

Bib. Central

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

Escuela de Ingeniería Química

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México



**La Emisión Industrial de Contaminantes Atmosféricos y
Equipos para su Control, en la Ciudad de México**

T E S I S

**CARLOS CORONA LIRA
JORGE RUIZ URQUHART**

MEXICO, D. F. 1973

T

TD8883

C6

C.1

TESIS

PROFES.

ONAL

Carlos Corona L.

Jorge Ruiz U.



1080080439

BIBLIOTECA
GRUPO CYDSA RD. A-173 RPOSA

U N I V E R S I D A D I B E R O A M E R I C A N A

Escuela de Ingeniería Química
Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

**La Emisión Industrial de Contaminantes Atmosféricos y
Equipos para su Control, en la Ciudad de México**

T E S I S

· 00888

Que para optar por el título de :

I N G E N I E R O Q U I M I C O

p r e s e n t a n :

CARLOS CORONA LIRA

JORGE RUIZ URQUHART

MEXICO, D. F. 1973

BURAU Rangel Fines
UANL
FONDO
TESIS
(80439)

BURAU Rangel Fines
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

La presente tesis se realizó gracias a la dirección y ayuda del Ing. Luis Ernesto Miramontes, Director de la Carrera de Ingeniería Química de la Universidad Iberoamericana. -

Fungieron como, asesores del tema el Ingeniero Alejandro Purón de la Borbolla y el Ingeniero Jorge Gutiérrez. -

El presente trabajo se desarrolló por investigación directa en algunas empresas privadas y dependencias oficiales; por consulta a fuentes indirectas de información y por análisis de trabajos relativos al tema que se han realizado en México y en otros países. -

Dedico esta tesis con mucho cariño y agradecimiento, a mi futura esposa, Emma, sin cuyo constante apoyo, estímulo y paciencia no hubiera podido realizarla.

A mis padres y hermanos.

A mis abuelos.

A Doña Emma Baca de García de Alba.

A "CACOMICHA"

A los "FUSILEROS"

A todas aquellas personas que en alguna forma, colaboraron en el desarrollo de este trabajo.

Deseo manifestar mi profundo agradecimiento a Aquel de quien todo lo recibimos, por haberme dado la capacidad y fuerza de voluntad que me fueron necesarias para terminar mi carrera y desarrollar esta tesis.

A mis queridos padres Doris y Javier que con su cariño, ejemplo y abnegación me inculcaron el amor a la vida y a mis estudios.

A mis hermanos Javier y José Alfonso que me ayudaron con su cariño y su consejo.

A Elena que fue una gran compañera de estudios y es la compañera de mi vida.

A mis compañeros "Los Fusileros".

A todas aquellas personas que con su ayuda y consejo pude estudiar esta carrera.

CONTENIDO

CONTENIDO
INDICE DE ILUSTRACIONES

Página

PRIMERA PARTE

CONTAMINACION ATMOSFERICA POR EMISIONES
INDUSTRIALES EN EL AREA METROPOLITANA
DEL VALLE DE MEXICO, SU SITUACION Y SU
PRONOSTICO.

UNO. INTRODUCCION

- I ANTECEDENTES 1
- II CONCEPTOS Y TERMINOLOGIA 9
- III CONTROL DE LA CONTAMINACION 12
- IV RESUMEN 14

DOS. LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACION
ATMOSFERICA EN LA SALUD HUMANA 18

TRES. EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION
ATMOSFERICA EN LA CIUDAD DE
MEXICO.

- I GENERALIDADES 33
 - II EL AREA METROPOLITANA 34
 - III CONTAMINANTES ATMOSFERICOS EN
LA CIUDAD DE MEXICO 37
 - IV FUENTES EMISORAS 41
 - V SELECCION DE LAS ZONAS MAS
INDUSTRIALIZADAS DEL AREA METRO-
POLITANA DEL VALLE DE MEXICO, Y
LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES
DE MONITOREO 48
 - VI EVALUACION DE LAS EMISIONES DE
CONTAMINANTES EN EL AREA METRO-
POLITANA DEL VALLE DE MEXICO 52
- CUATRO. PRONOSTICO DE LAS EMISIONES DE
CONTAMINANTES EN EL AREA METRO-
POLITANA DEL VALLE DE MEXICO 67

SEGUNDA PARTE

EQUIPOS PARA EL CONTROL DE CONTAMINAN-
TES ATMOSFERICOS POR EMISIONES INDUS-
TRIALES.

INTRODUCCION 74

UNO. LEY FEDERAL PARA PREVENIR Y
CONTROLAR LA CONTAMINACION
AMBIENTAL. REGLAMENTO.
SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO
DEL AMBIENTE. OTRAS INSTITUCIO-
NES. SUBSIDIOS.

	Página
I LEY FEDERAL PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION AMBIENTAL	76
II REGLAMENTO	80
III SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE	83
IV OTRAS INSTITUCIONES	90
V SUBSIDIOS	91
DOS. TIPOS DE CONTAMINANTES ATMOS - FERICOS. METODOS DE ANALISIS. CARTA DE SYLVAN.	
I TIPOS DE CONTAMINANTES ATMOS - FERICOS EN LA CIUDAD DE MEXICO	93
II METODOS DE ANALISIS	96
III CARTA DE SYLVAN	104
TRES. EQUIPOS PARA CONTROLAR LA EMISION DE CONTAMINANTES AT - MOSFERICOS EN LAS INDUSTRIAS.	
I RECOLECCION DE PARTICULAS - SOLIDAS	108
II EQUIPOS PARA EL CONTROL DE - LIQUIDOS, GASES Y VAPORES.	173
CUATRO. COSTO DEL EQUIPO. FABRICANTES NACIONALES Y EXTRANJEROS	
I COSTO DEL EQUIPO	204
II FABRICANTES NACIONALES	209
III FABRICANTES EXTRANJEROS	215
CINCO. LA PROXIMA GRAN INDUSTRIA DEL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE	236
CONCLUSIONES	238
BIBLIOGRAFIA	241

INDICE
DE
ILUSTRACIONES

PRIMERA PARTE

Página

CAPITULO UNO

CAPITULO DOS

Cuadro	I	24
Cuadro	II	25
Gráfica #	1	28
Cuadro	III	29
Cuadro	IV	29

CAPITULO TRES

Mapa #	1	38
Figura #	1	40
Cuadro #	1	44
Cuadro #	2	45
Cuadro #	2 (continuación)	46
Cuadro #	3	49
Cuadro #	4	50
Mapa #	2	53
Tabla #	1	56
Tabla #	2	58
Tabla #	3	59
Tabla #	4	61
Tabla #	5	62
Tabla #	6	63
Tabla #	7	64

CAPITULO CUATRO

Gráfica #	2	69
Gráfica #	3	70
Gráfica #	4	71
Gráfica #	5	72

SEGUNDA PARTE

CAPITULO UNO

CAPITULO DOS

Tabla de Contaminantes	94
Métodos de Análisis de tamaño de partícula	103
Carta de Sylvan	107

CAPITULO TRES	Página
Figura # 1	116
Figura # 2	116
Velocidades de sedimentación	117
Figura # 3	120
Figura # 4	121
Figura # 5	121
Gráfica # 1	123
Figura # 6	125
Figura # 7	126
Figura # 8	126
Figura # 9	130
Figura # 10	133
Figura # 11	134
Figura # 12	135
Figura # 13	137
Figura # 14	137
Figura # 15	139
Gráfica # 2	141
Figura # 16	142
Figura # 17	151
Figura # 18	153
Figura # 19	156
Figura # 20	158
Figura # 21	160
Figura # 22	162
Figura # 23	163
Figura # 24	166
Figura # 25	168
Figura # 26	168
Figura # 27	171
Figura # 28	172
Figura # 29	176
Figura # 30	178
Figura # 31	184
Figura # 32	189
Figura # 33	191
Figura # 34	191
Figura # 35	194
Figura # 36	197
Figura # 37	198
Figura # 38	202
CAPITULO CUATRO	
Tabla Comparativa de Costos	208

PRIMERA PARTE

CONTAMINACION ATMOSFERICA POR EMISIONES INDUSTRIALES EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO, SU SITUACION Y SU PRONOSTICO

UNO
INTRODUCCION

I ANTECEDENTES

México requiere de sus ciudadanos la más amplia comprensión para resolver los problemas que en los diversos campos de sus actividades generales se manifiestan y acumulan sin lograr resolverse, sea por apatía, sea por desconocimiento del daño y desequilibrio que ocasionan, sea por indebidas presiones socio-económicas o políticas, sea por ese elemento connatural que es el egoísmo.

El hombre puede considerarse culpable, precisamente, por el hecho de encontrarse concientemente en la naturaleza como parte integrante que, incluyéndolo en su ecosistema, lo incorpora como resultado de la actividad vital de nuestro planeta. En consecuencia el hombre busca los medios que tiendan a la solución de los complejos problemas que se le presentan al integrarse a las comunidades.

México no escapa como comunidad a la obligación de satisfacer sus necesidades que se incrementan de momento a momento. Es pues, consecuencia ineludible atender a las mismas con visión amplia y realista en beneficio de todos y cada uno de sus componentes. Una falsa proyección y enfoque de sus problemas, conjuntarán resultados negativos ocasionando retrocesos e imposibilidades de mejoramiento.

El avance social y tecnológico de México, sus concentraciones demográficas en determinadas zonas geográficas del país y las necesidades de un mejor abasto de satisfactores, producen fenómenos socio-económicos

que reclamando una continúa atención para su satisfactoria solución, motivan inquietudes que deben resolverse. La interrelación del medio ambiente y sus actividades productivas debe tender a su bienestar y no a su perjuicio por ello, la consecución de sus necesidades básicas y atención de los complejos y continuados problemas, consecuencia de su progreso, requieren de su constante dedicación y empeño para resolverlos.

Uno de los tantos problemas que aquejan al mundo en general, es el que se manifiesta en la contaminación de su medio ambiente que al romper el equilibrio biológico de la naturaleza produce consecuencias dañinas en el propio ser humano. Pero así como la degradación ecológica implica un rompimiento del equilibrio natural, así mismo romper el equilibrio del progreso también se manifiesta en dañinas consecuencias para el ser humano. Es pues necesario considerar que a semejanza de lo que la propia naturaleza nos enseña la solución de los problemas de la contaminación del medio ambiente requiere de una muy equilibrada consideración de las posibilidades técnico-económicas de cada país en particular.

México no escapa a las consecuencias de su progreso. Nuestra sociedad tiende a convertirse en una compleja comunidad de consumo que implica en si misma su propio desarrollo económico; su avance tecnológico y social que en marcados en sus actividades económicas le producen como necesaria consecuencia los dividendos de los fenómenos de la contaminación, pues ello representa precisamente su evolución, industrial y

su desarrollo social, que implican su creciente demanda de satisfactores.

Indiscutiblemente el avance industrial de México es causa directa de la degradación de su medio ambiente que lo obliga dentro de sus posibilidades a buscar un equilibrio que concilie la posibilidad técnica de abatir los niveles de contaminación con su real y positiva posibilidad económica. Es una necesidad ineludible encontrar un equilibrio técnico-económico mexicano para la solución de los fenómenos de la contaminación ambiental que, considerando sobre bases realistas y prácticas eviten concepciones utópicas alejadas de la realidad.

Necesitamos progresar para abrir nuevas fuentes de trabajo a las que concurren las actuales y futuras generaciones de mexicanos, y aún con esfuerzos lograr la meta insoslayable de la salud de nuestro pueblo. De ahí nace la obligación de todos y cada uno de nosotros de conjugar esfuerzos para la solución de estos problemas con la cooperación de todos y pleno convencimiento como conciencia nacional.

Estamos a tiempo de establecer medidas preventivas de controles adecuados, a los que obligatoriamente debemos someternos, para lograr un mejoramiento de nuestro medio ambiente y legar a nuestros hijos un México mejor.

Con los grandes avances de la ciencia y la tecnología, hoy nos es posible considerar a nuestro planeta tierra como un muy pequeño lugar en el espacio en el que el hombre se desenvuelve.

El "Habitat" del ser humano es reducido y susceptible de modificaciones irreversibles si es que no se toman a tiempo las medidas que controlen o eviten su propia auto destrucción.

El continuo desenvolvimiento del hombre dentro de su medio ambiente lo lleva a someter gradualmente la naturaleza realizando actos, muchas veces innecesarios en la continua búsqueda de su felicidad. Ya se ha dicho y con verdad que la tierra es una jaula de oro, dentro de la cual y contra la cual se ha desenvuelto el hombre en el pasado y continúa desenvolviéndose hasta la fecha, y a medida que el medio ambiente se deteriora, lo hace también la calidad del hombre y de su vida. Es que el afán humano de mejorar nos hace insensibles a las consecuencias funestas de un incontrollado abuso, porque creemos que nuestro planeta es un bien que nos pertenece y que debemos explotar rápidamente y al máximo sin considerar que es nuestro limitado hogar y el de toda nuestra comunidad humana actual y futura; consideramos que este pensamiento nos llevaría a usar de nuestro planeta con amor y respeto.

El ser humano siendo mucho más que un animal mueve su inteligencia para obtener recursos que van mas allá de los indispensables para su existencia, y el hombre moderno logra con sus realizaciones obtener del habitat humano (aire, agua y tierra) otra serie de recursos que alteran los procesos naturales rompiendo el equilibrio ecológico. Es así como extrae de la atmósfera el oxígeno para mejorar sus combustiones; procesos químicos que en sus aplicaciones tecnológicas alteran de manera

notable las concentraciones de sustancias en la atmosfera, que le resultan dañinas, contribuyendo a la degradación del aire y a la contaminación atmosférica.

Es así también que como consecuencia del resultado de sus actividades industriales, más allá de sus necesidades naturales, utiliza siempre en aumento el agua que al degradarla y regresarla como descarga residual a los propios cuerpos receptores ya con desechos orgánicos o inorgánicos que actúan como tóxicos que fatalmente llevan a la contaminación de las aguas. Las actividades del propio hombre destinadas a la obtención de sus alimentos lo hace olvidarse de que su asiento natural; la tierra, entendida como suelo le es necesario conservarla y no perjudicarla modificando la flora que en forma muy importante contribuye al sostenimiento del ciclo ecológico y su equilibrio, vertiendo indiscriminadamente residuos que su propia tecnología ha creado, provocando la degradación de los suelos que, fatalmente, también, conducen a su contaminación.

Con la violenta aparición en este siglo de las consecuencias dañinas de la evolución industrial humana, aparecen las interrogantes del porque de esas consecuencias, moviendo al hombre a encontrar las causas y los modos de prevenir los efectos dañinos al medio ambiente y su control definitivo.

Todos estamos conscientes de que hasta ahora algo ha estado equivocado en la relación desarrollo industrial medio ambiente, más en particular, en la relación tecnología - medio ambiente; y de que hay que atacar-

la contaminación por el deterioramiento de nuestra atmósfera, de nuestra agua y nuestros suelos, pero sin que puedan ser atribuibles a la ciencia o a la tecnología en sí los efectos de los proliferantes problemas de la contaminación; entonces debemos considerar que el comportamiento o actitudes humanas son las causas de estos problemas y que por lo tanto el conocimiento tecnológico debe ser revisado para evitar las pequeñas o grandes fallas que pudieran encontrarse aunado también a un cambio en el comportamiento o actitud del hombre.

Si el desarrollo tecnológico ha sido el medio para alcanzar el grado actual de industrialización, es incuestionable que a la propia tecnología le corresponde el buscar las mejores soluciones al problema de la contaminación, y por otro lado también es incuestionable que el propio ser humano para evitar su paulatina autodestrucción debe poner los medios eficaces para el control de su medio ambiente.

Mucho se ha estudiado sobre la contaminación y sus causas, sin embargo, en la actualidad es aún poco lo que se conoce sobre el origen, naturaleza y efectos de muchos contaminantes, ignorándose su participación precisa en el deterioro de nuestro medio ambiente y sus efectos directos sobre la salud del hombre.

No obstante eso se conocen programas específicos de control para abatir algunos contaminantes que ya identificados, constituyen un problema definido en ciertas ciudades del orbe. Como ejemplo, la contaminación

del aire en algunas ciudades en las que la calefacción doméstica, a base de quemar un combustible que emite óxidos de azufre y humo, es la causa principal de la contaminación. En otra gran cantidad de ciudades la fuente más importante de emisiones de sustancias contaminantes son los motores de combustión interna de los vehículos para la transportación, para este problema, la acción específica que se ha tomado para abatir las emisiones es la instalación de sistemas adecuados en los automóviles.

En el caso de la Ciudad de México el problema de la contaminación no es simple, ya que además de las emisiones automotrices se cuenta con zonas de alta concentración industrial ubicadas en el norte de la ciudad y con mucha variedad de fuentes de contaminantes, cementeras, papeleras, fábricas de alimentos, la refinería de atzacapatzalco, plantas químicas, etc. Esto aunado a las condiciones geográficas y meteorológicas del Valle de México hacen que el problema de la contaminación de nuestra ciudad tenga características muy peculiares que impiden que se estudie de una manera general requiriendo un análisis específico de las condiciones y características de la ciudad, que en la mayoría de los casos no es aplicable a otras ciudades, ni los análisis realizados en otras ciudades son aplicables a México.

El aire es nuestro recurso más importante para la vida, su contaminación y deterioro es motivo de honda preocupación. Sin embargo a pesar de los profundos estudios realizados la tecnología disponible para el control de la calidad del aire es menos eficiente que la que existe para el

La causa principal de la contaminación, del aire de la ciudad de México es la combustión, tanto la realizada en los vehículos automotores como en cualquier otra fuente.

Cerca del 70% de los contaminantes del aire se desconocen y sin embargo en la atmósfera se han llegado a identificar aproximadamente 3000 productos químicos extraños.

Gases, partículas, vapores, cenizas, microorganismos, etc, presentes en el aire tienen a veces efectos nocivos sobre la salud humana. Muchos gases como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono afectan a la salud y se encuentran ampliamente en nuestra metrópoli. Otros contaminantes, gases o no son capaces de corroer los revestimientos y deteriorar las pinturas de edificios y automóviles con los consecuentes daños a la propiedad.

La sustancia que en mayor cantidad se encuentra en el aire es el bióxido de carbono que si bien impide que la cantidad adecuada de oxígeno sea aprovechada en la respiración de los seres vivos, no tiene efecto tóxico a la salud, es decir no es útil a la respiración pero resulta inerte a la misma. Se dice, sin embargo que este compuesto esta favoreciendo el calentamiento de la tierra porque a manera de invernadero, la capa que cubre la corteza terrestre que contiene cada vez más bióxido de carbono, resulta permeable a los rayos solares que calientan la superficie terrestre pero no transmiten con facilidad este calor generado provocando un lento

pero creciente aumento en la temperatura media en las grandes ciudades del orbe.

El ruido es uno de los contaminantes del ambiente que en el caso de la ciudad de México esta alcanzando niveles alarmantes. Producto de la actividad industrial, de los medios de transportación y, a veces, de actividades recreativas, el ruido es una molestia a la sociedad ocasionando alteraciones nerviosas y disminución de la capacidad auditiva. Se estima que en la ciudad de México más del 35% de los habitantes están expuestos a ruido continuo causado principalmente por vehículos de transporte ya sea aéreo o terrestre.

II CONCEPTOS Y TERMINOLOGIA

En el desarrollo del presente trabajo se hablará de muchos aspectos relacionados con la contaminación y de la contaminación misma, por lo que nos encontramos con la necesidad de utilizar determinados conceptos o términos que son la herramienta adecuada para una mejor comprensión de las proposiciones específicas o generales que se traen al campo de estudio. En relación a la contaminación del medio ambiente utilizamos expresiones que podrán, inclusive, provocar interpretaciones distintas según a quién vayan dirigidas, por lo que sin pretender establecer definiciones gramaticales, conceptos científicos, ni una terminología definitiva, sí es de utilidad establecer el significado que entenderemos en el presente estudio, de algunos términos:

ECOLOGIA: Palabra que proviene del griego: oikos = casa; logos = estudio, tratado, discurso, palabra; entendemos por ecología el estudio de las inter-relaciones de los seres vivos y el medio que los rodea. Se considera también como parte de la biología que estudia las relaciones existentes entre los organismos y el medio en que viven.

ECOSISTEMA: Del griego: oikos = casa; sun = con; istemi = coloco; "Una unidad natural de partes vivas y partes inanimadas que se interaccionan para producir un sistema estable en el cual el intercambio de material entre las partes vivas e inanimadas sigue un ciclo cerrado".

HABITAT: Del latín: tenere = poseer una cosa, contener o comprender, mantener; "Lo que comprende en la naturaleza el medio en el que se desarrollan y poseen los seres vivos".

DEGRADAR: Rebajar, despojar, debilitar progresivamente.

DETERIORAR: Estropear, menoscabar, poner en condición inferior una cosa.

CONTAMINAR: Del latín: contaminare = corromper, viciar.

CONTAMINACION: Acción o efecto de alterar la pureza de alguna cosa como los alimentos, el agua, el aire, etc.

En el lenguaje referido a la contaminación ambiental encontramos diversas palabras o vocablos ingleses que aplicados al idioma español no tienen exáctamente el mismo significado o la misma amplitud, como:

pollution y polución, contamination y contaminación. El uso internacional de la voz inglesa "smog" representa un barbarismo dentro del idioma inglés, una contracción de dos vocablos cuya paternidad se atribuye a Harold des Voeux (1909), para designar: smoke y fog (humo y niebla) y ha tomado carta de naturalización en nuestro lenguaje como un anglicismo.

El problema de crear definiciones además de ser arduo, es muchas veces peligroso y sin mayor resonancia o utilidad por virtud de las ya existentes, por lo que sin considerar definiciones en el estricto sentido, creemos que si conviene utilizar los conceptos o palabras mas adecuados y universalmente reconocidos para aquello que es necesario explicar.

Nuestra Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental en vigor en México señala con gran acierto lo que debe conceputarse como: "contaminante, contaminación y fuentes emisoras de contaminantes". Anexo al presente estudio se da la citada ley, además de hacer hincapié en estos conceptos en la parte II.

Por otra parte es conveniente exponer, dado el punto de vista desde el cual se estudia la contaminación en este trabajo, que entendemos por industria: el conjunto de operaciones que concurren a la transformación de las materias primas en productos elaborados, independientemente de que si esas operaciones son realizadas por el sector privado, por el estado o por ambos.

III CONTROL DE LA CONTAMINACION

Es indiscutible que uno de los fines que se persigue al analizar los problemas relativos a la contaminación del medio ambiente, desemboca forzosamente y necesariamente en encontrar la solución o soluciones adecuadas para lograr el control de la contaminación, referidas precisamente a las medidas o bases que se requieran para esos efectos, debiendo reunir los requisitos de flexibilidad suficientes para adecuarse a un cambiante mundo tecnológico, y sobre todo, basadas en la realidad e íntimamente relacionadas con las posibilidades económicas y técnicas del lugar en que dichas medidas deben adoptarse.

La capacidad económica de cada país determinará la medida en que se adopten disposiciones que puedan efectivamente cumplirse, en virtud del gasto tanto del estado como de los particulares, y sin olvidar también el gasto que ocasionaría en daños, tanto a la salud como a la propiedad, el no adoptar las medidas de control de la contaminación. En ningún momento debe desviarse hacia un solo fin la solución de este problema, olvidándose de los demás problemas socio-económicos.

Si el grado de contaminación ambiental depende del grado de industrialización de cada país es necesario considerar que las medidas que se adopten serán diferentes en cada nación, pues en unas tendrán un carácter correctivo inmediato y en otras serán preventivas y para una aplicación mas o menos mediata, que en términos generales derivarían de las investigaciones y estudios para desarrollar nuevos métodos, sistemas y

y dispositivos necesarios para el efectivo control de los contaminantes, de las fuentes de contaminación y de los propios contaminadores. Sin embargo siempre se encontrará como medidas generales en todos los países, las directamente ejecutadas en el campo de la educación orientadas a crear conciencia entre los habitantes del peligro que para el medio ambiente representa la presencia de contaminantes por el perjuicio que causan a la vida la salud y el bienestar humanos, a la flora y a los bienes de los particulares y a los recursos de la nación.

La imprescindible coordinación entre el sector industrial, el gobierno y el pueblo en general, es un requisito indispensable para que las medidas que se actualicen, logren eficazmente el control de la contaminación ambiental.

Proveer en el campo de la convivencia nacional de todas aquellas normas preventivas, de control y de funcionamiento, requerirá de un tremendo esfuerzo para llegar a la meta definitiva del mejoramiento del medio ambiente, pero ello no es imposible y tiene una factibilidad de realización, y en general puede establecerse que en ausencia de algunas de ellas su implantación es reconocer la necesidad de controlar la deterioración del ambiente.

La determinación de la causa o causas del problema y de sus efectos para prevenir y controlar la contaminación de la atmósfera, queda enfocada a determinar la calidad del aire relacionada a los contaminantes más comunes en nuestra atmósfera y a los niveles máximos aceptables por el ser humano y por el medio ecológico, particularmente en las zonas-

de mayor concentración industrial, por lo que las medidas de calidad del -
aire implica la formulación de los inventarios de las fuentes de emisión, -
de las técnicas de control y su aplicación conforme al crecimiento espera -
do de nuestra industria y de las concentraciones humanas.

IV RESUMEN

El presente trabajo titulado "La Emisión Industrial de Contaminan -
tes Atmosféricos y Equipos para su Control, en la Ciudad de México", co -
mo su nombre lo indica es un análisis del problema de la contaminación -
atmosferica en el Area Metropolitana del Valle de México originado por -
emisiones industriales presentando la solución a ese problema por medio
de la descripción técnica de los equipos para control de emisión de polvos,
gases y vapores.

El estudio esta dividido en dos partes la primera parte centra su -
atención en el problema de la contaminación atmosférica en el área metro -
politana, su evaluación y su pronóstico, y consta de los siguientes capítulos:

CAPITULO UNO. Es una introducción que da los antecedentes del proble -
ma en México y la gravedad del mismo, establece la terminología y los -
conceptos que se manejarán; habla sobre los criterios que se considera -
deberán tomarse en cuenta para el establecimiento de un control de la -
contaminación, adecuado, al desarrollo socio - económico de nuestro país ;
y por último consta del presente resumen.

CAPITULO DOS. Esta enfocado a los efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. La intención que se tiene con la presentación de este capítulo es de cuantificar la gravedad del problema en cuanto a los efectos dañinos a la salud pública. Se puede concluir en base a los datos presentados que se requiere mayor investigación para cuantificar de una forma más precisa la peligrosidad que una atmósfera contaminada presenta. Este capítulo nos servirá de referencia para conocer la gravedad del problema en nuestra ciudad por medio de los niveles alcanzados.

Se asume el conocimiento de los efectos que la contaminación tiene en la vegetación y por consecuencia en la fauna produciendo un desequilibrio ecológico; y en la propiedad, de lo cual se habla en la introducción.

CAPITULO TRES. Se principia este capítulo definiendo y delimitando el Area Metropolitana del Valle de México así como explicando las divisiones de la misma para efectuar un análisis por sectores. Se establecen los criterios y los supuestos bajo los cuales se hará el estudio.

Se seleccionarán los municipios, delegaciones o cuarteles de mayor industrialización y se analizará la emisión de contaminantes en cada uno de ellos. Se considerarán, a fin de complementar el análisis, las emisiones por los vehículos de combustión interna determinando así las zonas de mayor densidad de contaminación.

CAPITULO CUATRO. En este último capítulo se efectúan pronósticos de la emisión de contaminantes. Se determinan las emisiones de cada conta -

minante hasta 1980 considerando que no se realiza acción correctiva.

SEGUNDA PARTE

La segunda parte esta enfocada a presentar una solución al problema de las emisiones industriales y consta de los siguientes capítulos:

CAPITULO UNO. En el se expone una síntesis de la ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental así como del reglamento para la prevención y control de la contaminación atmosférica originada por la emisión de humos y polvos; haciendo los comentarios que consideramos convenientes. Se finaliza el capítulo indicando que los subsidios que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público otorga a los industriales que importen directamente equipo para abatir la contaminación e informando de algunas de las actividades de la Subsecretaría de Higiene Ambiental.

CAPITULO DOS. Se enfoca a los contaminantes, estudiando los tipos más importantes, los métodos más comunes de análisis incluyendo la Carta de "Sylvan".

CAPITULO TRES. En este capítulo se hace una descripción de los equipos comúnmente usados para controlar la emisión de contaminantes atmosféricos en las industrias. Se clasifican los equipos por el tipo de contaminante o contaminantes al que se destinan, por consiguiente se presentan equipos para la recolección de partículas sólidas y equipos para el control de líquidos (o contaminantes atmosféricos en solución), gases y vapores. En estos grupos se presentan los factores para selección y diseño de los

equipos, fases que se llevan a cabo en la retención de los contaminantes y la información requerida para facilitar una decisión de selección del equipo necesario para una planta o industria dada.

CAPITULO CUATRO. Con el fin de auxiliar a los industriales en la selección de un equipo que solucione sus problemas de contaminación, se proporcionan criterios sobre costos y una tabla comparativa de los mismos para ciertos tipos genéricos de equipos, así como algunos nombres de fabricantes nacionales y extranjeros.

CAPITULO CINCO. Para finalizar esta segunda parte se denota la importancia que esta adquiriendo a lo que se ha denominado la gran industria del mejoramiento del ambiente, y, se presentan las conclusiones respectivas.

DOS

LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACION
ATMOSFERICA EN LA SALUD HUMANA

La contaminación ambiental es un tema que se ha tratado ampliamente, en los últimos tiempos, en todo el mundo. Innumerables decisiones tanto privadas como por parte de los gobiernos de los países de todo el orbe, se han tomado a fin de combatir este problema. Cantidades extrasféricas de dinero han sido destinadas para evitar o controlar las emisiones de contaminantes. Mucho se habla del desequilibrio ecológico que la contaminación produce a nuestro medio ambiente así como del daño que causa a la salud de los individuos expuestos a esta contaminación.

En el presente trabajo se asume que es de conocimiento general que la contaminación atmosférica, que es a la que está enfocado este estudio, es perjudicial y dañina a la salud de los individuos y de los seres vivos en general, sobre todo los que se encuentran en las grandes ciudades y centros altamente industrializados; sin embargo se consideró conveniente profundizar y presentar en una forma seria y cuantificada este efecto nocivo que la contaminación atmosférica produce.

Es conveniente en primer término, establecer una definición de contaminación atmosférica enfocada al punto de vista desde el cual se va a presentar en este capítulo, por consiguiente de acuerdo a la American Public Health Association "La contaminación atmosférica es la presencia en la atmósfera extramuros de uno o más contaminantes, en tales cantidades o de tal duración que resulte perjudicial para el hombre, los animales, las plantas o las propiedades, o que simplemente interfiera con el disfrute, el confort o el curso normal de las actividades humanas".

En atención a la definición se hará caso omiso de la contaminación atmosférica intramuros es decir lo que pueda ocurrir dentro de las industrias u otros locales cerrados a lo cual se dedica, entre otras cosas, la seguridad industrial y se enfocará este capítulo a los efectos en la salud del hombre.

Una vez sentadas las bases es importante considerar dos situaciones diferentes: la contaminación aguda de las comunidades y el fenómeno crónico.

Los casos de contaminación que han causado trastornos graves en salud pública se presentan aisladamente en determinadas poblaciones en que se reúnen condiciones excepcionales topográficas, meteorológicas y de contaminación atmosférica.

Estos fenómenos se han estudiado retrospectivamente y en forma exhaustiva, por lo que se tiene un panorama bastante completo de lo ocurrido. Son muy conocidos los registrados en la Costa Oriental de Prusia en 1924-1927; en el Valle de Mosa, Bélgica, en 1930; en Donora Pennsylvania, EUA, en 1948; en Poza Rica, México, en 1950; en Londres, Inglaterra, en 1952 y en Nueva York, EU, en 1953. Igualmente en las dos últimas ciudades de Rotterdam y Hamburgo en 1962, y los menos trascendentes en Detroit, EU y en Yokohama y Osaka, Japón.

