficientes de separación sean rentables debe contarse con grandes superficies de sólido absorbente que entre en contacto con la corriente de gas que va a depurarse. Generalmente se utilizan sólidos muy porosos con orificios internos.

Entre los absorbentes se puede mencionar al carbono activado que es el absorbente más importante cuando se tratan moléculas de disolventes o sustancias que producen olores; el aluminio, la bauxita, las masas porosas de cristales o los tamices por acción molecular y los geles de silicio, arenas y resinas permutadoras de iones, etc.

Este proceso es rentable cuando permite la recuperación del producto para ser utilizado de nuevo. Resulta práctica la recuperación de gran parte de los disolventes que se desprenden de las operaciones de impresión, de las que utilizan disolventes y de las que emplean materias plásticas. En otras plantas, se separan de la corriente de gas, pequeñas cantidades de sustancias que producen olor, pero no se procede a recuperación. Este es el caso de los procesos de fermentación, fabricación de colas, transformación de productos naturales y donde se realizan operaciones de curtidos.

2.2.2.2.2 Absorción

En este método un gas soluble pasa a un líquido. Físicamente el gas puede disolverse en el líquido o bien reaccionar con alguno de los componentes disueltos contenidos en el mismo.

Este proceso se utiliza para la depuración de las corrientes de gas. La absorción de los gases es una operación de difusión que depende de la velocidad molecular y de la turbulencia. La transferencia se da cuando entran en contacto el gas y el líquido. Este contacto puede producirse mediante películas de líquido, burbujas de gas o gotas pequeñas de líquido. La mayoría de los aparatos que llevan a cabo la absorción de los gases se sirven de un líquido o un gas en dispersión, y pueden ser clasificados de la siguiente manera:

1.- Aparatos que emplean un líquido en dispersión

a. Película líquida como medio absorbente

- Torres de relleno
- Torres de paredes húmedas

b. Gotas de líquido

- Torres de nebulización
- Cámara ciclónica de nebulización
- Depurador Venturi
- Depurador de disco sumergido
- Aparatos centrífugos de absorción de gases

2.- Aparatos que emplean un gas en dispersión (utilizando burbujas de gas)

- Torres de placas
- Torres de burbujeo
- Recipientes dotados de un agitador

Las soluciones gaseosas que se utilicen en la absorción deben ser solubles en el líquido que actuará como medio de depuración.

Para llevar a cabo el control de la contaminación se utiliza como medio de depuración principalmente el agua, debido a que puede disponerse de ella en abundancia y a factores como su bajo costo, su grado de corrosividad es nulo, su volatilidad, su viscosidad y a su fácil eliminación o depuración.

Las torres de relleno son las más utilizadas en el control de la contaminación del aire, además resultan muy adecuadas cuando se emplean sustancias corrosivas en operaciones con escasa pérdida de presión.

2.2.2.2.3 Combustión

a. Llama

A diferencia de los métodos de adsorción o absorción, este proceso es utilizado cuando se producen emanaciones cuya recuperación no tiene ningún valor. Sin embargo, estas emanaciones pueden ser una amenaza para la salud, pueden provocar incendios o transformarse en olores molestos.

La temperatura que se empleará, deberá ser lo suficientemente alta como para que se produzca la combustión completa, ya que si solo se logra parcialmente, pueden aparecer otras emanaciones inconvenientes.

La incineración resulta efectiva para el tratamiento y eliminación de los aerosoles y gases combustibles contenidos en las corrientes residuales. Además, permite que el humo que sale de las chimeneas sea menos opaco, los olores sean reducidos, los compuestos tóxicos sean eliminados y que pueda evitarse el peligro de explosión.

Para que una combustión sea eficiente debe contarse con:

- suministro adecuado de oxígeno
- la mezcla completa de gas contaminado y la llama
- una temperatura adecuada en la zona de combustión
- un tiempo de contacto suficiente en la zona de combustión.

Esta técnica posee varias ventajas en la eliminación de la contaminación del aire: la simplicidad del método, su gran rendimiento y lo poco que se ve afectada por la composición de los contaminantes, ya que los contaminantes más resistentes exigen un tiempo de exposición o contacto mayor. El tiempo de contacto oscila entre los 0.3 y 0.5 segundos a una temperatura de 980°C. Otras ventajas son el uso de equipo compacto y que no se ve afectado por el paso del tiempo. Los incineradores por cremación funcionan con escasa pérdida de presión, por lo tanto, sus costos de mantenimiento son reducidos. Entre los costos de funcionamiento, el más importante, es el del combustible necesario para llegar a una temperatura de 980°C.

La industria puede utilizar este método en las operaciones de cocción o de vulcanización relacionadas con tintes o revestimientos de suelos. Generalmente producen atmósferas cargadas de disolventes que pueden tratarse de forma adecuada por incineración a

la llama. De la misma manera los tostadores, las cámaras donde se ahuman los alimentos, la licuación del sebo, la cocción de barnices y las operaciones de tratamiento de los residuos que producen gases de olor desagradable que pueden ser controlados por cremación.

b. Combustión catalítica

Existen algunas emisiones que contienen compuestos combustibles en bajas concentraciones. Esto hace necesaria la adición de una cantidad considerable de calor para que pueda llevarse a cabo la combustión.

La oxidación que se lleva a cabo en un aparato catalítico necesita temperaturas de ignición inferiores a los procesos de combustión térmica. Es por ello que se facilita, en muchos casos, una reducción considerable en las concentraciones de los contaminantes sin que se utilice una gran cantidad de combustible.

"El elemento fundamental de un proceso catalítico es un catalizador metálico, que generalmente se encuentra sobre un soporte inerte. Cuando se dan las condiciones favorables a la reacción, se produce la adsorción momentánea de una molécula orgánica del gas que se adhiere a la superficie del catalizador; en un lugar adyacente se adsorbe oxígeno formando un complejo activado de metal y de óxido cuya naturaleza depende de la del catalizador metálico utilizado. Se transfiere el oxígeno a la molécula orgánica, y finalmente la molécula se libera en forma de dióxido de carbono y agua"⁽⁹⁾

El catalizador más utilizado es el platino, porque es muy activo en presencia del oxígeno, posee estabilidad térmica y es resistente al envenenamiento.

Esta técnica es muy utilizada en las plantas donde se fabrica ácido nítrico y en las que se producen emisiones de óxidos de nitrógeno NOx.

La oxidación catalítica constituye la mejor solución para llevar a cabo el control de la contaminación del aire.

La industria utiliza la combustión catalítica en el tratamiento de las emanaciones procedentes de operaciones de acabado de tejidos, de recubrimiento de alambres, de desecado de las tintas utilizadas en trabajos de impresión, de fritura a base de grasas, de tueste de frutos secos, de tratamiento a base de parafina de los efluentes amoníacos, del gas que contiene óxido de etileno, de las calderas donde se prepara el barniz, entre otros.

2.2.2.2.4. Dispersión

Este método ofrece como solución al problema de la contaminación del aire. La utilización de chimeneas altas, que en condiciones normales y adecuadas, logrará la expulsión de las concentraciones de manera que sean suficientemente bajas a nivel del suelo.

Las chimeneas están compuestas de dos partes principales: la cubierta externa y el conducto interno que debe ser diseñado de forma que resista las temperaturas de los gases y las sustancias que contengan. Este conducto interno, generalmente, es de ladrillo y, cuando se trata de chimeneas muy altas, se emplea el acero. La cubierta externa sirve para proteger al conducto interno de la fuerza del viento e inclemencias del tiempo. Se fabrica de ladrillo o de hormigón. En algunos casos también se utiliza metal para chimeneas de poca altura.

2.3 Técnicas para el análisis de los contaminantes del aire

Son muchas las técnicas que pueden ser utilizadas para la obtención de muestras y vigilancia de los contaminantes del aire ya sea en forma de partículas o gaseosos. La selección de cada una de ellas depende de las necesidades particulares de las plantas industriales, del tipo de contaminantes que se piensan obtener y de la clase de análisis que se persigue.

El control puede llevarse a cabo en forma continua o a intervalos, dependiendo de la necesidad de información.

El primer requisito que deben cumplir los métodos utilizados en la identificación e investigación de los contaminantes, es que deben ser procedimientos simples y de bajo costo.

Resulta sumamente difícil identificar las fuentes específicas de las que emanan los contaminantes, los factores que gobiernan su dispersión, sus cambios físicos y químicos en la atmósfera y los efectos producidos por cada contaminante aisladamente.

2.3.1 Análisis de los contaminantes en forma de partículas

Entre los contaminantes en forma de partículas se incluyen los hongos microscópicos, los granos de polen, las esporas, los óxidos de metal, el polvo, las cenizas volátiles, la niebla y los vapores.

Generalmente la investigación y análisis de las partículas se lleva a cabo con la ayuda de recipientes para la recogida de partículas, aparatos de gran capacidad y/o cintas para la toma de muestras. En algunos casos, las muestras pueden ser recogidas utilizando un medio líquido o una superficie con grasa, donde las partículas queden adheridas.

El método más apropiado para obtener las muestras es aquel que, mediante un filtro de papel o una cinta, recoge una cantidad importante de partículas.

El primer método que utiliza un filtro de papel consiste en hacer pasar una cantidad de aire a través del medio de filtración que recoge las partículas, para que al final puedan ser pesadas.

El segundo método utiliza una cinta en la que se adhieren las muestras. Consiste en hacer pasar un haz de luz a través de la materia depositada. La reducción de intensidad del haz, cuando atraviesa la parte manchada de la cinta, determina la cantidad de sólidos depositados sobre el filtro.

Existe otro sistema para la obtención de muestras y es el que aprovecha la inercia o precipitación electrostática y térmica.

3.2 Análisis de los contaminantes gaseosos

Se ha empleado una gran cantidad de sustancias para la absorción de los contaminantes gaseosos del aire, tales como el carbono, el carbón activado, el gel de sílice, el aluminio activado y sustancias sintéticas de gran porosidad, como el aluminosilicato de sodio o de calcio.

Otro método para lograr la separación de contaminantes gaseosos consiste en la congelación o condensación de la materia recogida, de tal forma que la muestra de aire se hace pasar a través de una cámara intensamente refrigerada, de forma que los contaminantes condensables se queden en ella. La refrigeración de la cámara se lleva a cabo por medio de la inmersión de la misma en un baño de líquido a baja temperatura.

Otro método lo constituyen las muestras aleatorias, que se utilizan cuando no se dispone de instalaciones eléctricas ni de laboratorio. Cuando las concentraciones de los contaminantes varían considerablemente durante un período y es necesaria la obtención de una muestra en un momento determinado, este método resulta muy útil. Presenta el inconveniente

de que la muestra no es lo suficientemente grande, por lo que resulta difícil detectar cantidades diminutas de materia a no ser que se utilicen técnicas muy sensibles.

Si se desea un grado de confiabilidad en las mediciones, debe hacerse uso de estadísticas que habrán de incluir el número de mediciones que hayan de realizarse.

2.4 Mejoramiento de los sistemas existentes

De manera general, el control de la contaminación del aire se puede enfocar de manera correctiva o con arreglo, de tres formas básicas:

- efectuando cambios en los procesos para evitar la generación de contaminantes,
- dispersión para reducir las concentraciones a niveles aceptables en los lugares de recepción,
- separación de los contaminantes después de su generación y antes de su dispersión.

Al momento de hacer la planificación para el control de la contaminación del aire, cada una de estas posibilidades debe ser estudiada y examinada en el orden en que han sido enumeradas.

• Cambios en los procesos

En muchas ocasiones el cambio en el funcionamiento de los procesos e incluso el cambio en la materia prima que se ha estado utilizando, puede dar lugar a una mejora o una disminución de contaminantes, o bien puede facilitar los métodos de dispersión o recogida. Aunque el método pareciera técnica y económicamente impracticable vale la pena tomarlo en cuenta.

• Dispersión

La dispersión se lleva a cabo en los lugares específicos de recepción. La técnica de dispersión toma en cuenta el aprovechamiento de las condiciones meteorológicas tales como la velocidad del viento y los parámetros de difusión horizontal y vertical, la topografía, altura, temperatura y la velocidad de los gases que arrastran contaminantes emitidos por la fuente. Se ha comprobado que la utilización de chimeneas altas resulta eficaz para la reducción en los

lugares de recepción de las concentraciones de contaminantes, esta reducción puede variar en función de la magnitud de las mismas. Esta técnica resulta particularmente muy importante con respecto a problemas de olores, que deben considerarse en función de los valores límite o permisibles, ya que, de otra forma, sería económica y técnicamente impracticable.

Es importante saber que esta técnica no puede considerarse dentro del control total de la contaminación, ya que el lugar donde se emiten los contaminantes es salvado o librado de ellos, pero como su nombre lo indica, son dispersos hacia otros lugares, de tal forma que si el código o las normas limitan un contaminante gaseoso a una concentración máxima a nivel del suelo, un olor a un valor umbral (límite) específico o unas partículas a un máximo de cada determinado, puede o no ser utilizado.

• Separación

La separación debe ser usada si el cambio en el proceso y/o la dispersión no permiten el control total de la contaminación del aire. Este método consiste en la separación de los contaminantes nocivos de la corriente de gas residual emanada de los procesos industriales. Se pueden emplear muchas técnicas y tipos de aparatos y puede decirse que es el método que está a la cabeza en la tecnología del control de la contaminación del aire. Utilizando únicamente esta técnica o en la combinación con una o ambas técnicas de las que se acaban de examinar, se constituye en la base para la administración del aire como fuente de recursos.

2.5 Estrategias

Para la persona que se va a hacer cargo del control de la contaminación es muy importante contar con una serie de herramientas o estrategias que, en comunión con el equipo que sea seleccionado, ayuden a combatir el problema. Algunas estrategias que pueden ser utilizadas y tomadas en cuenta se presentan a continuación:

- evitar el desperdicio de materias primas: se encuentra íntimamente ligado con la administración manejo de los inventarios de materia prima;

- llevar a cabo una reingeniería de los procesos, equipo o productos, si la situación lo amerita, con el fin de minimizar los residuos y el desperdicio en la manufactura;
- llevar a cabo mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones;
- utilización eficiente de la energía;
- efectuar cambios tecnológicos, para reemplazar tecnologías obsoletas que contaminan el ambiente;
- efectuar cambios en la materia prima, de manera que pueda ser sustituida por otra menos contaminante;
- Realizar revisiones periódicas dentro de las instalaciones para obtener información de procesos y materiales que, por ser tóxicos o peligrosos, pueden ser cambiados.

6. Equipo

Para llevar a cabo el control de la contaminación, debe hacerse una selección cuidadosa, tanto del equipo en general como de sus características específicas, de forma que cualquier accesorio para la eliminación de la contaminación se pueda adquirir fácilmente en el momento en que se necesite, en caso contrario el equipo para la eliminación de la contaminación puede fracasar y no cumplir con los objetivos deseados.

La planta industrial, debe elaborar una descripción en la que se aporten los datos relativos a la contaminación de la atmósfera. Con ello se conocerá el objetivo a lograr con la utilización del equipo.

Este resumen debe contener:

- procesos que producen contaminantes
- propiedades cualitativas de los contaminantes
- cualidades cuantitativas de los contaminantes en cuanto a graduaciones de la carga y concentraciones de residuos
- propiedades tóxicas
- posibilidad de introducir cambios o mejoras en el proceso como medio de control de la fuente de contaminación

- posibilidad de comercializar los subproductos que se obtienen de la recuperación de las sustancias empleadas
- los organismos que tienen como misión el control de la contaminación. Sus patrones y el potencial de que disponen para colaborar en la solución de los problemas de contaminación
- posibilidad de incorporar equipo para la recuperación del calor, con el fin de amortizar los costes del equipo productivo
- educación del personal encargado de efectuar la compra, así como de los operarios, con el fin de que tomen conciencia de la necesidad existente de eliminar la contaminación.

3. NORMAS AMBIENTALES

Las normas ambientales o criterios de calidad del aire son criterios o valores máximos permitidos de concentraciones atmosféricas de los contaminantes. Dicho de otra forma, son concentraciones máximas que pueden ser aceptadas para que su daño al medio ambiente sea mínimo, con el fin de evitar que la salud en general se vea afectada.

Dichos criterios regulan las actividades industriales y de servicios y se fijan a partir de estudios epidemiológicos y experimentales, de los efectos de la contaminación del aire en la salud, vegetales, animales, materiales y en general al medio ambiente a plazos cortos y largos.

3.1 ¿Qué es COGUANOR?

COGUANOR es una institución del Estado que forma parte del Ministerio de Economía del Gobierno de la República de Guatemala. Entre otras funciones COGUANOR, cuyas siglas significan Comisión Guatemalteca de Normas, es la entidad encargada del establecimiento de las normas oficiales guatemaltecas.

Entre las funciones principales de esta entidad están el representar a Guatemala, internacionalmente fuera de su territorio, en lo relacionado con la normalización, manteniendo un intercambio de normas con otros países.

3.2 Lineamientos técnicos para la elaboración de normas ambientales

En la elaboración de Normas ambientales, (calidad del aire) se deben tomar en cuenta criterios relacionados con los efectos de los contaminantes, de acuerdo con el tiempo de exposición, fuentes de emisión y tipos de contaminantes.

Es importante tomar en cuenta otros factores tales como el costo, la tecnología y equipo para el control y las diferentes razones de orden social que afecten directamente a la comunidad.

La calidad del aire puede ser conseguida haciendo que ciertas normas se vuelvan obligatorias para las industrias que provocan el problema de la contaminación, de tal manera que dichas normas puedan ser respetadas. Esto únicamente puede hacerse a través de COGUANOR.

3.3 ¿Cómo se elabora una Norma?

Para poder elaborar una norma oficial, COGUANOR solicita la información pertinente a las entidades oficiales y particulares dedicadas a actividades industriales, agrícolas y comerciales, relativa a la necesidad de una norma en particular.

Luego, la Comisión se reúne para decidir qué normas van a ser elaboradas durante el año y, dependiendo de los resultados que se obtengan de la investigación acerca de la norma solicitada, se elaborará un proyecto para su aprobación.

3.3.1 Legislación

Cada norma propuesta por iniciativa de persona individual o jurídica, o por una entidad pública es asignada a un Comité Técnico de Trabajo o bien a una institución especializada o a un técnico con experiencia para su análisis e investigación. Luego será aprobada y adoptada. Si la norma es considerada beneficiosa para la economía del país es adoptada como norma guatemalteca obligatoria o recomendada según sea el caso.

La legislación de las normas ambientales es llevada a cabo por el Organismo Ejecutivo a través del Ministerio de Economía. Estas leyes son aprobadas por Acuerdo Gubernativo y, por último son publicadas en el Diario Oficial.

Al igual que cualquier legislación, las leyes para la conservación del medio ambiente incluyen las que penalizan los actos de contaminación y, dependiendo de la infracción, son aplicadas sanciones que van desde advertencias, suspensión de la acción laboral, decomiso de materias primas hasta la imposición de multas con el fin de restablecer los daños que sean causados al medio ambiente.

3.3.2. Terminología⁽¹⁰⁾

El conocimiento de esta terminología es importante, ya que es empleada en el Reglamento de Preparación y Presentación de Normas -COGUANOR- Ministerio de Economía de Guatemala.

- **Especificación técnica:** Establece características de calidad, rendimiento, seguridad o dimensiones de un producto o servicio, además puede incluir terminología, símbolos, métodos de ensayo, embalaje, requisitos de marcado o rotulado.
- **Reglamento técnico:** Conjunto de reglas o preceptos que se refieren a una Norma o especificación técnica.
- **Código de Práctica:** Documento que describe prácticas recomendadas para el diseño, fabricación, instalación, mantenimiento, uso o evaluación de: equipos, instalaciones, estructuras, productos y servicios.
- **Consenso:** Es la aceptación que implica la anuencia general o mayoritaria de los sectores involucrados en cuestiones específicas de interés común.
- **Normalización:** Actividad que consiste en los procesos de formular, emitir e implementar normas, con el objeto de proporcionar soluciones a problemas repetitivos, esencialmente dentro de la ciencia, tecnología y economía, dirigidas a alcanzar el grado óptimo de orden dentro de un contexto dado.
- **Norma:** Especificación técnica u otro documento a disposición del público, elaborado con la colaboración y consenso de todos los intereses afectados por ella, basada en resultados consolidados de la ciencia, tecnología y experiencia, dirigida a promover beneficios óptimos para el país y aprobada por el organismo reconocido a nivel nacional, regional o internacional.
- **Norma Guatemalteca:** Es una norma adoptada por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) y aprobada por el Organismo Ejecutivo.
- **Norma Guatemalteca Obligatoria:** Se refiere o relaciona forzosamente a especificaciones técnicas de masas y medidas, alimentos, medicinas, edificaciones y, en general, a todo lo relativo a la seguridad y conservación de los bienes, de la salud y de la vida. Se debe

identificar con las siglas NGO, que significan Norma Guatemalteca Obligatoria, seguidas del número que le corresponda.

- **Norma Guatemalteca Recomendada:** Norma que se relaciona con la producción y venta de aquellos bienes que no están contemplados en la definición de Norma Guatemalteca Obligatoria, es optativa para la industria y el comercio de los productos de que se trate, en tanto que es obligatoria para el Estado, las entidades oficiales y los organismos descentralizados y autónomos, los cuales no pueden comprar los productos de que se trate, si dichos productos no se cificen a las normas y especificaciones establecidas. Se debe identificar con las siglas NGR, que significan Norma Guatemalteca Recomendada, seguidas del número que corresponda.
- **Propuesta de Norma Guatemalteca:** Es el documento técnico preliminar que se somete a estudio y encuesta pública, entre las partes interesadas, con el objeto de conocer sus observaciones y comentarios, los cuales se toman en consideración para elaborar el proyecto de Norma Guatemalteca correspondiente.
- **Proyecto de Norma Guatemalteca:** Es el documento técnico que se somete a la consideración del Consejo Directivo de COGUANOR para su adopción y posterior envío al Organismo Ejecutivo para su aprobación como Norma Guatemalteca y su correspondiente publicación en el Diario Oficial.
- **Norma de nomenclatura:** Es la norma que tiene por objeto establecer, precisar y/o definir los términos, expresiones, abreviaturas, símbolos y diagramas que deben emplearse en el lenguaje técnico.
- **Norma de especificaciones o de calidad:** Norma que tiene por objeto establecer todas las características físicas y químicas que debe reunir un material o producto según el uso a que se destina.
- **Norma de funcionamiento o de comportamiento en servicio:** Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos y el procedimiento que permitan apreciar las eficiencias de máquinas, aparatos, instrumentos y dispositivos durante la operación a que se destinan, así como los posibles cambios de un producto dado sometido a determinadas condiciones de operación.

- Norma de Métodos de ensayo y análisis: Norma que establece el procedimiento detallado de un método de ensayo o análisis en particular, con el objeto de determinar una o más características o propiedades del material o producto que se ensaya.
- Norma de muestreo: Norma que tiene por objeto establecer un procedimiento económico y de fácil aplicación, que se debe seguir para tomar muestras que sean lo más representativas posible de un lote de material o de un producto en particular.
- Tabla: Agrupación ordenada de datos invariables de aplicación general, por ejemplo: tablas de logaritmos y tablas de conversión de unidades.
- Cuadro: Agrupación de datos de una o más variables con objeto de simplificar y aclarar su interpretación y relación.
- Comités Técnicos de Trabajo: Son grupos que el Consejo Directivo de COGUANOR integra, con personal profesional y técnico proveniente de los organismos y entidades públicas y privadas de los sectores interesados en la normalización, la gestión, verificación y certificación de la calidad y metrología. Cada representante tendrá un Suplente, el cual deberá estar constantemente enterado de la marcha del trabajo. Los sectores interesados son los siguientes:
 1. Sector de los productores, formado por empresas industriales que se dedican a la elaboración de los productos, motivo de la comercialización.
 2. Sector de los consumidores, formado por el público que consume directamente como aquellas empresas que utilizan ciertos insumos, que siendo productos finales de otras, para ellas representa materia prima.
 3. Sector de intereses generales formado por entidades comerciales de expendio y manipuleo de los productos, cuyo interés puede incidir principalmente en el tipo de material de envase, medidas, y formas del mismo, conservación del producto durante el almacenamiento, etc., en este sector estarían comprendidas las Universidades, Industria del Transporte, Representantes de Laboratorios de pruebas y ensayos, etc.
 4. Sector Oficial el que podrá estar representado por personeros de las Dependencias del Estado, Entidades Autónomas, Semiautónomas y Descentralizadas. En todos los casos por un representante de COGUANOR.

3.4 Normas técnicas de Calidad del Aire

3.4.1 Normas COGUANOR

Para la creación de normas, es necesario seguir las instrucciones o lineamientos establecidos por COGUANOR. El objetivo principal es mostrar el procedimiento que debe seguirse para la redacción, ordenación y presentación de las normas guatemaltecas COGUANOR.

2. Las Normas COGUANOR a consultar son:

- **COGUANOR NGR 1 002**
Numeración de las divisiones y subdivisiones en los documentos escritos.
- **COGUANOR NGR 1 005**
Referencias bibliográficas. Características y elementos esenciales.
- **COGUANOR NGR 1 011**
Formatos de papeles. Ordenación de formatos plegados. Formas usuales. Notas de impresión.
- **COGUANOR NGO 4 002**
Formato de normas y de sus addendas. Medidas. Disposición y cuerpos tipográficos
- **COGUANOR NGO 4 008**
Preparación de un "addendum" a una norma COGUANOR.
- **COGUANOR NGO 4 010 (1ª. Revisión)**
Sistema Internacional de Unidades (SI).
- **COGUANOR NGO 5 009**
Símbolos de magnitudes, de unidades y dimensionales.
- **COGUANOR NGO 50 001**
Distribución de materias correspondientes a cada comité, técnico de trabajo según la ordenación de la clasificación decimal universal.

7. Título, numeración y anotaciones de la norma

7.1 Título de la norma. El título de la norma deberá expresar el objeto de la misma y en su redacción se deberán emplear exclusivamente letras mayúsculas; sin embargo, si el título de la norma estuviera compuesto de un título principal y un subtítulo, se deberán emplear letras minúsculas para la redacción de este último. En cualquier caso no se deberá usar puntuación final ni subrayar ninguna palabra, excepto cuando aparezca un nombre científico.

7.2 Número de la Norma. El número de la norma podrá estar formado por 4 ó 5 dígitos o guarismos, en el cual las cifras que corresponden a los millares identifican el Comité, Técnico de Trabajo de acuerdo con lo indicado en la norma COGUANOR NGO 50 001, y los restantes dígitos determinan el orden que la norma ocupa dentro del conjunto o grupo, cuyo estudio y elaboración corresponde a dicho Comité Técnico de Trabajo.

7.2.1 El número de la norma deberá ir colocado en el ángulo superior derecho de la página, de acuerdo con lo indicado en la norma COGUANOR NGO 4 002 y también deberá aparecer en las otras páginas en el centro del margen superior, precedido por las siglas COGUANOR NGO o COGUANOR NGR según corresponda.

7.2.2 Cuando se trate de normalizar varios aspectos o partes afines de una misma materia, se podrán distribuir convenientemente en varias normas llevando todas el mismo número seguido de la expresión, h1, h2, h3, ..., hn, de acuerdo a los varios aspectos.

7.3 Anotaciones de la norma.

7.3.1 En el margen superior de la primera página de la norma se deberá indicar, de acuerdo con las especificaciones de la norma COGUANOR NGO 4 002 lo siguiente:

- a) La clasificación Decimal Universal, CDU, que le corresponde, colocada en el extremo izquierdo, antes de las siglas CDU se deberá colocar entre paréntesis el año de edición del documento que contiene la Clasificación Decimal Universal.

- b) La leyenda "Norma Guatemalteca Obligatoria" o "Norma Guatemalteca Recomendada" según el caso, centrada con respecto al recuadro.
- c) La fecha, colocada en el extremo derecho. Para las propuestas de normas, esta fecha, corresponderá a la fecha de aprobación por el Comité Técnico de Trabajo y para las normas aprobadas deberá ser la fecha de aprobación; dichas fechas deberán indicarse colocando el nombre del mes y el año que correspondan.

7.3.2 En el margen izquierdo de la primera página de la norma se deberá indicar, de acuerdo a las especificaciones de la norma COGUANOR NGO 4 002 la siguiente leyenda: "COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS (COGUANOR) MINISTERIO DE ECONOMIA GUATEMALA C.A."

7.3.3 Cuando una norma esté formada por mas de una página, se deberá colocar dentro del recuadro de la norma, en el extremo inferior derecho, la palabra "Continúa" dejando un espaciamiento entre letra y letra. La última página impresa de la norma será la única que no llevará dicha palabra, pero sí la frase "Ultima línea" al final del texto.