En estos sitios, con condiciones geográficas propicias, los fenómenos agudos ocurrieron en invierno, casi siempre a temperaturas menores de 0°C, en días en que, además se observó el fenómeno de inversión de

la temperatura en la atmósfera, que impidió que los contaminantes ascendieran. Intervino también la falta de precipitación pluvial.

La fuente de contaminantes en esos casos casi siempre fue múltiple. Pero mientras en algunos accidentes el factor principal fue la calefacción doméstica como en Londres, en otros como Valle de Mosa y Poza Rica, las industrias aportaron la mayor parte de contaminantes, que se acumularon en elevadas cantidades debido a los fenómenos meteorológicos señalados.

En algunos sitios como Londres, la mortalidad fue elevada. Las defunciones se produjeron, en personas de edad avanzada, que padecían de alguna enfermedad crónica, del corazón o de los pulmones; especialmente entre los que tenían antecedentes de bronquitis crónica.

Los que enfermaron sin llegar a fallecer fueron muchos pero no se pudo precisar el número, dado que algunos casos fueron benignos. Los cuadros clínicos se caracterizaron por irritación química de las mucosas expuestas, ojos, nariz, garganta, y en general del aparato respiratorio.

Puede decirse que conforme avanza la tecnología estos accidentes podrán prevenirse, ya que conociendo los fenómenos topográficos se pueden predecir, con cierta aproximación, las alteraciones meteorológicas propiciatorias y calcular con antelación, por medio de muestreos continuos, la emisión diaria de contaminantes.

Más que los problemas de salud originados por accidentes agudos ,
resultan importantes, los consecutivos a la exposición durante largo plazo
en concentraciones habituales y en situaciones meteorológicas normales. -
Estos son los que se tienen que afrontar en la mayoría de los países.

Cabe señalar que aunque existen numerosas publicaciones que abor-
dan el tema de los efectos de la contaminación crónica sobre la salud, los-
resultados en gran número de ellas son parciales, debido, principalmente-
a la escasez de datos.

Es sumamente difícil determinar el daño que en verdad origina la conta -
minación en las condiciones habituales.

Debe aclararse que los datos de los daños a los trabajadores en -
las industrias, de ningún modo pueden extrapolarse a la población en gene-
ral, ya que en la industria el problema lo constituye casi siempre uno o -
unos contaminantes cuya concentración llega a ser más elevada que la -
que se tiene en los medios de población abierta. Esta última se halla ex -
puesta a un complejo de contaminantes, pudiendo mencionar entre los prin-
cipales al monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y -
partículas, los cuales constituyen el problema público en nuestra ciudad. -
Por otra parte, en las industrias la exposición es de ocho horas diarias -
mientras que la población en general, esta expuesta las 24 horas del día. -
Además los trabajadores industriales suelen ser adultos en buenas condi -
ciones de salud, no así la población general que incluye grupos especial -
mente expuestos como enfermos, ancianos y niños.

Aunque no resulta muy apropiado examinar separadamente los efectos de cada uno de los contaminantes, ya que en el medio abierto no actúan en forma aislada, se tratarán sin embargo más o menos individualmente, con el fin de describir mejor sus niveles de acción.

El contacto de las impurezas del ambiente con el cuerpo humano casi siempre se produce en la superficie de la piel y de las mucosas expuestas, esto es, las de los ojos, nariz, senos paranasales, faringe, laringe, árbol traqueobronquial y parénquima pulmonar. Estas mucosas pueden ser irritadas por los contaminantes o bien ser la puerta de entrada de contaminantes que circularán por el organismo y se depositarán en algún órgano produciendo efectos inmediatos o actuando por acumulación. En otras ocasiones las mucosas y la piel sin ser irritadas son sensibilizadas, lo que origina la aparición de fenómenos alérgicos.

Los contaminantes irritantes pueden subdividirse en dos: reductores como los anhídridos sulfurosos y las partículas de polvo en suspensión; y oxidantes como el ozono y los óxidos de nitrógeno.

En los contaminantes que circulan en la sangre y que pueden o no acumularse, están el monóxido de carbono, el plomo, el 3 - 4 benzopireno, los hidrocarburos y los fluoruros.

En un tercer grupo actuando como alergenos se encuentran productos orgánicos derivados de los seres vivos como plantas, levaduras, pelos, mohos, plumas, caspas y otros.

Los estudios sobre los efectos en la salud de los anhídridos sulfurosos y las partículas de polvo en suspensión son los más serios y más numerosos. Al parecer los anhídridos sulfurosos en sí no tienen propiedades irritantes pero se pueden transformar en ácido sulfúrico y otros derivados sulfurosos, que sí tienen ese poder. Las partículas en suspensión parecen tener acción catalítica que favorece este fenómeno. Además, las partículas de agua en suspensión actúan conjuntamente con los dos contaminantes mencionados favoreciendo el aumento de síntomas respiratorios; así se ha observado que cuando existe neblina los síntomas respiratorios se incrementan.

Las partículas en suspensión son importantes no solo por la acción catalítica comentada, sino porque pueden depositarse en las vías respiratorias bajas.

Este hecho está condicionado a algunas características de las partículas, como su tamaño. La partícula grande tiene menos oportunidad de ingresar al aparato respiratorio, por su peso, y si llega a entrar se retiene en las vías respiratorias superiores sin alcanzar los pulmones.

La trascendencia de la partícula en suspensión, mayor aún que los anhídridos sulfurosos en sí, ha sido demostrada por Lawter en Inglaterra y por Cederlöf en Escandinavia los estudios del primero evidenciaron que el descenso muy marcado de partículas en suspensión, sin ningún cambio en la concentración de anhídrido sulfuroso en la atmósfera de Londres en los últimos años, ha hecho reducir notablemente los síntomas de los pacientes con enfermedades crónicas respiratorias.

En el cuadro I que a continuación se presenta, se sintetizaron los resultados de estas y otras investigaciones de los efectos en la salud de las partículas en suspensión y los anhídridos sulfurosos.

Cuadro I. - Niveles Ambientales de Anhídrido Sulfuroso y Partículas en Suspensión y sus efectos en la Salud. (*)

CONCENTRACION		E F E C T O S
anhídridos sulfurosos part. en suspensión microgramos/m ³	microgramos/m ³	
1000	1000	Exacerbación de síntomas en pacientes con enfermedad crónica respiratoria. (1)
675-500	317-250	Ligero aumento de síntomas respiratorios a los niveles más altos señalados por el método de control. (2)
600-500	420-100	Descenso progresivo en la producción de flemas con los niveles más bajos (3)
300-30	200-120	Aumento en la producción de flemas y disminución de la capacidad vital a los niveles más altos (4,5,6)
130	138	Aumento de síntomas respiratorios en niños por arriba de esos niveles (7)
120	100	Aumento de enfermedades respiratorias y descenso de la capacidad vital en niños. (8)
105-80	400-180	Aumento de síntomas respiratorios en mujeres no fumadoras de 65 y más años, en los niveles superiores. (9)
55	180	Aumento de síntomas respiratorios y ligera disminución de la capacidad vital a los niveles más altos en hombres y mujeres de 25 a 74 años. (5)

Se ha demostrado el efecto de la contaminación aumentando síntomas, especialmente la espectoración en enfermos bronquíticos crónicos; así como disminuyendo la función respiratoria, especialmente en niños y en ancianos. Como se ve en el cuadro I los niveles de contaminación en los que se ha demostrado alguna acción nociva, sobre todo a enfermos crónicos respiratorios, niños y ancianos, varían notablemente de un estudio a otro.

Otro tipo de contaminantes son los oxidantes, que han sido menos estudiados. En este grupo entran el ozono y diversos óxidos nitrosos cuya acción nociva se relaciona más que nada con su capacidad de producir ozono.

Provocan irritaciones en los ojos nariz y garganta, así como aumento en los síntomas en enfermos asmáticos y con insuficiencia respiratoria crónica. En el cuadro II aparecen los resultados obtenidos en diversos estudios, que aparentemente son contradictorios. Este hecho indica la necesidad de seguir realizando investigaciones para llegar a establecer los máximos permisibles sobre bases más firmes.

Cuadro II. - Niveles de Oxidantes Totales Expresados como Ozono y sus Efectos Sobre la Salud. (*)

CONCENTRACION		EFECTOS
$\mu\text{gm}/\text{m}^3$	ppm	
1200-1600	0.6-0.8 (2 hrs)	Reducción de la capacidad y función pulmonar. (10, 11)
540-440	0.27-0.22	Ningún efecto sobre jóvenes sanos del sexo masculino (6)

300	0. 15	Ataques más comunes en personas asmáticas (12)
320-200	0. 16-010	Ningún efecto en escolares (13)
200	0. 10	Irritación de ojos. (14, 15)
"	"	Disminución de la función pulmonar en personas con enfermedad crónica respiratoria (16)
"	"	Disminución de la efectividad en corredores de grandes distancias (17)
"	"	Ningún efecto en el ausentismo escolar por causa de enfermedades respiratorias. (17)

(*) Tanto esta tabla como la anterior se obtuvieron con un promedio anual de generalmente 24 hrs. diarias.

FUENTE: Organización Mundial de la Salud.

Entre los contaminantes que se absorben y pueden causar enfermedades generales el principal es el monóxido de carbono. Su acción más importante se produce al combinarse con la hemoglobina de la sangre para formar la carboxihemoglobina. Este derivado impide la oxigenación de los tejidos, función primordial de la hemoglobina, y provocando lesiones en los tejidos más sensibles como los del sistema nervioso central.

Cuando las concentraciones de monóxido de carbono en el aire inspirado son altas y sostenidas por un período suficientemente largo la persona manifiesta dolor de cabeza y mareos y puede llegar al estado de coma y hasta la muerte, por el daño del sistema nervioso central. Sin embargo estas concentraciones nunca se han hallado en el ambiente habitual de las ciudades. Por otra parte existe suficiente evidencia de que en personas

personas sanas no se alcanzan niveles de concentración sanguínea de carboxihemoglobina lo suficientemente elevados para producir daño.

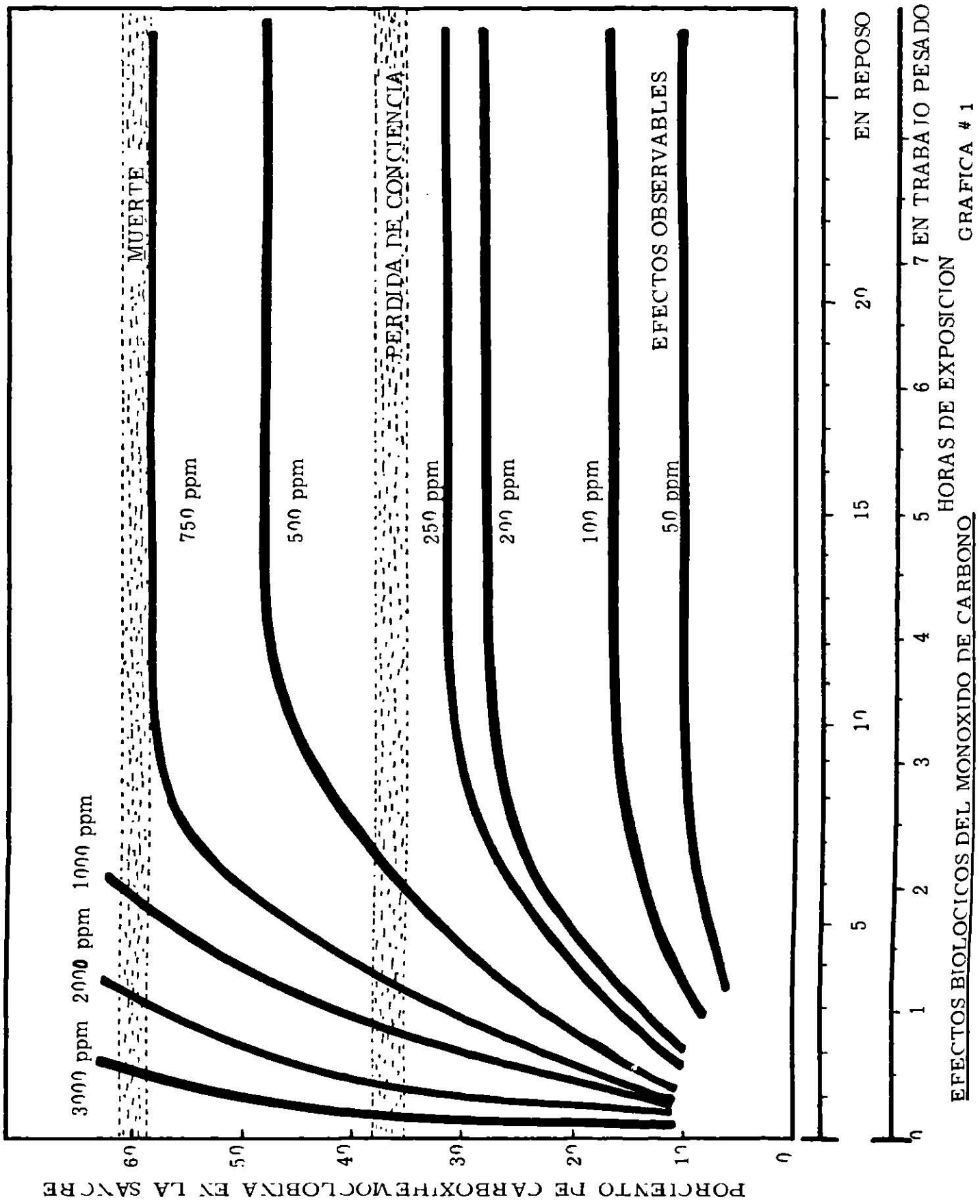
Hay, no obstante, estudios que señalan que el monóxido de carbono contenido en el ambiente puede ser perjudicial para algunas personas con enfermedades del sistema nervioso central, del sistema cardio respiratorio o con anemias severas. Puede ser que la letalidad aumente entre determinados enfermos, como los hospitalizados por infarto cardiaco.

De la misma manera, el daño encontrado entre fumadores puede llegar a ser serio ya que las concentraciones de carbo hemoglobina halladas en su sangre son 10 y 20 veces superiores al las encontradas en los no fumadores, estando ambos expuestos al mismo medio ambiente.

Se empieza a hablar de alteraciones psico-motoras, muy difíciles de demostrar; y alteraciones del electroencefalograma, de ardua interpretación, que pudieran ser causadas por el monóxido de carbono. Este efecto es de temerse en personas sometidas a la influencia de depresores del sistema nervioso central, como alcohol y las drogas enervantes.

También debe señalarse que el monóxido de carbono no se acumula, por lo que la mayoría de los autores descartan la posibilidad de intoxicación crónica.

En el cuadro III se presenta la relación existente entre la concentración de monóxido de carbono en la atmósfera y los niveles de carboxi hemoglobina en la sangre de individuos expuestos a esas concentraciones.



Cuadro III . - Niveles de Carboxihemoglobina según las diferentes concentraciones Ambientales de Monóxido de Carbono. (*)

CONCENTRACION AMBIENTAL DE CO		% DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN LA SANGRE
mg/m ³	ppm	
117	100	15
70	60	10
35	30	5
23	20	3.3
12	10	1.7

(*) Pruebas hechas al nivel del mar.

FUENTE: Organización Mundial de la Salud.

En el cuadro IV se presentan estudios hechos sobre los efectos del monóxido de carbono sobre la salud, determinados en laboratorio y no en el medio ambiente habitual. (ver gráfica # 1).

Cuadro IV. - Niveles de Carboxihemoglobina y sus Efectos en la Salud. (*)

% DE CARBOXIHEMOGLOBINA	E F E C T O S
0.4 - 0.8	Pruebas psicológicas normales en no fumadores (18)
2 - 3	No fumadores muestran alteraciones en la discriminación (19) Posible efecto en los tiempos de nadadores (20) Ningún efecto en corredores de largas distancias (17)
4 - 5	Aumento de síntomas en agentes de tránsito (21) Aumento de admisión de oxígeno en los fumadores (22)
5 - 10	Posible alteración en personas con enfermedades cardiorrespiratorias (23)

	Alteración de pruebas psicomotoras (24)
	Ninguna alteración de pruebas psicomotoras (usando otras técnicas) (25)
	Aumento de la hemoglobina (26)
	Ningún aumento en la hemoglobina (27)
13 - 20	Dolor de cabeza y falta de coordinación manual (25)
	Alteraciones del electroencefalograma.

(*) FUENTE: Organización Mundial de la Salud.

Otro contaminante atmosférico que se absorbe, cuya acción sobre los seres humanos ha sido muy discutida, es el plomo. Cuando el plomo ingresa al organismo se almacena en los tejidos y llega a producir en individuos muy expuestos, disminución de la síntesis de hemoglobina, daño renal y hepático, retraso mental en los niños y alteraciones de la fecundidad y del embarazo.

El plomo del medio normal proviene de los vehículos de motor y de otras fuentes como el agua de beber, en los alimentos, en el tabaco, etc., el plomo se encuentra aún en los países menos industrializados.

Los estudios realizados hasta la fecha concluyen de que no hay evidencia de que el plomo emitido por las diversas industrias o por los vehículos automotores alcancen niveles que produzcan efectos adversos en la salud humana, aún en las zonas de mayor tránsito automovilístico.

Por lo que se refiere al benzopireno y a los hidrocarburos policíclicos, se ha observado que tiene propiedades carcinogénicas en los animales de laboratorio así como en individuos que trabajan en ciertas industrias bajo condiciones especiales de exposición.

Esto no indica, según la Organización Mundial de la Salud, que las pequeñas cantidades halladas en la actualidad en el medio urbano tengan algún efecto apreciable en la frecuencia del cáncer del pulmón. Aunque muchas investigaciones han sugerido relación entre el cáncer del pulmón y la contaminación atmosférica en las ciudades, esta correlación no se puede sostener cuando se analizan otras variables, como las condiciones socioeconómicas, facilidades de diagnóstico y, sobre todo, el tabaquismo.

Las fuentes importantes emisoras de benzopireno e hidrocarburos policíclicos no son las industrias sino los vehículos de motor y el humo del tabaco. Mientras que el efecto del tabaco en la producción del cáncer del pulmón está establecido, aún los estudios no han podido determinar la relación entre la contaminación por las emisiones de los vehículos y el cáncer pulmonar; sin embargo, el consenso entre los científicos indica que si la contaminación atmosférica llegara a influir, su papel sería insignificante comparado con el del cigarro.

En síntesis, esto es lo que hasta ahora se ha establecido científicamente de los diversos contaminantes atmosféricos. Como se mencionaba anteriormente, muchos de los estudios realizados por los investigadores, en diferentes países y con técnicas distintas de evaluación, no llegan a los mismos resultados y en ocasiones son contradictorios, lo que nos motiva a realizar estudios serios y con las técnicas adecuadas, en nuestro país, que hasta la fecha carece de los resultados de algún estudio que cuantifique el efecto de la contaminación en la salud.

También por lo anterior se concluye que no es posible extrapolar los resultados hallados en otros países, al nuestro, aún considerando los niveles de contaminantes propios, debido a que las características climatológicas del medio ambiente y las mezclas de contaminantes, son distintas, y las particularidades fisiológicas de nuestra población difiere a las de otros grupos humanos.

Así, por ejemplo, la existencia de contaminantes similares actúan en la salud de manera diferente si hay o no partículas de agua suspendidas en la atmósfera o si hay o no una mayor energía solar que favorezca cambios fotoquímicos de los contaminantes. Por otra parte las partículas en suspensión tienen efectos diferentes, según su tamaño, forma, naturaleza química, etc., características que, desde luego, varían entre los países.

Para concluir, cabe decir que la Academia Nacional de Medicina, conjuntamente con otras dependencias oficiales, decentralizados y privados, viene realizando, desde noviembre de 1970, un estudio en grupos sensibles de población del Distrito Federal para valorar el problema desde un punto de vista médico. Dicha investigación, que cuenta con bases científicas serias, con asesoría de los más destacados organismos internacionales y expertos en la materia, ayudará a establecer los límites de contaminantes que permitan proteger la salud de nuestra población.

La bibliografía de los experimentos realizados, citados en este capítulo, se anexa al final del trabajo.

T R E S

EL PROBLEMA DE LA
CONTAMINACION ATMOSFERICA
EN LA CIUDAD DE MEXICO

I GENERALIDADES

En la historia de las sociedades modernas, el desenvolvimiento y complejidad de los núcleos urbanos, son causa y efecto de la transformación estructural, que en un largo proceso, han experimentado en sus relaciones económico - sociales.

Los cambios estructurales que ha sufrido el país en los últimos 50 años, han provocado una revolución urbana, de tal forma que el número y proporción de los habitantes de las ciudades han crecido de una manera acelerada, al grado de que en las comunidades urbanas habitan más del 50% de la población total del país. Esto ha sido consecuencia del notable atractivo que ofrece el desarrollo y la concentración de servicios, satisfactores y actividades económicas, especialmente industriales y comerciales.

El caso más representativo de este fenómeno lo constituye el Area Metropolitana de la Ciudad de México, principal centro neurológico del país, a cuya área convergen las principales vías de comunicación, vive el 16.5% de la población total y concentra el 35% de la actividad industrial nacional, la que crece a una tasa del 11% anual en el área.

Estos porcentajes proporcionan una idea de la importancia económica, política y social del área. En las últimas cuatro décadas su importancia ha aumentado notablemente, y el centralismo económico, industrial y comercial ha crecido aceleradamente.

No son abundantes los estudios industriales que sobre el Distrito Federal y sus alrededores se han elaborado, sobre todo entendiendo a

dicha área como un vasto conglomerado de zonas donde subsisten contrastes y diversidad de características, pudiendo observarse zonas donde las actividades industriales predominan, como son las que se localizan en Atzacapotzalco, Naucalpan, Tlanepantla y Ecatepec.

Como se mencionó anteriormente, en el desarrollo de nuestro estudio nos restringiremos al análisis de las emisiones industriales de contaminantes atmosféricos sólo en el Area Metropolitana, no porque sólo en ella se haya presentado el problema, sino porque es en ella donde ha adquirido características y niveles alarmantes, y por otra parte, a pesar de la complejidad de este análisis, en el Area Metropolitana se facilita la investigación directa.

II EL AREA METROPOLITANA.

Está ubicada en la región sudoeste de la Cuenca del Valle de México, pequeña meseta de la Altiplanicie a 2,240 metros (promedio) sobre el nivel del mar, ocupando un poco menos de la mitad del Valle de México. Limita al norte, oriente y poniente con algunos de los Municipios que integran el Estado de México, y al Sur con el Estado de Morelos.

El Area Metropolitana, por su morfología geográfica, reviste gran seriedad, desde el punto de vista de contaminación atmosférica, ya que sus características orográficas, pluviales, térmicas y de vientos y su distribución industrial, hacen que el estudio de su contaminación se realice conforme a las condiciones peculiares que se encuentran en el Valle, como son:

- La inversión de temperatura, fenómeno que consiste en la formación de capas atmosféricas superiores a mayor temperatura que las capas inferiores de mayor densidad, impidiendo esto la existencia de corrientes de convección por diferencia de densidades y por ende impidiendo la ventilación de las capas contaminadas superficiales.

Es más peligrosa la inversión cuando más cerca se forme del suelo. En Los Angeles se dan inversiones unos 270 días del año a unos 900 metros de altura (a esta altura no reviste gravedad el problema).

- Las cadenas montañosas que rodean el Valle, reducen la intensidad de los vientos. La velocidad media superficial del viento (medida en Tacubaya), es menor de 2 m/seg., por lo que se considera que las condiciones de ventilación son deficientes, en promedio, en todo el año. Esta baja velocidad del viento y la estabilidad térmica vertical, origina períodos largos de aire en calma. Estos períodos tuvieron duración de 10 a 20 horas continuas en 1964, en el Aereopuerto Internacional.
- Los vientos en el Valle de México, provienen predominante mente del Noreste, de modo que acarrea el humo de las principales zonas industriales de la ciudad, que se localizan en el Norte (Ecatepec, Tlanepantla, Atzacapotzalco, Villa Gustavo A. Madero, etc.)

Por otra parte, estos vientos levantan el polvo del Vaso Seco de Texcoco, acarreándolo a los núcleos urbanos.

El deterioro de la transparencia del aire, señalado por la reducción de la visibilidad, indica que se ha rebasado ya la capacidad de dilución del aire citadino.

- Otros factores como la Humedad, que hace que algunas sustancias se diluyan y sean más reactivas y dañinas, como el SO_2 y SO_3 , y los óxidos de nitrógeno. La luz cataliza y favorece las reacciones que dan lugar a compuestos corrosivos.

La gravedad del problema en algunas ciudades, es tal, que en el caso de Tokio hay estaciones de oxígeno para que los agentes de tránsito lo respiren periódicamente. En la Catedral de Milán, se están destruyendo los mármoles y bronces, y en algunos Museos las pinturas y los murales.

Ya considerados los factores peculiares existentes en el Area Metropolitana del Valle de México que intervienen en la contaminación atmosférica, delimitaremos el Area utilizando el criterio sustentado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, la cual señala que está integrada por el Distrito Federal y los Municipios de Cuautitlán, Ecatepec, Naucalpan, Tlanepantla, Tultitlán y Zaragoza, pertenecientes al Estado de México.

A su vez el Distrito Federal políticamente está dividido en la siguiente forma :

Ciudad de México y 12 Delegaciones (Atzacapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Villa Gustavo A. Madero, Ixtacalco, Ixtapalapa, La Magdalena Contreras, Milpa Alta, Villa Alvaro Obregón, Tláhuac y Xochimilco). Cada delegación está a cargo de un representante del Departamento del Distrito Federal.

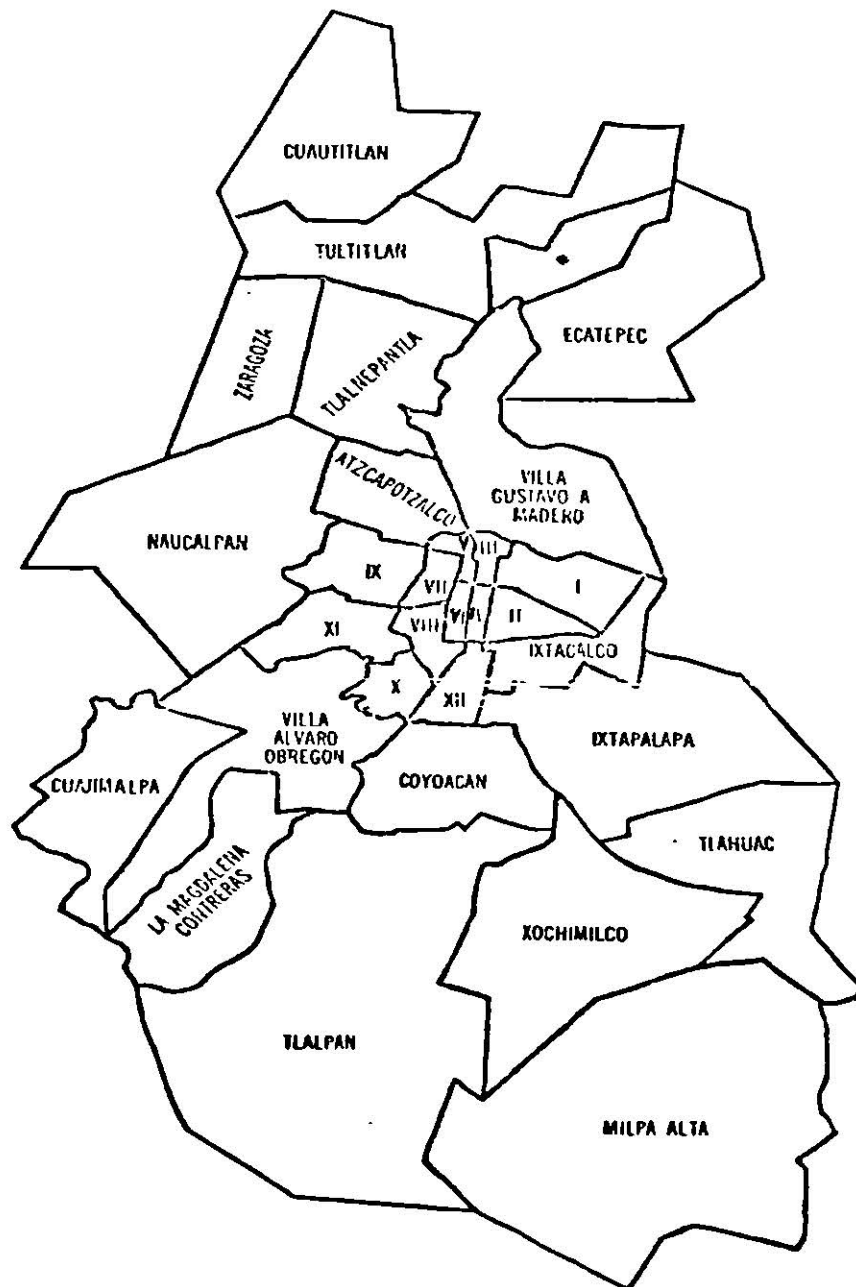
Lo que se denomina políticamente como Ciudad de México, está subdividido en doce Cuarteles (como lo indica el Mapa #, 1).

Esta subdivisión se realizó para facilitar el estudio de la contaminación, para analizar las fuentes emisoras industriales más fácilmente y clasificar, localizar y determinar las áreas de mayor contaminación en nuestra ciudad. Por otra parte, la distribución industrial se localiza en ciertas áreas determinadas, las cuales consideramos son las responsables de las emisiones que por estas fuentes se originan.

III CONTAMINANTES ATMOSFERICOS EN LA CIUDAD DE MEXICO.

Como se ha hecho mención en capítulos anteriores, contaminantes son aquellos agentes que de una u otra forma deterioran el medio ambiente; en el caso de contaminantes atmosféricos, son los que deterioran la atmósfera y que producen algún efecto nocivo directo o indirecto sobre la salud o bienestar humanos.

En lo que se refiere a los contaminantes atmosféricos químicos (exceptuando el ruido, bacterias, alergen^{os}, etc.) en la atmósfera se han detectado centenares, siendo unos cuantos sin embargo los que determinan el problema público en nuestra ciudad.



MAPA GENERAL DEL AREA METROPOLITANA
MAPA # 1

El contaminante de mayor importancia en el Area Metropolitana es el Monóxido de Carbono, y participa con un 67% en la composición típica promedio de los contaminantes (ver figura # 1). A continuación se presenta una lista de los contaminantes gaseosos que se encuentran en nuestra ciudad, y se incluyen además, los sólidos en suspensión o polvos, que se depositan al mes en un kilómetro cuadrado.

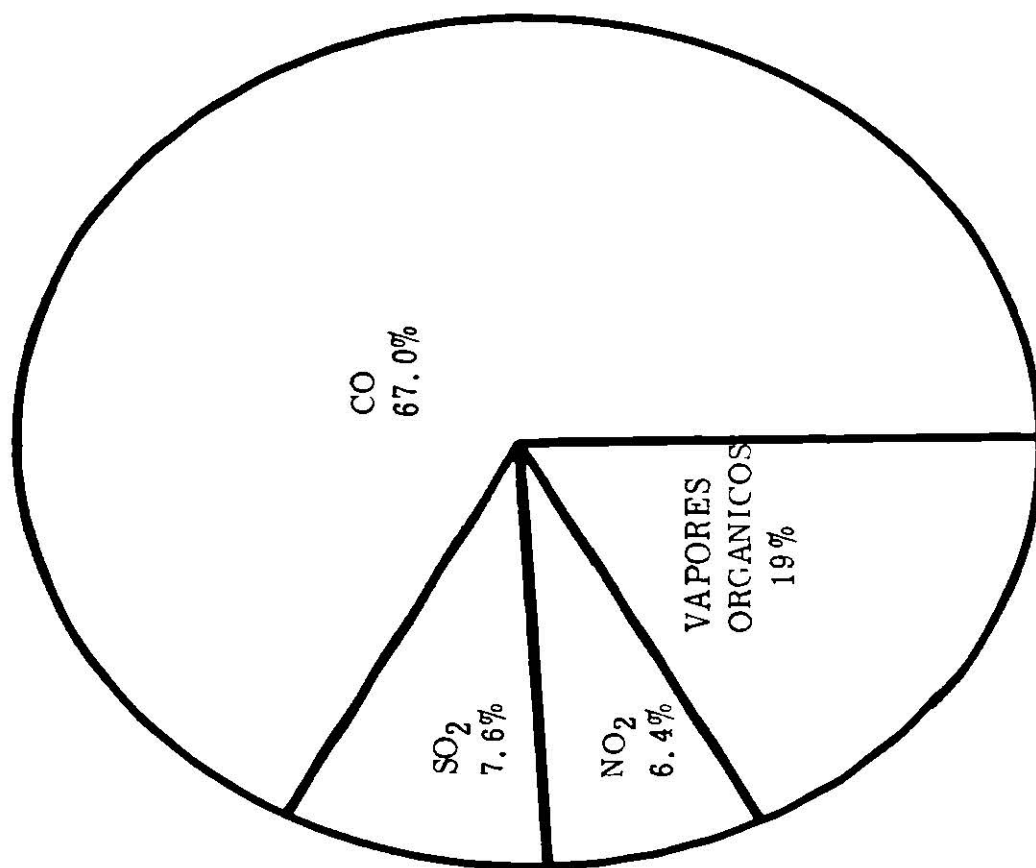
PRINCIPALES CONTAMINANTES DE LA CIUDAD DE MEXICO

CONTAMINANTE	PROMEDIO	MAXIMO
Monóxido de Carbono (CO)	15.0 ppm	100.0 ppm
Bióxido de Azufre (SO ₂)	0.16 ppm	1.60 ppm
Oxidos de Nitrogeno (NO _x)	0.09 ppm	0.38 ppm
Otros (Hidrocarburos, aldehídos, cetonas, alcoholes, etc.)	0.76 ppm	nd
Polvos	26.2 Ton/Km ² - mes	
nd. = no disponible.		

FUENTE: Subsecretaría del Mejoramiento del Ambiente.

Por las razones expuestas anteriormente, restringiremos nuestro análisis únicamente a los contaminantes más significativos y de los cuales se dispone de fuente de información, tal es el caso del: Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Oxidos de Nitrógeno y Polvos, incluiremos un renglón de Otros que engloba la información de Hidrocarburos, Aldehídos, Cetonas, Hidrocarburos colorados, etc. Los primeros tres contaminantes

CONTAMINANTES PRESENTES EN LA ATMOSFERA
DE LA CIUDAD DE MEXICO Y SU PARTICIPACION



POLVOS: 26.2 TONELADAS / Km² - MES
(PROMEDIO)

AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

FIGURA # 1

mencionados representan el 81% de los contaminantes registrados en las estaciones de monitoreo existentes en nuestra ciudad, por lo cual consideramos que son los que representan mayor gravedad en el problema.

IV FUENTES EMISORAS

Las fuentes emisoras de contaminantes o como a menudo se dice erróneamente "los culpables de la contaminación atmosférica" son muy variadas y generalmente de muy diversos tipos dependiendo de la ciudad que se analice, así por ejemplo en Londres, una de las principales fuentes de emisión de contaminantes es la calefacción doméstica. En el caso de las ciudades de Poza Rica y Salamanca, son muy importantes las emisiones de origen industrial.

Cuando desde los alrededores de la Ciudad de México apreciamos la densa capa gris o café oscuro que cubre la Metrópoli, nace en nosotros un sentimiento de agresividad hacia los culpables del deterioro de nuestra atmósfera, sin embargo el problema es más complejo de lo que generalmente se supone y las fuentes emisoras son heterogéneas.

Cada día nacen más de mil niños en la Ciudad de México, que al respirar, toser, etc., contaminan el aire. Cuando fumamos, encendemos el auto, cocinamos, etc. contribuimos a ensuciar nuestro aire y a disminuir la visibilidad y transparencia del mismo.

La mayoría de los procesos industriales, gracias a los cuales obtenemos satisfactores indispensables para nuestra vida como podrían ser la elaboración de un gran número de medicamentos farmacéuticos sin los

cuales muchas vidas no se salvarían, así mismo la elaboración industrial -
de casi cualquier producto implica la instalación y operación de una o -
varias calderas que provea de vapor al proceso o incluye algún horno o -
quemador, los cuales al consumir algún tipo de combustible (combustóleo, -
diesel, etc.) emiten a la atmósfera gran cantidad de contaminantes que -
deterioran su pureza. Sin embargo la creciente demanda de distintos pro -
ductos que al elaborarse determinan el desarrollo y avance de un pueblo, -
no se detiene a reflexionar, o mejor dicho no nos detenemos a reflexionar -
nosotros mismos que participamos en esa demanda de un sinnúmero de -
satisfactores, en que al obtener el bienestar y comfort que deseamos, -
estamos contribuyendo indirectamente, a la contaminación del medio am -
biente de nuestra ciudad.

Con estos razonamientos, se quiere hacer notar que los responsa -
bles del deterioro de la calidad de nuestra atmósfera, no son unos cuantos -
"villanos", sino que en mayor o menor grado todos los habitantes de la -
urbe contribuyen a agravar el problema. Con esto no queremos justificar -
una gran cantidad de abusos, irresponsabilidades y apatía, indolencia, -
egoísmo, de un número no pequeño de los habitantes de la Metrópoli.

Es por todos conocido que las actividades productivas y la trans -
portación son para nuestra ciudad las principales fuentes emisoras de con -
taminantes. Sin embargo es muy general esta afirmación, ya que se requie -
re de un análisis de la industria y de los medios de transportación para -
poder precisar estas fuentes.

El análisis de las emisiones debidas a la transportación, es bastante más simple que el industrial, y acepta el uso de factores e información-aplicable a otras ciudades o países, sin afectar apreciablemente sus resultados. De hecho, se han efectuado estudios más o menos exhaustivos y precisos para el Area Metropolitana del Valle de México.

El caso de las emisiones industriales es más complejo y difícil de analizar. El Area Metropolitana cuenta con 8,111,547 habitantes (de acuerdo al IX Censo General de Población de 1970, estimándose que actualmente - mayo de 1973 - haya aproximadamente 9,134,000 hab.) dispersos en una extensión territorial de 2,108.6 Km², (ver cuadro # 1) y cuenta con establecimientos industriales de lo más variados con subgrupos industriales sumamente específicos y especializados. El Cuadro # 2 presenta los establecimientos industriales en el Area Metropolitana del Valle de México, clasificados por subgrupos.

Entre los subgrupos industriales preponderantes en contaminación atmosférica podemos citar a los siguientes: Fabricación de Fertilizantes, Laminadoras, Fundiciones y Metalúrgicas; Hornos de Tabique, Fábricas de Cal y Calidra; Fábricas de Vidrio; Fábricas de Celulosa, Papel y Cartón; Fábricas de Cemento; Industria Química Farmacéutica; Hospitales, Lavanderías y Tintorerías; Panaderías, Tortillerías y Baños; Fábricas de Loza y Porcelana; Fábricas de Llantas, Pinturas y Barnices; Trituradoras de Piedra; y otras. Incluidas a estas actividades van las de primordial importancia para la contaminación, que son Refinería 18 de Marzo

CUADRO # 1
DISTRIBUCION DE LA POBLACION
EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

Cuarteles, Delegaciones y Municipios	Total de Habitantes		Extensión Territorial		Densidad Demográfica (Habit./Km. ²)
	Número	%	Km. ²	%	
TOTAL AREA METROPOLITANA	8 111 547	100.0	2 109.6	100.0	3 846.9
<u>Cuarteles:</u>	3 025 564	37.3	137.8	6.5	21 956.2
I	591 332	7.3	23.8	1.1	24 845.9
II	309 383	3.8	11.6	0.6	26 584.7
III	140 623	1.7	8.0	0.4	17 577.9
IV	102 932	1.3	3.4	0.2	30 274.1
V	113 464	1.4	3.9	0.2	29 073.3
VI	96 876	1.2	4.1	0.2	23 628.3
VII	168 699	2.1	7.1	0.3	23 759.4
VIII	231 545	2.9	9.1	0.4	25 444.5
IX	545 743	6.7	22.7	1.1	24 041.5
X	197 997	2.4	11.7	0.6	16 922.8
XI	225 847	2.8	20.2	1.0	11 180.5
XII	302 123	3.7	12.2	0.6	24 764.2
<u>Delegaciones:</u>	3 980 291	49.1	1 361.3	64.6	2 923.9
Atzacotalco	545 513	6.7	34.5	1.6	15 812.0
Goyocacán	338 850	4.2	63.9	3.0	5 202.8
Cuajimalpa	35 202	0.4	72.9	3.5	482.9
Villa Gustavo A. Madero	1 182 895	14.6	86.8	4.1	13 627.8
Ixtacalco	474 700	5.9	21.8	1.0	21 775.2
Ixtapalapa	533 569	6.6	124.5	5.9	4 235.7
La Magdalena Contreras	74 776	0.9	67.3	3.2	1 111.1
Milpa Alta	33 557	0.4	268.6	12.7	124.9
Villa Alvaro Obregón	466 531	5.8	88.3	4.2	5 233.5
Tláhuac	62 087	0.8	88.4	4.2	702.3
Tlalpan	115 528	1.4	309.7	14.7	373.0
Xochimilco	117 083	1.4	134.6	6.4	869.9
<u>Municipios (Edo. de México):</u>	1 105 692	13.6	609.5	28.9	1 814.1
Cuautitlán	40 622	0.5	75.0	3.6	541.6
Ecatepec	220 918	2.7	133.6	6.3	1 633.6
Naucalpan	373 605	4.6	154.8	7.3	2 413.5
Tlalnepantla	373 657	4.6	75.0	3.6	4 982.1
Tultitlan	50 084	0.6	96.2	4.6	527.6
Zaragoza	46 806	0.6	74.9	3.6	624.9

FUENTE: CENTRO DE ESTUDIOS ECONOMICOS DEL SECTOR PRIVADO A. C. "ANALISIS DE LA POTENCIALIDAD ECONOMICA DEL AREA METROPOLITANA" 1970.

CUADRO # 2

**ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN EL AREA METROPOLITANA
DEL VALLE DE MEXICO, CLASIFICADOS POR SUB - GRUPOS**

Sub-Grupos	Número de Establecimientos		Capital Invertido		Producción Bruta	
	Total	%	Total	%	Total	%
TOTAL AREA METROPOLITANA	30 942	100.0	42 327 871	100.0	57 430 892	100.0
Extracción de piedra, arena, grava y arcilla	33	0.1	46 652	0.1	27 607	(*)
Extracción y beneficio de otros minerales no metálicos	20	0.1	36 896	0.1	50 891	0.1
Matanza de ganado, preparación y conservación de carnes	73	0.2	267 716	0.6	1 398 346	2.4
Fabricación y tratamiento de productos lácteos	69	0.2	311 978	0.7	478 940	0.8
Deshidratación, conservación y envase de frutas y legumbres	52	0.2	282 351	0.7	412 501	0.7
Conservación, empacado y enlatado de pescados y mariscos	4	(*)	5 689	(*)	3 043	(*)
Manufactura de productos de molino, excepto azúcar	278	0.9	436 982	1.0	708 927	1.2
Fabricación de cocoa, chocolate, confituras, jarabes y mieles	209	0.7	797 874	1.8	1 260 783	2.2
Industria alimenticias diversas	1 070	3.5	1 154 127	2.7	2 234 795	3.9
Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	50	0.2	466 918	1.1	538 653	0.9
Fabricación de bebidas fermentadas, excepto los malteados	45	0.1	115 149	0.3	133 056	0.2
Fabricación de bebidas no alcohólicas y aguas gaseosas	27	0.1	340 535	0.8	806 969	1.4
Fabricación de productos del tabaco	12	(*)	385 743	0.9	411 645	0.7
Hilado, tejido y acabado de textiles de fibras blandas, excepto los tejidos de punto	551	1.8	2 780 897	6.6	3 092 430	5.4
Fabricación de tejidos de punto	641	2.1	706 746	1.7	943 420	1.7
Hilados, tejidos y acabados de textiles de fibras duras	10	(*)	4 695	(*)	15 282	(*)
Fabricación de textiles no clasificados en otra parte	78	0.3	460 581	1.1	390 483	0.7
Fabricación y reparación de calzado, hormas y tacones de cualquier material, excepto de hule	978	3.2	244 511	0.6	391 553	0.7
Fabricación y reparación de prendas de vestir excepto calzado	4 236	13.7	996 441	2.4	1 737 715	3.0
Fabricación de artículos confeccionados preferentemente con materiales textiles, excepto prendas de vestir	1 009	3.3	277 702	0.7	487 125	0.9
Aseriaderos y talleres para trabajar la madera	1 568	5.1	53 869	0.1	106 648	0.2
Fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles	295	1.0	91 422	0.2	150 583	0.3
Fabricación de muebles de madera	856	2.8	216 016	0.5	467 427	0.8
Fabricación de pastas de celulosa, papel y cartón	66	0.2	992 261	2.3	1 167 480	2.0

(*) MENOR DE 0.1%

CUADRO # 2 (continuación)

Sub-Grupos	Número de Establecimientos		Capital Invertido		Producción Bruta	
	Total	%	Total	%	Total	%
Fabricación de artículos de papel, cartón y pastas de celulosa	288	0.9	709 404	1.7	1 155 502	2.0
Imprentas, editoriales e industrias conexas	2 361	7.6	2 163 098	5.1	2 822 966	4.9
Industrias del cuero y productos del cuero, - piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir	446	1.4	248 112	0.6	370 301	0.7
Fabricación y reparación de productos de hule	798	2.6	1 098 422	2.6	1 797 241	3.1
Fabricación de productos químicos esenciales, inclusive abonos	95	0.3	1 334 030	3.2	1 420 380	2.5
Producción de aceites y grasas vegetales y animales para usos industriales	11	(*)	12 001	(*)	31 094	0.1
Fabricación de pinturas, barnices y lacas	80	0.3	414 757	1.0	627 688	1.1
Fabricación de productos químicos diversos	1 439	4.7	5 764 901	13.6	8 172 430	14.2
Refinación de petróleo crudo y regeneración - de aceites lubricantes	13	0.1	128 104	0.3	249 687	0.4
Fabricación de productos diversos obtenidos - del petróleo y del carbón mineral	15	(*)	14 132	(*)	20 968	(*)
Fabricación de productos de arcilla para la - construcción	416	1.3	121 240	0.3	119 471	0.2
Fabricación del vidrio y productos del vidrio	183	0.6	601 950	1.4	569 254	1.0
Fabricación de artículos de barro, loza y porcelana	58	0.2	150 107	0.4	155 510	0.3
Fabricación de cemento hidráulico	4	(*)	810 454	1.9	300 156	0.7
Fabricación de productos de minerales no metálicos, no clasificados en otra parte	606	2.0	701 659	1.7	798 404	1.4
Industrias básicas del hierro y el acero	66	0.2	1 288 206	3.1	2 150 358	3.7
Industrias básicas de metales no ferrosos	56	0.2	1 199 490	2.8	1 706 708	3.0
Fabricación y reparación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo de transporte	1 005	3.2	2 338 299	5.5	3 207 094	5.6
Fabricación y reparación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo de transporte	2 971	9.6	1 082 185	2.6	1 437 628	2.5
Construcción y reparación de máquinas, excepto la maquinaria eléctrica	1 308	4.2	1 147 963	2.7	1 264 731	2.2
Fabricación de maquinaria e instrumentos eléctricos	158	0.5	1 090 548	2.6	1 272 076	2.2
Fabricación y reparación de aparatos, artefactos, materiales y accesorios eléctricos y electrónicos	2 829	9.1	2 607 594	6.2	3 490 264	6.1
Construcción, ensamble y reparación de vehículos automóviles, incluye tractores automotrices para trailers	197	0.6	4 204 581	9.9	4 797 461	8.4
Construcción y reparación de otro equipo de transporte y fabricación de sus partes	695	2.2	189 154	0.4	225 691	0.4
Fabricación, ensamble y reparación de instrumentos profesionales científicos, de medida y de control	61	0.2	97 814	0.2	96 074	0.2
Fabricación, ensamble y reparación de aparatos fotográficos e instrumentos de óptica	99	0.3	51 142	0.1	65 567	0.1
Fabricación, ensamble y reparación de relojes	716	2.3	10 600	(*)	16 331	(*)
Fabricación y reparación de joyas y artículos - conexas	922	3.0	130 829	0.3	209 209	0.4
Fabricación y reparación de instrumentos musicales y fabricación de discos fonográficos	97	0.3	209 114	0.5	251 539	0.4
Industrias manufactureras diversas	708	2.3	307 732	0.7	411 067	0.7
Otros (1)	3	(*)	660 493	1.6	719 735	1.3

(*) MENOR DE 0.1%

FUENTE: CENTRO DE ESTUDIOS ECONOMICOS DEL SECTOR PRIVADO A. C. "ANÁLISIS DE LA POTENCIALIDAD ECONOMICA DEL AREA METROPOLITANA" 1970

de Pémex, Termoeléctricas de la C. F. E., y Plantas de Concreto Asfáltico del D. D. F.

Entre los subgrupos mencionados y los de menor importancia para este estudio, se cuentan 30,942 establecimientos industriales ubicados en el Area Metropolitana en 1970.

Del análisis del tipo de emisiones de las actividades industriales presentadas en los distintos subgrupos, se concluyó que la principal fuente de emisión de contaminantes gaseosos es la combustión. Combustión de distintos combustibles industriales en calderas de tipos y tamaños variados, de hornos, quemadores, calentadores para operaciones industriales de muchos tipos como transmisión de calor, destilaciones, incineraciones, evaporaciones, sublimaciones y fundiciones, generación de energía mecánica en motores, secado, generación de vapor para servicio, etc. Se estima que los contaminantes de origen industrial, una cantidad del orden del 75% provienen de combustibles (combustión), excepto en el caso de las emisiones de Oxido de Azufre e hidrocarburos principalmente, en las que se cree que sea del 50 al 60% proveniente de combustiones.

No desconocemos las emisiones originadas por distintos procesos industriales, como en la elaboración y manejo de variados productos químicos o las emisiones por la simple evaporación de combustibles o sustancias volátiles, sin embargo no se pudo disponer de información suficiente que sirviera de base para efectuar cálculos o estimaciones de confiabilidad, además de que sí se pudo constatar que la fuente principal, era la combustión de distintos tipos de energéticos.

V SELECCION DE LAS ZONAS MAS INDUSTRIALIZADAS
DEL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO
Y LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO.

El presente trabajo pretende, como ya se había hecho mención, -
analizar las emisiones debidas a los procesos industriales, para lo cual -
se determinó la situación actual de la industria en el Area (ver cuadro # 3).
Ya que se determinarán las emisiones por zonas, se distribuyó el grado -
de industrialización en las distintas zonas que componen el Area Metro -
litana, como lo indica el siguiente cuadro (# 4).

El criterio que se ha seguido para seleccionar las zonas más indus -
trializadas, ha sido el de la producción. Si bien no se puede asegurar que -
las zonas que tienen los más altos índices de producción global son las -
que más contaminan la atmósfera, se consideró que esta correlación no -
se aparta mucho de la realidad actual.

En base a la información industrial recolectada, se concluyó que -
la zona de mayor grado de industrialización es la delegación de Atzacot -
zalco; esta zona cuenta con 545,513 habitantes (según censo en 1970) dis -
tribuidos en 34.5 Km^2 , lo que le dá el décimo cuarto lugar en densidad -
demográfica entre todas las zonas del Area Metropolitana con 15,812 habi -
tantes por Km^2 . Estos datos nos hacen reflexionar en el alcance que sobre -
la salud de la población tiene la contaminación por zonas. La zona que -
ocupa el primer lugar de densidad demográfica, es el Cuartel IV, teniendo
 $30,274.1$ habitantes por Km^2 , y le corresponde el décimo primero en grado

CUADRO # 3

SITUACION ACTUAL DE LAS INDUSTRIAS

EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

Cuarteles, Delegaciones y Municipios	Número de Establecimientos		Capital Invertido		Producción Bruta	
	Total	%	Total	%	Total	%
TOTAL AREA METROPOLITANA	30 942	100.0	42 327 871	100.0	57 430 892	100.0
<u>Cuarteles:</u>	21 669	70.0	15 459 617	36.5	23 230 159	40.4
I	3 535	11.4	1 180 824	2.8	1 923 341	3.3
II	1 925	6.2	954 475	2.3	1 417 090	2.5
III	2 495	8.1	746 801	1.8	1 218 053	2.1
IV	2 554	8.3	1 121 491	2.6	1 610 161	2.8
V	997	3.2	1 750 462	4.1	2 700 640	4.7
VI	1 303	4.2	615 794	1.5	967 038	1.7
VII	1 428	4.6	842 003	2.0	1 091 315	1.9
VIII	1 785	5.8	626 653	1.5	1 075 064	1.9
IX	1 801	5.8	4 853 923	11.5	7 335 033	12.8
X	941	3.0	1 399 805	3.3	1 773 004	3.1
XI	895	2.9	466 995	1.1	784 862	1.4
XII	2 014	6.5	900 386	2.1	1 348 750	2.3
<u>Delegaciones:</u>	7 824	25.3	13 958 529	33.0	19 056 824	33.2
Atzacapatzalco	1 888	6.1	6 390 650	15.1	9 443 657	16.4
Coyoacán	873	2.8	1 313 623	3.1	1 788 619	3.1
Cuajimalpa	39	0.1	119 338	0.3	126 432	0.2
Villa Gustavo A. Madero	2 087	6.8	2 474 466	5.8	3 294 112	5.7
Ixtacalco	1 028	3.3	497 775	1.2	765 424	1.3
Ixtapalapa	1 011	3.3	1 072 979	2.5	1 351 135	2.4
La Magdalena Contreras	43	0.1	26 743	0.1	34 329	0.1
Milpa Alta	28	0.1	178	(*)	369	(*)
Villa Alvaro Obregón	548	1.8	1 605 032	3.8	1 582 452	2.8
Tláhuac	40	0.1	10 573	(*)	16 261	(*)
Tlalpan	138	0.5	356 868	0.8	515 279	0.9
Xochimilco	108	0.4	90 254	0.2	138 556	0.2
<u>Municipios (Edo. de México):</u>	1 449	4.7	12 909 725	30.5	15 143 909	26.4
Cuautlilán	65	0.2	456 579	1.1	476 892	0.8
Ecatepec	253	0.8	3 536 475	8.4	3 991 854	7.0
Naucalpan	691	2.2	4 115 901	9.7	4 595 605	8.0
Tlalnepantla	381	1.2	3 728 197	8.8	4 473 945	7.8
Tultitlán	27	0.1	987 091	2.3	1 531 900	2.7
Zaragoza	32	0.1	85 482	0.2	73 723	0.1

(*) MENOR DE 0.1%

FUENTE: misma cuadro anterior

CUADRO # 4

IMPORTANCIA INDUSTRIAL POR ZONAS

EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

	ZONA	PRODUCCION BRUTA *	PARTICIPACION
1o.	Atzacapotzalco	9,443,667	16.4 %
2o.	Cuartel IX	7,335,033	12.8 %
3o.	Naucalpan	4,595,605	8.0 %
4o.	Tlanepantla	4,473,945	7.8 %
5o.	Ecatepec	3,991,854	7.0 %
6o.	Villa G. A. Madero	3,294,112	5.7 %
7o.	Cuartel V	2,700,640	4.7 %
8o.	Cuartel I	1,923,341	3.3 %
9o.	Coyoacan	1,788,619	3.1 %
10o.	Cuartel X	1,773,804	3.1 %
	Las demás	16,110,272	28.1 %
	T o t a l	57,430,892	100.0 %

(*) miles de pesos al año.

FUENTE: Cuadro # 3

de industrialización con 2,554 establecimientos industriales, que implican un capital invertido de 1,121 millones de pesos y una producción bruta anual de 1,610 millones de pesos, que participa con el 2.8% de la producción de toda el Area Metropolitana. Este tipo de consideraciones se pueden apreciar del cuadro en el que se presenta información de todas las zonas del Area.

En base a la producción industrial bruta, se seleccionaron las zonas de mayor industrialización, las que analizaremos con mayor detalle para evaluar la emisión de contaminantes atmosféricos. Los resultados de esta selección se presentan en el cuadro # 4, que como se indica son las 30 zonas en que se subdividió al Area Metropolitana, las 10 más industrializadas. Estas 10 zonas representan el 71.9% de la producción total del Area Metropolitana.

A fin de determinar la concentración de varios contaminantes atmosféricos, se encuentran distribuidas en el Area 14 estaciones de monitoreo. El equipo de muestreo es similar al de los laboratorios de Warren Spring, y consta de equipo de reflectometría para humo, bujía de Peróxido de Plomo y WHO. Una de las estaciones está equipada para determinar aldehídos y ozono, y otra para Monóxido de Carbono.

Los muestreos se efectúan continuamente. Las determinaciones que se efectúan son: Polvos en Suspensión, Polvos Sedimentables, Índice de Sulfatación, Dióxido de Azufre, Oxidos de Nitrógeno, Aldehídos, Ozono y Monóxido de Carbono.

Como se mencionaba, no todas las estaciones están equipadas para realizar todas las determinaciones; en el caso del Monóxido de Carbono, - que es el contaminante que hemos considerado de mayor importancia por - su abundancia y toxicidad, sólo se determina en una estación.

En el mapa # 2, se ilustra la localización de las estaciones de mo - nitoreo en las distintas zonas del Area Metropolitana, en donde se ve que - las zonas que cuentan con monitor son: Cuarteles IX; III; I; XI; XII; VII; - VIII; Delegaciones de Villa Gustavo A Madero, Coyoacán, Villa Alvaro - Obregón e Ixtapalapa, y el Municipio de Tlanepantla.

VI EVALUACION DE LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

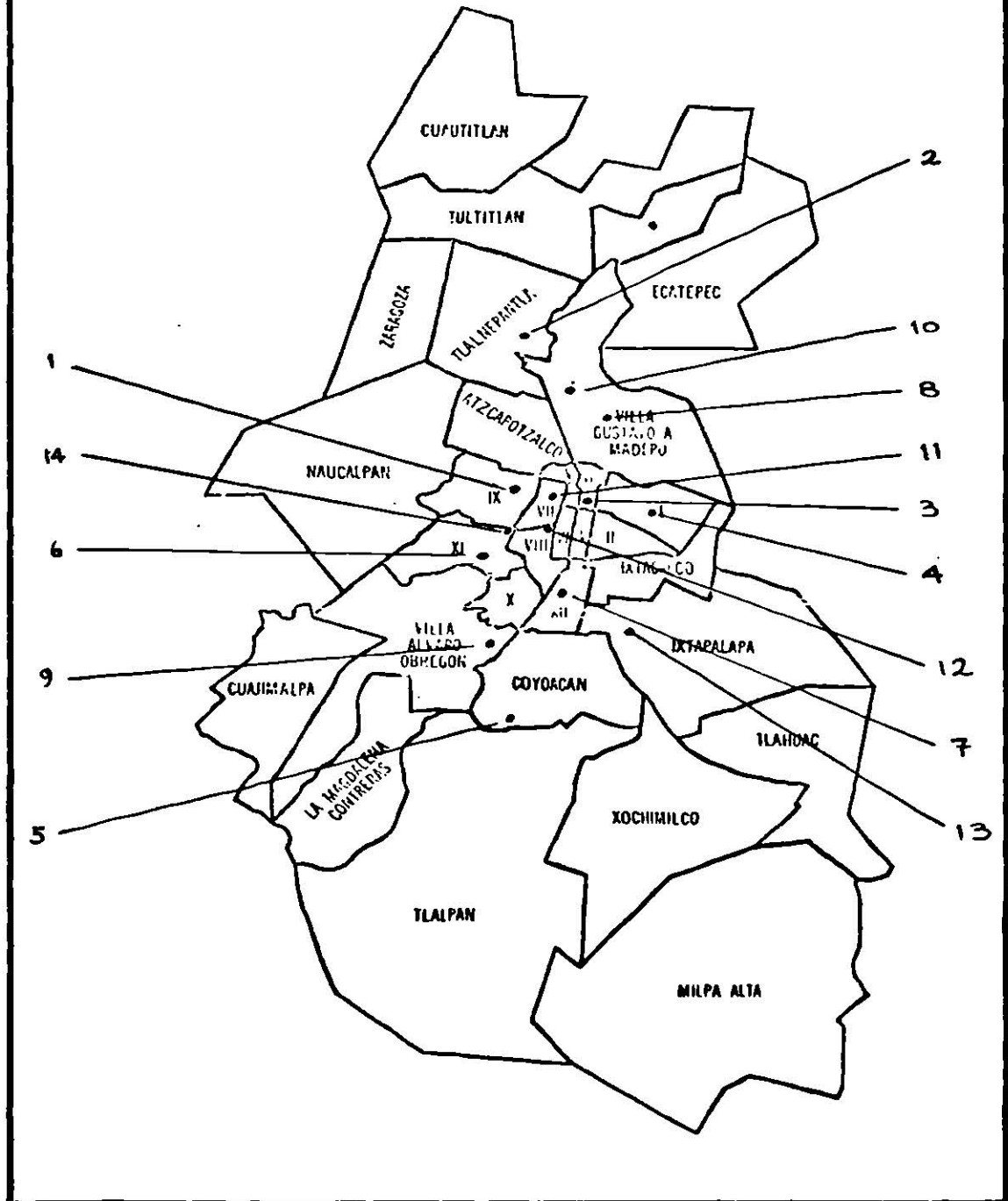
Se han efectuado en México distintas evaluaciones de las emisiones de contaminantes atmosféricos, se han seguido métodos simplistas y méto - dos muy exóticos. Fácilmente se encuentran disponibles evaluaciones de - la emisión debida a vehículos de combustión interna, sin embargo nuestra - intención es enfocar la evaluación a las emisiones originadas en los pro - cesos estacionarios que hemos denominado emisiones de origen industrial.

La información disponible o los trabajos realizados sobre este tipo de emisiones, no son abundantes y generalmente son parciales en sus con - sideraciones, o abarcan solo parte de lo que podría ser un análisis global.

De seamos puntualizar que nuestro estudio no pretende hacer una -

MAPA # 2

LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO



evaluación completa y absoluta, y estamos conscientes de que se omitieron muchos factores y aspectos que debían haberse tomado en cuenta, así mismo se hicieron cálculos con información que en ocasiones data de hace más de 3 años, y la situación industrial y de contaminación es súmamente-dinámica y cambiante. La información que hemos consultado respecto a la contaminación y a los equipos para controlarla, se encontraba en una etapa de innovaciones y cambios, así como en los aspectos legales, jurídicos y administrativos que giran alrededor del problema de la contaminación. Aceptamos pues, la probabilidad de que en el momento en que este trabajo sea leído, parte del mismo sea obsoleto, o algunos equipos hayan sido superados, o se hayan efectuado evaluaciones mucho más precisas y completas sobre este tema. El estudio, sin embargo, se trató de hacer en forma metódica y tomando en cuenta toda la información, que a nuestro juicio, era la más reciente y confiable; en los casos en que fué imposible lograrlo, se ha aclarado y se ha hecho referencia a la fuente, o se ha indicado el razonamiento seguido para hacer cierta evaluación o estimación.

Habiendo expuesto las consideraciones anteriores, que son de suma importancia, exponemos a continuación la metodología que se siguió para evaluar las emisiones de contaminantes.

Al enfrentarse a la complejidad del problema de la determinación de las emisiones de contaminantes, se consideró conveniente, a fin de proporcionar conclusiones globales y de que la información presentada fuera de mayor representatividad y utilidad, el evaluar las emisiones

originadas de los vehículos de combustión interna, para que sumándolas a las emisiones por fuentes estacionarias (industriales) obtuviéramos las emisiones totales de contaminantes.

Esta evaluación (de industria y vehículos) se hizo por zonas, clasificándolas por importancia industrial, como ya se había señalado.