7.3.4 La numeración de todas las páginas de una norma, se hará colocando en el extremo superior derecho dos números separados por una diagonal, correspondiendo el primero al orden correlativo de las páginas, y el segundo al total de páginas del texto.

7.3.5 En el espacio disponible para anotaciones de aplicación, localizado en la parte inferior de la primera página de una norma, se podrá colocar información complementaria, por ejemplo, "Prohibida su reproducción total o parcial". (Véase la norma COGUANOR NGO 4 002).

7.3.6 La norma que sufra alguna modificación o se complete y corrija con adiciones o supresiones de forma o contenido, se deberá reimprimir anotando la fecha de la nueva aprobación y, debajo del número de la norma de la primera página, se deberá colocar la expresión "1ª. Revisión", "2ª. Revisión", y así sucesivamente, según le corresponda. En un párrafo colocado antes del capítulo del objeto de la norma, se deberá hacer constar que la

norma es una reimpression con modificaciones, indicando además la fecha de impresión original, el historial de la misma y otras aclaraciones que se consideren pertinentes.

8. Características del texto de la norma

8.1 Redacción y composición mecanográfica.

8.1.1 La redacción del texto de la norma deberá ser en idioma español de acuerdo a lo establecido por la Real Academia Española; dicha redacción deberá ser concisa pero lo suficientemente clara para que permita solamente una interpretación, con excepción de lo indicado en el numeral 8.1.2.

8.1.2 Las palabras o expresiones que se requiera destacar dentro del texto, incluyendo las palabras o expresiones en otros idiomas sin traducción aceptada, y en general, todos los extranjerismos y localismos que son inevitables de emplear, se escribirán entre comillas. Podrán emplearse los tecnicismos aceptados sin estar entre comillas.

8.1.3 Cuando en el texto se aluda a una norma de origen extranjero no escrita en español, se escribirá el nombre o las siglas de la entidad que la edita, el título de la norma en idioma en que esté escrito y a continuación entre paréntesis, la traducción de dicho título.

8.1.4 La numeración y la composición mecanográfica del texto se deberá iniciar sin sangría y a 5 mm de distancia del recuadro, exceptuando los títulos de los capítulos y los numerales, en los cuales los números de identificación se colocan a 5 mm del recuadro pero la escritura se inicia a una distancia no menor de 25 mm del recuadro. Las fórmulas, las tablas, los cuadros y el ejemplo de la designación de un producto dado van centrados.

8.1.5 Las cantidades fraccionarias se deberán indicar, preferentemente, utilizando expresiones decimales, y sólo se usarán números quebrados en casos excepcionales; dicha regla se aplicará tanto en el texto de la norma como en los cuadros y tablas.

8.1.6 Para identificar las llamadas se deberá emplear la serie de los números naturales colocados entre paréntesis y el texto correspondiente a la llamada se deberá escribir al pie de la página, excepto cuando la llamada corresponda a un cuadro o tabla, en cuyo caso se deberá colocar inmediatamente debajo del mismo.

8.1.7 Los títulos de los capítulos deberá escribirse sólo con mayúsculas y no deberán llevar puntuación final ni estar subrayados. El subrayado se permite para destacar el nombre o título de las subdivisiones de un capítulo, en la forma siguiente: cuando la subdivisión es al segundo nivel, el subrayado debe realizarse desde el margen izquierdo a 5mm del recuadro, y si la subdivisión es a un tercer nivel y subsiguientes, el subrayado deberá iniciarse donde empieza el nombre o título de la subdivisión a destacar.

8.1.8 La composición mecanográfica del texto de las normas se deberá realizar utilizando un tipo de letra simple sin adornos, de cuerpo 10 ó 12, de acuerdo con las indicaciones contenidas en la norma COGUANOR NGO 4 002.

8.2 Unidades y simbología.

8.2.1 En el texto de la norma, en los cuadros y en las tablas se deberán utilizar solamente las unidades de medida establecidas por el Sistema Internacional de Unidades que se describe en la norma COGUANOR NGO 4 010 1ª. Revisión, con las excepciones que dicha norma contempla.

8.2.2 En el texto de la norma, en los cuadros y en las tablas se deberán usar solamente los símbolos de las magnitudes, de las unidades y de las dimensionales que se describen en las normas COGUANOR NGO 5 009 y COGUANOR NGO 4 010 1ª. Revisión, con las excepciones que ésta última contempla.

8.2.3 Si hubiere varios valores de medidas identificadas por un mismo símbolo, se deben diferenciar empleando subíndices.

8.2.4 Las unidades se expresan con un símbolo únicamente cuando van a continuación del número que indica la cantidad de la medida. Cuando en el texto de la norma se haga referencia a cualquier unidad en forma general, es decir, sin indicar un valor numérico, se deberá escribir el nombre completo de la unidad y no su símbolo; solamente en los cuadros o tablas se permitirá el uso de símbolos sin estar precedidos de un valor numérico.

9. Ordenación y numeración del contenido de la norma

9.1 El contenido del texto de la norma se deberá distribuir en capítulos que son las divisiones principales de la norma, los cuales a su vez podrán subdividirse en numerales. La numeración de las divisiones y subdivisiones se deberá realizar de acuerdo a las indicaciones descritas en la norma COGUANOR NGR 1 002, salvo en algunos casos que por conveniencia de presentación se prefiera identificar las subdivisiones con letras minúsculas seguidas del signo de cerrar paréntesis.

9.2 Capítulos de una norma de especificaciones. El contenido de una norma de especificaciones se deberá distribuir en los siguientes capítulos principales; sin embargo se podrá prescindir de los capítulos que no sean aplicables en algún caso en particular; o bien añadir otros capítulos necesarios para que la norma cubra perfectamente todos los aspectos del tema que se normaliza.

9.2.1 Objeto. Este capítulo deberá describir en forma resumida y clara, la finalidad para la cual se establece la norma.

9.2.2 Campo de aplicación. Este capítulo deberá establecer perfectamente los productos, materiales o servicios a los que se debe aplicar la norma, así como también los casos, circunstancias y condiciones en que su aplicación no es válida.

9.2.3 Normas COGUANOR a consultar. Este capítulo deberá contener un listado de todas las normas guatemaltecas que se deban consultar para que la interpretación de la norma sea completa. Las normas se identificarán por las siglas COGUANOR NGO o COGUANOR NGR, según corresponda, seguidas del número y título de la norma; el orden de colocación dentro del listado se establecerá de acuerdo a la numeración ascendente de las normas. Si no fuera necesario consultar normas adicionales, se hará constar este hecho con la siguiente expresión: "Para la aplicación de la presente norma guatemalteca no es necesaria la consulta específica de ninguna otra".

9.2.4 Definiciones. En este capítulo se deberán incluir aquellas definiciones que se consideren necesarias para asegurar la comprensión y correcta aplicación de la norma; cada definición deberá exponer con claridad y exactitud los caracteres genéricos y diferenciales de lo que se está definiendo.

9.2.5 Terminología. En este capítulo se deberá incluir la descripción de los términos normalizados de aplicación no general que pertenecen o son propios del tema en particular que se esté normalizando.

9.2.6 Clasificación y designación. En este capítulo se deberán indicar los tipos, clases, calidades, grados, categorías u otras formas de clasificación del objeto que se normaliza. También se deberá establecer la designación del objeto que se normaliza, en la forma mas corta posible, pero lo suficientemente clara y determinada para que baste por sí sola como referencia.

9.2.7 Especificaciones y características.

9.2.7.1 En este capítulo se especificarán las medidas, las características físicas y químicas, y las características de cualquier otra índole que debe cumplir el objeto que se normaliza. Este capítulo se podrá dividir en varios numerales con diferente título cada uno, dependiendo de los aspectos que abarquen los mismos.

9.2.7.2 Se deberán fijar las tolerancias permitidas para los casos en que se tengan suficientes elementos de juicio; las unidades de medida que se utilicen deberán ser las establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI) que se describe en la norma COGUANOR NGO 4 010 1ª. Revisión, con las excepciones que dicha norma contempla.

9.2.7.3 En las subdivisiones o numerales de este capítulo podrán figurar las especificaciones y características en forma de tablas o cuadros, ordenando en tal forma su contenido que permitan una fácil interpretación y uso de los mismos.

9.2.7.4 Si los valores de un cuadro son límites que no deben ser rebasados, se pondrá en el encabezamiento de la columna en cuestión o en otro lugar apropiado, la palabra "máximo" o "mínimo" según corresponda al límite superior o inferior, respectivamente. Cuando el espacio así lo requiera, se podrán escribir las abreviaturas "máx." por máximo, y "min." por mínimo.

9.2.7.5 Las tablas y cuadros se identificarán en la parte superior con la palabra "Tabla" o "Cuadro", según corresponda seguida del número de orden que le corresponde y del título o nombre que describa su contenido; todo este texto debe ser subrayado. Se evitará en lo posible el fraccionamiento de las tablas y cuadros.

9.2.8 Materias primas y materiales. En este capítulo se deberán detallar las materias primas y materiales a emplear en la fabricación de cada elemento normalizado, los cuales se deberán identificar de acuerdo a su designación correspondiente; cuando sea necesario se podrá incluir alguna información relativa a las materias primas y materiales en algunos de los otros capítulos.

9.2.9 Muestreo. En este capítulo se deberá indicar el procedimiento a seguir para la toma de muestras o muestreo, o, si el caso lo justifica, se deberá hacer referencia a una norma que por aparte describa dicho procedimiento.

9.2.10 Métodos de prueba. En este capítulo se indicarán los métodos de prueba que se deben seguir para realizar los ensayos y análisis que especifica la norma. Si los métodos de prueba

están contenidos en normas aparte, se deberán mencionar sus correspondientes números y títulos, salvo en aquellos casos en que por la naturaleza y extensión del o los métodos puedan exponerse detalladamente en este capítulo, en cuyo caso también se deberán estructurar de acuerdo con las indicaciones mencionadas en el numeral 9.3.

9.2.11 Rótulo, envase y embalaje. En este capítulo se especificará la información que deberá indicarse en el rótulo tanto del envase como del embalaje, y además características de dicho rótulo. Además se deberá especificar el tipo, material y capacidad del envase, así como la forma más adecuada de embalar el producto que se normaliza.

9.2.12 Almacenamiento y transporte. En este capítulo se indicarán las condiciones que deberán cumplirse durante el almacenamiento y transporte del producto, o bien, se citarán las normas en las cuales se establecen estas condiciones.

9.2.13 Correspondencia. En este capítulo deberán indicarse la norma o normas nacionales y/o extranjeras que concuerdan con la norma que se ha preparado, indicándose si la concordancia es total o parcial, o si solamente se han tenido en cuenta para su redacción. Si la norma contiene información sustancial procedente de literatura técnica que no sea norma, se deberá incluir la referencia bibliográfica de tal literatura técnica; si la literatura técnica sólo sirvió para verificar información ya recopilada, se escribirá la expresión "literatura técnica".

9.2.14 Anexo. En este capítulo se incluirá aquella información que no teniendo relación directa con el objeto de la norma, se considera que sí es útil para complementar la correcta aplicación de la misma.

9.3 Capítulos de una norma de métodos de ensayo y análisis. El contenido de una norma de métodos de ensayo y análisis se deberá distribuir en los capítulos principales que siguen; sin embargo se podrá prescindir de los capítulos que no sean aplicables en algún caso en particular, o bien añadir otros capítulos necesarios para que la norma cubra perfectamente todos los aspectos del tema que se normaliza.

- 9.3.1 Objeto. Véase el numeral 9.2.1
- 9.3.2 Campo de aplicación. Véase el numeral 9.2.2
- 9.3.3 Normas COGUANOR a consultar. Véase el numeral 9.2.3
- 9.3.4 Definiciones. Véase el numeral 9.2.4
- 9.3.5 Terminología. Véase el numeral 9.2.5
- 9.3.6 Principio del método. En este capítulo se describirá en términos generales, en qué consiste o en qué se basa el método de ensayo o análisis.

9.3.7 Reactivos o materiales. En este capítulo se deberán indicar los reactivos o materiales que se requieran para la realización del análisis o ensayo, enumerándolos de acuerdo a su orden de utilización y, cuando sea necesario, se deberá indicar la forma de preparar los reactivos. Con la expresión "Reactivo para análisis" colocada en lugar apropiado, se indicará su calidad analítica.

9.3.8 Aparatos. En este capítulo se deberá especificar todos los aparatos, instrumental de laboratorio y utensilios necesarios para la realización del ensayo o análisis correspondiente.

9.3.9 Preparación y conservación de las muestras. En este capítulo se deberá describir el procedimiento de acondicionamiento y las características de almacenamiento de la muestra antes de someter a ensayo o análisis.

9.3.10 Procedimiento. En este capítulo se deberá indicar el procedimiento que se debe seguir al ensayo o análisis para que los resultados obtenidos sean comparables o reproducibles. Se tratará de fijar, en forma que no permita confusión, todos los detalles importantes del procedimiento, sin entrar a considerar aquellos que sean de naturaleza tan general que puedan considerarse como sobreentendidos. Para mayor claridad, se podrá describir el procedimiento subdividiéndolo en párrafos cortos que se numeran de acuerdo con las indicaciones descritas en la norma COGUANOR NGR 1 002 salvo en algún caso especial en que por conveniencia de presentación se prefiera identificar dichos párrafos con letras minúsculas seguidas del signo de cerrar paréntesis.

9.3.11 Expresión de los resultados. En este capítulo se establecerá la forma de expresar los resultados finales y como se obtienen dichos resultados, indicando, si las hubieren, las fórmulas o ecuaciones a emplear.

9.3.12 Informe del Ensayo o Análisis. Este capítulo deberá contener todos los datos necesarios para su correcta interpretación.

9.3.13 Correspondencia. Véase el numeral 9.2.13

9.3.14 Anexo. Véase el numeral 9.2.14

9.4 Capítulos de una norma de muestreo. Por ser el muestreo una operación muy compleja no se establecerá una estructura general fija de la norma de muestreo; en todo caso, la norma de muestreo podrá incluir los siguientes capítulos principales: objeto, campo de aplicación, normas COGUANOR a consultar, definiciones, terminología, procedimiento, correspondencia y anexo. Se podrá prescindir de los capítulos que no sean aplicables en algún caso en particular, o bien añadir otros que fueren necesarios par la correcta aplicación de la norma.

9.4.1 El contenido de los capítulos de la norma de muestreo es el mismo que se indica en el numeral 9.2 para los correspondientes capítulos. El capítulo de procedimiento, deberá indicar los pasos a seguir para tomar muestras que sean lo más representativas posible del lote de material o del producto en particular; para mayor claridad se podrá describir el procedimiento subdividiéndolo en párrafos cortos que se numeran de acuerdo con las indicaciones descritas en la norma COGUANOR NGR 4 002, salvo en algún caso especial en que por conveniencia de presentación se prefiera identificar dichos párrafos con letras minúsculas seguidas del signo de cerrar paréntesis.

9.5 Capítulos de una norma que cubra un aspecto en particular. El contenido de una norma que cubra un aspecto en particular, tal como nomenclatura, funcionamiento o comportamiento en servicio, transporte, terminología, o bien, cualquier otro aspecto, se debe distribuir en los capítulos que sean necesarios para que la norma cubra perfectamente el tema que se normaliza.

Nota: Como una guía pueden considerarse los capítulos establecidos para las normas de especificaciones y de métodos de ensayo y análisis. Véase numerales 9.2 y 9.3

9.6 Cualquier observación que se considere necesario mencionar para aclarar o ejemplificar el sentido o la aplicación de un capítulo o numeral en particular, se podrá incluir al final del mismo en forma de una o varias notas, subrayando la palabra Nota; en caso de varias notas, éstas deberán enumerarse de 1 en adelante colocando el número inmediatamente después de la palabra Nota. Ejemplos: Nota; Nota 1, Nota 2.

3.4.2 Calidad del aire

Respecto a las creación de normas técnicas de calidad del aire, existe un proyecto propuesto por CONAMA-BID, cuyo objetivo es la creación de normas técnicas que contribuyan con el mejoramiento del medio ambiente y cuyo fin principal es que realmente sean cumplidas, a partir de que dicha ley entre en vigor. ⁽¹¹⁾

TITULO I

De la calidad ambiental

CAPITULO I

Normas comunes

Artículo 1° . Deber de los ciudadanos. Es deber de todos los ciudadanos prevenir y controlar la contaminación ambiental, entendida ésta como la introducción o presencia en el ambiente de sustancias, elementos, compuestos, derivados químicos o biológicos, energía, etc., que de manera aislada o en combinación de ellos, por su concentración, intensidad o tiempo de permanencia en el ambiente sean capaces de producir alteración de las cualidades o características del ambiente o de sus elementos, de modo tal que sea perjudicial para la salud humana, la vida, la integridad de los ecosistemas o el mantenimiento de los procesos ecológicos principales.

Artículo 2° . Promoción y preservación de la calidad ambiental en los asentamientos humanos. Para la promoción y preservación de la calidad ambiental de los asentamientos humanos, será obligatorio asegurar una equilibrada relación con los elementos naturales que sirven de soporte y entorno, delimitando las áreas industriales, de servicios, residenciales, de transición urbano-rural, de espacios verdes y de contacto con la naturaleza.

Artículo 3°. **Aplicación de las disposiciones de este Título.** La aplicación de las disposiciones de este título será competencia de un Organismo de Prevención de Contaminación (OPC) destinado para tal efecto, que en coordinación con las instituciones del Estado y municipalidades:

- 1) Orientará el monitoreo y el control de las fuentes fijas y móviles de contaminación, los contaminantes y la calidad de los ecosistemas.
- 2) Emitirá estándares y normas de calidad de los ecosistemas, los cuales servirán como pautas para la normación y la gestión ambiental.
- 3) Emitirá las normas de tecnologías, procesos, tratamiento y estándares de emisión vertidos.
- 4) Emitirá normas sobre la ubicación de actividades contaminantes o riesgosas y sobre las zonas de influencia de las mismas.

Artículo 4°. **Prohibición de contaminación.** Se prohíbe la descarga o emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera excepto en cumplimiento con las disposiciones contenidas en la presente Ley o a sus reglamentos y normas técnicas adoptadas a su amparo.

Artículo 5°. **Punibilidad de la contaminación.** Sólo es punible administrativa y penalmente la contaminación producida con infracción de los límites permisibles o de las normas, procesos y mecanismos de prevención, control, monitoreo o reparación establecidos en la presente ley y demás normas legales vigentes. El cumplimiento de dichas normas no exime al responsable de la obligación de desarrollar su actividad con responsabilidad, equidad y buena fe, evitando daños innecesarios a terceros o al ambiente al amparo del supuesto ejercicio regular de un derecho.

Artículo 6°. Responsabilidad por actos punibles bajo esta Ley. Toda persona es responsable por las emisiones o descarga de sustancias que puedan afectar la salud humana, poner en riesgo o causar un daño al ambiente, o afectar los procesos ecológicos esenciales o la calidad de vida de la población.

CAPITULO II

De la contaminación de la atmósfera

Artículo 7°. Contaminación atmosférica. Para la protección de la atmósfera, las autoridades competentes se basarán en los siguientes principios y criterios básicos:

- a) No podrán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar contaminación atmosférica o daños al medio ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y las disposiciones reglamentarias promulgadas a su amparo así como las normas técnicas expedidas por el OPC.
- b) Las emisiones de contaminantes de la atmósfera producidas por la operación de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles deben reducirse o controlarse, de manera que se asegure la calidad del aire conforme a las normas que la regulan, en salvaguardarla de la salud humana y del ambiente.

Artículo 8°. Reglamento para prevenir y controlar la contaminación atmosférica. El organismo Ejecutivo emitirá un Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica en el que, como mínimo, se dispondrá :

a) Lista de contaminantes y sus límites permisibles de exposición.

- 1) El Reglamento contendrá una lista de contaminantes atmosféricos cuyas emisiones causen o puedan contribuir a la contaminación atmosférica, y que razonablemente puedan

representar un riesgo a la salud o bienestar públicos, con el objeto de establecer límites permisibles de exposición primarios y secundarios de calidad de aire ambiental.

- 2) Para cada uno de estos contaminantes, se debe emitir una norma técnica que contenga los límites permisibles de exposición dentro del término de dos años a partir de su inclusión en esta lista. Este criterio debe reflejar el más reciente conocimiento científico y tecnológico que sea útil para establecer el tipo y la extensión de todos los efectos identificables sobre la salud humana y el bienestar público que puedan ser anticipados por la presencia de tal contaminante en el aire ambiental en cantidades variables.
- 3) En la misma norma técnica donde se expongan los límites permisibles de exposición para cada uno de los contaminantes de la lista, se debe publicar información sobre técnicas de control de contaminación atmosférica, la cual debe incluir datos relacionados con el costo de instalación y de operación, requerimientos energéticos, beneficios por reducción de emisiones y sobre el impacto ambiental de la implantación de tecnología de control de emisiones. Dicha información debe incluir datos tales como métodos alternos de prevención y control de contaminación atmosférica, según estén disponibles.
- 4) Esta lista de contaminantes atmosféricos y sus respectivos límites permisibles de exposición podrán ser revisados y modificados de tiempo en tiempo, a medida que avance la tecnología de control y se amplíen los conocimientos científicos.

b) Normas de Calidad de Aire Ambiental

- 1) El OPC emitirá, dentro de un término de dieciocho meses a partir de la publicación de lista a que se refiere el inciso a) de este Artículo, las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias, para cada contaminante atmosférico para el cual se haya determinado un límite permisible de exposición.
- 2) Las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias, establecidas con base en el párrafo 1) de esta disposición, la constituirán los límites permisibles de exposición establecidos para

los contaminantes atmosféricos listados, cuya limitación de su presencia en la atmósfera y el posterior mantenimiento de sus niveles en el aire, a juicio del OPC, basados en tales límites y con un margen adecuado de seguridad, son requisitos para proteger la salud humana de cualquier efecto adverso conocido o anticipado asociado con la presencia de tal contaminante en la atmósfera.

- 3) Las Normas de Calidad de Aire Ambiental secundarias, establecidas con base en el párrafo 1) de esta disposición, especificarán los límites permisibles de exposición establecidos para los contaminantes atmosféricos listados, cuya limitación de su presencia en la atmósfera y el posterior mantenimiento de sus niveles en el aire, a juicio del OPC, basado en tales límites, es requisito para proteger el bienestar público de cualquier efecto adverso conocido o anticipado asociado con la presencia de tal contaminante en la atmósfera.

c) Planes de Implementación Regionales.

El reglamento incluirá disposiciones sobre planes regionales para la implementación, mantenimiento y cumplimiento de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias en cada región del país, pero estas disposiciones tendrán vigencia dentro de un término de dieciocho meses a partir de la promulgación de las Normas de Calidad de Aire Ambiental a que se refiere el inciso anterior. Cada plan de implementación regional, deberá contemplar, como mínimo lo siguiente: límites permisibles de emisión de contaminantes atmosféricos; medidas, medios y técnicas de control, itinerarios para el logro del estándar; establecimiento y operación de instrumentos, mecanismos, sistemas y procedimientos necesarios para monitorear, compilar y analizar datos y muestras del aire en el ambiente; un programa de medidas para lograr el cumplimiento de los límites permisibles de emisión establecidos y la regulación de las modificaciones y construcciones de cualquier fuente estacionaria dentro del área cubierta por el plan de implementación regional mientras sea necesario para asegurar que las Normas de Calidad de Aire Ambiental establecidas para un contaminante en particular sean cumplidas; y proveer mecanismos de consulta y de participación a todos los departamentos y municipalidades afectadas por el plan de implementación regional.

ch) Permisos y Licencias

El Reglamento establecerá un procedimiento de permisos y licencias que regule el control de la contaminación atmosférica, y que contenga, como mínimo, lo siguiente:

- 1) Disposiciones para prohibir emisiones de contaminantes atmosféricos que puedan contribuir al incumplimiento o puedan interferir con el mantenimiento de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias establecidas en cada región;
- 2) Disposiciones para prohibir emisiones de contaminantes atmosféricos que interfieran o puedan interferir con las medidas establecidas en cada Plan de Implementación Regional para prevenir el deterioro significativo de la calidad del aire o para proteger la visibilidad;
- 3) Disposiciones para requerir de cada propietario y/u operador de una fuente de emisión estacionaria, la instalación, mantenimiento y el reemplazo de equipos y la implantación de otras medidas necesarias para monitorear las emisiones de tales fuentes y para el control de la contaminación atmosférica.
- 4) Disposiciones para requerir de los propietarios y/u operadores de tales fuentes a someter ante el OPC o a las personas que éste designe, informes periódicos sobre la naturaleza y cantidades de emisiones y datos relacionados con tales emisiones de dichas fuentes;
- 5) Disposiciones para requerir de los propietarios y/o operadores de fuentes de emisión estacionarias, la preparación y realización de modelajes de calidad de aire tantas veces como sea necesario con el propósito de predecir los efectos en el aire ambiental de cualesquiera emisiones de cualquier contaminante de aire para el cual se haya establecido un estándar de Normas de Calidad de Aire Ambiental, así como la presentación de los datos relacionados con la realización de tales modelajes.
- 6) Disposiciones para requerir del dueño y/u operador, como precondition a la obtención de su permiso o licencia el pago de un derecho razonable que sea suficiente para cubrir los costos razonables por revisar y actuar sobre cualquier solicitud de permiso en un término razonable de tiempo y, en caso de que esa solicitud sea aprobada, los costos razonables por implantar y

poner en vigor los términos y condiciones de tal permiso (sin incluir los costos por cualquier acción administrativa, civil o penal resultantes de alguna infracción).

d) Normas de Funcionamiento de Nuevas Fuentes Estacionarias.

- 1) Dentro de determinado tiempo a partir de la aprobación de esta ley, mediante la emisión de una norma técnica, el OPC publicará una lista de categorías de fuentes estacionarias. Tales categorías serán incluidas, si a juicio del OPC, causan o contribuyen significativamente a la contaminación atmosférica que razonablemente pueda causar efectos adversos sobre la salud humana o al bienestar público.
- 2) Dentro del término de un año a partir de la publicación de la lista de categorías de fuentes estacionarias, el OPC publicará normas técnicas donde se propongan reglas de funcionamiento para nuevas fuentes en cada categoría. El OPC proveerá un término razonable de tiempo, que no excederá de noventa días al público en general y a las personas con interés para que sometan sus comentarios por escrito en cuanto a los reglamentos, previo a su promulgación. Luego de considerar tales comentarios, dentro del término de un año a partir de la publicación de las normas técnicas propuestas, el OPC procederá a emitir las normas de funcionamiento para nuevas fuentes, con los cambios pertinentes. Estas categorías deberán ser revisadas cada ocho años como mínimo, o cuando surja nueva información que justifique su revisión. Las normas de funcionamiento y sus revisiones serán efectivas inmediatamente a su promulgación.
- 3) A partir de la promulgación de estas normas técnicas, cualquier modificación a una fuente existente la convertirá en una nueva fuente sujeta a las normas de funcionamiento establecidas por el OPC. Asimismo, a partir de la promulgación de las normas de funcionamiento para nuevas fuentes o fuentes modificadas, se prohíbe que cualquier dueño y/u operador de cualquier fuente nueva opere tal fuente en violación de las normas de funcionamiento aplicables a dicha fuente.