En la tabla # 1 se hizo una distribución del consumo diario de combustibles para la transportación. El criterio que se siguió para obtener la distribución, fué el de importancia de tráfico de automóviles y de importancia en tráfico de vehículos de carga. La distribución del consumo de energéticos para automóviles se consideró semejante a la distribución de establecimientos comerciales, ya que se pudo constatar que las zonas de mayor densidad de tráfico automotriz correspondían a las zonas con mayor número de establecimientos comerciales, salvo algunos casos como en las vías rápidas de comunicación (Anillo Periférico, Viaducto Miguel Alemán, Viaducto Tlalpan y las entradas de las carreteras en los fines de semana o en un período de vacaciones, etc.)

La distribución del tráfico para vehículos de carga se hizo en función del grado de industrialización del que se habló en el inciso anterior.

Haciendo uso de las ventas de Gasolina y Diesel para el Valle de México (reportadas por Petróleos Mexicanos), se llegó a los consumos indicados en la tabla anterior.

TABLA # 1

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLES PARA LA TRANSPORTACION EN LAS ZONAS MAS INDUSTRIALIZADAS DEL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

Z O N A	IMPORTANCIA INDUSTRIAL	IMPORTANCIA EN TRAFICO	CONSUMO DIARIO DE GASOLINAS PARA LA TRANSPORTACION	CONSUMO DIARIO DE DIESEL PARA LA TRANSPORTACION
Atzacapotzalco	16.4%	4.3%	360 m ³	220 m ³
Cuartel IX	12.8%	6.9%	573 m ³	172 m ³
Naucalpan	8.0%	1.2%	100 m ³	107 m ³
Tlanepantla	7.8%	1.0%	83 m ³	104 m ³
Ecatepec	7.0%	0.3%	25 m ³	94 m ³
Villa Gustavo A. Madero	5.7%	9.1%	755 m ³	76 m ³
Cuartel V	4.7%	2.0%	166 m ³	63 m ³
Cuartel I	3.3%	12.7%	1,055 m ³	44 m ³
Coyoacán	3.1%	1.8%	150 m ³	42 m ³
Cuartel X	3.1%	2.2%	183 m ³	42 m ³
Las Demás	28.1%	58.5%	4,850 m ³	376 m ³
T O T A L :	100.0%	100.0%	8,300 m ³	1,340 m ³

Con los factores de emisión en función del consumo de gasolinas (por tipos) y diesel (especial y No 1) reportados en "Environmental Conservation" de febrero de 1972 (Report of National Council Comitee on Environmental Conservation. The Oil and Gas Industries) se calcularon las emisiones por contaminantes en las zonas más industrializadas y en el global del Area Metropolitana, originadas por la Transportación. Los resultados aparecen en la tabla # 2, "Emisión diaria de Contaminantes debida a la transportación, por zonas y tipos de Contaminantes en el Area Metropolitana del Valle de México".

Una vez hecha nuestra evaluación de emisiones de contaminantes debidas a la transportación, evaluaremos las emisiones de origen industrial. Como ya se había mencionado al hablar de los principales contaminantes, la fuente principal de la emisión de contaminantes gaseosos industriales, es la combustión de distintos energéticos (gasolinas, diesel, combustóleo, gas natural, etc.)

La manera de cuantificar las emisiones es semejante a la anterior; en base a información recolectada en la oficina de Higiene Ambiental de Petróleos Mexicanos y en la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, se estimó cual era la proporción que se destinaba a uso industrial de las ventas de combustibles en el Area Metropolitana.

La tabla # 3 presenta la distribución que tiene el consumo de gasolinas, diesel, combustóleo y gas, por sectores.

TABLA # 2

EMISION DIARIA DE CONTAMINANTES DEBIDA A LA TRANSPORTACION, POR ZONAS Y TIPOS DE CONTAMINANTES,
EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

* Tipo de contaminantes

** Factor en Kg/m³

ZONA	CONSUMO DE GASOLINA	KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTES					CONSUMO DE DIESEL	KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTE					TOTAL DE KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTE				
Contaminante	* → ** →	CO 440 Kg/m ³	NO _x 6.8 Kg/m ³	SOLIDOS 1.45 Kg/m ³	SO ₂ 1.33 Kg/m ³	OTROS 32.1 Kg/m ³	* **	NO _x 13.4Kg/m ³	SOLIDOS 13.2Kg/m ³	CO 11.5Kg/m ³	SO ₂ 4.8Kg/m ³	OTROS 21.3Kg/m ³	CO	NO _x	SOLIDOS	SO ₂	OTROS
Atzacapozalco	360 m ³	158,400	2,450	522	479	11,556	220 m ³	2,948	2,904	2,530	1,056	4,686	160,930	5,398	3,426	1,535	16,242
Cuartel IX	573 m ³	252,120	3,896	831	762	18,393	172 m ³	2,305	2,270	1,978	826	3,664	254,098	6,201	3,101	1,588	22,057
Naucalpan	100 m ³	44,000	680	145	133	3,210	107 m ³	1,434	1,412	1,231	514	2,279	45,231	2,114	1,557	647	5,489
Tlanepantla	83 m ³	36,520	564	120	110	2,664	104 m ³	1,394	1,373	1,196	499	2,215	37,716	1,958	1,493	609	4,879
Ecatepec	25 m ³	11,000	170	36	33	803	94 m ³	1,260	1,241	1,081	451	2,002	12,081	1,430	1,277	484	2,805
Villa G.A. Madero	755 m ³	332,200	5,134	1,095	1,004	24,236	76 m ³	1,018	1,003	874	365	1,619	333,074	6,152	2,098	1,369	25,855
Cuartel V	166 m ³	73,040	1,129	241	221	5,329	63 m ³	844	832	725	302	1,342	73,765	1,973	1,073	523	6,671
Cuartel I	1,055 m ³	464,200	7,174	1,530	1,403	33,866	44 m ³	589	581	506	211	937	464,706	7,763	2,111	1,614	34,803
Coyoacán	150 m ³	66,000	1,027	219	200	4,815	42 m ³	563	554	483	202	895	66,483	1,590	773	402	5,707
Cuartel X	183 m ³	80,520	1,244	265	243	5,874	42 m ³	563	554	483	202	895	81,003	1,807	819	445	6,769
Las demás	4,850 m ³	2,134,000	32,980	7,033	6,451	155,685	376 m ³	5,038	4,963	4,324	1,805	8,009	2,138,324	38,018	11,996	8,256	163,694
T O T A L:	8,300 m ³	3,652,200	56,440	12,935	11,039	266,430	1,340 m ³	17,956	17,687	15,410	6,433	28,543	3,667,411	74,404	29,721	17,472	294,971

TABLA # 3

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLES PARA LA INDUSTRIA, POR ZONAS, EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

*Incluye uso doméstico

Z O N A	IMPORTANCIA INDUSTRIAL.	CONSUMO DIARIO DE GASOLINA PARA LA INDUSTRIA	CONSUMO DIARIO DE DIESEL PARA LA INDUSTRIA.	CONSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLE PARA LA INDUSTRIA.	CONSUMO DIARIO DE GAS NATURAL PARA LA IND. *
Atzacapatzalco	16.4%	30.4 m ³	94.3 m ³	902 m ³	733,000 m ³
Cuartel IX	12.8%	23.6 m ³	73.7 m ³	702 m ³	572,000 m ³
Naucalpan	8.0%	15.0 m ³	46.0 m ³	440 m ³	367,000 m ³
Tlanepantla	7.8%	14.4 m ³	44.9 m ³	427 m ³	348,000 m ³
Ecatepec	7.0%	12.9 m ³	40.3 m ³	385 m ³	313,000 m ³
Villa G.A. Madero	5.7%	10.5 m ³	32.8 m ³	313 m ³	255,000 m ³
Cuartel V	4.7%	8.7 m ³	27.6 m ³	258 m ³	210,000 m ³
Cuartel I	3.3%	6.1 m ³	19.0 m ³	181 m ³	147,000 m ³
Coyoacán	3.1%	5.7 m ³	17.8 m ³	170 m ³	138,000 m ³
Cuartel X	3.1%	5.7 m ³	17.8 m ³	170 m ³	138,000 m ³
Las demás	28.1%	52.0 m ³	161.8 m ³	1,545 m ³	1,259,000 m ³
T O T A L :	100.0%	185.0 m ³	576.0 m ³	5,493 m ³	4,480,000 m ³ (a) STP

Partiendo de esa información distribuida en función del grado de industrialización que en base al censo de 1970 reporta el Centro de Estudios Económicos del Sector Privado A. C., se hizo el cálculo de emisión de contaminantes, por estos conceptos, en el Area Metropolitana. Los factores que se usaron fueron los reportados en el "Environmental Conservation" y son los correspondientes a este tipo de emisiones para este tipo de combustibles.

Las tablas # 4 y # 5 presentan las emisiones por concepto de consumo de gasolinas, diesel, combustóleo y gas natural, reportando emisiones de CO, SO₂, NO_x, sólidos, y otros, así también se indican los factores usados en la evaluación.

Por último, para cuantificar la emisión diaria de contaminantes originada por fuentes industriales, la tabla # 6 presenta la suma de emisiones por tipo de contaminante donde se puede apreciar que a diferencia de las emisiones vehiculares, el contaminante emitido en mayor cantidad es el Dióxido de Azufre y no el Monóxido de Carbono. Las emisiones diarias de SO₂ en toda el Area Metropolitana son de 299,660.7 Kg, teniendo la delegación de Atzacapotzalco que es la más importante en industrialización, una participación del 16.4% con 49,205.7 Kg de SO₂ emitidos diariamente.

Disponiendo ya de la información de fuentes de emisiones debidas a la transportación y fuentes industriales, se calculó el total de emisiones de contaminantes en el Area Metropolitana, total correspondiente a fuentes cuya operación contaminadora es la combustión. La tabla # 7 presenta el -

TABLA # 4

EMISION DIARIA DE CONTAMINANTES, DEBIDA AL CONSUMO DE GASOLINAS Y DIESEL PARA USO INDUSTRIAL
POR ZONAS Y TIPOS DE CONTAMINANTES, EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

Z O N A	CONSUMO DE GASOLINA	KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTE					CONSUMO DE DIESEL	KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTE				
		CO Kg/m ³	NOx Kg/m ³	SOLIDOS Kg/m ³	SO2 Kg/m ³	OTROS Kg/m ³		NOx Kg/m ³	SOLIDOS Kg/m ³	CO Kg/m ³	SO2 Kg/m ³	OTROS Kg/m ³
Atzacapotzalco	30.4 m ³	13,376	207	44	40	976	94.3 m ³	1,264	1,245	1,084	453	2,009
Cuartel IX	23.6 m ³	10,384	161	34	31	758	73.7 m ³	987	973	848	354	1,570
Naucalpan	15.0 m ³	6,600	102	22	20	482	46.0 m ³	616	607	529	221	980
Tlanepantla	14.4 m ³	6,336	98	21	19	462	44.9 m ³	600	593	516	216	956
Ecatepec	12.9 m ³	5,676	88	19	17	414	40.3 m ³	540	532	463	193	858
Villa G.A. Madero	10.5 m ³	4,620	71	15	14	337	32.8 m ³	440	433	377	157	698
Cuartel V	8.7 m ³	3,828	59	13	12	279	27.6 m ³	370	364	317	132	588
Cuartel I	6.1 m ³	2,684	41	9	8.0	196	19.0 m ³	255	250	219	91	405
Coyoacán	5.7 m ³	2,508	39	8	8.0	183	17.8 m ³	239	235	205	85	379
Cuartel X	5.7 m ³	2,508	39	8	8.0	183	17.8 m ³	239	235	205	85	379
Las Demás	52.0 m ³	22,880	353	75	69	1,669	161.8 m ³	2,168	2,136	1,861	777	3,446
T O T A L :	185.0 m ³	81,400	1,258	268	246	5,939	576.0 m ³	7,718	7,603	6,624	2,764	12,268

TABLA # 5

EMISION DIARIA DE CONTAMINANTES, DEBIDA AL CONSUMO DE COMBUSTOLEO Y GAS NATURAL PARA USO INDUSTRIAL, POR ZONAS Y TIPOS DE CONTAMINANTES, EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

Z O N A	CONSUMO DE COMBUSTIBLEO	KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTE.					CONSUMO DE GAS NATURAL*	KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTE.				
		SO2	NOx	SOLIDOS	CO	OTROS		NOx	CO	SO2	OTROS	
		Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3		Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3
	Contaminante	54	2	1.8	0.24	0.24	(a) STP	0.0027	6.4x10 ⁻⁶	6.4x10 ⁻⁶	0.0007	
		Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3		Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3	NOHAY
Atzacapotzal co.	902 m ³	48,708	1,804	1,624	216	216	733,000 m ³ (g)	1,979	4.69	4.69	513	-
Cuartel IX	702 m ³	37,908	1,404	1,264	169	169	572,000 m ³ (g)	1,544	3.66	3.66	400	-
Naucalpan	440 m ³	23,760	880	792	106	106	367,000 m ³ (g)	991	2.35	2.35	257	-
Tlanepantla	427 m ³	23,058	854	769	102	102	348,000 m ³ (g)	940	2.23	2.23	244	-
Ecatepec	385 m ³	20,790	770	693	92	92	313,000 m ³ (g)	845	2.0	2.0	219	-
Villa G.A. Madero	313 m ³	16,902	626	563	75	75	255,000 m ³ (g)	688	1.63	1.63	178	-
Cuartel V	258 m ³	13,932	516	464	62	62	210,000 m ³ (g)	567	1.35	1.35	147	-
Cuartel I	181 m ³	9,774	362	326	43	43	147,000 m ³ (g)	397	0.94	0.94	103	-
Coyoacán	170 m ³	9,180	340	306	41	41	138,000 m ³ (g)	373	0.88	0.88	97	-
Cuartel X	170 m ³	9,180	340	306	41	41	138,000 m ³ (g)	373	0.88	0.88	97	-
Las Demás	1,545 m ³	83,430	3,090	2,781	371	371	1,259,000 m ³ (g)	3,399	8.06	8.06	881	-
T O T A L :	5,493 m ³	296,622	10,986	9,888	1,318	1,318	4,480,000 m ³ (g)	12,096	28.67	28.67	3,136	-

*Incluye uso doméstico.

TABLA # 6

EMISION TOTAL DIARIA DE CONTAMINANTES DERIDA AL CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA USO INDUSTRIAL, POR ZONAS Y TIPOS DE CONTAMINANTES EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

Z O N A	TOTAL DE KILOGRAMOS EMITIDOS POR CONTAMINANTE				
CONTAMINANTE →	CO	NO _x	SOLIDOS	SO ₂	OTROS
ATZCAPOTZALCO	14,680.69	5,254.00	2,913.00	49,205.69	3,714.00
CUARTEL IX	11,404.66	4,096.00	2,271.00	38,296.66	2,897.00
NAUCALPAN	7,237.35	2,589.00	1,421.00	24,003.35	1,825.00
TLANEPANTLA	6,956.23	2,492.00	1,383.00	23,295.23	1,764.00
ECATEPEC	6,233.00	2,243.00	1,244.00	21,002.00	1,583.00
VILLA G.A. MADERO	5,073.63	1,825.00	1,011.00	17,074.63	1,288.00
CUARTEL V	4,208.35	1,512.00	841.00	14,077.35	1,076.00
CUARTEL I	2,946.94	1,055.00	585.00	9,873.94	747.00
COYOACAN	2,754.88	991.00	549.00	9,273.88	700.00
CUARTEL X	2,754.88	991.00	549.00	9,273.88	700.00
LAS DEMAS	25,120.06	9,010.00	4,992.00	84,284.06	6,367.00
T O T A L :	89,370.67	32,058.00	17,759.00	299,660.67	22,661.00

TABLA # 7

EMISION TOTAL DE CONTAMINANTES POR ZONAS Y TIPOS DE CONTAMINANTES EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO
DIARIAMENTE

Z O N A	TOTAL DE KILOGRAMOS EMITIDOS, POR CONTAMINANTE					
CONTAMINANTE →	CO	NO _x	SOLIDOS	SO ₂	OTROS	
ATZCAPOTZALCO	175,610.69	10,652.00	6,339.00	50,740.69	19,956.00	
CUARTEL IX	265,502.66	10,297.00	5,372.00	39,884.66	24,954.00	
NAUCALPAN	52,468.35	4,703.00	2,978.00	24,650.35	7,314.00	
TLANEPANTLA	44,672.23	4,450.00	2,876.00	23,904.23	6,643.00	
ECATEPEC	18,314.00	3,673.00	2,521.00	21,486.00	4,388.00	
VILLA G.A. MADERO	338,147.63	7,977.00	3,109.00	18,443.63	27,143.00	
CUARTEL V	77,973.35	3,485.00	1,914.00	14,600.35	7,747.00	
CUARTEL I	467,652.94	8,818.00	2,696.00	11,487.94	35,550.00	
COYOACAN	69,237.88	2,581.00	1,322.00	9,675.88	6,407.00	
CUARTEL X	83,757.88	2,798.00	1,368.00	9,718.88	7,469.00	
LAS DEMAS	2,163,444.06	47,028.00	16,988.00	92,540.06	170,061.00	
OTROS SOLIDOS*	-	-	1,784,000.00	-	-	
T O T A L :	3,756,781.67	106,465.00	1,831,483.00	317,132.67	317,632.00	

* Sólidos emitidos por otras fuentes en el Area Metropolitana, primordialmente tolvaneras, Fábricas de cemento, trituradoras de piedra, fábricas de cal y calidra, etc. Datos evaluados en base a los registros de las estaciones de monitoreo.

total de emisión de los contaminantes estudiados, desglosado en las zonas de mayor importancia industrial; esto no quiere decir que esas zonas sean, en general, las que más contaminantes emiten (por transportación e industrial), pero concluimos que son las de mayor emisión debida a fuentes industriales.

* Estimamos en estos totales de emisión (incluyendo el renglón de otros) cubren más del 85% de las emisiones reales de contaminantes de cualquier especie y por cualquier fuente. Cabe aclarar que en ocasiones se dice que hay emisiones debidas a la incineración de residuos municipales de basura, a este respecto pudimos constatar con fuentes autorizadas, que la basura recogida del Area Metropolitana es desalojada en dos depósitos principales (Santa Fé e Ixtapalapa) sin que se incinere, por lo cual las emisiones son mínimas y corresponden en su gran mayoría a contaminantes biológicos (microorganismos) producto de la putrefacción de la materia orgánica.

* Es importante reflexionar sobre las grandes cantidades de sustancias extrañas, tóxicas para la salud humana, que propician el desequilibrio del medio ecológico al ser arrojadas a la atmósfera diariamente; pero además es importante considerar el hecho de que además del incremento de sustancias ajenas en la atmósfera, toda combustión consume grandes cantidades de oxígeno. Por ejemplo, una tonelada de gasolina (super mexolina) consumida por un automóvil standard en estado satisfactorio, emite aproximadamente los siguientes contaminantes, siendo también de suma importancia el hecho de consumir cierta cantidad de oxígeno:

cantidad consumida de gasolina	740	Kg	(1 m ³)
cantidad emitida de monóxido de carbono	440	Kg	
cantidad emitida de Bióxido de Carbono	1,600	Kg	
cantidad emitida de vapor de agua	990	Kg	
cantidad emitida de Dióxido de Azufre	1.33	Kg	
cantidad emitida de Oxido de Nitrógeno	6.81	Kg	
cantidad emitida de sólidos	1.45	Kg	
cantidad emitida de otros contaminantes	32.1	Kg	
cantidad consumida de oxígeno	2,322	Kg	

O sea, que a condiciones normales 740 Kg de gasolina, requieren -
aproximadamente de 1,620 M³ de oxígeno del aire.

Sabiendo que la superficie total del Area Metropolitana es de - -
2,108.61 Km² podemos elucubrar al respecto de la capacidad de disolución
de contaminantes, cantidad total de oxígeno disponible, inclusive se podría,
tomando en cuenta la velocidad y dirección de los vientos, obtener una -
correlación entre la emisión de contaminantes y la concentración de los -
mismos en un volumen determinado (registros de las estaciones de moni -
toreo). Podría cuantificarse la capacidad de ventilación de determinadas -
zonas correlacionando la emisión de la concentración de determinados con -
taminantes etc.

Ya que el objetivo de nuestro trabajo no es hacer este tipo de esti -
maciones (además de que consideramos que se carecería de información y
decaería en un campo de suposiciones) dejamos las consideraciones ante -
riores como puntos de partida de estimaciones o conclusiones específicas.

CUATRO
PRONOSTICO DE LAS
EMISIONES DE CONTAMINANTES
EN EL AREA METROPOLITANA
DEL VALLE DE MEXICO

La emisión de contaminantes atmosféricos como se ha podido percibir en el capítulo anterior de esta tesis, constituye un problema complejo que cada vez va tomando aspectos de gravedad caracterizándose por no ser un problema estático.

El estado de deterioro que actualmente presenta nuestra atmósfera aún no presenta, en general, características alarmantes sin embargo el desarrollo sigue su curso, el crecimiento demográfico de nuestra ciudad no se detiene y cada vez se requieren más satisfactores para una sociedad que se supera y se desarrolla.

Este dinamismo implica, como se ha podido verificar hasta la fecha, mayor emisión de contaminantes.

Los crecimientos industriales y de vehículos en circulación han reflejado en proporción directa el crecimiento de la contaminación en el Area Metropolitana.

Hemos querido finalizar esta primera parte de nuestro trabajo haciendo un pronóstico de las emisiones de contaminantes en nuestra ciudad. Este pronóstico se realizó considerando las tasas de crecimiento anual que en promedio tuvo el desarrollo de la industria y como complemento se consideró también el crecimiento del número de vehículos en circulación en el Area.

Estos crecimientos se aplicaron a las emisiones evaluadas (las cuales son válidas para el año de 1970 por ser de esa fecha los datos usados en su evaluación) y con eso se obtuvo un pronóstico de emisiones de

contaminantes en la presente década (ver gráficas 2, 3, 4 y 5). En el año de 1977, primer año de gobierno de la próxima administración, hemos considerado, en base a lo sucedido en ocasiones anteriores, que la tasa de crecimiento se verá reducida por la atonía que ha afectado al país en los cambios de gobierno.

Los cálculos de incremento de emisión por contaminante se efectuaron para emisiones vehiculares e industriales y se obtuvo el total ponderado de crecimiento para cada contaminante.

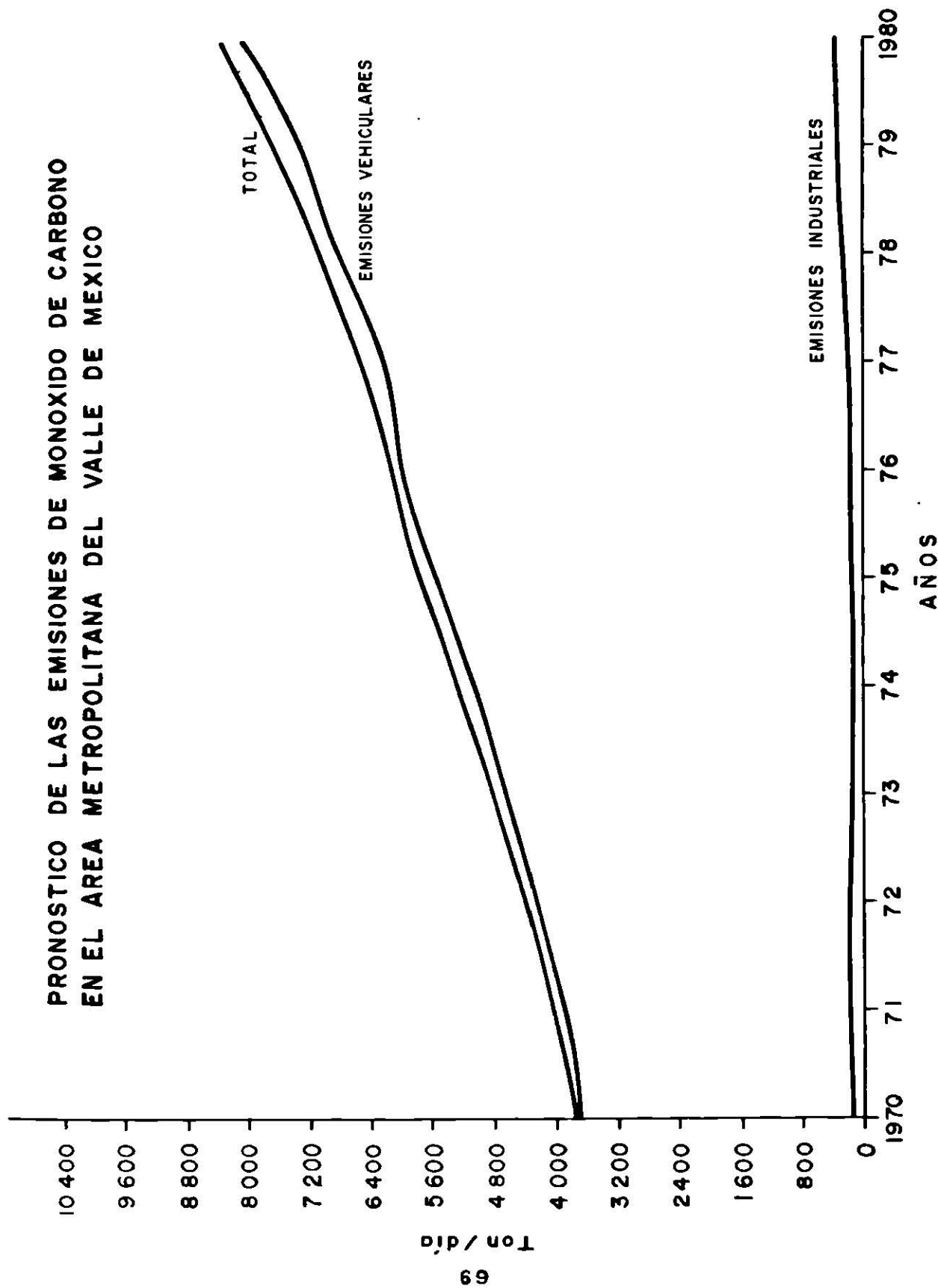
Las tasas de crecimiento fueron obtenidas de la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Industria y Comercio y fueron ratificadas en el Informe Anual del Banco de México.

Las tasas obtenidas fueron: 12.3% para el incremento anual promedio de la producción industrial y 8.5% promedio anual para el crecimiento de vehículos en circulación.

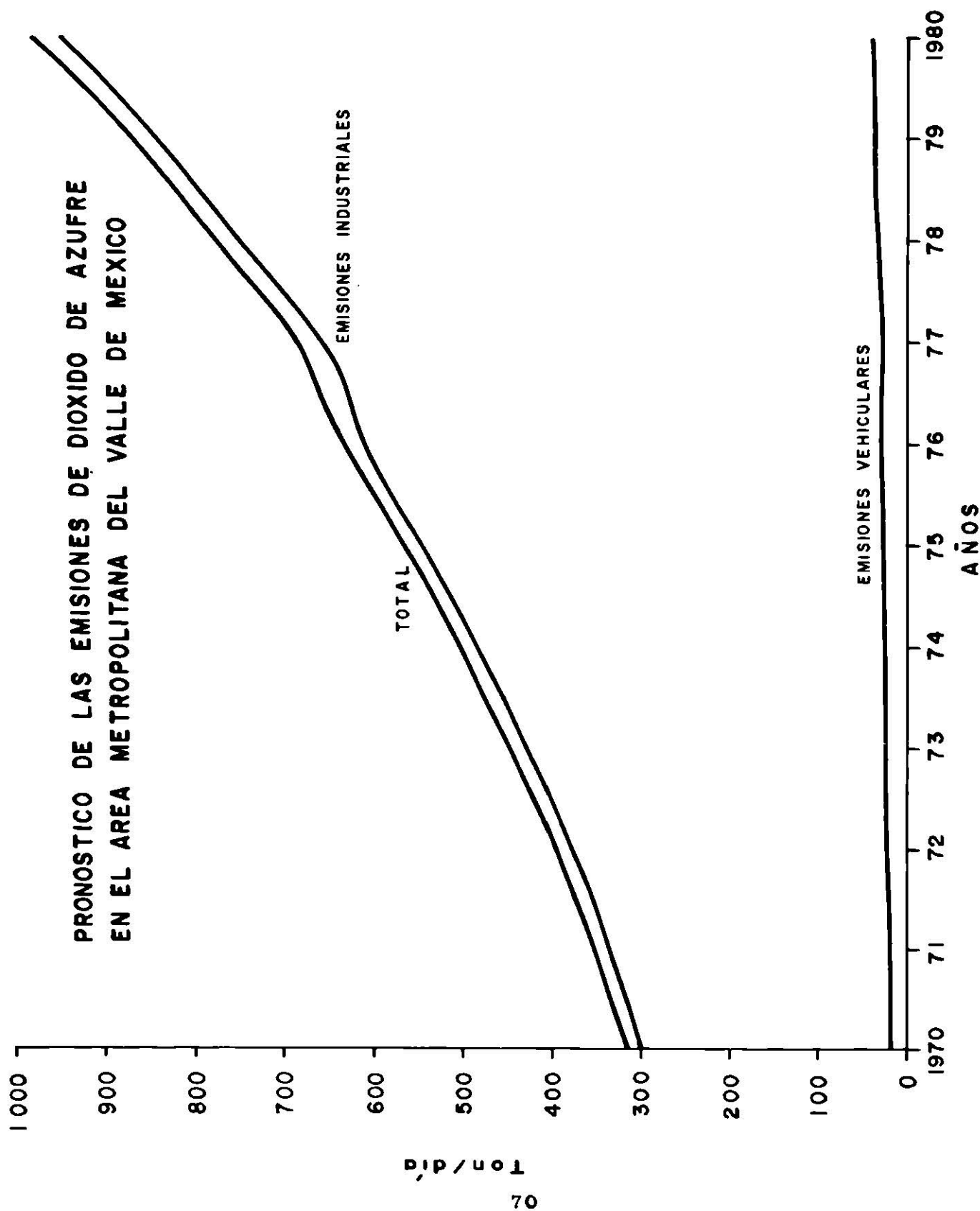
Estamos plenamente conscientes de que los pronósticos presentados adolecen de validez en el sentido de que se están tomando las medidas adecuadas en México y en todo el mundo para abatir y controlar las emisiones de contaminantes. Sin embargo, hemos querido hacer estos pronósticos como si no se fuera a efectuar acción correctiva, debido a que por falta de información, no podríamos intentar hacer pronósticos reales, y para que sirvan de referencia en la cuantificación del problema.