- 4) El OPC podrá distinguir entre las clases, tipos, y tamaños de las nuevas fuentes con el propósito de establecer sus normas de funcionamiento. Asimismo, el OPC podrá, de tiempo en tiempo, emitir información sobre técnicas de control de contaminación para las categorías de nuevas fuentes y contaminantes de aire sujeto a las disposiciones de este inciso.
- 5) Estas categorías podrán además formar parte de el Plan de implementación Regional como medida para asegurar el mantenimiento de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias en todas las regiones del país.

e) Contaminantes atmosféricos peligrosos

- 1) El OPC establecerá, dentro de un término de dieciocho meses a partir de la aprobación de esta Ley, mediante la emisión de una norma técnica, una lista de contaminantes atmosféricos peligrosos, cuyas emisiones causen o puedan contribuir a la contaminación atmosférica. Esta lista podrá ser revisada de tiempo en tiempo, y el OPC podrá reglamentar todo lo concerniente a la inclusión o eliminación de contaminantes en particular de la lista, sujeto a requerimientos de participación pública y datos científicos que sostengan la determinación.
- 2) El OPC establecerá, dentro de un término de dieciocho meses a partir de la aprobación de esta Ley, un listado de categorías de fuentes estacionarias de emisión de contaminantes atmosféricos peligrosos, tanto nuevas como existentes. Para cada categoría, el OPC podrá emitir, mediante reglamentación, los estándares de emisión para fuentes nuevas o existentes, que requieran la aplicación de tecnología de control máximo alcanzable para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosas.

f) Prevención del Deterioro Significativo del Aire

Cada Plan de Implementación Regional que se prepare con arreglo a las disposiciones del inciso c) de este Artículo contendrá además, límites de emisión y otras medidas que sean

necesarias, incluyendo la limitación de emisiones utilizando la mejor tecnología de control disponible que alcance el grado máximo de reducción de cualquier contaminante atmosférico, a ser determinadas mediante reglamentación, para prevenir el deterioro significativo de la calidad del aire en cada región definida como de logro con las Normas de Calidad de Aire Ambiental o sin clasificar, de acuerdo con las disposiciones del inciso c) antes citado.

g) Mecanismos para el intercambio y mercadeo de límites permisibles de emisión

El OPC queda facultado para incluir en el Reglamento y en las normas técnicas, incentivos a los dueños y/u operadores de fuentes de emisión atmosférica para que reduzcan las emisiones de contaminantes a la atmósfera; asimismo, queda facultada para permitir el libre intercambio de límites permisibles de emisión entre las personas, incluyendo la libre compraventa de derechos de emisión de contaminantes, sujeto a los límites establecidos en cada Plan de Implementación Regional.

h) Areas definidas como de no logro en general

- 1) Areas definidas como de no logro son aquellas que no cumplen con los límites permisibles de exposición de las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias y secundarias establecidas de acuerdo a la lista de contaminantes establecida en el inciso a) de este Artículo.
- 2) Si, de acuerdo al inciso b) de este Artículo, el OPC encuentra que algún área del país no cumple con los límites permisibles de exposición para uno o más contaminantes atmosféricos establecidos bajo el citado inciso a) de este Artículo, el OPC convocará a las autoridades departamentales y municipales, según se trate, para que en conjunto, procedan a preparar un Plan de Implementación Regional con el objeto de lograr cumplimiento con los límites permisibles de exposición determinados en las Normas de Calidad de Aire Ambiental primarias o secundarias que estén siendo violadas.

3) Dicho Plan de Implementación Regional contendrá, como mínimo, un plan para la implantación de todas las medidas de control razonablemente disponibles (incluyendo la reducción en emisiones de fuentes existentes en el área que pueda ser obtenido mediante la aplicación de tecnología de control razonablemente disponible); un plan para la reducción gradual por año del nivel del contaminante atmosférico de que se trate hasta alcanzar el límite permisible de exposición establecido como mínimo en las Normas de Calidad de Aire Ambiental secundario; un inventario comprensivo, preciso y actualizado de todas las fuentes de emisión que puedan contribuir a que no se cumplan con los límites permisibles de exposición de las Normas de Calidad de Aire Ambiental de que se trate en esa área en particular; una identificación y cuantificación de todas las emisiones de dicha área; y un plan para establecer límites tecnológicos a fuentes nuevas que alcancen la tasa menor de emisión obtenible, o sea, la más estricta limitación de emisiones que esté contenida en el Plan de Implementación Regional para las distintas clases y categorías de fuentes estacionarias, o que sea alcanzada en la práctica por las clases y categorías de fuentes estacionarias. Aquellas fuentes existentes que posean permisos deberán conformar sus fuentes de la manera establecida en el Plan de Implementación Regional.

4) El OPC, junto con las autoridades departamentales y municipales de que se trate, previo a la implantación del Plan de Implementación Regional de que se trate obtendrá los comentarios y la participación del público y de toda persona con interés, y considerarán sus opiniones antes de tomar una determinación final.

i) Control de fuentes móviles

El OPC deberá emitir, en un plazo no mayor de un año a partir de la aprobación de esta ley, las normas técnicas necesarias para el control de la contaminación atmosférica por fuentes móviles.

j) Control de otras fuentes

El OPC queda facultado para investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica.

Artículo 9º. Fumigación de agroquímicos. La fumigación aérea con agroquímicos, será regulada por la autoridad competente, estableciendo distancias y concentraciones de aplicación, considerando además la existencia de poblados, caseríos, centros turísticos y fuentes de agua.

3.4.3 Reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores

El reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores según acuerdo gubernativo No. 14-97, está vigente a partir de su publicación el 4 de Febrero de 1997, dando como plazo un año para ajustar los motores y obtener el certificado de control de emisiones.⁽¹²⁾

Artículo 1. Obligatoriedad. Para que un vehículo automotor pueda circular por las vías públicas, es obligatorio que posea el respectivo Certificado de Control de Emisiones, la Calcomanía de control de Emisiones y que su automotor no emita niveles de contaminación que excedan los límites permisibles establecidos en este Reglamento. (Ver ANEXO 1) se fija el plazo de un año, contado a partir del día en que cobre vigencia este Reglamento, para que se obtenga el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones o en su caso se ajusten o reparen los vehículos automotores para cumplir con las disposiciones de este artículo.

Se exceptúan de la aplicación del presente Reglamento los tractores y maquinaria agrícola, industrial y de construcción disecados para uso fuera de carretera, los vehículos de carreras y las motocicletas con motor de cuatro tiempos.

Artículo 2. Prohibición Especial. A partir del uno de enero de mil novecientos noventa y ocho se prohíbe el ingreso al país, de vehículos automotores con motores de dos tiempos que utilicen combustible gasolina y que no estén equipados con sistema de autolubricación.

Se prohíbe la circulación de vehículos automotores con motor de dos tiempos ingresados al país en forma definitiva a partir del uno de enero de mil novecientos noventa y ocho en adelante, que no tengan un sistema de autolubricación en perfecto estado de funcionamiento.

Artículo 3. Sistema de Control de Emisiones. Todos los vehículos automotores que ingresen al país a partir de la fecha de vigencia de este Reglamento deben contar con un sistema de control de emisiones en perfecto estado de funcionamiento.

CAPITULO II

DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE EMISIONES

Artículo 4. Comisión de Control de Emisiones. Para los efectos de aplicación del presente Reglamento, se nombrará una Comisión de Control de Emisiones, que se integrará de la siguiente forma: un representante de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, quién la presidirá; un representante del Departamento de Tránsito; un representante del sector privado organizado vinculado con la actividad automotriz; dos asesores nombrados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Los integrantes de la Comisión de Control de Emisiones y los asesores nombrados, devengarán dietas que se fijarán a través de CONAMA.

Artículo 5. Autorización de los Centros de Control de Emisiones y de las Empresas Controladores. La Comisión de Control de Emisiones autorizará la operación de los Centros de Control de Emisiones y de una o varias Empresas controladores que cumplan con las disposiciones del presente Reglamento, dentro de los tres meses posteriores a su vigencia, asignándole a cada uno su respectivo código de autorización.

La verificación del funcionamiento de los vehículos automotores en lo referente a las emisiones de gases y partículas, se efectuará a través de uno o varios Centros de Control de Emisiones, y/o Empresas Controladores Privadas.

Los Centros de Control de Emisiones autorizados para realizar las pruebas de emisiones vehiculares podrán realizar trabajos de reparación o de mantenimiento de vehículos.

Artículo 6. Requisitos para Operaciones de los Centros de Control de Emisión. Los Centros de Control de Emisiones deberán estar debidamente autorizados conforme las normas



del presente Reglamento y presentar la respectiva patente de comercio, el número de contribuyente al Impuesto al Valor Agregado -IVA- y contar con una planta física adecuada y con equipos autorizados por la Comisión de Control de Emisiones, en adecuado estado de funcionamiento y calibración constante, para la medición de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), bióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂), para el control de emisiones de los motores que funcione con combustible diesel. Estos equipos deberán transmitir e imprimir automáticamente y sin interferencia humana los datos resultantes de las mediciones.

Artículo 7. Revisión de los Equipos para la Medición de Contaminantes. La calibración de los equipos para la medición de contaminantes de diesel y gasolina deberá realizarse en forma periódica, por lo menos una vez al mes, bajo la supervisión de la o las Empresas Controladores a que se refiere el presente Reglamento.

Artículo 8. De la Planta Física y Personal Técnico. Los Centros de Control de Emisiones deberán contar con una adecuada planta física y con personal técnicamente calificado y certificado para el manejo de los equipos y la realización de las pruebas de control de emisiones.

Los Técnicos autorizados para realizar pruebas de control de emisiones de gases deberán estar inscritos en el Registro de Técnicos, que para el fin levante la Comisión de Control de Emisiones. Además, deberán asistir a los cursos técnicos que la Comisión de Control de Emisiones requiera y aprobarlos.

Artículo 9. Expedición del Certificado de Control de Emisiones. Después de realizar cada prueba de control de emisiones, el Centro de Control de Emisiones que la realice extenderá un Certificado de Control de Emisiones, en donde se indicarán los niveles de emisiones del vehículo, los cuales serán impresos automáticamente. Adicionalmente, extenderá una Calcomanía de Control de Emisiones.

El técnico autorizado que realice la prueba deberá firmar y sellar el Certificado de Control de Emisiones bajo su responsabilidad.

El Certificado de Control de Emisiones se hará en formato único diseñado por la Comisión de Control de Emisiones y contendrá los siguientes datos: número de certificado, número de la Calcomanía, código de autorización del taller, año modelo, fecha de ingreso del vehículo al país, fecha de emisión del certificado, fecha de vencimiento del certificado, número de identificación del vehículo, número de placa del vehículo, kilometraje del vehículo, tipo de combustible utilizado por el motor, nombre del responsable respectivo Centro de Control de Emisiones que emite el certificado y espacio para un sello y para la firma del técnico responsable.

Artículo 10. De la Calcomanía del Control de Emisiones. La Calcomanía del Control de Emisiones se hará en formato único diseñado por la Comisión de Control de Emisiones con numeración corrida.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente será la encargada de contratar la impresión de los Certificados y las Calcomanías de Control de Emisiones y distribuirlos a los Centros de Control de Emisiones.

La Calcomanía de Control de Emisiones deberá ser colocada en la esquina inferior derecha del vidrio delantero del vehículo

Artículo 11. El Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones. Tendrán validez de un año, excepto para aquellos vehículos dedicados al transporte comercial o colectivo de personas, para los cuales tendrán validez de seis meses. Estos deberán obtenerse durante el mes del año correspondiente al de la emisión de la tarjeta de solvencia y seis meses después en el caso de aquellos dedicados al transporte comercial o colectivo de personas. Los propietarios de los vehículos que son llevados a revisión en el mes que les corresponde pero no obtienen el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones podrán regresar en un mes distinto al indicado.

Artículo 12. De la Supervisión y el Control de los Centros de Control de Emisiones. La supervisión y el control de los Centros de Control de Emisiones se hará por medio de una o varias empresas controladoras privadas autorizadas por la Comisión Nacional del Medio

Ambiente, previa recomendación técnica y evaluación de la Comisión de Control de Emisiones, que redactará el contrato conteniendo las normas técnicas dentro de los tres meses posteriores a la vigencia de este Reglamento.

Artículo 13. Del Procedimiento de los Controles en los Vehículos. Las empresas controladoras estarán encargadas de realizar selectivamente, controles en las vías públicas a los vehículos. En estos controles se exigirán el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones los que se harán sin costo alguno para el usuario y se hará una prueba de emisiones, utilizando para ello equipos de medición que impriman los datos automáticamente y sin interferencia humana. Los funcionarios de la empresa controladora se harán acompañar por uno o varios agentes del Departamento de Tránsito quienes estarán encargados de hacer el alto a los vehículos a los cuales se harán las pruebas de emisiones y en caso de infracción apoyar a los funcionarios de la empresa controladora.

En este caso, el agente del Departamento de Tránsito o policía emitirá la multa respectiva, además de retener las placas de circulación del vehículo, si se produce infracción en cuanto a emisiones de acuerdo con el resultado de la medición de las mismas. El infractor deberá corregir el estado del vehículo y contará con un plazo de quince días para presentar a la empresa controladora el Certificado de Control de Emisiones, obteniendo en cualquiera de los Centros de Control de Emisiones. La empresa controladora podrá realizar nuevamente un control de emisiones para verificar el buen estado del vehículo. La empresa controladora, previa exhibición del Certificado de Control de Emisiones y del comprobante de pago de la multa respectiva, devolverá las placas de circulación retenidas.

Las sanciones establecidas en este Reglamento serán impuestas por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, ante la cual deberá cursarse la denuncia.

El recibo de la multa deberá ser acompañado de la impresión de la prueba de emisiones que se realice.

Artículo 14. Funciones de la Comisión de Control de Emisiones. La Comisión de Control de Emisiones, tendrá las siguientes funciones:

- a) Establecer los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para la aplicación del presente Reglamento, incluyendo las autorizaciones y los contratos de los Centros de Control de Emisiones y de las Empresas Controladoras, así como el diseño, impresión y distribución de los certificados y calcomanías de control de emisiones;
- b) Mantener una relación de coordinación permanente con los entes públicos y privados dedicados a la preservación del medio ambiente y también con aquellos dedicados a hacer otro tipo de control de los vehículos tales como verificaciones para internar los vehículos al país, inspecciones de seguridad y otras;
- c) Proponer revisiones de los límites permisibles con el objeto de actualizarlos de acuerdo a los cambios de tecnología. En el caso del humo (partículas), monóxido de carbono (CO) y de los hidrocarburos (HC) estos límites solamente podrán ser menores que los establecidos en este Reglamento. Esta restricción no se aplica en el caso del bióxido de carbono (CO₂); y
- d) Las demás funciones que sean necesarias para la aplicación del presente Reglamento.

Artículo 15. Prohibiciones para los Vehículos con Motor de Diesel. Se prohíbe que los vehículos automotores que utilicen combustible diesel para su funcionamiento, o bien diesel mezclado con otros combustibles, emitan humo (partículas) que excedan los siguientes límites:

- I) Los vehículos ingresados al país antes del uno de enero de del año 2,000, y durante su funcionamiento no deberán emitir humo cuya capacidad exceda los porcentajes a continuación indicados, o su factor k (m-l) equivalente en cada caso, así:
 - a) Para los vehículos cuyo peso bruto sea menor que 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%, excepto para aquellos vehículos que funcionan con

motores diesel turboalimentados, cuyo límite de emisión no podrá superar el 80% de opacidad.

- b) Para los vehículos cuyo peso bruto sea mayor o igual 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%.

La medición de la opacidad para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberá realizarse por medio de equipos con opacímetros de flujo parcial y bajo el procedimiento de aceleración libre, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en el lugar donde se realice la medición.

Artículo 16. Prohibiciones para Vehículos con Motor de Ignición por Chispa. Se prohíbe que los vehículos automotores provistos con motor de ignición por chispa que utilicen combustible gasolina, gas, alcohol u otras sustancias para su funcionamiento, cualquiera que sea su tipo o peso, emitan gases contaminantes que excedan los límites establecidos seguidamente así:

- a) Los vehículos ingresados en forma definitiva al país antes del uno de enero de 1995, durante su funcionamiento no deberán emitir gases contaminantes fuera de los límites a continuación indicados:

No deben producir emisiones que excedan al 4.5% de monóxido de carbono (CO) del volumen total de gases, ni 600 ppm (partes por millón) de hidrocarburos (HC). Tampoco podrán emitir bióxido de carbono (CO₂) en cantidades inferiores al 10.5% del volumen total de gases.

- b) Los vehículos ingresados al país a partir del uno de enero de 1995 en forma definitiva, durante su funcionamiento no deberán emitir gases contaminantes afuera de los límites a continuación indicados:

No deben producir emisiones que excedan al 0.5% de monóxido de carbono (CO) del volumen total de gases, ni 125 ppm (partes por millón) de hidrocarburos (HC). Tampoco podrán emitir bióxido de carbono (CO₂) en cantidades inferiores al 12% del volumen total de gases.

Las mediciones de gases para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberán realizarse dos veces y en ninguna oportunidad podrán sobrepasar los límites establecidos en estos mismos incisos; la primera medición se realizará en ralentí a no más de 1,000 r.p.m.(revoluciones por minuto del motor); la segunda a una velocidad entre las 2,200 y las 2,700 r.p.m., con un período de espera de 15 segundos después de la aceleración para la toma de estas muestras.

Además, tales mediciones se realizarán con el motor funcionando a temperatura normal y siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo de medición, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en el lugar donde se realice la medición.

Artículo 17. Reparación de los Vehículos por Incumplimiento del Presente Reglamento.

En caso de que un vehículo no cumpla con los niveles permisibles de emisiones, deberá ser reparado previo a obtener el certificado de Control de Emisiones. Para el efecto, el propietario estará en libertad de reparar el vehículo donde así lo desee antes de someterlo nuevamente a revisión de emisiones en alguno de los Centros de Control de Emisiones.

CAPITULO III

SANCIONES

Artículo 18. Multas por Remoción del Sistema de Control de Emisiones. Los propietarios de los vehículos que remuevan cualquier parte del sistema de control de emisiones del mismo serán sancionados con una multa de Dos Mil Quinientos Quetzales (Q2,500.00).

Artículo 19. Multas por Exceso en los Valores de Emisiones Permisibles. Los propietarios de los vehículos que excedan los valores de emisiones permisibles en las revisiones selectivas que realice las Empresas Controladoras, así como los propietarios de los vehículos que se encuentren circulando sin el correspondiente Certificado o Calcomanía de Control de Emisiones, serán sancionados así:

- a) Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea menor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de Quinientos Quetzales (Q500.00)
- b) Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea mayor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de Mil Quetzales (Q1,000.00).
- c) Los propietarios de los vehículos automotores con motor de dos tiempos cuyo sistema de autolubricación haya sido removido o no esté funcionando correctamente serán sancionados con una multa de Mil Doscientos Cincuenta Quetzales (Q1250.00).

Artículo 20. Multa por Importación de Vehículos con Infracción del Presente Reglamento. Cualquier persona natural o jurídica que importe un vehículo y lo matricule infringiendo los preceptos de este Reglamento será sancionada con una multa de Seis Mil Quetzales (Q6,000.00)

Artículo 21. Multa de los Centros de Control de Emisiones y Técnicos Autorizados. Los Centros de Control de emisiones y los técnicos autorizados por la Comisión de Control de Emisiones, que se demuestre emitan Certificados de Control de Emisiones a vehículos que en el momento de la revisión no cumplan con los límites permisibles, o a vehículos que no reúnan los requerimientos establecidos por el artículo 1o. de este Reglamento, o bien que su sistema de control de emisiones haya sido removido parcial o totalmente, serán sancionados, tanto el Centro como el técnico autorizado, de la siguiente manera:

- a) La primera vez, con una multa de Tres Mil Quetzales (Q3,000.00).
- b) La segunda vez, con una multa de Cinco Mil Quetzales (Q5,000.00).
- c) La tercera vez, con una multa de Siete Mil Quetzales (Q7,000.00) y la cancelación definitiva de la autorización para continuar operando, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales conexas.

Artículo 22. Multa a los Propietarios de los Vehículos por Incumplimiento en la Revisión. Los propietarios de los vehículos que no sean llevados a la revisión previa a obtener el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones en el mes que les corresponde serán sancionados con una multa de Cincuenta Quetzales (Q50.00). Los Centros de Control de Emisiones que extiendan Certificados o Calcomanías de Control de Emisiones a vehículos que no hayan sido llevados a revisión en el mes que les corresponde serán sancionados con Cincuenta Quetzales (Q50.00) a menos que el propietario demuestre que ya pagó la multa correspondiente.

Artículo 23. De la Emisión de las Multas. La multa respectiva además de retener las placas de circulación de vehículo, si se produce infracción en cuanto a emisiones de acuerdo con el resultado de la medición de las mismas. El infractor deberá corregir el estado del vehículo y contará con un plazo de quince días para presentar a la Empresa Controladora el certificado de Control de Emisiones, obtenido en cualquiera de los Centros de Control de Emisiones. La Empresa Controladora podrá realizar nuevamente un control de emisiones para verificar el buen estado del vehículo. La Empresa Controladora, previa exhibición del Certificado del Control de Emisiones y el comprobante de pago de la multa respectiva, devolverá las placas de circulación retenidas.

4. SITUACION NACIONAL

4.1 Problemática

Actualmente en la ciudad de Guatemala, existe un gran número de instituciones y organizaciones preocupadas por el bienestar ecológico y por la pureza del medio ambiente de la ciudad capital.

El tema del medio ambiente ha venido a formar parte de la preocupación de todos los habitantes, prueba de ello son las campañas ecológicas por televisión, en los periódicos y revistas o boletines de diversas organizaciones, que han tratado de destacar la importancia del tema y la responsabilidad de cada uno, como habitante de este país. Sin embargo muchas personas, por ignorancia o negligencia, están contribuyendo en la degradación del ambiente, especialmente la atmósfera, sin tomar ninguna medida de prevención que reduzca dicho problema.

La población propicia la contaminación de diversas maneras. Entre los principales cabe destacar las siguientes:

4.1.1 A nivel doméstico:

El uso de combustibles tales como leña, diesel, gasolina, petróleo crudo, gas licuado y carbón vegetal, producen emisiones contaminantes atmosféricas por partículas sólidas, bióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO). Actividades tales como la calefacción y el uso de artefactos domésticos alimentados por gas producen NO_2 y SO_2 sin olvidar las partículas suspendidas totales PST que se emiten en la cocina.

4.1.2 El relleno sanitario:

Es una de las mayores fuentes fijas de contaminación. Su principal contribución a la contaminación del medio ambiente es el mal olor que es esparcido a los lugares aledaños.

Afecta a las personas que viven cerca del basurero de la ciudad o relleno sanitario y que residen en las zonas 3, 8, 7, 11 e inclusive, las que viven en las zonas 1 y 12.

El basurero municipal también contribuye con la contaminación con las partículas en suspensión, resultado de la combustión de la basura allí depositada.

Según estudios, "cuando la basura arde se emiten como mínimo 6.47 toneladas de partículas a la atmósfera, 0.45 toneladas de dióxido de azufre (SO₂), 2.46 toneladas de Oxidos de nitrógeno (NOx), 12.3 toneladas de Hidrocarburos (HC) y 34.52 toneladas de Monóxido de Carbono (CO)" (Ver apéndice - Gráfica No. 1)

4.1.3 Por fuentes móviles:

Según estudios realizados en la ciudad de Guatemala, en 1990 se registró un número de vehículos de 231,213 (entre vehículos particulares, comerciales, taxis, buses urbanos, consular y diplomáticos, oficiales, agrícolas, trailers y motocicletas) tomando en cuenta que el aumento de vehículos por año es de 7.8% anual, se calculan los siguientes datos:

Tabla No. 1.
(Incremento del 7.8% anual)

AÑO	NÚMERO DE VEHÍCULOS
1990	231,213
1991	249,247
1992	268,688
1993	289,646
1994	312,239
1995	336,593
1996	362,848
1997	391,150

(Ver apéndice Gráfica No. 2)

De acuerdo con ello, en este momento, en el año 1997, habrá una cantidad aproximada de 391.150, aunque se cree que en realidad existen unos 500,000 vehículos en 1997; lo que quiere decir que las cargas de contaminantes a la atmósfera se han incrementado considerablemente.

Algunos de los factores a los cuales es atribuido dicho incremento son: el crecimiento de la población, incremento del comercio, ingreso de vehículos rodados, aumento de rutas de transporte urbano y extraurbano, entre otros.

Los principales contaminantes derivados de los hidrocarburos son: los hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno. De igual manera, el diesel contiene los mismos contaminantes básicos que la gasolina, la diferencia estriba en que tiene un contenido mayor de azufre que la gasolina además de las partículas de hollín, que dan origen al denominado humo negro.

La contaminación producida por los automóviles se divide en cuatro grupos:

1.- Productos de la combustión completa:

- H₂O agua
- CO₂ dióxido de carbono o anhídrido carbónico, que disuelto en agua da origen al ácido carbónico

2.- Productos de la combustión incompleta:

- CO monóxido de carbono
- HC hidrocarburos no quemados

3.- Productos secundarios de la combustión:

- NO_x óxidos de nitrógeno, expresados así por conveniencia
- SO₂ dióxido de azufre o Anhídrido sulfuroso, que disuelto en agua da origen al ácido sulfuroso

4.- Oxidantes ("Smog" fotoquímico)

- oxidantes tales como el ozono O₃
- peróxidos orgánicos
- nitratos de peroxiacilo

(Todos estos oxidantes dan origen al "smog" fotoquímico que es una niebla espesa con humo)

No debe ignorarse la edad de los vehículos, ya que a través del tiempo tanto los motores de los carros como cada una de sus piezas y componentes, no funcionarán igual que al principio, lo que es equivalente a decir que cada día existe mayor contaminación por parte de las fuentes móviles debido a su obsolescencia.

Un estudio reciente o monitoreo de emisiones de automotores en la ciudad de Guatemala⁽¹³⁾, muestra la evidencia de la degradación del aire de la ciudad. Se ha encontrado los siguientes contaminantes en el ambiente: partículas en suspensión o material particulado en suspensión, plomo, dióxido de nitrógeno, ozono, benceno, tolueno, xileno, polvo de precipitación, PM10 (material particulado de diámetro menor de 10 micras) y monóxido de carbono, de donde el material particulado y el PM10 sobrepasan los valores límites establecidos por la OMS mientras que el plomo se encuentra en una mínima parte y por debajo de los límites de la OMS, debido a que, actualmente en Guatemala, únicamente se utiliza la gasolina sin plomo, por lo que la cantidad encontrada es atribuida a la industria.

Se puede afirmar, y está demostrado, que los vehículos automotores y los servicios de transporte son las fuentes de mayor grado de contaminación ambiental. De modo que el 70 % de los contaminantes es producido por los vehículos y el 30% es producido por la industria.

4.1.4 A nivel industrial:

La industria es también una fuente fija de contaminación. Como ya se dijo la industria contribuye en un 30% a la contaminación ambiental y los vehículos aportan el 70% de los contaminantes.

Es la fuente que emite mayor variedad de contaminantes, entre los que podemos encontrar más comúnmente, gases como: óxidos de azufre como el hiposulfato (SO_2) y el hiposulfito (SO_3), monóxido de carbono (CO), vapores bencénicos, ácido clorhídrico (HCL), óxidos de nitrógeno (NO_x), ácido sulfhídrico (H_2S), ácido fluorhídrico (HF), fluoruro de sílice (SiF_4), y otros sumamente tóxicos como: berilio (Be), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd); además de polvos, humos y malos olores.

La mayoría de industrias en Guatemala, están haciendo uso de tecnología inapropiada, sin control y en muchos casos, obsoleta.

Una representación clara de esta situación, es la gráfica de producción industrial/desechos químicos (Ver Apéndice Gráfica No. 3); que permite visualizar la situación que prevalece en la cuenca del Lago de Amatitlán, donde además de los niveles de producción de diferentes tipos de Industrias, se encuentran los niveles de contaminación.

4.1.5 Area rural:

No puede ignorarse, aspectos sumamente preocupantes que prevalecen en el área rural, tales como:

- La deforestación, atribuida a varias causas:
 - el uso de madera "leña", como combustible
 - los incendios forestales
 - la utilización de la madera con fines industriales
 - la sustitución de grandes hectáreas para agricultura de bajo rendimiento y en otros casos para ganadería
 - áreas volcánicas

- La erosión: Puede decirse que es una consecuencia de la deforestación, debido a que la falta de plantación permite que los suelos sean "lavados". Como consecuencia los suelos se tornan improductivos y disminuye la calidad y purificación del aire.

- **Utilización de agroquímicos:** La utilización de pesticidas en la fumigación ha venido a formar parte del problema de la degradación de los suelos, al mismo tiempo que se producen descargas de emisiones tóxicas a la atmósfera.

4.2 Propuestas de solución

Cada uno de los profesionales responsables del manejo, control y prevención de la contaminación del aire, debe tener como marco de referencia una información actualizada y exacta. Para llevar a cabo acciones y programas se debe tomar en cuenta el riesgo y el beneficio que esto representa. Por ello, desarrollar un plan de acción dentro de la industria llevará tiempo, debido a que el proceso se inicia con la planificación de cada una de las actividades, luego la aprobación, hasta la puesta en marcha.

No debemos olvidar que cada empresa es diferente y por consiguiente se necesitará de un programa muy particular, dependiendo de la actividad que desarrolle, los materiales que utilice, la tecnología, los procesos y operaciones, etc.

El programa⁽¹⁴⁾ que a continuación se describe puede variar de acuerdo con cada una de las necesidades de la empresa, pero el formato será el mismo. Está diseñado de tal forma que se siga una serie de pasos correlativos hasta su implementación.

Está fundamentado en el principio del proceso administrativo, que es una herramienta muy importante para un Ingeniero industrial; que contempla las siguientes acciones: planear, organizar, dirigir y controlar.