México como país en pleno desarrollo debe tratar de armonizar su industrialización y su crecimiento y adoptar las medidas adecuadas para

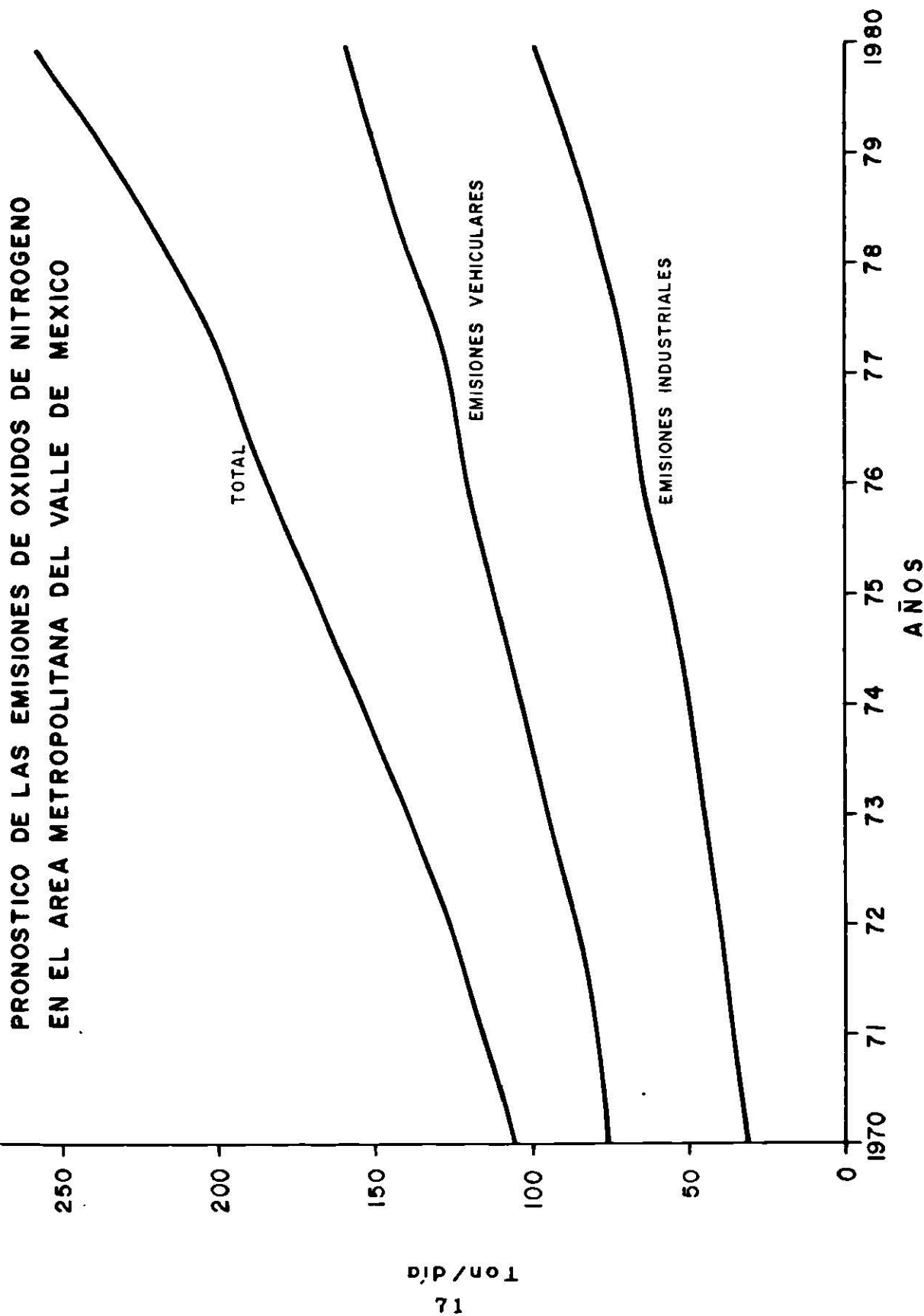
PRONOSTICO DE LAS EMISIONES DE MONOXIDO DE CARBONO EN EL AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO



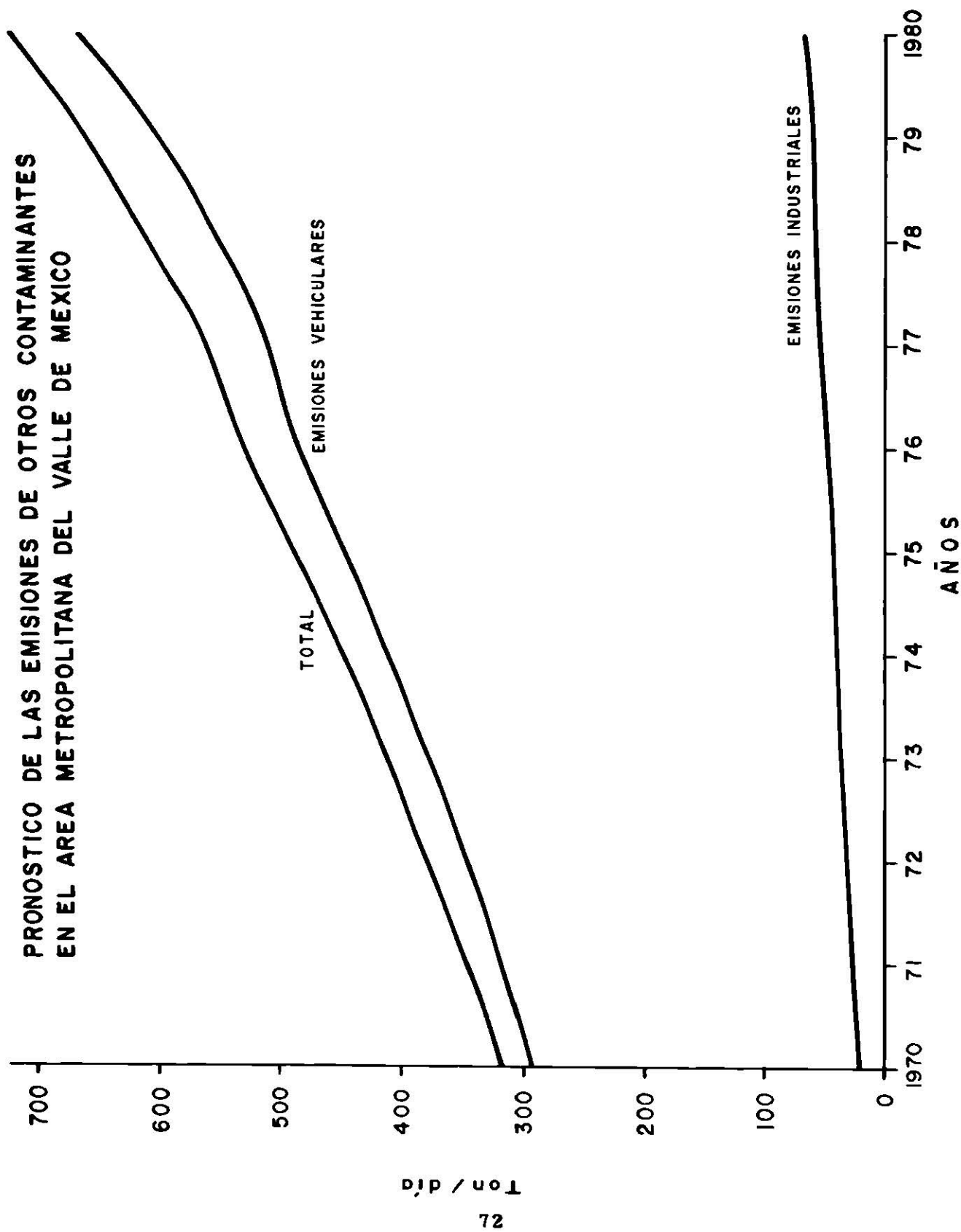
FUENTE: DATOS DE CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y DE VEHICULOS EN EL AREA METROPOLITANA
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, S.I.C.



FUENTE: DATOS DE CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y DE VEHICULOS EN EL AREA METROPOLITANA
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, S I C.



FUENTE: DATOS DE CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y DE VEHICULOS EN EL AREA METROPOLITANA
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, S.I.C.



FUENTE: DATOS DE CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y DE VEHICULOS EN EL AREA METROPOLITANA
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, S I C.

darles solución a sus problemas. Como se aprecia en esta primera parte, el problema de la contaminación atmosférica, si bien aun no alcanza niveles de gran gravedad tiende a alcanzarlos, para lo cual nuestros gobernantes, nuestros industriales y en general todos los mexicanos debemos estar conscientes primero del problema y segundo de posibles caminos de solución. En la segunda parte de este estudio se pretende presentar esos posibles caminos de solución al problema de la contaminación atmosférica.

SEGUNDA PARTE

EQUIPOS PARA EL CONTROL DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS POR EMISIONES INDUSTRIALES

INTRODUCCION

El instinto de conservación de la vida, es básico para los seres humanos. En ocasiones puede permanecer latente durante tiempo, pero ante una situación amenazadora, resurge incontenible y vital.

Esta es la impresión que se tiene en la actualidad, cuando la contaminación del ambiente es una amenaza inmediata y directa a la vida del hombre sobre el planeta. Durante años, los higienistas, diversos científicos y quienes se interesaban por esa Ciencia que parecía haber caído en desuso, la Ecología, clamaron repetidamente contra el desperdicio sistemático que el hombre hacía de los recursos que la naturaleza ha puesto a su disposición, así como contra el inadecuado uso de la tecnología moderna y la obsolescencia planeada de sus productos.

Afortunadamente, en todo el mundo se ha despertado una inquietud por la contaminación del ambiente. Los diversos aspectos de ésta, son atacados, generalmente, utilizando la misma tecnología que los produce. La Ecología se ha convertido en una ciencia moderna. Se van encontrando soluciones para reutilizar los desperdicios y eliminar adecuadamente la basura. Se legisla para conservar los recursos naturales y proteger la vida humana. Se crea o se adapta, una tecnología apropiada y específica, para poder auxiliar a las personas responsables de tomar las decisiones respecto al problema de la emisión de contaminantes en las industrias.

Esto será el tema que nos ocupará en la segunda parte de este trabajo, en la que se presentará, en forma de descripción sencilla, todo lo concerniente a solucionar el problema expuesto, tanto en el aspecto legislativo en México como en lo que respecta a los equipos propios para el control de las emisiones industriales de contaminantes en el Area Metropolitana del Valle de México.

U N O

LEY FEDERAL PARA PREVENIR Y
CONTROLAR LA CONTAMINACION
AMBIENTAL. REGLAMENTO.
SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO
DEL AMBIENTE.
OTRAS INSTITUCIONES. SUBSIDIOS.

I LEY FEDERAL PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION AMBIENTAL

1. - Antecedentes

Como primer punto a tratar se expondrá una breve historia de algunos eventos de importancia para el tema, previos a la promulgación de la Ley Federal para prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

El 25 de Agosto de 1965, se estableció la Asociación contra la Contaminación del Agua y del Aire.

El 27 de Abril de 1966, las agrupaciones Society of Automotive Engineers, y la American Society of Mechanical Engineers (Secciones - México) y la Sociedad Mexicana de Neumología y Cirugía del Tórax, A. C., organizaron el primer Symposium Internacional sobre el Control de la Contaminación del Aire.

El 9 de Diciembre de 1968 el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos organizó el primer Symposium Nacional sobre la Contaminación del Aire en la Ciudad de México. Los resultados de dicho Symposium se presentaron a las autoridades a principios de 1970.

El 29 de Junio de 1970, el Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (I . E. P. E. S.) organizó una reunión para el estudio de los problemas del Distrito Federal, en la cual se discutió el tema de la Contaminación del Aire en la Ciudad de México.

El 17 de Agosto de 1970, el Departamento del Distrito Federal creó la oficina para el Estudio y Control de la Contaminación del Aire y del Agua.

En Octubre y Noviembre de 1970, el Licenciado Luis Echeverría -
Alvarez, entonces Presidente electo, organizó comisiones de trabajo inter-
disciplinarias y mixtas para proponer programas de acción a la solución -
del problema de la Contaminación Ambiental.

Todo lo anteriormente mencionado, junto con otros eventos, dió -
lugar a que el 24 de Marzo de 1971 entrara en vigor en nuestro país la -
Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

2. - Descripción de la Ley.

Para efectos de esta Ley se entienden:

a) Por Contaminante.- Toda materia o sustancia ó sus combina -
ciones o compuestos derivados químicos y biológicos, tales como humos, -
polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos, desperdicios y cualesquiera -
otros que al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra, puedan alte-
rar o modificar sus características naturales o las del ambiente; así como
toda forma de energía, como calor, radioactividad, ruidos que al operar -
sobre o en el aire, agua o tierra, altere su estado normal.

b) Por Contaminación.- La presencia en el medio ambiente de uno
o más contaminantes, cualquiera combinación de ellos, que perjudiquen o -
molesten la vida la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o degraa
den la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recur-
sos de la Nación en general, o, de los particulares.

Por lo anterior se deduce que prácticamente toda sustancia que -

pueda alterar la ecología en cualquier forma, es un contaminante y se interpreta que su presencia en el medio ambiente es causa de contaminación.

La Ley cita que el Poder Ejecutivo Federal dictará los decretos y reglamentos que estime pertinentes para:

a) Localizar, clasificar y evaluar los tipos de fuentes de contaminación, señalando las normas y procedimientos técnicos a los que deberán estar sujetos las emanaciones, descargas, depósitos, transportes y, en general, el control de los contaminantes.

b) Poner en vigor las medidas, procesos y técnicas adecuadas para la prevención, control y abatimiento de la contaminación ambiental, indicando los dispositivos, instalaciones, equipos y sistemas de uso obligatorio para dicho efecto.

c) Regular el transporte, composición, almacenamiento, y el uso de combustibles, solventes, aditivos y otros productos que por su naturaleza pueden causar o causen contaminación del ambiente, así como de vehículos y motores de combustión interna.

d) Realizar, contratar y ordenar, según corresponda los estudios, las obras o trabajos, así como la implantación de medidas mediatas o inmediatas que sean aconsejables para prevenir la contaminación del medio ambiente.

e) Decretar la creación de órganos u organismos que estime necesarios, con la estructura y funciones que el propio Poder Ejecutivo les

asigne, en relación con las finalidades que persigue esta Ley. Y,

f) Hacer cumplir las disposiciones de la presente Ley.

Los capítulos 2, 3 y 4 de la Ley cubren en la misma forma exhaustiva, medidas para la prevención y control de los contaminantes del Aire , Agua y Suelo respectivamente.

Las siguientes sanciones aplicables a las violaciones de la Ley se citan en el Capítulo 5.

- 1) Multas de 50 a 100,000 pesos.
- 2) Ocupación temporal, total o parcial de las fuentes contaminantes y multa conforme con la fracción anterior.
- 3) Clausura temporal o definitiva de las fábricas o establecimientos que produzcan o emitan contaminantes y multa de acuerdo con la fracción I.

Además, este capítulo en su artículo # 33, concede acción popular para denunciar ante la autoridad competente todo hecho que contamine el medio ambiente.

La Ley será aplicada por el Ejecutivo Federal, por el conducto de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y del Consejo General de Salubridad, siendo a su vez competentes y en coordinación con ella, la Secretaría de Recursos Hidráulicos en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas; la Secretaría de Agricultura y Ganadería en materia de prevención y control de la contaminación de los suelos; y, la Secretaría

de Industria y Comercio en materia de prevención y control de la contaminación por actividades industriales o comerciales. Son autoridades auxiliares todos los funcionarios y empleados que dependen del Ejecutivo Federal, de los ejecutivos de los estados, de los territorios y de los Ayuntamientos.

II REGLAMENTO

Para regular adecuadamente las diferentes formas de contaminación que pueden producir las materias o sustancias que la citada Ley considera como contaminantes, para evitar que se perjudique o moleste la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna, o, se degrade la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la Nación o de los particulares, se expidió el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, originada por la Emisión de Humos y Polvos, el 8 de Septiembre de 1971.

Sobre este reglamento, el Ingeniero Alejandro Alvarez Guerrero, Presidente de la Confederación de Cámaras Industriales de la República Mexicana (C.O.N.C.A.M.I.N.) 1972, dijo lo siguiente en una sesión de la Comisión Nacional Tripartita:

"El Reglamento se dividió en nueve capítulos:

El primero, denominado "Disposiciones Generales", precisa que regirá para toda la República, y determina su materia en cuanto a la contaminación originada por la emisión de humos y polvos, así como las atribuciones que corresponden a las autoridades que deben intervenir en su aplicación y la posibilidad de algunas medidas, que estimulen la descentraliza-

ción industrial y faciliten a quienes tienen la responsabilidad de las fuentes de contaminación, la adquisición e instalación de equipos adecuados para prevenir y controlar la contaminación ambiental.

El capítulo segundo, denominado "Emisión de Humos y Polvos", contiene disposiciones de orden técnico tendientes a prevenir, controlar y abatir la contaminación atmosférica originada por la emisión de humos provenientes de fuentes estacionarias, y móviles, comprendiendo los vehículos automotores, así como por la emisión de polvos provenientes de fuentes estacionarias incluyendo los polvos fugitivos.

En el capítulo tercero, titulado "Medidas de Orientación y Educación", se destaca la colaboración de los diversos sectores de la población para dar a conocer y difundir el problema de la contaminación atmosférica, originado por la emisión de humos y polvos, y se establecen atribuciones a cargo de las diversas dependencias del Gobierno Federal y de las autoridades, que en la Ley se denominan auxiliares, para coadyuvar en estas actividades.

En los capítulos cuarto, quinto y sexto denominados respectivamente, "Vigilancia e Inspección"; "Sanciones"; y Procedimientos para aplicar las Sanciones", se establece la forma en que la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y en su caso, las demás dependencias que intervienen en la aplicación del Reglamento, deben vigilar su cumplimiento, los requisitos para practicar las inspecciones, las medidas para los casos de infracciones y los procedimientos para aplicar las sanciones.

En la elaboración de estos tres capítulos se tuvo especial cuidado de establecer procedimientos adecuados para que la actuación de las

autoridades se encuentre ajustada a los preceptos constitucionales, y, además, el propósito de lograr mediante la vigilancia una mayor efectividad en el control de las fuentes contaminantes.

En el capítulo séptimo, titulado "Recurso Administrativo de Inconformidad", se desarrolla el procedimiento para que los afectados por una resolución administrativa dispongan del medio jurídico para que sea revisada por autoridades superiores.

En el capítulo octavo, de "Acción Popular", se establecen los procedimientos para obtener la colaboración más amplia de los habitantes de la República, con el fin de conocer y localizar las posibles fuentes de contaminación.

En el capítulo noveno, titulado "Definiciones", se expresa el contenido de algunos de los conceptos técnicos usados en el Reglamento.

Finalmente en los artículos transitorios se establecen, con un criterio ajustado a nuestra realidad, disposiciones que permitan a las industrias y a los propietarios de vehículos automotores, estar en posibilidad, en plazos razonables, de cumplir con las normas técnicas de control.

El Reglamento fue formulado por la Comisión Jurídica para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, presidida por el Procurador General de la República, con la colaboración de las representaciones obrera y empresarial. Participaron también los técnicos de las Secretarías de Salubridad y Asistencia y de Recursos Hidráulico, del Departamento

del Distrito Federal, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, del -
Estado Mayor Presidencial, de Petróleos Mexicanos, del Instituto del -
Petróleo, del Bufete Industrial, del Congreso del Trabajo y de los secto -
res industriales del País".

Al final del trabajo, se anexa un folleto emitido por la Secretaría -
de Salubridad y Asistencia, que contiene la citada Ley y su Reglamento.

III SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE.

Conjuntamente se creó, por medio de la Secretaría de Salubridad -
y Asistencia, la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.

La Dirección General de Investigación de esta dependencia tiene -
como antecedentes, los siguientes:

La dirección, antes denominada de Higiene Industrial, posterior -
mente de Higiene del Ambiente con cuyo nombre y a partir de 1970 estuvo -
ubicada en el primer piso del edificio del Instituto de Salubridad y Enfermede
dades Tropicales en Carpio 470, a partir de 1972 pasó a formar parte de -
la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente con el nombre de Dirección
General de Investigación.

Laboran en ella actualmente 50 personas en total de las que 6 son -
médicos, 2 ingenieros, 2 químicos y 1 abogado. Trabajan también 1 enferme
mera, 1 técnico en estadística y 15 elementos considerados como subpro -
fesionales o subtécnicos. En el grupo administrativo trabajan 9 secreta -
rias, de las cuales 1 está encargada de las labores administrativas, - -

1 bibliotecaria y encargada de inventarios, 1 impresor, 2 elementos a cargo del archivo y correspondencia, 3 choferes y 6 elementos de intendencia.

El presupuesto anual de egresos asciende a la suma de \$ 1.647,525.40 de los que \$ 1.360,670.40 (82%) se destina al pago de personal y \$ 286,855.00 (18%), a Servicios Generales y de Administración.

OBJETIVOS:

Estos son: Conservación y mejoramiento de la salud de los trabajadores de la industria no federal y control de la contaminación del ambiente.

FUNCIONES:

De consulta, asesoría y técnico-normativas sobre higiene industrial y del ambiente.

ACTIVIDADES QUE SE ESTAN DESARROLLANDO:

1) Visitas técnicas a empresas para encuesta y evaluación de los ambientes de trabajo, mediante la identificación y medición del riesgo usando técnicas especializadas o colectando muestras para análisis y cuantificación. Observación y análisis de materias primas empleadas, procesos industriales, productos, subproductos, desechos y su tratamiento, sistemas o dispositivos de control de riesgos elementos de protección personal, etc., investigación de daños o enfermedades en trabajadores expuestos, haciendo exámenes médicos con pruebas especiales y análisis de productos biológicos.

2) Investigación de la contaminación del aire. Se atienden 10 estaciones muestreadoras que funcionan ininterrumpidamente en el Valle de México y la estación central instalada en el edificio de la propia Dirección. Se colectan muestras de aire y se analizan diariamente. Han sido dotados y adiestrados elementos de los Servicios Coordinados de Salud Pública de Guadalajara, Jal., Monterrey, N.L., Ciudad Juárez, Chih. y de la Comisión Federal de Electricidad para iniciar programas similares.

3) Se da mantenimiento y se adquiere equipo especializado de muestreo y análisis y se desarrollan e implantan técnicas de actualidad para la investigación de los ambientes de trabajo, de los trabajadores expuestos y del aire.

4) Se efectúan estudios epidemiológicos sobre enfermedades ocupacionales en los trabajadores de algunas empresas, con riesgos similares, elaborando dictámenes y recomendaciones pertinentes.

5) Se realizan exámenes teórico prácticos de presuntos responsables de empresas aplicadoras de plaguicidas y se emiten opiniones sobre solicitudes de permisos de importación de plaguicidas peligrosos. Se dictamina sobre autorizaciones de funcionamiento de empresas productoras de plaguicidas, realizando los estudios técnicos correspondientes, para cada caso.

6) Se registran plaguicidas de alta toxicidad y se otorgan permisos para su importación. Un grupo de técnicos de esta Dirección ha efectuado una encuesta en una zona industrial para conocer el grado de

exposición de los trabajadores a diferentes riesgos.

7) Se hacen estudios en relación con las radiaciones ionizantes -
desarrollando programa de protección radiológica que incluye un servicio -
de dosimetría fílmica que se está instalando para control de los servicios -
radiológicos.

8) Se desarrolla un programa de conservación de la audición y -
prevención de sorderas profesionales, habiéndose instalado una cámara -
silente y adquirido el equipo necesario para la realización de los estudios -
sobre ruido industrial.

9) Se resuelven consultas diversas de las autoridades superiores -
y hacen recomendaciones pertinentes. Se formulan proyectos de normas -
y reglamentos en relación con las actividades desempeñadas.

10) Se estudian proyectos enviados y a solicitud se opina sobre la -
instalación de industrias peligrosas, o insalubres y se identifican y evalúan -
los riesgos que se crean con el uso de algunas sustancias o aparatos. -
Se realizan evaluaciones diversas en dispositivos o sistemas para el con -
trol de la contaminación del ambiente, dictaminando en cada caso.

11) El desarrollo de las labores encomendadas demanda con frecuencia
el traslado de personal al interior de la República y con la aprobación
superior, se participa en eventos relacionados con la especialidad que se -
verifican tanto en el país como fuera de él.

12) Se cuenta con una modesta biblioteca de consulta, con material de la especialidad. Se revisa la literatura disponible y se hacen traducciones de artículos y libros que se imprimen y distribuyen gratuitamente entre los interesados.

13) Se cuenta con una Sección de Toxicología Industrial en la que se traducen y recopilan hasta 3 monografías y trabajos informativos por mes que también se distribuyen gratuitamente entre cerca de 500 suscriptores, principalmente Cámaras Industriales.

14) Se participa en programas de enseñanza y se otorgan conferencias de higiene del trabajo y contaminación del aire.

La Dirección cuenta con:

- Laboratorio químico y biológico especializado de Higiene del Ambiente.
- Servicios de medicina preventiva industrial.
- Servicios de ingeniería preventiva industrial.
- Contaminación del aire.
- Toxicología industrial.
- Plaguicidas.
- Protección radiológica.
- Ruido Industrial.
- Otros agentes.
- Estadística.
- Administración.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR:

1) Además de la atención de las solicitudes de consulta y asesoría de las autoridades superiores, la Dirección tiene programado mediante la adquisición de equipos muestreadores y de análisis de alto costo que cederá próximamente la Oficina Sanitaria Panamericana, fomentar los programas de investigación, mismos que se pretende vigorizar mediante adiestramiento especializado y continuo del personal encargado.

2) Dentro de sus recursos disponibles la Dirección pretende continuar con la encuesta de evaluación de la industria y tratar de obtener un registro mayor de establecimientos industriales del Valle de México para conocer mejor la magnitud y características del problema de higiene del trabajo en nuestro medio para actuar en consecuencia y otorgar las prioridades de acción que señale dicho estudio.

3) Se pretende además de continuar la evaluación del problema de contaminación del aire en el Valle de México y otras ciudades, establecer los sistemas adecuados de evaluación de contaminantes específicos del aire, para tener bases y fundamentos que sirvan para elaborar normas que controlen las emisiones de estos contaminantes.

4) A través de la Subsecretaría de Salubridad se hizo con anterioridad una solicitud de beca a la Oficina Sanitaria Panamericana, misma que está pendiente de resolver, para que el suscrito observara al funcionamiento y desarrollo de programas de control de la contaminación del ambiente en Estados Unidos de Norteamérica y en Inglaterra.

5) Integración de un departamento de consulta que tendrá biblioteca y hemeroteca, películas y fotografía relacionadas con el tema del ambiente, y servicio de copia y traducción. Se recopilará, clasificará y seleccionarán la información estadística que se recabe para ponerla en disponibilidad de los interesados.

6) Implementación y ampliación del laboratorio del ambiente para desarrollar más y nuevos métodos y sistemas de análisis cualitativo y cuantitativo de contaminantes del aire, agua, tierra, alimentos y productos diversos.

7) Ampliación de la red de monitoreo y del número de indicadores de la contaminación del aire a investigar.

8) Acondicionar estaciones móviles para realizar estudios de monitoreo de la contaminación del aire y estudios de higiene industrial en las industrias.

9) Estudio y cuantificación de las fuentes móviles de contaminación del aire (automotores).

10) Estudiar el comportamiento de los contaminantes mediante estudios meteorológicos, hidrológicos, etc.

11) Realizar los estudios sobre los efectos diversos de los contaminantes en el ser humano, en animales, en vegetales, en objetos diversos y en el clima.

12) Hacer pruebas especiales para evaluar aditivos y dispositivos o métodos para disminuir o evitar y controlar la emisión de contaminantes.

13) Elaborar proyectos de normas en base a los resultados obtenidos en los diferentes estudios que realiza.

IV OTRAS INSTITUCIONES

Otras instituciones gubernamentales y privadas que se esfuerzan por combatir la contaminación ambiental son:

- El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El cual ha formado comités permanentes, de contaminación ambiental, para proporcionar asistencia técnica a todas las instituciones involucradas en el estudio de este problema.
- La Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- La Secretaría de Educación Pública.
- La Secretaría de Obras Públicas.
- La Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- El Departamento del Distrito Federal.
- La Comisión Federal de Electricidad.
- Petróleos Mexicanos. En el cual se estableció una oficina para protección del ambiente.
- Instituto Mexicano del Petróleo. El cual está investigando los efectos en el sistema respiratorio de las emisiones de los vehículos.
- Ferrocarriles Nacionales de México.
- La Comisión Nacional de Energía Nuclear. Estudia a través de 14 estaciones en el país, la precipitación radioactiva causada por explosiones de esa índole.
- El Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos. El cual ha establecido comités permanentes para coadyu ar con problemas técnicos.

- Asociación Mexicana de Contaminación de Agua y Aire. Fundada para cooperar con los esfuerzos de coordinación en esta área, y, para promover mayor difusión y divulgación de asuntos relacionados con el problema.

Por otra parte existe el Plan de Texcoco, que incluye entre otras cosas, la formación de lagos en 14,500 Has. de terrenos, para prevenir tormentas de polvo; reforestación de 6,200 Has.; y construcción de 1,000 Has de parques públicos. La inversión inicial será de aproximadamente 500 millones de pesos.

V SUBSIDIOS

Por último, en cuanto a ayudas gubernamentales para los industriales, por la compra que hagan de equipos que eviten, controlen o abatan la contaminación atmosférica, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el siguiente acuerdo:

"Subsidios para Abatir la Contaminación por la Emisión de Humos" el cual en su parte principal dice:

- 1) "La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, concederá a los industriales nacionales que importen directamente los equipos y aditamentos que deban instalar, para evitar, controlar o abatir la contaminación causada por la emisión de humos y polvos, los subsidios que procedan por la totalidad de las cuotas específicas y ad valorem del impuesto general de importación que causen".

- 2) "La Secretaría de Industria y Comercio, concederá previamente los permisos de importación, cuando se trate de mercancías-sujetas a ese requisito, siempre que la producción nacional no fabrique los equipos y aditamentos de que se trate, en condiciones adecuadas de calidad, precio y plazo de entrega".
- 3) "La Secretaría de Salubridad y Asistencia por conducto de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, se encargará de verificar la instalación de los equipos y aditamentos cuya importación se subsidie".

Este acuerdo entró en vigor el 15 de Agosto de 1972.

DOS

TIPOS DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS.

METODOS DE ANALISIS.

CARTA DE SYLVAN.

I TIPOS DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS. EN LA CIUDAD DE MEXICO.

Los más significantes contaminantes, normalmente encontrados, son CO, SO₂ óxidos de nitrógeno partículas sólidas y varios hidrocarburos diferentes, siendo los más importantes de las series olefinicos.

Los óxidos de nitrógeno presentes en el aire, normalmente reaccionan en presencia de la radiación solar y de otros materiales para producir ozono. Tal ozono reacciona con varios hidrocarburos presentes, de tal forma que proveen, virtualmente unas series indeterminadas de productos de oxidación orgánica, tales como varios aldehídos, cetonas y similares, los cuales son contaminantes peligrosos.

La siguiente reacción de estos últimos compuestos con oxígeno, se considera que da lugar a la formación de varios radicales libres, los cuales a su vez reaccionan con oxígeno, para formar radicales libres tipo-peróxido, que a su vez reaccionan con oxígeno adicional para producir ozono. Este ozono reacciona otra vez con los hidrocarburos presentes, para formar un tipo cíclico de reacción contaminante, la cual es sostenida por los radicales libres formados durante el proceso también como por la reacción de los óxidos de nitrógeno con oxígeno.

A continuación presentamos una tabla de contaminantes (*) con sus respectivos efectos, fuentes posibles medidas de control y métodos de muestreo.

(*) Resumen presentado por el: "National Center for Urban & Industrial Health of the U. S. Public Health Service"
en: "Environmental Health Planning Guido", Washington Sept. 1967

TABLA DE CONTAMINANTES

TIPO DE CONTAMINANTE	EFFECTO	FUENTE EMISORA	POSIBLES MEDIDAS DE CONTROL	METODO DE MUESTREO
Partículas	Ensuciamiento de la propiedad, molestias.	Industria, procesos de combustión, plantas de mezclas para construcción, incineradores, etc.	Ciclones, filtros de bolsa, precipitadores electrostáticos, lavadores, etc.	Muestreo de Dustfall. Uso de porta objetos de vidrio
Humo, partículas suspendidas.	Ensuciamiento de la propiedad, reducción de la visibilidad, molestia, efectos en la salud.	Industria, procesos de combustión, plantas de mezclas para construcción, incineradores, etc.	Filtros de bolsa, - precipitadores electrostáticos, practicar la buena combustión.	1.- Filtro muestreador de alto volumen. 2.- Muestreador AISI para humos. 3.- Determinaciones de visibilidad
Hidrocarburos	Irritación en los ojos, grietas en el caucho, reducción de la visibilidad, formación de oxidantes, daños en las plantas.	Vehículos de motor, refinerías de aceite, manejo de combustibles y de solventes.	Programas de control para emisiones de autos (blowby), cubiertas para techos móviles, sistemas de recuperación de vapor.	Ionización de flama.
Oxidos de nitrógeno.		Vehículos de motor, procesos de combustión, industria en general.	Programas de control para emisiones de autos, combustión controlada.	Método Saltzman
Oxidantes	Irritación en los ojos, grietas en el caucho, daños en las plantas.	Reacciones fotoquímicas en la atmósfera.	Controles para hidrocarburos y óxidos de nitrógeno.	Método del Iodo de Potasio.
Monóxido de Carbono.	Contaminante tóxico. Reducción de la agudeza visual y mental.	Vehículos de motor. Combustión incompleta.	Programas para control de emisiones - automotrices (en desarrollo). Practicar la buena combustión.	Una modificación de la técnica del detector colorimétrico de tubo de la NBS.
Dióxido de Azufre.	Corrosivo, oloroso, daños en las plantas, efectos en la salud.	Proceso de combustión, industria, etc.	Torres de Absorción. Control del contenido de azufre en los combustibles.	Método West-Gaeke.
Polen y partículas orgánicas.	Alergias, fiebres intermitentes.	Arboles naturales, pastos, hierbas, etc.	Métodos de cultivo. Control de hierbas y arbustos.	Recolección en porta objetos.
Olores.	Molestias.	Industria, tratamiento de aguas y cañerías, incendios u hogueras a cielo abierto.	Buen cuidado de las actividades domésticas, control químico, control de hogueras, etc.	Observadores - preparados, voluntarios y observadores.