Planeación:

La planeación para establecer un plan o programa de prevención de la contaminación, debe empezar como en todo proceso administrativo desde la cabeza de la organización, es decir que la idea, el plan o forma, debe fundamentarse sobre base sólida. No debe olvidarse que la administración necesita la ayuda de grupos de trabajo de la organización y acepta ideas y sugerencias de acuerdo con la experiencia de sus integrantes.

Este programa deberá incluir:

- la importancia del mismo
- los beneficios que se obtendrán
- quiénes forman parte del programa y
- las prioridades del mismo (es decir las actividades más urgentes).

En este programa el establecimiento de objetivos es importante para lograr una orientación bien definida. Se debe incluir metas cuantitativas que permitan visualizar y evaluar el avance obtenido con dicho programa. Pueden considerarse objetivos muy específicos, tal es el caso del tratamiento de un contaminante en particular, hasta objetivos generales sobre actividades de mantenimiento preventivo hasta el entrenamiento y capacitación de los empleados o el sector laboral.

Organización:

Debe designarse una persona encargada de coordinar las actividades del plan y que vele por su realización. Se necesita de un líder, cuyas características principales deben ser:

- Que tenga buenas relaciones personales con todos los departamentos de la empresa (producción, administración y, en general, con todo el personal).
- Que esté familiarizado con los procedimientos de la empresa.
- Que posea conocimientos de la tecnología, utilizada en la empresa.
- Que posea conocimientos de la legislación ambiental.
- Que conozca los requerimientos de control de calidad del producto.

Además de un líder, se debe fomentar la formación de grupos de trabajo, con el fin de que se puedan cubrir muchos aspectos, tales como: producción, seguridad e higiene, mantenimiento, compras, legislación, convencimiento ambiental, etc. Estos grupos de trabajo serán los encargados de la planificación de las actividades a realizar y de la generación de ideas de qué, cómo, dónde, etc., de manera que toda la empresa se vea involucrada y comprometida en todo el proceso.

Aspectos muy importantes, que deben ser tomados en cuenta al diseñar el plan, son los siguientes:

- no debe olvidarse el propósito del plan, que es evitar la contaminación
- los métodos que serán utilizados
- las metas que han sido propuestas
- la forma en que se medirán los resultados y avances
- La forma en que serán seleccionados los proyectos o procedimientos, la programación e implementación de los mismos
- El entrenamiento del personal y la capacitación ambiental

Para concientizar a los empleados, debe hacerse uso de formas de divulgación, de manera que todos estén enterados de la problemática, además se les dará a conocer el plan, con el fin de que aporten ideas. No debe olvidarse, además, que es necesaria la capacitación del personal, para que el plan se pueda llevar a cabo de la mejor manera posible.

Como complemento al diseño del plan, se debe tener conocimiento de la fuente contaminante, es decir en qué punto del proceso están siendo generados los contaminantes. Estos datos se pueden obtener de la siguiente forma:

- elaborar un diagrama de flujo del proceso
- revisar y analizar los procedimientos de operación
- determinar las cantidades de las descargas y emisiones
- analizar el manejo de materiales
- elaborar un reporte de fugas en tuberías y equipo
- reportar daños en los equipos
- determinar características físicas y químicas de las emisiones.

Dirección:

Corresponde, pues, al líder y al grupo de trabajo, que este plan sea puesto en marcha (implementarlo) y velar por su realización. La comunicación con todo el personal es muy importante para tener conocimiento de lo que ocurre dentro de la planta industrial.

En la implementación del plan es importante tener en cuenta la factibilidad técnica y algunos factores como seguridad y mantenimiento, entre otros. Además es el equipo o grupo de prevención de la contaminación el encargado de elegir las opciones que se van a implementar. Al mismo tiempo se deberá elaborar un programa de implementación, documentación y seguimiento.

En el plan se discriminará las prioridades de las necesidades, para ello se elaborará una lista de acuerdo con su importancia.

Los aspectos a tomar en cuenta son:

- los procedimientos en las líneas de trabajo
- realizar una observación directa sobre materiales y residuos
- actualizar los diagramas de flujo y si se hace necesario, se debe crear nuevos diagramas
- identificar fugas en tuberías, emisiones gaseosas, derrames, etc.
- identificar equipo de poca o baja eficiencia

Después de llevar a cabo el análisis, el grupo de trabajo deberá revisar cada uno de los detalles con el fin de aportar ideas o soluciones que resuelvan el problema, sin dejar de tomar en cuenta la evaluación técnica y la evaluación financiera.

Control:

Es aquí donde en realidad se verán los resultados del plan o programa de prevención de contaminación.

Además de la factibilidad económica de cada proyecto, se hace necesario hacer un análisis del costo de la contaminación (emanación de gases y partículas), en donde se incluyan

los costos del tratamiento y costos de producción; sin olvidar los costos directos e indirectos asociados al proceso, como:

- compras
- almacenaje e inventario
- uso de materiales en proceso
- emisiones a la atmósfera
- tratamiento o recuperación de algún gas
- pérdidas en materiales como: residuos sólidos, derrames líquidos, etc.
- mano de obra.

La importancia del control, radica en que al hacer un análisis económico de cada uno de los proyectos de prevención de la contaminación, se podrá determinar los costos y beneficios de cada uno de ellos, incluyendo técnicas, procedimientos y tecnologías. De esta manera la gerencia tendrá un informe sobre el cual decidir si es factible económicamente o no dicho proyecto.

El programa de prevención de contaminación deberá ser revisado, evaluado y actualizado con regularidad, para medir su eficiencia.

No debe olvidarse que es muy importante hacer una medición y evaluación en términos cuantitativos, para que de esta manera se pueda determinar el avance que se ha tenido, luego de haber implementado el programa. Para ello se tomará como referencia criterios como:

- qué cantidad de gases se ha disminuido,
- si se ha efectuado algunos cambios en la toxicidad de alguna emanación, etc.

La evaluación es importante también para identificar los éxitos o fracasos en cuanto a procedimientos, estrategias o técnicas, indicando las razones de su éxito o fracaso.

Por último no debemos olvidar que cada una de las acciones emprendidas, para el control de la contaminación debe evidenciar tres aspectos principales:

a) Qué es la prevención de la contaminación

- Utilizar tecnología eficaz y menos contaminante
- Si existe la necesidad de hacer cambios, en cuanto a materiales, procesos, maquinaria, etc. no se debe vacilar en hacerlos, de manera que se reduzca y elimine todo contaminante del aire que sea posible
- No olvidar la educación del personal, ya que el factor humano forma parte importante dentro del proceso productivo
- Dentro de sus posibilidades la empresa, debe esforzarse por hacer uso de materiales menos contaminantes, que den por resultado productos con las mismas características.

b) Higiene en la planta industrial y aspectos de limpieza

- Aspectos relacionados con la limpieza e higiene del área de producción, para evitar la proliferación de los contaminantes
- Revisión periódica de la maquinaria y del equipo que la planta esté utilizando para el control de la contaminación, se debe efectuar un mantenimiento preventivo.

c) Forma de combatir la contaminación

- Esto podrá llevarse a partir de los objetivos y métodos planteados, que van desde variación en una operación dentro del proceso de fabricación, modificando así el proceso, materiales, maquinaria y el equipo (ver capítulo 2) que se haya elegido como aliado en el combate de la contaminación, sin olvidar las estrategias a corto plazo (prevención de la contaminación y control de la contaminación) y las de largo plazo (protección de especies y biodiversidad y uso de fuentes renovables)

CONCLUSIONES

1. Los responsables principales de la contaminación atmosférica son los diferentes tipos de combustibles fósiles que han venido utilizando las industrias en las últimas décadas, por los vehículos, las fuentes de producción de energía, servicios y todo lo relacionado con la vida moderna y los grandes centros urbanos.
2. La ciudad capital se ve significativamente afectada por contaminantes atmosféricos emitidos en un 70% por fuentes móviles y en un 30% por la industria. No por ello se le resta importancia a la contaminación atmosférica industrial.
3. Para un buen control de la contaminación y tratamiento de los contaminantes del aire, es necesario establecer un estricto control sobre los focos o fuentes de contaminación así como de los tipos de contaminantes que van a ser tratados para que, de acuerdo con ello, se pueda establecer un plan de acción para combatirlos.
4. La persona encargada de la producción debe llevar a cabo una administración correcta y ordenada de los recursos, tanto de la materia prima como del funcionamiento de cada una de las máquinas que intervienen en los procesos de producción, llevando a cabo procesos de mantenimiento y limpieza.
5. Uno de los factores que no se debe olvidar es la educación, concientización y sensibilización del personal, ya que son ellos quienes intervienen directamente en la producción. Debe crearse una necesidad y un compromiso en cada uno de los miembros de la industria.

6. Se hace necesaria la capacitación e instrucción constante y eficaz del personal en general acerca de los métodos que van a utilizarse y aparatos para el tratamiento y control de la contaminación del aire.

7. El problema de la contaminación es grave, por lo que se hace necesario crear normas técnicas que sirvan de base y guía tanto para las personas individuales como para las industrias. Que existan normas que delimiten los tipos y cantidades de contaminantes que una planta industrial pueda descargar al ambiente, de manera que no se excedan los límites permisibles, para que disminuya, combata y evite la contaminación.

8. La elaboración de normas se basa en una serie de parámetros que son los que rigen o establecen los límites permisibles de descargas de contaminantes. La industria se debe regir por ellas y además se debe sujetar a las disposiciones que las autoridades establezcan.

RECOMENDACIONES

1. Efectuar un monitoreo en el área de la planta industrial, para determinar si los procesos que se están llevando a cabo en la transformación de la materia prima o productos o servicios, están contribuyendo de alguna manera al deterioro de la calidad del aire.
2. Efectuar monitoreos programados con cierta regularidad, para poder conocer el funcionamiento de la planta industrial, de tal manera que se cumpla con no sobrepasar los límites permitidos.
3. Hacer uso de manera inmediata de tecnología actualizada que permita la eliminación de los contaminantes.
4. Disminuir en lo posible los riesgos de contaminación con metodología propia para evitar los daños a la salud de los trabajadores y propiciar el bienestar de personas en general.
5. Desarrollar un programa o plan de acción, de manera que posea varias alternativas de solución. Se hará uso de estrategias factibles tanto técnica como económicamente y eficaces en el combate de la contaminación del aire como instrumentos de orientación para dicha acción.
6. La industria debe realizar esfuerzos, tratando de no sobrepasar los límites establecidos, efectuando cambios y/o mejoras en los procesos y materiales. Además debe optarse por implementar un plan de acción en contra de la contaminación y en pro del bienestar humano y ambiental, respetando las normas ambientales del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

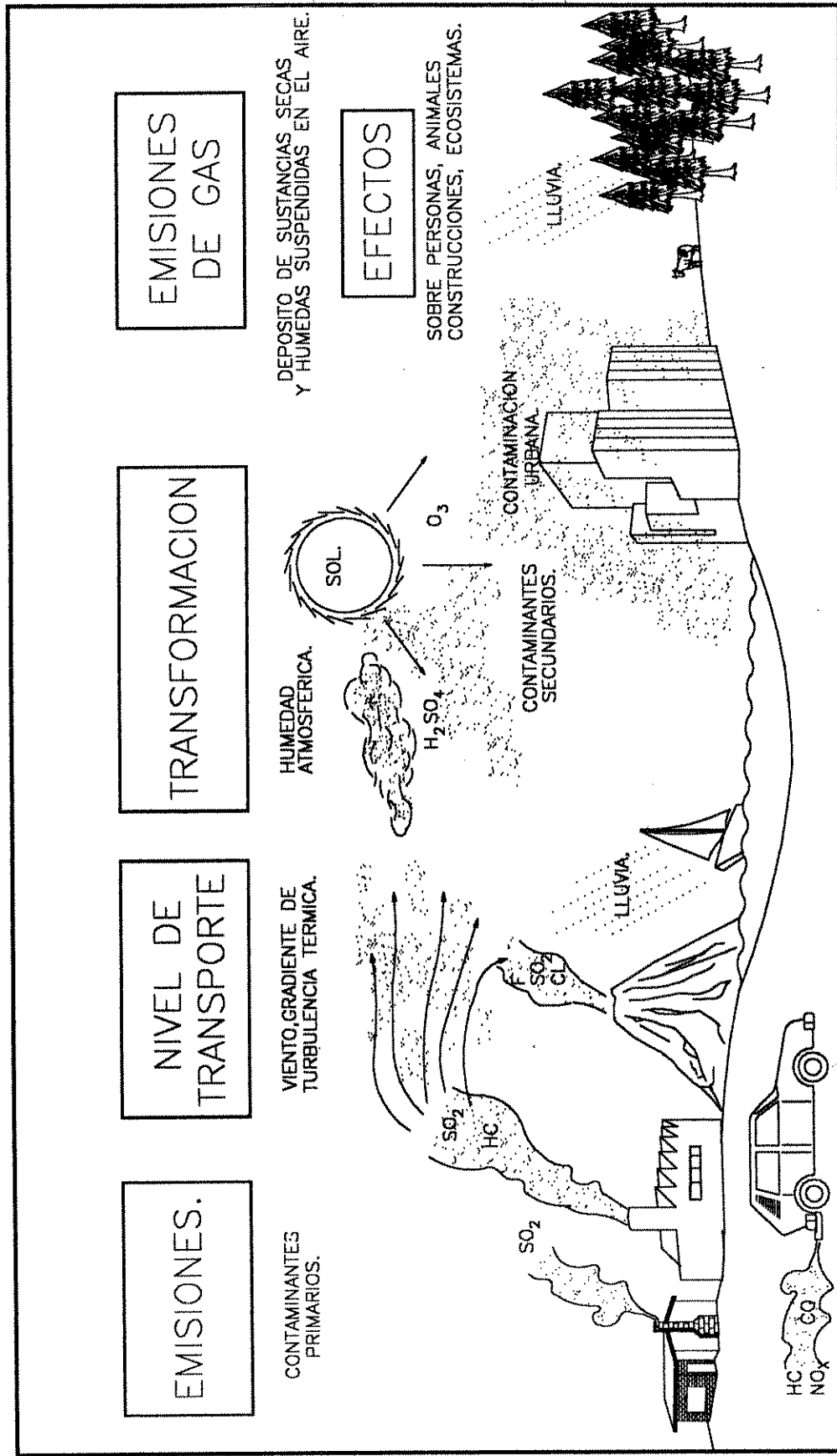
- (1) OPS/OMS. División de saneamiento ambiental, 1975.
- (2) R.D. ROSS, *La Industria y la Contaminación del aire*. (México: Editorial Diana, s.a.), p. 19.
- (3)(4) Octavio Rivero Serrano, et. al., *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria*. (México, D.F.: Editorial Facultad de Medicina de la UNAM, 1993), pp 21-23, 92-95.
- (5) Coloquio Científico, Día mundial del Medio Ambiente, 1990
- (6) OMS, 1980.
- (7) OMS, 1977
- (8) OMS, 1983
- (9) Jesús Soucre B., *Manual de procedimientos del programa de control de contaminación atmosférica*, Maracay, Aragua, Venezuela: s.e., 1988), p. 78.
- (10) Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- Ministerio de Economía.
Preparación y Presentación de Normas COGUANOR. Guatemala. C.A.
- (11) CONAMA-BID. **Proyecto de la Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales de Guatemala. 1997.**
- (12) CONAMA. **Reglamento para el Control de Emisiones de los Vehículos Automotores. Guatemala. 1997.**
- (13) PROECO/USAC. **Proyecto Monitoreo Emisiones Automotores Ciudad de Guatemala. 1996.**
- (14) **Manual de Prevención de la Contaminación. Internet.**

BIBLIOGRAFÍA

1. **RIVERO S., Octavio. et. al. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria.**
México, D.F.: Editorial Facultad de Medicina de la UNAM. 1993.
2. **ROSS, R.D. La industria y la contaminación del aire.** México: Editorial Diana, s.a.
3. **SARAVIA, Pedro. Análisis de la contaminación del aire y su relación con la salud.**
Guatemala: s.e. 1994.
4. **SOUCRE B., Jesús. Manual de procedimientos del programa de control de contaminación atmosférica.** Maracay, Aragua, Venezuela: s.e. 1988.
5. **TOLEDO Ordóñez, José. La gasolina sin plomo, el medio ambiente y la economía.**
Guatemala, s.e. 1993.
6. **TOLEDO Ordóñez, José. Control de la contaminación del aire.** Guatemala: s.e. 1996.

ANEXOS

CICLO DE CONTAMINACION.



25.9.85 Gv./Mg

Fig. No. 1

EMISION - SECUENCIA DE EMISIONES DE GAS.

LOS CONTAMINANTES PRIMARIOS PROVIENEN DE FUENTES MOVILES Y FORMAN COMBINACIONES. DURANTE SU DISPERSION EN EL AIRE, LOS CONTAMINANTES EXPERIMENTAN UNA TRANSFORMACION QUIMICA Y SE CONVIERTEN EN CONTAMINANTES SECUNDARIOS. LAS EMISIONES DE GAS TOMAN FORMA DE PARTICULAS SOLIDAS (mg./m³dió) Y DE COMPONENTES SUSPENDIDOS EN LA ATMOSFERA (mg./m³).

ANEXO # 1

VALORES MÁXIMOS DE EMISIONES

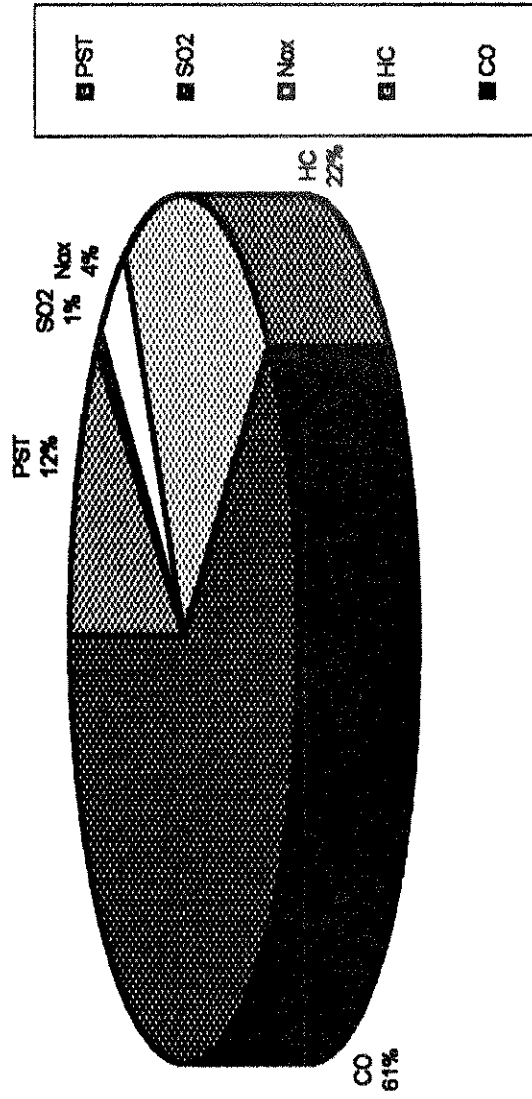
VEHÍCULOS CON MOTORES DIESEL (Valores máximos de humo)

	Livianos	Pesados y con Turbo
Ingresados al país antes del 1.01.2000	70 % opacidad	80 % opacidad
Ingresados al país a partir del 1.01.2000	60 % opacidad	70 % opacidad
medido en aceleración libre		

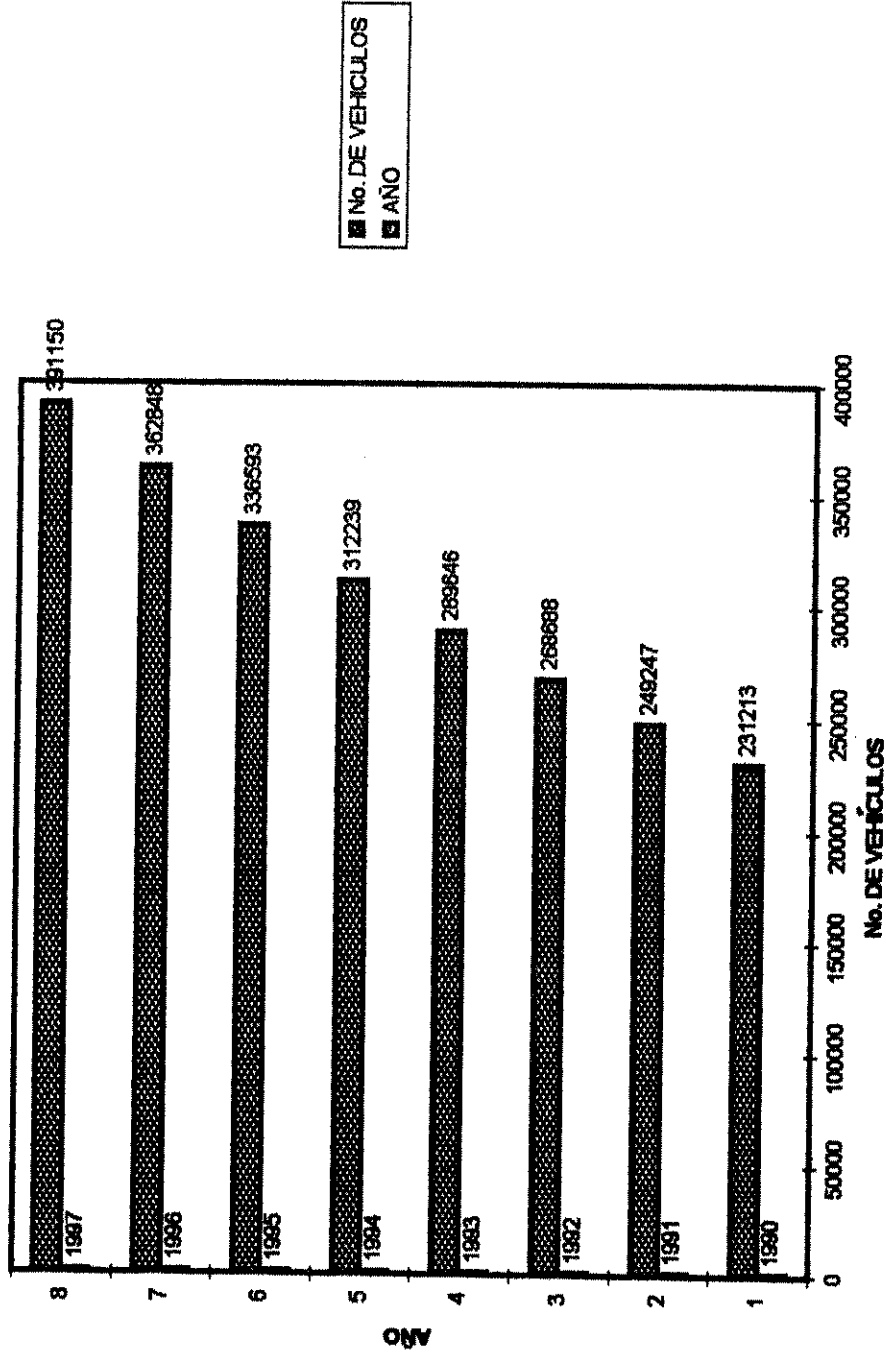
VEHÍCULOS CON MOTORES A GASOLINA

	Monóxido de carbono CO	Hidrocarburos HC	Bióxido de carbono CO ₂
Ingresados antes del 1.01.1995	máximo 4.5%	máximo 600 ppm	mínimo 10.5%
Ingresados a partir del 1.01.1995	máximo 0.5%	máximo 125 ppm	mínimo 12%

GRÁFICA # 1 CONTAMINANTES DEL RELLENO SANITARIO



GRÁFICA # 2 INCREMENTO DE VEHÍCULOS POR AÑO



No. DE VEHÍCULOS
AÑO

UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA
GUATEMALA

INCREMENTO DEL 7.8% ANUAL

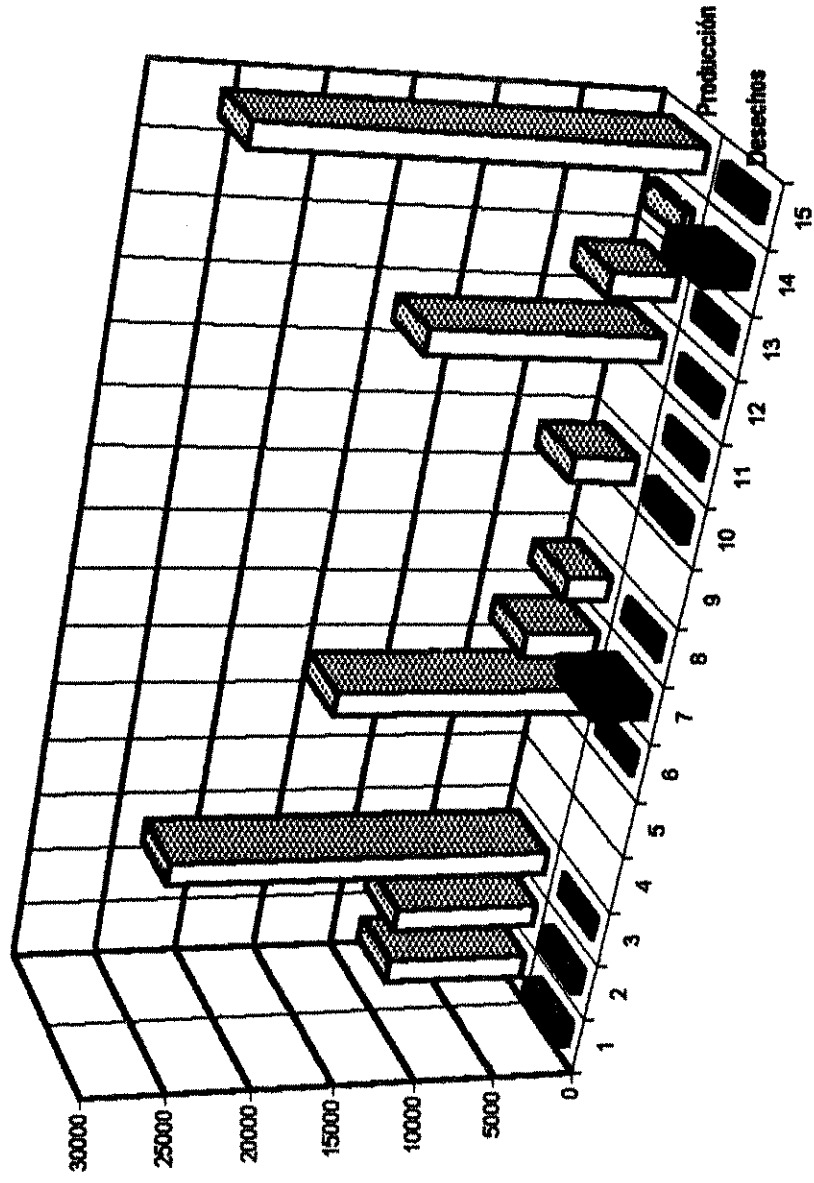
**SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION Y UTILIZACION DE DESECHOS QUIMICOS
EN LAS INDUSTRIAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE AMATITLAN**

NUM CODIGO	TIPO DE INDUSTRIA	No PROD. QUIM. M.P.	NUMERO DE INDUSTRIAS	CANTIDAD DE DESECHOS			TOT. DESECHOS (T/MIAÑO)	TOT. PROD. RAMA IND. (T/MIAÑO)	%
				LIQUIDOS	SOLIDOS	LODOS			
1	Galvanotecnia	93	1	200	728	0	928	8824	11
2	Textiles y Lavanderias	63	22	0	250	288	518	9030	6
3	Vidrio	53	4	0	0	0	0	23650	
4	Yesos y Cerámicas	120	15						
5	Papel y Madera	15	6						
6	Jabón	2	15	0	30	0	30	15480	0
7	Metallurgias	107	9	0	217	3132	3349	4905	83
8	Químicos	132	213	12	60	7	78	2728	3
9	Plásticos	34	33						
10	Lacas, Esmaltes y Pinturas	33	6	90	334	0	424	3906	11
11	Purificación y Desinfección	20			30		30		
12	Acetes y Grasas	8	5	30	155	0	145	14147	1
13	Abonos y Plaguicidas	12	6	0	50	0	50	4042	1
14	Cuero y Peltaria	19	3	0	2523	125	2648	490	540
15	Llantas y Cámaras	37	2	0	0	345	345	26096	13

Fuente: Padilla/ARRLA: 1995

GRÁFICA # 3

PRODUCCION INDUSTRIAL Y GENERACION DE DESECHOS QUIMICOS PELIGROSOS EN LA CUENCA



Fuente: Padilla/ARRLA: 1995