Como se puede apreciar claramente en esta tabla, una parte fundamental del problema de la Contaminación Atmosférica es el muestreo y análisis, en relación a este punto, existe un libro que se titula, "Chemical Detection of Gaseous Pollutants" que fue publicado por Ann Arbor Science Publishers, en 1968 este libro contiene 1250 métodos de detección para 152 diferentes contaminantes desde el ácido acético hasta el zine.

Debido a la naturaleza del presente estudio sólo mencionamos los principales métodos de análisis para los más conocidos y abundantes contaminantes, según las lecturas de las estaciones de monitoreo existentes en la Ciudad de México.

II METODOS DE ANALISIS

Los métodos de análisis del aire son herramientas básicas requeridas para el estudio del proceso y efectos de la Contaminación Atmosférica, para medir el grado de contaminación actual, para emitir estándares de calidad del aire y para evaluar los esfuerzos efectuados para controlarla.

1. - Determinación del Dióxido de Azufre, por el Método de West y Gacke. (Preparado por Seymour Hochheiser Asistente técnico de División of Air Pollution, Public Health Service. Aprobado por Interbranch Chemical Advisory Committee en noviembre de 1963)

El método es aplicable a la determinación de dióxido de azufre, en el aire ambiente exterior, en un rango de concentración de 0.005 a 5 ppm., aproximadamente. Este método es más sensitivo que el del peróxido de hidrógeno, y no está sujeto a interferencias de otros gases o sólidos, ácidos o básicos tales como: SO_3 , H_2SO_4 , NH_3 ó CaO , sin embargo, el análisis debe terminarse a más tardar 1 semana después de la recolección de la muestra, y las concentraciones de ozono y dióxido de nitrógeno, deberán ser menores que la del dióxido de azufre.

- Reactivos:

Reactivo absorbedor; solución de tetracloromercurato de sodio 0.1M.

ácido blanqueador (hidrocloruro) de pararosanilina (0.04%)

formaldehído al 0.2%

solución estándar de sulfito de sodio

solución de almidón al 0.25% (indicador, iodo)

solución estándar de iodo 0.01N

— Aparatos:

Absorbedor

bomba de aire

Control de flujo de aire

Medidor de aire

Termómetro

manómetro de mercurio

Espectro fotómetro ó colorímetro.

2. - Determinación del dióxido de azufre por el método del - -

Peróxido de Hidrógeno (mismo anterior)

El método es aplicable a la determinación de dióxido de azufre, en el aire ambiente exterior en un rango de concentración de 0.01 a 10.0 ppm aproximadamente. Este método requiere sólo, equipo simple y puede ser efectuado por analistas que posean menos conocimientos y destreza; es - preferible en lugar del método de West y Gacke, si el dióxido de azufre es el principal contaminante atmosférico gaseoso, ácido o básico, ó si se requiere un prolongado almacenamiento de muestras, antes de analizarlas - (más de 1 semana).

— Reactivos:

solución absorbidora; peróxido de hidrógeno 0.03 N con un pH de 5.0

indicador mezclado al 0.1%

solución estándar de ácido sulfúrico 0.002 N

solución estándar de hidróxido de sodio 0.002 N

— Aparatos:

Absorbedor

bomba de aire

medidor de aire

control de flujo de aire

termómetro

manómetro de mercurio

bureta de 25 ó 50 ml.

3. - Determinación del dióxido de nitrógeno y del óxido nítrico -
por el Método Saltzman. (Preparado por Bernard E. Saltzman, del -
Laboratory of Engineering and Physical Sciences, División of Air Pollution -
Public Health Service. Aprobado por Interbranch Chemical Advisory -
Committee, en enero de 1964.)

El método es aplicable a la determinación manual del dióxido de -
nitrógeno en la atmósfera en un rango de pocas partes por billón (ppb) -
a 5 ppm, aproximadamente. Este método es también aplicable en la deter- -
minación de óxido nítrico, después de que es convertido a una cantidad -
equivalente de dióxido de nitrógeno, pasándolo a través de un burbujeador -
con permanganato.

— Reactivos:

N-Dihidrocloreuro de etilendiamina al 0.1%

reactivo absorbedor

solución estándar de nitrito de sodio, con 0.0203 g por litro.
permanganato ácido, usado para la determinación del
óxido nítrico.

— Aparatos:

Absorbedor

Burbujeador de permanganato ácido

Medidor de aire

Bomba de aire

Espectrofotómetro ó Colorímetro

4.- Determinación de oxidantes (incluyendo ozono) por el Método del Ioduro de Potasio neutro, buffer. (mismo anterior, pero aprobado en marzo de 1964)

El método es aplicable para la determinación manual de oxidantes (incluyendo ozono), en un rango de pocas partes por cientos de millones (ppcm) a 10 ppm aproximadamente. Ozono, cloro, peróxido de hidrógeno, peróxidos orgánicos y varios otros oxidantes liberarán iodo por este método. Es costumbre por conveniencia expresar los resultados como ozono. Las ventajas de este método en relación al de ioduro alcalino, son, simplicidad, exactitud y precisión. El análisis debe, sin embargo, terminarse en un período de 30 a 60 min, después del muestreo. Existen efectos serios de interferencia de la reducción de gases y polvos.

— Reactivos:

agua bidestilada, usada para todos los reactivos.

reactivo absorbedor

solución estándar de iodo, 0.05 N

— Aparatos:

Absorbedor

Medidor de aire

Bomba de aire

Espectrofotómetro

5.- Determinación de Oxidantes (incluyendo ozono) por el Método del Ioduro de Potasio Alcalino. (mismo anterior pero aprobado en marzo de 1964)

El método es aplicable para la determinación manual de oxidantes (incluyendo el ozono), en un rango de pocas partes por cientos de millones (ppcm) a 20 ppm. Ozono, cloro, peróxido de hidrógeno, peróxidos orgánicos y varios otros oxidantes liberarán iodo por este método. Es costumbre por conveniencia expresar los resultados como ozono. Las ventajas de este método sobre el anterior es que se puede tolerar un retardo entre el muestreo y el término del análisis. También existen efectos serios de interferencia al reducir gases y polvos.

— Reactivos:

agua bidestilada, usada para todos los reactivos.

reactivo absorbedor.

reactivo acidificador.

solución estándar de iodato de potasio.

- Aparatos:

Absorbedor

Medidor de aire

Bomba de aire

Espectrofotómetro

6.- Determinación del monóxido de carbono.

(Método para la medición continua del CO, en la atmósfera.)

- Principio y Aplicación

Este método está basado en la absorción de radiación infrarroja por el monóxido de carbono; la energía de una fuente que emite radiación, en la región del infrarrojo, es separada en rayos paralelos los cuales son dirigidos a través de las celdas de referencia y de muestra. Ambos rayos pasan por las celdas, que son iguales; cada una contiene un detector selectivo y CO. El monóxido de carbono en las celdas absorbe la radiación infrarroja sólo a una frecuencia específica, y el detector es sensitivo a esta frecuencia. Con un gas no absorbente en la celda de referencia, y sin monóxido de carbono en la celda de la muestra, se balancean electrónicamente las señales de ambos detectores. Cualquier cantidad de monóxido de carbono dentro de la celda de la muestra, absorberá radiación la cual reduce la temperatura y la presión en la celda del detector y desplaza un diafragma. Este desplazamiento es detectado electrónicamente y amplificado para producir una señal de salida.

Este método se aplica en la determinación del monóxido de carbono

en el aire ambiente, y también en el análisis de gases bajo presión.

— Rango y Sensibilidad.

Existen instrumentos que trabajan en un rango de 0 a 58 mg por metro cúbico (0 a 50 partes por millón) que es el rango de operación más comunmente usado en el muestreo atmosférico urbano, pero existen muchos otros que trabajan en rangos adicionales.

La sensibilidad es de 1.0% de la escala completa, por cada 0.6 mg de monóxido de carbono por metro cúbico. (0.5 partes por millón).

— Interferencias

Las interferencias varían según los instrumentos.

El efecto del bióxido de carbono, a concentraciones normales es mínima.

La interferencia principal es el vapor de agua, la cual si no se corrige puede llegar a una equivalente a 12 mg de CO por metro cúbico. Esta interferencia puede ser minimizada con lo siguiente:

- pasando la muestra de aire, a través de sílica gel ó de agentes similares secadores.
- manteniendo constante la humedad en la muestra y en los gases de calibración por medio de refrigeración.
- saturando la muestra de aire y los gases de calibración para mantener constante la humedad.
- usando filtros ópticos de banda angosta en combinación con alguna de estas alternativas.

Los hidrocarburos a niveles ambientales no producen interferencia, generalmente.

→ **Reactivos:**

Gas cero

Gases de calibración

Gas medidor ó de calibración (80%)

→ **Aparatos:**

Analizador de monóxido de carbono

Sistema de introducción de muestra

bomba

válvula de control de flujo

medidor de flujo.

Filtro (en línea)

Control de humedad

7.- **Métodos de Análisis de tamaño de partícula.**

Los métodos que a continuación se enlistan son útiles, para la -
selección del equipo mas adecuado para recolección de partículas sólidas:

Método	Rango en micras.
Ultra microscopio	0.005 a 0.5
Ultra centrífuga	0.001 a 1.0
Difracción de rayos X	0.002 a 0.1
Adsorción	0.002 a 2.0
Contador de núcleos	0.001 a 1.0

Microscopio electrónico	0.001 a 12.0
Por golpeo	0.1 a 5.0
Turbidimetría	0.01 a 60.0
Centrífuga	0.05 a 3.0
Microscopio	0.5 a 100.0
Luz dispersa	0.01 a 10.0
Permeabilidad	0.1 a 50.0
Criba eléctrica	5.0 a 50.0
Conductividad eléctrica	1.0 a 100.0
Sedimentación	1.0 a 300.0
Lavado de minerales pulve-	
rizados con agua	3.0 a 200.0
Radares	10.0 en adelante
Cribado	40 en adelante
Visibles al ojo	50 en adelante

FUENTE: "Chemical Engineers' Handbook" de John H. Perry
4a. Edición. Capítulo: "Gas - Solids separations", pag 20 - 66
figura 20 - 82

III CARTA DE SYLVAN.

La Carta de Sylvan describe muchos problemas de control de polvos, en función de dos importantes variables, concentración y tamaño medio de partícula.

La carta elabora un método ideal de reportar rangos de condiciones

de polvo concentradas, en operaciones típicas productoras del mismo, -
limitando el número de operaciones reportadas, sólomente por la utilidad,
de los datos requeridos.

Los datos proveen de una guía para el funcionamiento del recolector
y aporta una aproximación de la eficiencia y tamaño medio de la masa de -
la partícula del material efluente.

La predilección del tamaño medio de la masa de la partícula del -
contaminante efluente esta basada en la pendiente de distribución de tama -
ño de partícula para un material, siendo igual en la entrada que en la des -
carga, en recolectores que operan de acuerdo a la teoría de impacto o sea:
centrífugas, la mayoría de los recolectores húmedos y filtros de retención.

En cuanto a recolectores en el grupo electrostático, las pendientes
de desviación difieren y no se puede usar la Carta de Sylvan, para - -
aproximar el tamaño medio de la partícula del efluente.

Como los polvos encontrados en la práctica, raramente están formados
por partículas de un mismo tamaño, para definirlos, se debe especifi-
car, no sólo el tamaño, sino también las cantidades relativas de cada tamaño.
Con el fin de tener un tamaño, y una distribución de los mismos de un
polvo, es necesario, efectuar un análisis de tamaño de partícula. (*)

(*) Ver "Métodos de Análisis de Tamaño de Partícula".

Con los propósitos de presentar, comparar, analizar o extrapolar, tamaños de partículas, en trabajos de control de polvos, se usa normalmente papel para gráficas de probabilidad, logarítmico.

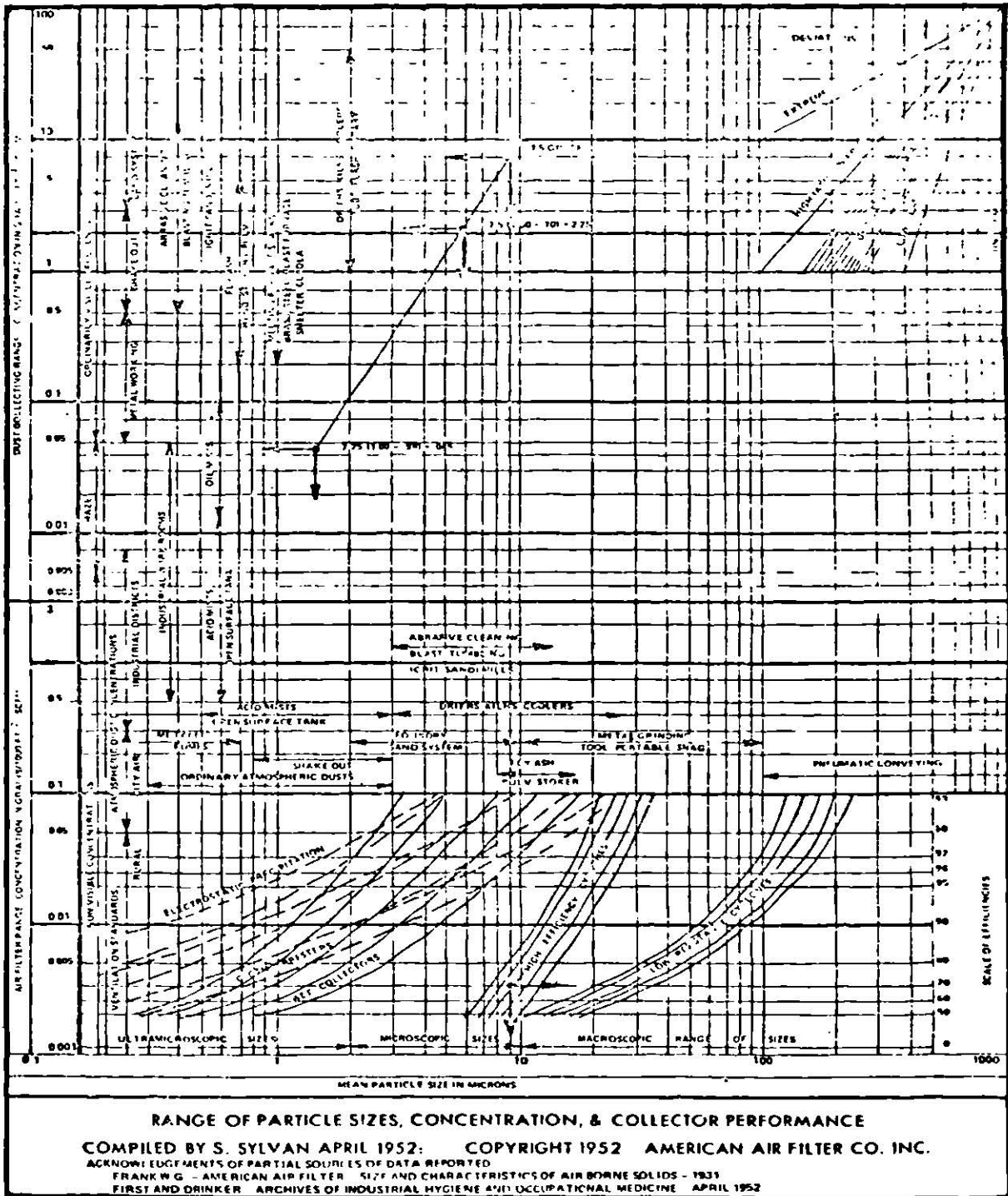
En este papel, se grafica, en una escala logarítmica, el tamaño de partícula, contra el porciento de peso acumulado, mayor (o menor) que ese tamaño en una escala de probabilidad integrada.

Esta gráfica frecuentemente da líneas rectas o líneas con curvaturas relativamente pequeñas.

Con esta curva, la función distribución puede ser establecida en función de 2 parámetros; el tamaño mediano y la desviación estándar geométrica. Lo último está expresado como el 84.13% entre el 50% en tamaños. Usando estos parámetros con una función matemática, se obtuvieron las líneas de desviación de la tabla, para polvos industriales ("industrial dusts")

A continuación presentamos la Carta de Sylvan.

CARTA DE SYLVAN



T R E S

EQUIPOS PARA CONTROLAR LA

EMISION DE CONTAMINANTES

ATMOSFERICOS EN LAS INDUSTRIAS.

I RECOLECCION DE PARTICULAS SOLIDAS.

1.- Introducción.

Desde el punto de vista de la planta industrial, el control de contaminantes atmosféricos, está motivado por:

- El valor económico del material recuperado o el valor del gas limpio.
- El deseo por parte de la Gerencia de la planta, de mantener relaciones satisfactorias, tanto con el trabajador, como con los vecinos de la comunidad circundante.
- Cumplir con lo dispuesto por las autoridades correspondientes.

2.- Factores en la Selección y Diseño de Equipos de Recolección de Partículas Sólidas.

- Propiedades del Gas Transporte:
 - Temperatura
 - Presión.
 - Humedad
 - Densidad
 - Viscosidad
 - Temperatura de Rocío para componentes condensables
 - Conductividad eléctrica
 - Corrosividad
 - Toxicidad
 - Flamabilidad

– **Propiedades de la Partícula**

- Tamaño de la partícula y distribución de tamaños
- Forma de partícula
- Densidad de la partícula (Absoluta y de bulto)
- Tenacidad, tendencias de formación y fluidez
- Propiedades higroscópicas
- Tendencias de aglomeración y dispersión
- Conductividad eléctrica
- Corrosividad
- Flamabilidad
- Toxicidad
- Propiedades abrasivas

– **Eficiencias de Deposición**

- La eficiencia real de deposición de un recolector puede ser modificada, al cambiar las condiciones de la corriente del gas transporte, de la partícula, o de la superficie recolectora.
- Condiciones de la partícula
 - a) Condensación en la superficie de la partícula.
 - b) Agrupaciones o floculación de las partículas, puede ser (natural, mecánica, eléctrica o sónica)
 - c) Deposición de sólidos en gotas de líquido
 - d) Tratamiento de la superficie de la partícula
 - e) Carga eléctrica de la partícula

- Condiciones de la Corriente del Gas Transporte :
 - a) Calentamiento, Enfriamiento
 - b) Humidificación
- Condiciones de la superficie recolectora.
 - a) sustancias viscosas
 - b) irrigación
 - c) calentamiento y enfriamiento.
 - d) electrostática.
- Factores en el Proceso de Manufactura :
 - Gasto que debe manejar el recolector :
 - a) Tiempo de retención requerido dentro del recolector.
 - b) La velocidad a través del recolector.
 - Concentración de partículas que debe manejar el recolector
 - Caída de presión permisible en el recolector.
- Consideraciones de Operación del Recolector
 - Mantenimiento.
 - Continuidad de operación (referente a un apagado - encendido constante, cargas variables, etc.)
 - Protección de seguridad y salud.
 - a) Peligro tóxico
 - b) Peligro de explosión e incendio.
 - Tipo de mano de obra requerida y disponibilidad de la misma.
 - Finalidad del material recolectado
 - a) Basura.
 - b) Producto recuperado.

- Factores de Construcción e Instalación .
 - Requerimientos de espacio . Horizontal.
 - Requerimientos de espacio . Vertical.
 - Facilidad de servicios auxiliares.
 - a) Agua
 - b) Vapor
 - c) Aire comprimido.
 - d) Electricidad (corriente alterna, corriente directa, alto -
voltage)
 - Equipos auxiliares :
 - a) Ventiladores, compresores.
 - b) Bombas.
 - c) Motores y Bandas.
 - d) Agitadores y Golpeadores.
 - e) Conductores.
 - f) Etc.
 - Materiales de Construcción :
 - a) Requerimientos de protección a la intemperie
 - b) Requerimientos de aislamiento o enchaquetado.
 - c) Requerimientos de presión.
 - d) Limitaciones de la temperatura.
 - e) Resistencia a la corrosión.
 - f) Resistencia a la erosión.

3. - Fases que se llevan a cabo en la Recolección de Partículas Sólidas de una Corriente Gaseosa. -

La recolección de partículas de una corriente gaseosa involucra tres distintas fases: -

- Deposición de una partícula en una superficie recolectora
 - Para que exista la deposición de una partícula sobre una superficie recolectora se necesita: -
 - a) Una fuerza, resultante sobre la partícula en la dirección de la superficie recolectora. -
 - b) Una superficie recolectora sobre la cual se deposite la partícula. -
 - c) Tiempo suficiente para que la partícula alcance la superficie recolectora antes de que salga del recolector. -

Existen seis mecanismos por los cuales una fuerza resultante puede ser creada en una partícula que haga que ésta migre hacia una superficie recolectora o que provoque la intercepción directamente, y son:

- a) Sedimentación. por gravedad.
- b) Intercepción de línea de flujo.
- c) Deposición inercial.
- d) Deposición difusional.
- e) Precipitación electrostática.
- f) Precipitación termal.

- Retención de una partícula en una superficie recolectora.
 - El hecho de que partículas estén depositadas en una superficie no es señal segura de que estén recolectadas.

Para que ellas estén recolectadas deben permanecer en la superficie recolectora hasta que sean intencionalmente removidas.
 - El problema de retener un depósito en una superficie es básicamente, tener suficientes fuerzas de superficie para contrarrestar las tendencias de desalojo del fluido, cuando el gas pasa sobre el depósito.
 - Remoción de una partícula sobre una superficie recolectora
 - Cualquier equipo de recolección debe de tener medios para remover el depósito acumulado, ya sea periódica o continuamente.
 - La remoción del material recolectado presupone importancia en algunos casos:

Aunque la remoción del depósito es generalmente un problema puramente de diseño mecánico, debe ser considerado dentro de la eficiencia total del recolector.
- 4.- Clasificación de los Equipos para Recolección de Partículas Sólidas.

Existen dos amplias categorías de equipos de recolección:

Recolectores Secos.

Recolectores Húmedos.

- Recolectores Secos. - Estos a su vez se dividen en:
 - Cámaras Sedimentadoras.
 - Separadores Centrífugos:
 - a) Precipitadores dinámicos.
 - b) Ciclones:
 - Ciclón simple (gran diámetro)
 - Alta eficiencia (cono largo)
 - Multiciclón.
 - Separadores Inerciales:
 - a) Cámaras con baffles.
 - b) Tipo Golpeo.
 - c) Tipo Louver.
 - Recolectores de bolsas.
 - Precipitadores electrostáticos.
- Por otro lado, los Recolectores Húmedos, se dividen en:
 - Torre gravitatoria con Spray (Gravity Spray Tower)
 - Lavador de golpeo (Wet Impingement Scrubber)
 - Recolectores con Sprays autoinducidos (Self - induced spray deduster)
 - Desintegrador.
 - Precipitador dinámico húmedo.
 - Lavador Venturi.

5.- Control de Partículas Gruesas

- Cámaras Sedimentadoras. -

- Descripción:

Un separador por gravedad consiste de una cámara en la cual la velocidad del gas transporte cesa de repente, en tal forma, que las partículas que se encuentran en la corriente gaseosa, se depositan por gravedad. La reducción de la velocidad es completada al agrandar el ducto hasta una cámara de dimensiones adecuadas.

- Tipos de Cámaras Sedimentadoras

- a) Cámara sedimentadora de flujo horizontal.

Como podemos observar en la figura # 1, este tipo de cámara sedimentadora consiste de un compartimento sencillo.

- b) Cámara sedimentadora de Howard.

En este tipo de recolector, se usan platos horizontales paralelos a la línea de flujo del gas transporte, que sirven para depositar ahí las partículas recolectadas. Se utilizan separaciones entre los platos de 1 pulgada. (ver figura # 2)

- Velocidades de Sedimentación

En la tabla que a continuación presentamos, se enlistan varias velocidades experimentales de sedimentación de partículas esféricas de densidad unitaria en aire, a una temperatura de 20° C., y, una presión de 760 mm Hg.

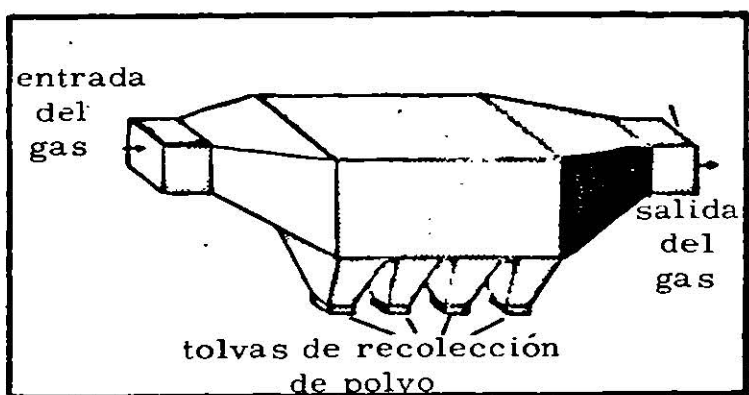


Figura # 1

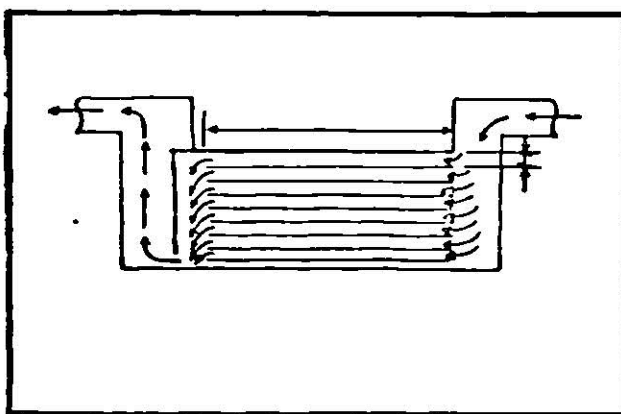


Figura # 2

Diametro de partículas en micras.	Velocidad en cm/seg.
0.1	8.7×10^{-5}
0.2	2.3×10^{-4}
0.4	6.8×10^{-4}
1.0	3.5×10^{-3}
2.0	1.19×10^{-2}
4.0	5.0×10^{-2}
10.0	3.06×10^{-1}
20.0	1.2
40.0	4.8
100.0	24.6
400.0	157.0
1000.0	382.0

Fuente: W. Strauss "Industrial Gas Cleaning"

Pergamon Press, Oxford, 1966 (pags. 144 - 159)

. Eficiencia

Existe una ecuación puramente teórica, que define la eficiencia fraccional para una partícula con un diámetro dado:

$$E_p = K \frac{g^2 D_p (P_p - P) L_c B_c N_c}{18 \mu Q}$$

donde:

E_p : eficiencia fraccional para una partícula de diámetro D_p .

K : Factor empírico, generalmente es de 0.5

g : Aceleración de la gravedad.

Dp: Diámetro de la partícula.

Pp: Densidad de la partícula.

P : Densidad del Gas.

Lc: Longitud de la Cámara.

Bc: Anchura de la Cámara.

Nc: Número de Cámaras paralelas. (para una cámara de flujo horizontal el número de cámaras paralelas es 1, y para una Cámara Sedimentadora de Howard se usa la fórmula $N + 1$, donde N es el número de charolas)

• Aplicaciones

No obstante que las cámaras de sedimentación son muy simples en su diseño y manufactura, ya que se pueden hacer de casi cualquier material no son muy comunes debido a que sus requerimientos de espacio son excesivos y su eficiencia es relativamente baja. Donde se usa cámara de sedimentación existe normalmente un equipo recolector más eficiente que lo complementa.

En la cámara de sedimentación de Howard, se trata de aumentar la eficiencia con las charolas, pero la dificultad de remoción del polvo ahí depositado, anula esta ligera mejora.

- Ciclones

Son los separadores secos inerciales más comunmente usados en la industria.

En algunas plantas, se necesita recolectar las partículas de corrien

tes gaseosas y clasificar las mismas al mismo tiempo de gruesas y finas.

El equipo apropiado se muestra en la figura # 3. Esta figura muestra dos equipos de recolección de partículas, en este caso especial, dos ciclones. En el equipo más grande (1) se efectúa una primera recolección, que se complementa con el segundo equipo de tamaño menor. (5)

Esta continuación de eficiencia se obtiene mediante un tubo de unión entre los dos equipos, el cual se puede subir o bajar a voluntad, (23, 24, 13, 14) según el tamaño de partícula que se quiera absorber del primer recolector.

El aire contaminado entra por el ducto (2) y las salidas son: para el aire limpio, el ducto (22); y para el polvo recolectado, la descarga (12 y 19). Esta descarga será para el ciclón mayor, de partículas gruesas, (12) y de partículas finas para el segundo equipo. (19)

Se entiende que este segundo equipo puede ser un ciclón; un recolector de tipo electrostático, un filtro de bolsa, etc., según sea la eficiencia requerida, y, el grado de contaminación atmosférica permitido en esa área.

- Recolectores Inerciales Secos.

• Recolector tipo Louver. (ver figura # 4)

a) Mecanismo de remoción de partículas.

Este recolector contiene una serie de hojas colocadas a un cierto ángulo respecto de la corriente del aire que está entrando. La corriente de aire pasa a través de estas hojas o "rejillas" (Louvers) casi en su totalidad.

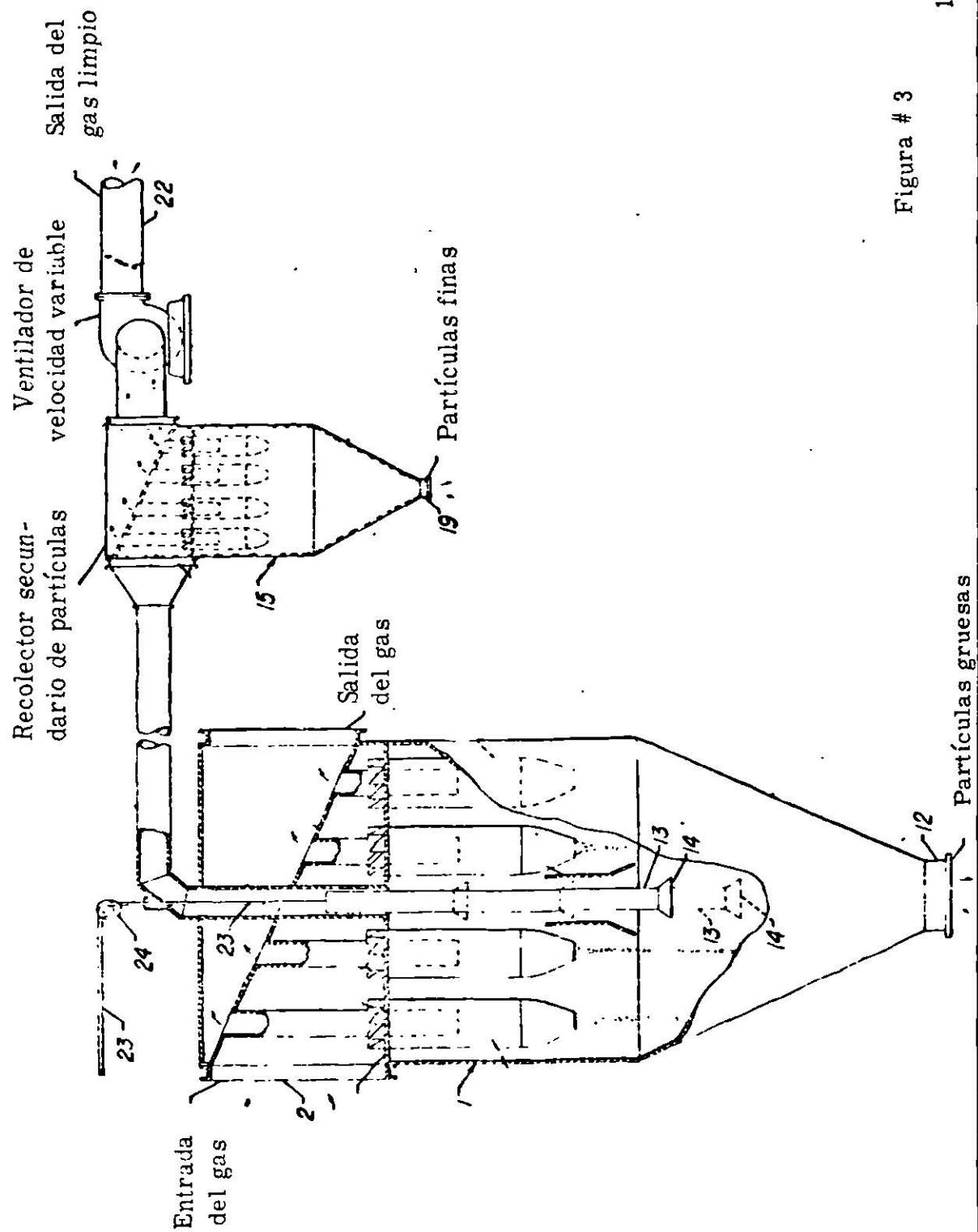


Figura # 3

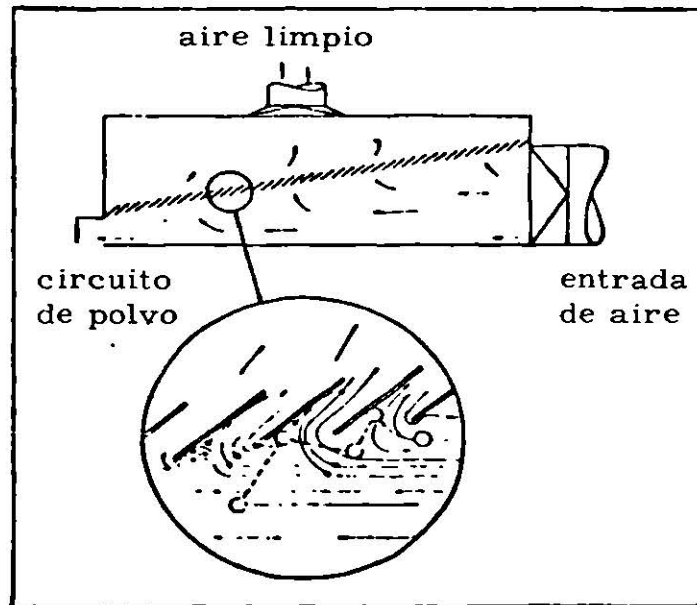


Figura # 4

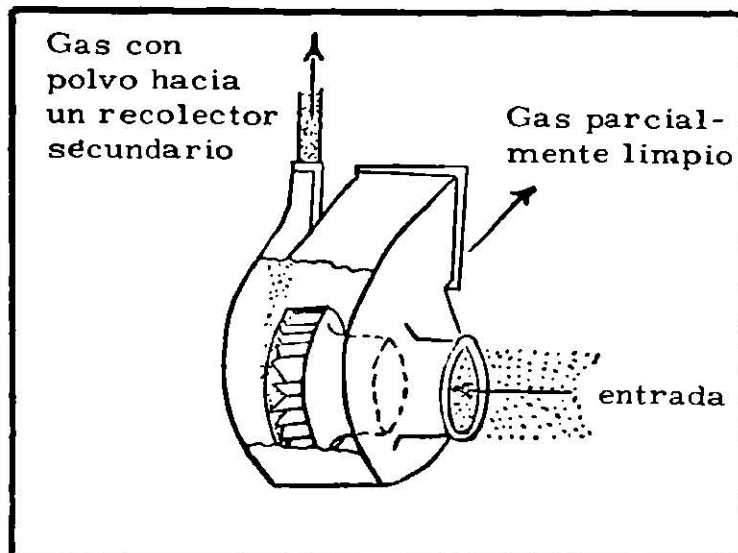


Figura # 5

Aproximadamente un 90%. El otro 10% continúa sin atravesar las rejillas, manteniendo su dirección original.

El aire que pasa a través de las rejillas es forzado bruscamente a desviarse al chocar contra éstas. Las partículas transportadas en esa corriente de aire, chocan contra las rejillas, y, al rebotar son atrapadas en la corriente del aire que no alteró su dirección. En esta forma las partículas se concentran en un volumen relativamente pequeño de aire. Usualmente se usa un equipo secundario de recolección, que se alimenta con el aire descargado en el recolector de Louver.

b) Eficiencia

En este caso la eficiencia depende de la separación entre rejillas; a menor separación mayor eficiencia, y consecuentemente a mayor separación menor eficiencia. Este recolector proporciona buenos resultados con partículas de 10 a 20 micras.

Cuando se usa como paso previo en un circuito de recolección, se pueden separar partículas de 50 a 100 micras.

c) Aplicaciones

Entre las ventajas más importantes de este equipo se encuentran:

La simplicidad; el bajo costo de construcción; no se requiere una gran caída de presión; las limitaciones por condiciones de temperatura y presión existen exclusivamente por las necesidades de los materiales de construcción, etc.

Entre las desventajas se pueden mencionar las siguientes: La obstrucción causada al depositarse partículas sobre las rejillas; problemas de abrasión; etc.

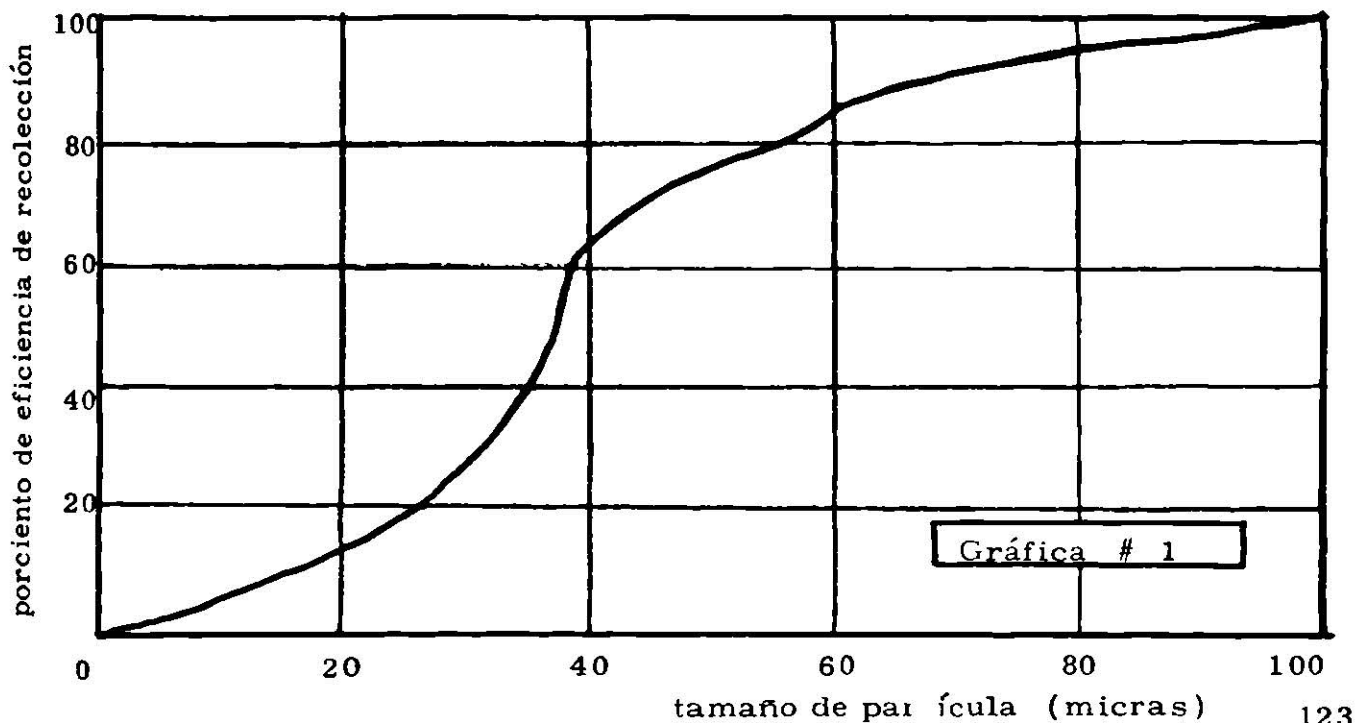
- Recolector Tipo Scroll. (ver figura # 5)

a) Descripción

Este tipo de recolector es muy parecido al de Louver en cuanto al mecanismo de recolección, solo que éste es un ventilador. Como en el recolector tipo Louver, se necesita un equipo secundario que funcionará más eficientemente con una carga de aire menos contaminado.

b) Eficiencia

A continuación se muestra una gráfica de tamaño de partícula contra eficiencia, y se puede notar que para partículas con diámetros cercanos a 100 micras, se tiene una eficiencia de un 99%.



- Recolector de Choque con Orificios

- a) Descripción

Como se puede apreciar en la figura # 6, el aire va chocando contra una serie de mamparas con orificios, siguiendo un movimiento característico. El recolector se muestra sin cubierta.

- b) Aplicaciones

Una de las mayores ventajas de este tipo de recolector es su gran adaptabilidad a los ductos y tubos ya existentes, en una fábrica también se pueden usar a temperaturas altas.

En este tipo de recolector se puede utilizar agua para mantener todos sus elementos limpios, en el caso de que se recolecte un material, que produzca problemas de obstrucción de flujo.

Se utiliza normalmente una caída de presión que varía entre 0.1 y 0.5 pulgadas de agua.

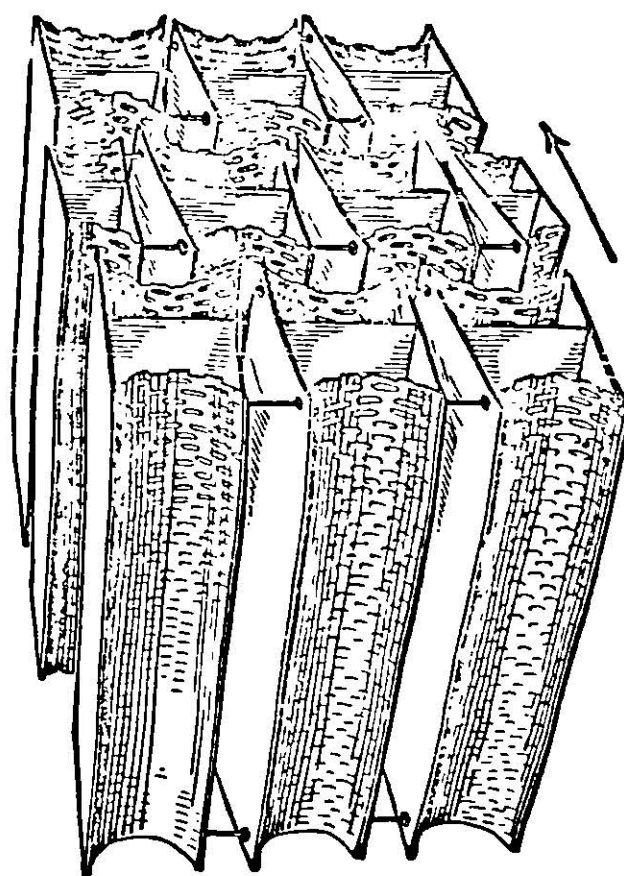
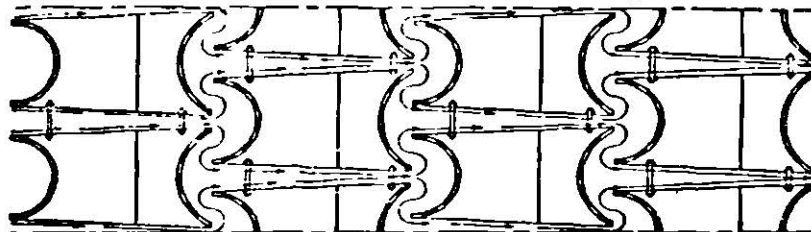
- Recolectores con Baffles

- a) Descripción

La utilización de baffles, en este caso, produce la proyección de las partículas de polvo, de una corriente de aire, hacia un espacio ocupado por aire sin movimiento, donde son sedimentadas por gravedad.

Al chocar el aire contra el baffle, según se puede observar en la figura # 7, cambia de dirección, no sucede lo mismo con las partículas, que por su inercia, siguen una trayectoria diferente, y así son recolectadas.

Vista superior del equipo que
muestra el movimiento del gas



Otro ángulo del mismo equipo

Figura # 6

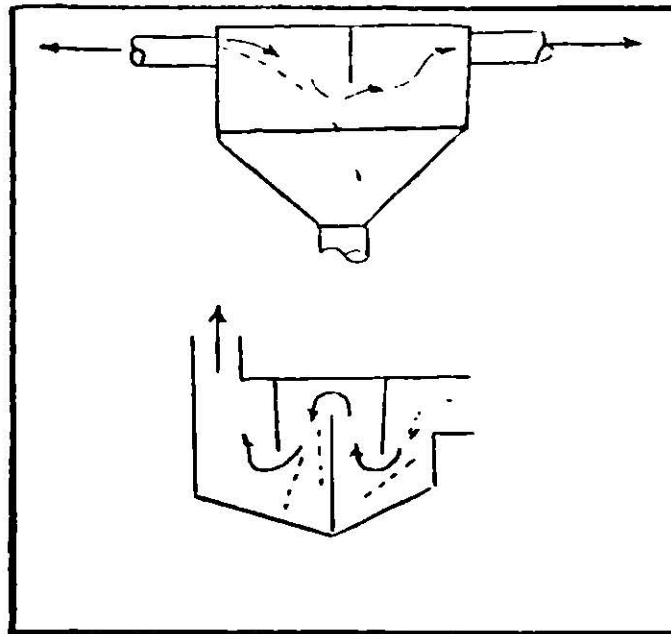


Figura # 7

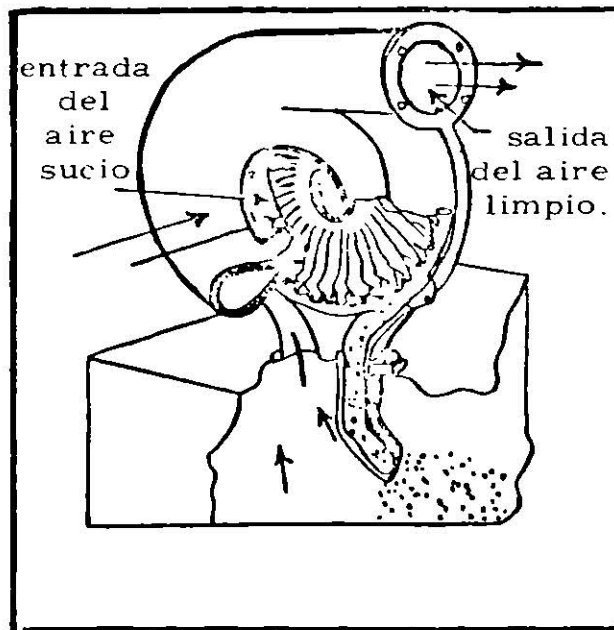


Figura # 8

b) Aplicaciones

Como en casos anteriores, se usan este tipo de recolectores, como pasos previos a otros equipos de recolección más eficientes, a los cuales se les alimenta un aire menos contaminado, especialmente de partículas grandes.

c) Eficiencia

En cuanto a su eficiencia, se considera buena en partículas mayores a las 50 micras.

• Precipitador Dinámico tipo Seco

a) Descripción

Los precipitadores dinámicos tipo seco, son separadores de polvo accionados por un motor, en los cuales las partículas son precipitadas por fuerzas dinámicas, producidas por la acción de las aspas del ventilador, que están diseñadas especialmente para eso. Todo el polvo, en esta forma recolectado, es descargado en un depósito, según se puede apreciar en la figura # 8.

b) Aplicaciones

Entre las ventajas de este recolector podemos mencionar las siguientes: no poseen grandes requerimientos de espacio, ya que las unidades son bastante compactas; la caída de presión es sólo de media pulgada de agua, aproximadamente (sin embargo, la caída de presión varía siendo función de la eficiencia mecánica); posee dos funciones, una como recolector y otra como ventilador; etc.

Como desventajas podemos mencionar que no puede trabajar con materiales fibrosos o pegajosos, y, que no tolera la presencia del aire húmedo ya que puede causar condensación y taponamiento. Se necesitan diseños especiales para manejar gastos mayores a 20,000 piés cúbicos por minuto.

La temperatura que lleva el gas normalmente para la buena operación de éste recolector es de 750° F.

c) Eficiencia

Es alta para partículas con tamaños mayores a 10 - 20 micras. No se afecta por cambios en el gasto de aire.

6.- Control de Partículas Finas

- Filtración de bolsa

• Descripción

Esencialmente esta forma de recolección consiste en hacer pasar los gases cargados de polvo a través de una tela tejida o de un fieltro.

Cuando se usan telas tejidas, se forma una costra de polvo, que actúa como criba.

Cuando se usan telas de fieltro, no existe o es mínima esta costra de polvo.

En cualquier forma el mecanismo fundamental de filtración es una combinación de fuerzas inerciales, electrostáticas, de choque, etc., con filtros de tela.

Conforme las partículas se van recolectando, la caída de presión - a través del medio filtrante, va aumentando, ya que los espacios libres por los cuales circula el aire son cada vez menos. Ahora bien, según sean las limitaciones del ventilador, exigirá el filtro, limpieza. Esta limpieza se - hace sin quitar el filtro, debido a que el área de filtrado es generalmente - muy grande y muy corto el tiempo disponible para limpieza fuera del siste- ma, o para reemplazarlo.

Existen muchos tipos de equipos de filtración, las diferencias - esenciales entre ellos son :

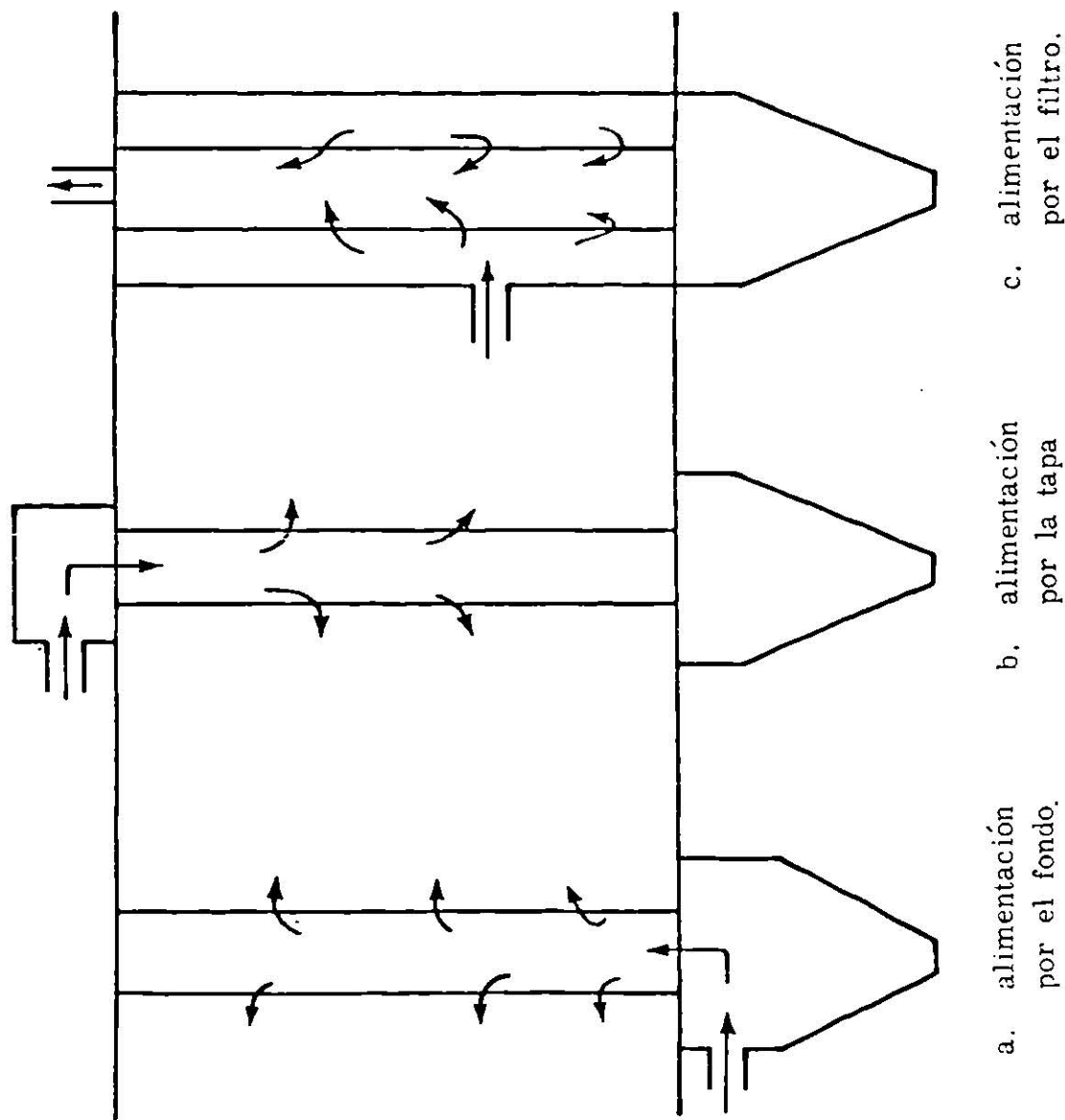
- a) la tela
- b) el mecanismo de limpieza.
- c) geometría del equipo.
- d) modo de operación.

Dependiendo de estos cuatro factores, el equipo podrá ser de tres - maneras, según se aprecia en la figura # 9.

En la figura(9 a) el primer sistema es con alimentación por el - fondo, esto es, el aire cargado de polvo es forzado a entrar, atravesando - el depósito o bolsa. Posteriormente sube por el tubo del filtro. Obvia - mente, una porción del polvo se deposita en el fondo del depósito y nunca - alcanza el filtro.

En la figura del centro (9 b), se muestra un sistema con alimenta - ción en la parte superior y se efectúa un mecanismo de recolección muy - similar al anterior, o sea, que el aire entre por arriba y las partículas -

Figura # 9



más pesadas se depositan inmediatamente debido a su mayor inercia, el resto de ellas continúa junto con el aire hacia el filtro.

En la figura de la derecha (9 c), se puede apreciar un sistema donde la alimentación puede estar localizada en varias partes, teniendo como únicos límites los mismos del filtro. Esto es, el aire cargado de polvo entra al sistema procedente del exterior atravesando el filtro. La tela puede estar arreglada en forma tubular o en forma de envoltura.

- Funcionamiento

- a) Intermitente

El principio fundamental de operación se basa en la discontinuidad de la misma. En este tipo de equipos se efectúa la recolección, y más tarde toda la unidad se saca de servicio y el área de filtrado en su totalidad se limpia del polvo recolectado.

Existen muchos modelos de este tipo de equipos. La principal aplicación de estos recolectores la encontramos en el control de pequeños volúmenes tales como pulverización, pulimentación, etc., y para aerosoles de partículas gruesas.

Otra aplicación frecuentemente encontrada es en plantas pilotos y de investigación.

Muchos de estos equipos o depósitos de bolsa, son de los llamados tipo "unidad", en los cuales el ventilador y el filtro están contenidos en una sola pieza de equipo.

b) Continuo

En la mayoría de las instalaciones de control de contaminación ambiental, y en los problemas más agudos de la misma, es preferible usar recolectores de funcionamiento continuo.

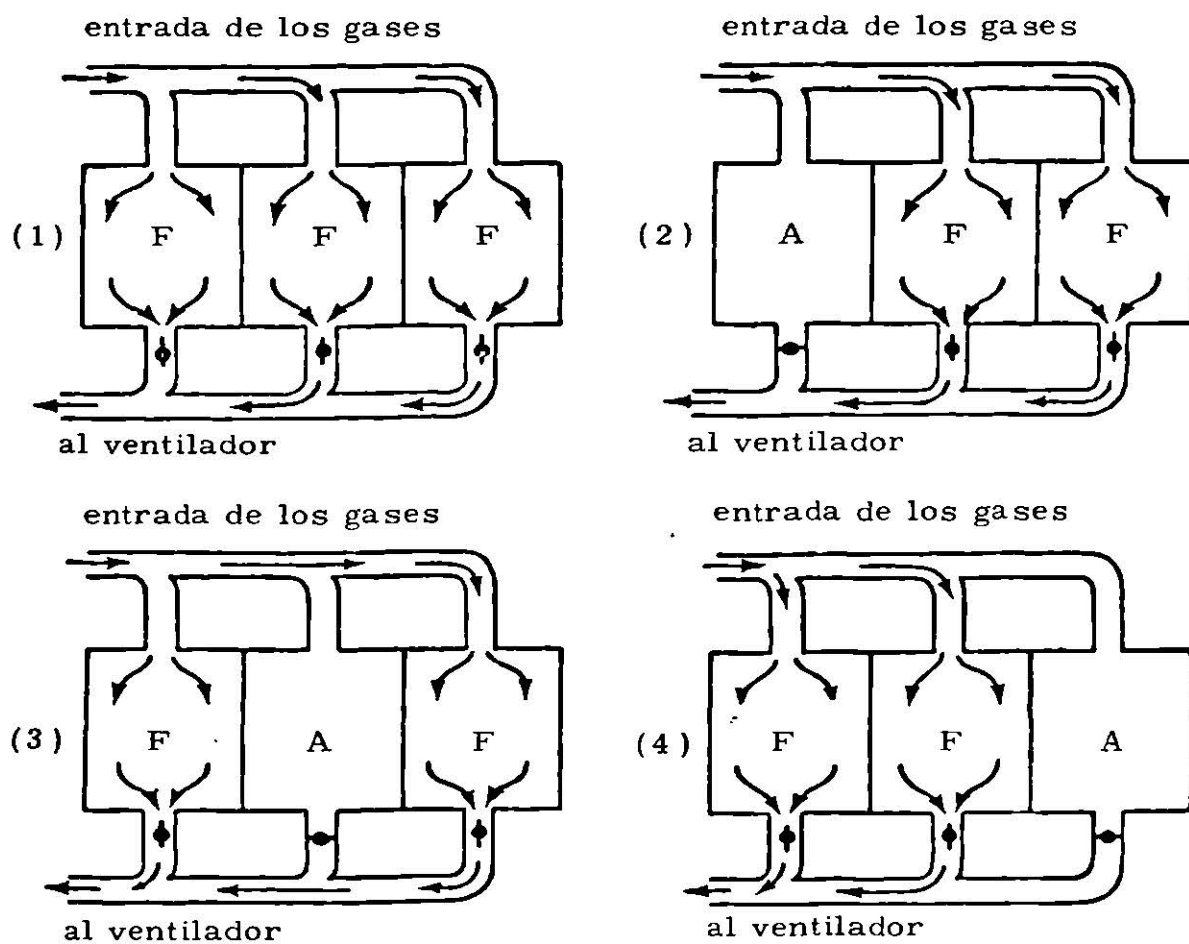
Esto se logra colocando varias áreas de filtrado en un sistema de flujo paralelo, y limpiando un área a la vez según un programa previo de operación. Ejemplos de este tipo de equipos los mostramos en las figuras # 10, 11 y 12.

En un depósito de bolsa multicompartimento, el área básica de filtrado es un compartimento. (ver figura # 10) Cada compartimento es esencialmente una unidad autosuficiente. En un depósito de bolsa de flujo inverso, el filtro básico es una envoltura o filtro de bolsa (ver figura # 11) Mientras que para el equipo de chorro inverso una pequeña porción de un tubo filtro, es el área básica de filtrado. (ver figura # 12)

• Limpieza del filtro

La parte fundamental de cualquier recolector de bolsa es la técnica empleada para remover el polvo de la tela.

Existen dos tipos generales de limpieza, la primera es sacudiendo la tela; la segunda es utilizando un flujo inverso de aire limpio. A continuación se presentan varias características de estos dos tipos de limpieza:



- (1) Todos los compartimentos, filtración (F)
- (2) (3) y (4) un compartimento con agitación (A) y dos con filtración (F)

Figura # 10

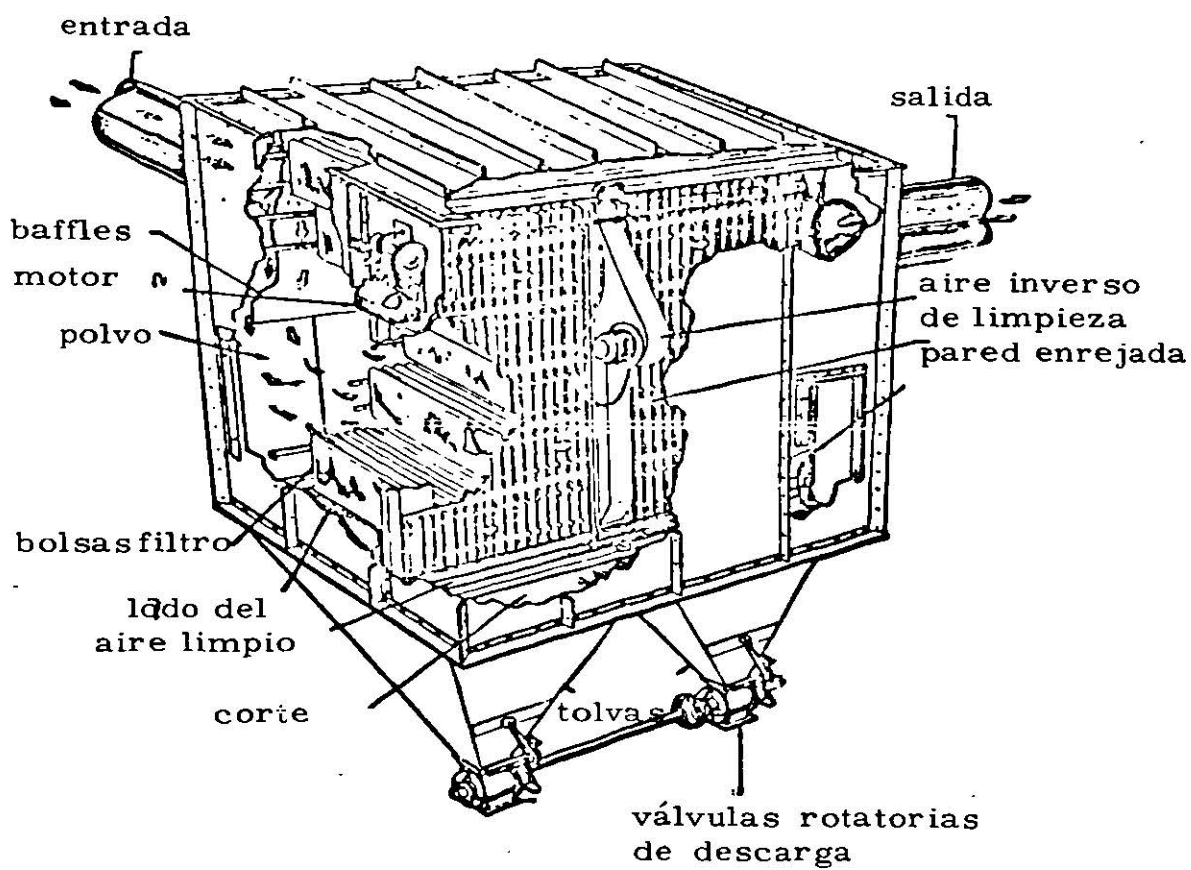


Figura # 11

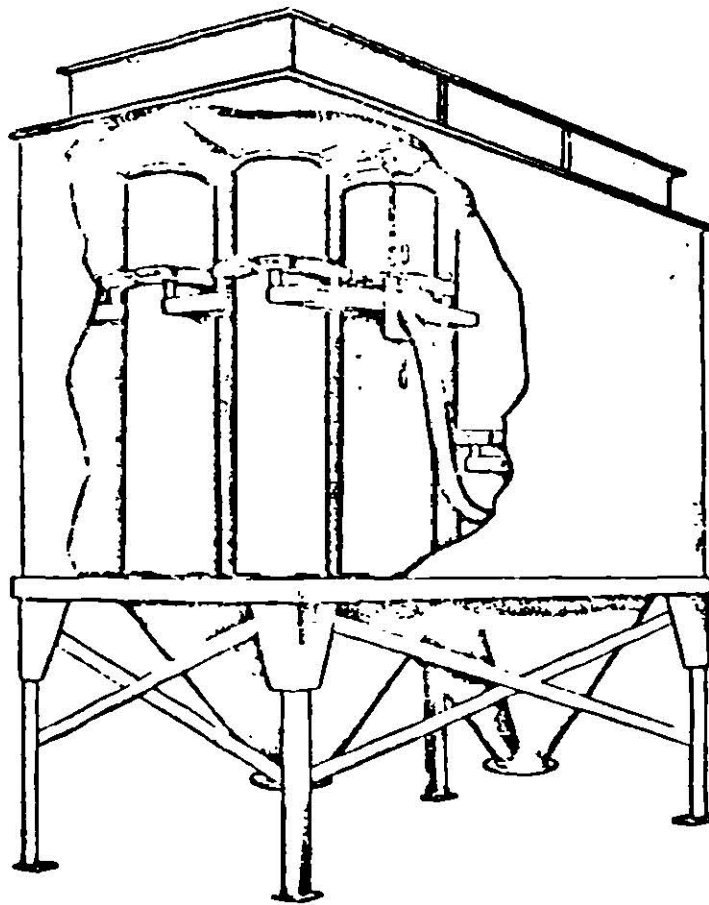


Figura # 12

a) Limpieza Mecánica

- Agitación mecánica y golpeo

Este tipo de limpieza generalmente necesita el uso de un artefacto - que produzca la agitación en las bolsas de filtrado, sujetándolas por la - parte superior de los tubos. El movimiento puede ser horizontal, cóncavo - vo hacia arriba, cóncavo hacia abajo, vertical, en ángulo de 90° , etc.

- Con Ondas de Sonido

Esta limpieza sónica utiliza las vibraciones producidas por ondas - de sonido para desalojar el polvo del filtro. Las ondas de sonido son gene- radas a una baja frecuencia por medio de una corneta de aire. En la figura # 13, se muestra una localización típica de cornetas en el lado del aire - limpio de los filtros.

- Limpieza por caída

Para poder efectuar la limpieza por éste método, se necesitan crear pequeñas variantes en la presión, en tal forma que la caída de la misma, - del lado del aire sucio al aire limpio, sea ligeramente negativa. Esto pro- duce un movimiento de "desinfe" del tubo filtrador y con esto el polvo es - desalojado. En algunos casos el tubo es ligeramente agitado. Este singu- lar movimiento se puede efectuar de varias formas y varias veces en el - período de limpieza.

- Chorro de Aire a Presión o con Pulsaciones

En este método una "burbuja" de aire comprimido se inyecta por la parte superior del tubo de filtrado. La figura # 14. muestra la forma de -

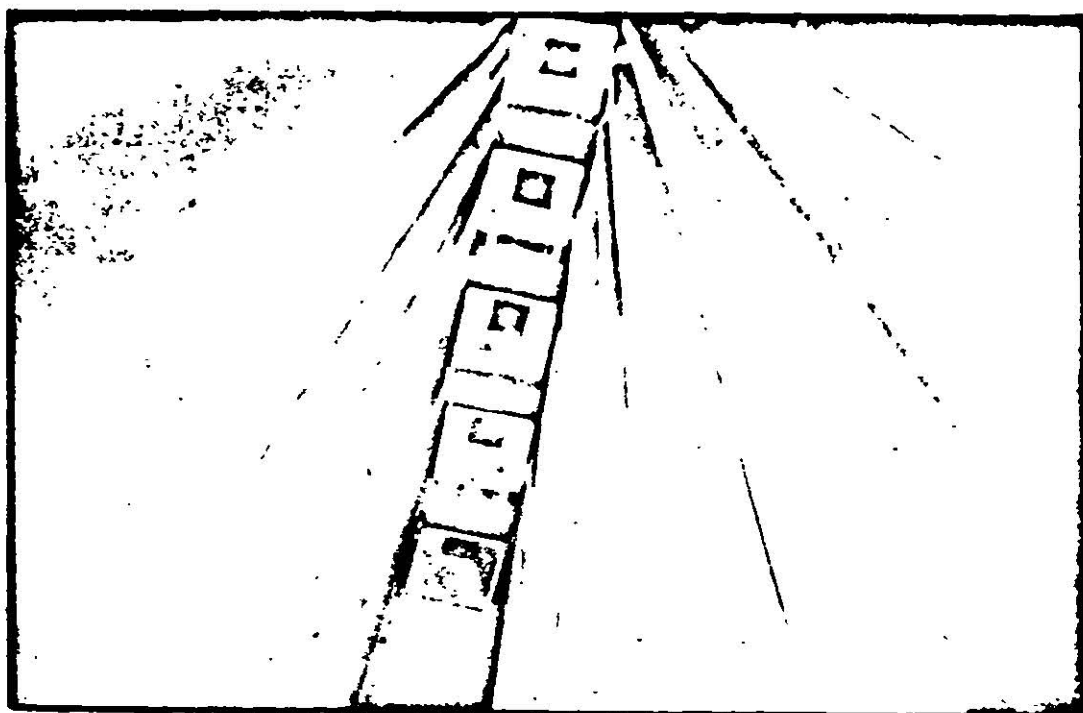
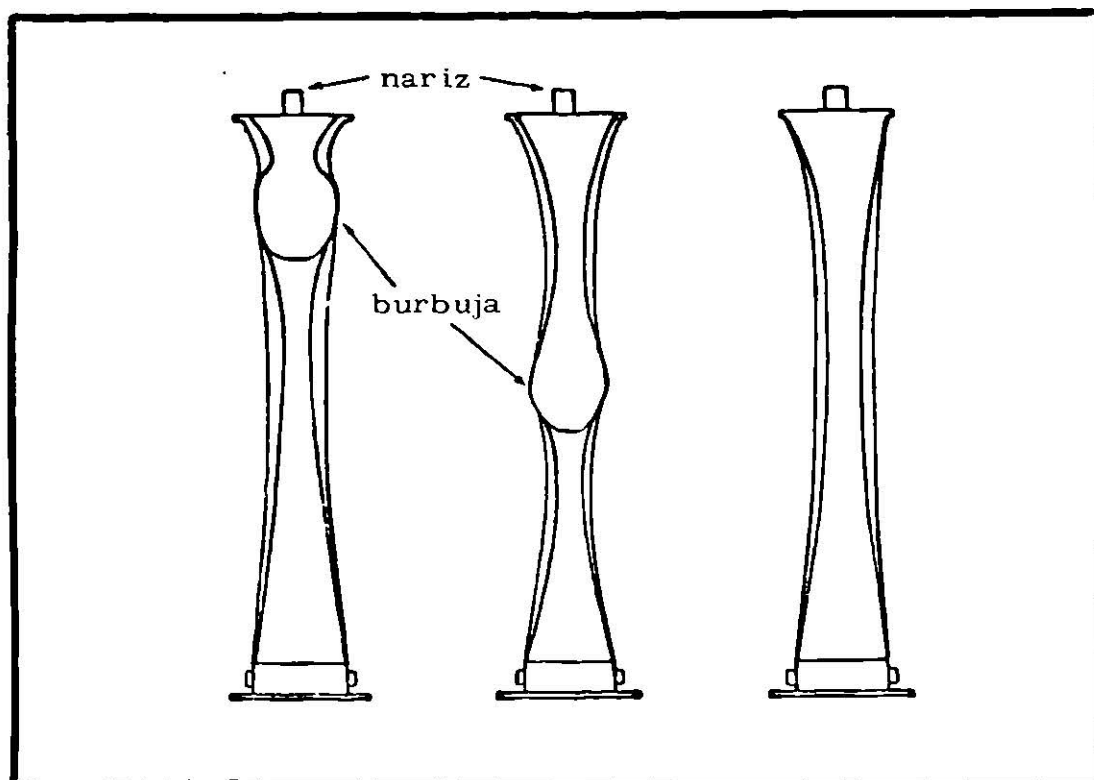


Figura # 13

Figura # 14



operar de este procedimiento, en combinación con la limpieza por caída.

b) Limpieza con Flujo Inverso de Aire

- Chorro Inverso

Este mecanismo emplea a alta velocidad un chorro de aire comprimido (pequeño volumen) forzado a través de la tela para desalojar el polvo recolectado. En la unidad típica de chorro inverso, se puede obtener una limpieza continua, en tal forma que la diferencia de presión a través del equipo, tiende a permanecer constante. (ver figura # 12)

- Flujo Inverso

Tanto el tubo de filtrado como la cubierta del recolector pueden ser limpiados utilizando un flujo inverso de aire limpio. Esto deberá ser a presión baja o atmosférica, y deberá utilizarse un volumen mucho mayor de aire que en el método de chorro inverso. En la figura # 11, se muestra un arreglo usado para envolver recolectores de polvo de este tipo.

Un arreglo tubular para los filtros se muestra en la figura # 15 en la cual se aprecian los anillos que mantienen la forma del filtro.

• Tamaño del Depósito de Bolsa

Las unidades de filtro de bolsa son relativamente grandes junto a los equipos de recolección. Por tanto el tamaño del equipo es de importancia para el comprador en cuanto a economía y funcionabilidad. La velocidad nominal de filtrado es un factor determinante en el tamaño del equipo.

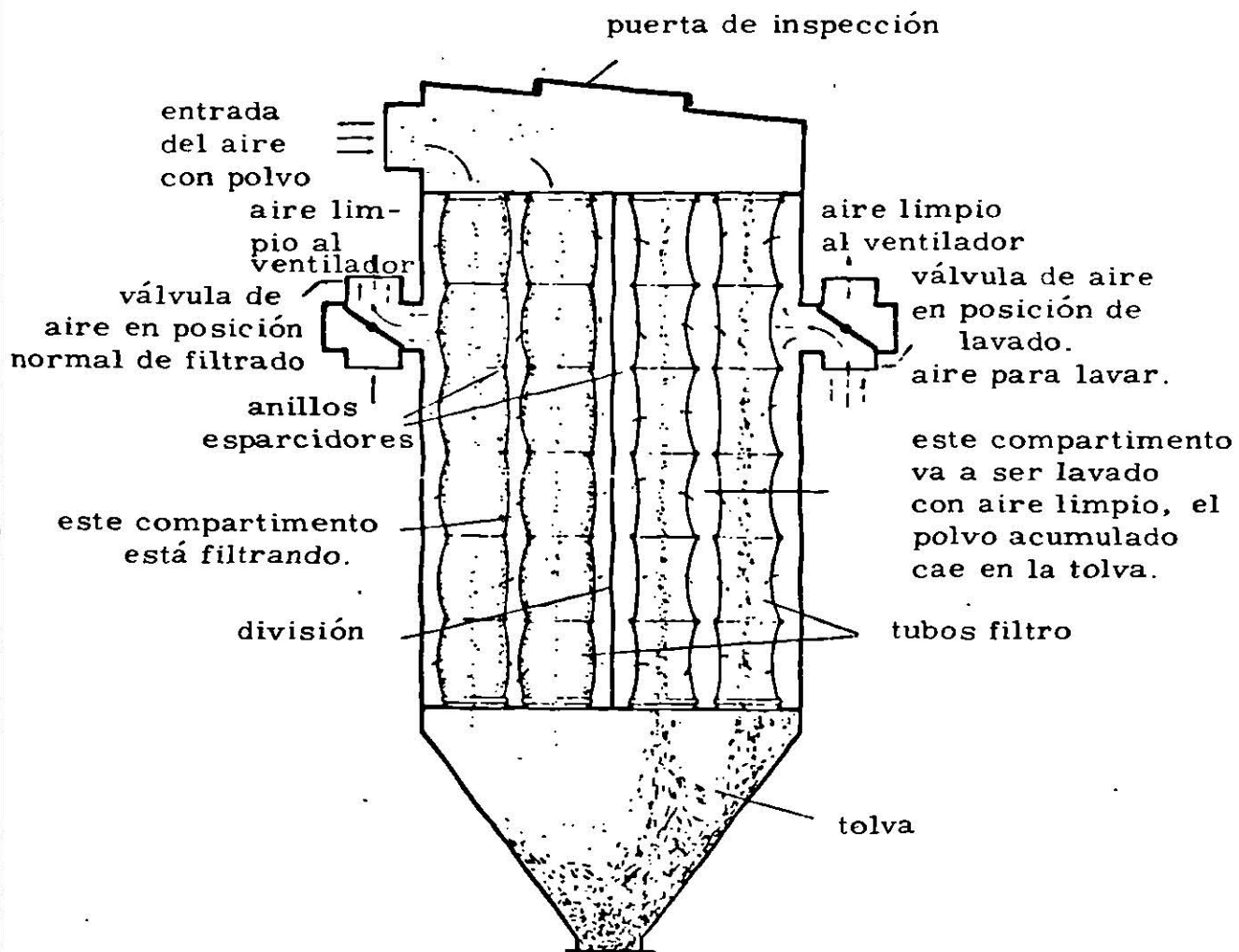


Figura # 15

Sin embargo existen otros factores tales como limitaciones de altura, espacio de bolsa, y radio en bolsas tubulares, que también son importantes.

- Tela del filtro

- a) Tipos:

Existen filtros de dos clases, tejidos y de fieltro.

En los de fieltro, la limpieza se hace por los métodos de chorro de aire a presión y chorro inverso solamente.

En los tejidos, se puede usar cualquier método de limpieza.

Sin embargo, en la práctica, los recolectores de bolsa limpiados por el método de chorro inverso, operan a eficiencias relativamente altas. Para asegurar la alta eficiencia y mantener bajos gradientes de presión, se utilizan generalmente telas de fieltro.

- b) Propiedades:

Respecto a materiales de construcción, los factores primordiales son las limitaciones de temperatura y la estabilidad química. Otros factores que deberán ser tomados en cuenta son la "permeabilidad al aire", la resistencia a la abrasión y a la agitación.

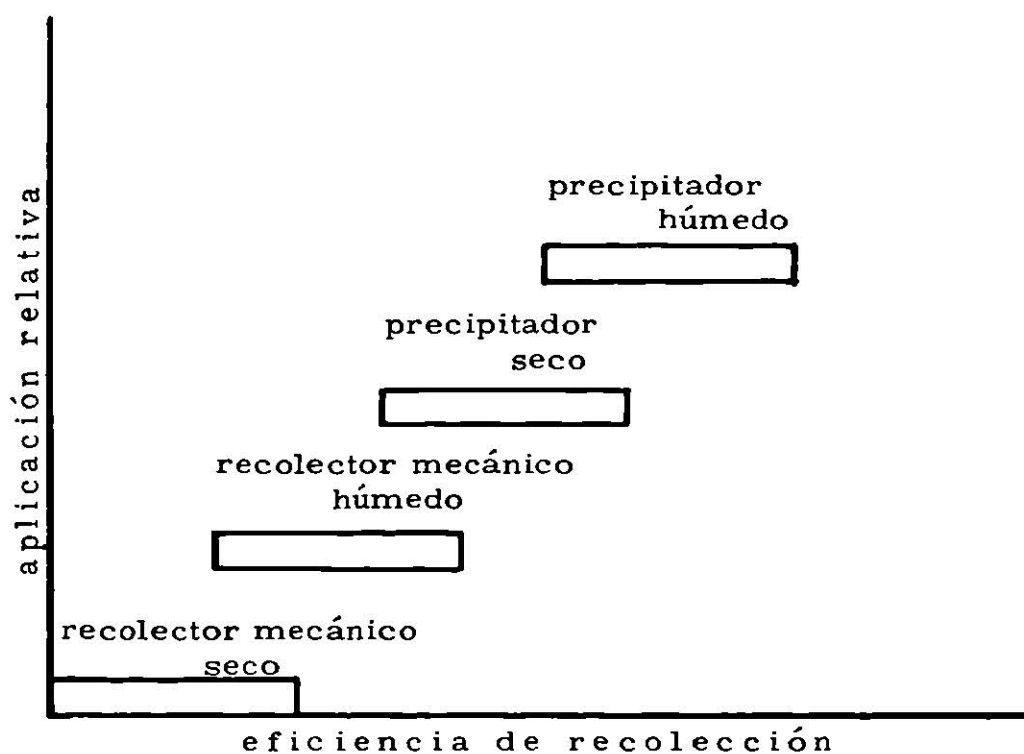
- Precipitadores Electrostáticos

- Introducción:

En general, los recolectores de polvo pueden ser clasificados en: recolectores mecánicos tipo seco, como son los ciclones, filtros de bolsa; recolectores mecánicos tipo húmedo, como son los lavadores (scrubbers) y los precipitadores secos o húmedos (precipitadores electrostáticos)

La selección depende en gran medida del problema específico, la situación económica y de la conveniencia del equipo para el usuario.

Cada uno de estos recolectores posee un rango específico de aplicación según sea la eficiencia que se requiera, como se puede apreciar en la gráfica que a continuación mostramos:



Gráfica # 2

Debido a que estos rangos se trasplantan en ciertas eficiencias, la selección del equipo se decide por consideraciones económicas.

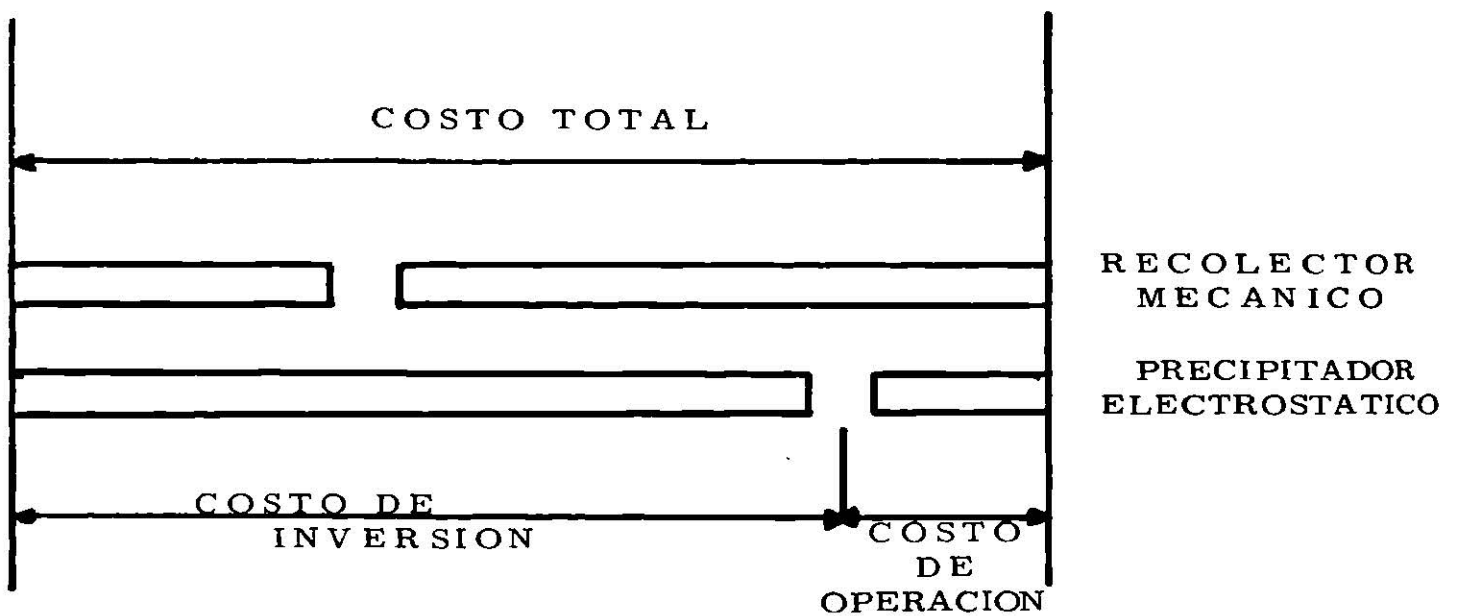


Figura # 16

En la figura de arriba se puede apreciar la diferencia en costos de inversión y de operación para dos equipos; siendo uno de ellos un recolector mecánico, y el otro un precipitador electrostático. Como se puede apreciar en un segundo caso, el costo de inversión es notablemente mayor que el costo de operación; siendo que en el primer caso sucede lo contrario.

Otros factores que deberán ser considerados en la selección son: requerimientos de registro y la disponibilidad de potencia eléctrica, agua, aire comprimido y tratamiento de basura.

- Aplicaciones:

Los precipitadores electrostáticos poseen ventajas especiales como por ejemplo en principio pueden ser diseñados para cualquier grado de eficiencia requerida, y pueden trabajar tanto con polvo como con una mezcla de partículas del rango de las sub-micras. El polvo es recuperado tan to seco como húmedo, por otro lado la resistencia al flujo y el consumo de potencia son generalmente menores que en cualquier otro método de recolección de polvo.

Los precipitadores electrostáticos industriales generalmente son de un solo paso, esto es, la transferencia de carga y la recolección de las partículas es en un solo campo eléctrico. El número de campos en serie o el número de secciones eléctricas en paralelo varía según el tamaño del precipitador.

- Clasificación:

Los precipitadores electrostáticos se pueden clasificar de acuerdo al modo de operación. Esto se aplica tanto a los precipitadores de tipo seco, como a los de tipo húmedo.

Esta clasificación es como sigue:

- a) De acuerdo a la superficie recolectora pueden ser:
 - Precipitadores tipo tubo.
 - Precipitadores tipo Plato.
- b) Según sea la dirección del flujo de entrada del gas:
 - Precipitadores de flujo horizontal.
 - Precipitadores de flujo vertical.

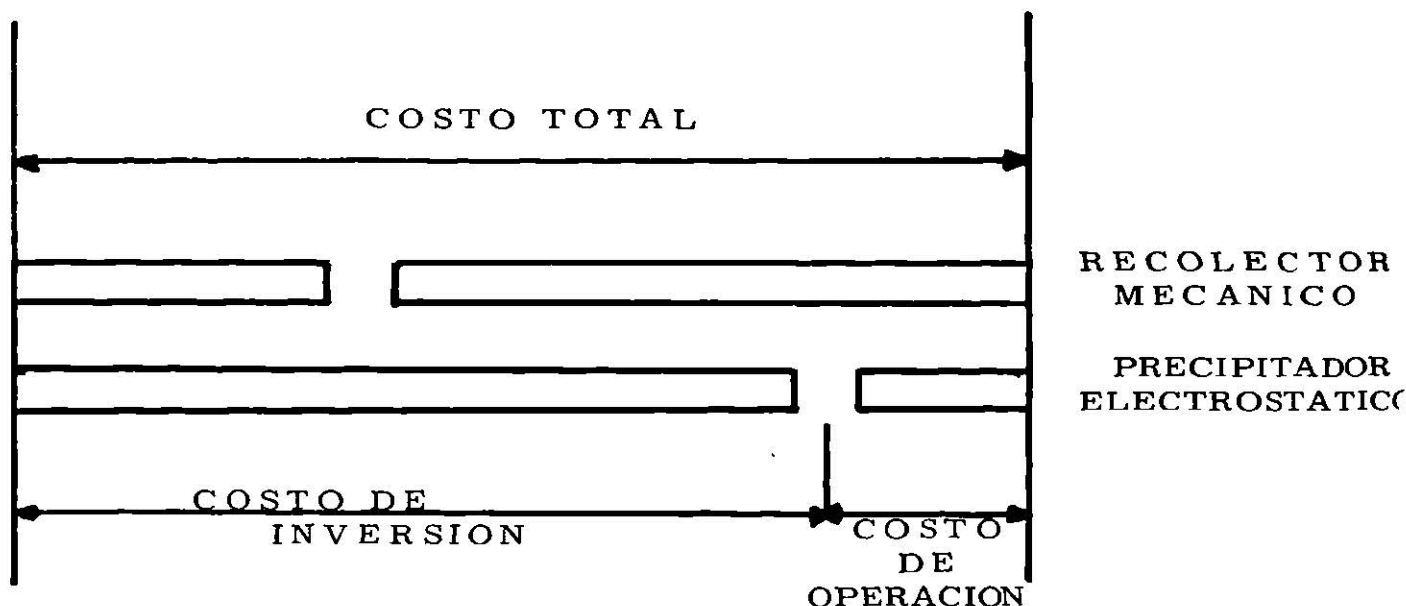


Figura # 16

En la figura de arriba se puede apreciar la diferencia en costos de inversión y de operación para dos equipos; siendo uno de ellos un recolector mecánico, y el otro un precipitador electrostático. Como se puede apreciar en un segundo caso, el costo de inversión es notablemente mayor que el costo de operación; siendo que en el primer caso sucede lo contrario.

Otros factores que deberán ser considerados en la selección son: requerimientos de registro y la disponibilidad de potencia eléctrica, agua, aire comprimido y tratamiento de basura.

- Aplicaciones:

Los precipitadores electrostáticos poseen ventajas especiales como por ejemplo en principio pueden ser diseñados para cualquier grado de eficiencia requerida, y pueden trabajar tanto con polvo como con una mezcla de partículas del rango de las sub-micras. El polvo es recuperado tanto seco como húmedo, por otro lado la resistencia al flujo y el consumo de potencia son generalmente menores que en cualquier otro método de recolección de polvo.

Los precipitadores electrostáticos industriales generalmente son de un solo paso, esto es, la transferencia de carga y la recolección de las partículas es en un solo campo eléctrico. El número de campos en serie o el número de secciones eléctricas en paralelo varía según el tamaño del precipitador.

- Clasificación:

Los precipitadores electrostáticos se pueden clasificar de acuerdo al modo de operación. Esto se aplica tanto a los precipitadores de tipo seco, como a los de tipo húmedo.

Esta clasificación es como sigue:

a) De acuerdo a la superficie recolectora pueden ser:

- Precipitadores tipo tubo.
- Precipitadores tipo Plato.

b) Según sea la dirección del flujo de entrada del gas:

- Precipitadores de flujo horizontal.
- Precipitadores de flujo vertical.

El grupo predominante es aquel que está integrado por los precipitadores electrostáticos de proceso seco tipo plato con flujo horizontal.

- Electrodo:

Los precipitadores electrostáticos requieren un electrodo de descarga (usualmente negativos) de pequeña área seccional (como un alambre), y un electrodo recolector (generalmente positivo) de gran área seccional (tal como un plato o tubo)

En la práctica se utiliza una corriente directa del orden de 10,000 - 70,000 voltios en los electrodos, por los cuales se hace pasar la corriente de gas sucio.

A ciertos voltajes críticos se produce ionización de las moléculas del aire, cerca o en la superficie del electrodo de descarga, y esto se nota por la formación de una "corona" (la cual en una fotografía aparece como un cuadro oscuro).

Generalmente se aplica una carga negativa al electrodo de descarga en un precipitador electrostático industrial.

- Mecanismo de Recolección:

Conforme van moviéndose los iones, van adhiriéndose a las partículas neutras de polvo haciendo que éstas migren hacia el electrodo apropiado. La mayoría de las partículas recogen iones negativos, esto es debido a que los iones negativos tienen que recorrer una mayor distancia para alcanzar el electrodo positivo, que la que tienen que recorrer los iones positivos, que se forman cerca y que migran hacia el negativo, esto es, electrodo de descarga.

Cuando las partículas cargadas tocan los electrodos, se neutralizan, después de lo cual es relativamente simple recolectarlas por medio de golpeo, lavado o por gravedad.

Por lo tanto existen cuatro pasos en la precipitación electrostática:

- a) Transferencia de carga a las partículas por medio de la ionización.
 - b) El transporte de éstas partículas cargadas a la superficie recolectora, utilizando las fuerzas ejercidas sobre ellas por el campo eléctrico.
 - c) La neutralización de las partículas precipitadas en la superficie recolectora.
 - d) Remoción de las partículas precipitadas de la superficie recolectora.
- Operación:

La operación de un precipitador electrostático que esté diseñado e instalado adecuadamente, obedece las leyes básicas mecánicas y eléctricas. Se pueden predecir las condiciones más favorables para la operación de un precipitador electrostático y como alcanzar las mismas siguiendo la técnica apropiada.

Una vez construido el precipitador sólo se puede cambiar su diseño y dimensiones haciendo gastos excesivos, lo cual va acompañado de pérdida de tiempo. Esto plantea la cuestión acerca de como establecer y mantener las condiciones óptimas de operación. Para una instalación dada, este problema puede ser dividido en cuatro partes básicas:

- a) La instalación y operación, si se requiere, de un sistema acondicionador de gas y polvo.
- b) La obtención y mantenimiento de una distribución efectiva del gas adelante del precipitador.
- c) El establecimiento de un ciclo óptimo de golpeo tanto en la superficie recolectora como en los electrodos de descarga.
- d) La operación del precipitador con un sistema de control eléctrico adecuado.

• Aplicaciones Típicas Industriales :

Entre los más usuales están: Los precipitadores para los gases que se desprenden de las chimeneas en las plantas de combustibles; precipitadores para la industria del Hierro y del Acero; precipitadores para la industria del Cemento; precipitadores para la industria Química y Metalúrgica no ferrosa; precipitadores para los gases de incineradores.

Finalmente se puede concluir que los precipitadores electrostáticos, los cuales pueden ser usados para un amplio rango de aplicaciones, pueden resolver el problema de recolección, aún de las partículas más pequeñas.

No existe un límite fundamental en el grado de limpieza posible, y prácticamente la mayoría de los precipitadores operan con un 90 a 99% de eficiencia (en algunos casos 99.9%)

La alta eficiencia de recolección, la baja resistencia al flujo la capacidad de operar con grandes cantidades de gas a altas temperaturas, y la facilidad para soportar atmósferas y partículas corrosivas, hacen que los precipitadores electrostáticos gocen de gran aceptación.

7.- Recolectores Húmedos

- Mecanismos de recolección

- Los recolectores húmedos aumentan la eficiencia de remoción de partículas mediante dos mecanismos:
 - a) El regreso de las partículas recolectadas se previene atrapándolas en una corriente o película de líquido. Este líquido junto con las partículas atrapadas se purga fuera del sistema.
 - b) Las partículas finas se "acondicionan" en tal forma que su tamaño efectivo se aumente, y por lo tanto son más fáciles de recolectar.
- Acondicionamiento de las partículas

El acondicionamiento de las partículas en los recolectores húmedos consiste en aumentar el tamaño efectivo de las partículas finas, haciendo con esto más fácil su precipitación. Esto se puede lograr forzando la precipitación de partículas finas sobre gotas de líquido o causando la condensación de vapor de agua sobre las mismas (las cuales actúan como núcleos) a la temperatura de rocío.

- Problemas de Operación

- a) Corrosión. -

Todos los lavadores de agua poseen el enherente problema de la corrosión; aún cuando la corriente del gas transporta no contenga ningún constituyente químicamente corrosivo, el bióxido de carbono que está presente contribuye a la corrosión. Cuando existen agentes corrosivos (SO_2 , cloruros, Fluoruros, HNO_3 , etc.) el desperfecto ocurrirá en las superficies metálicas húmedas.

- b) Erosión. -

Los recolectores húmedos que trabajan con materiales abrasivos insolubles, tienen problemas debido a la erosión, especialmente si la remoción depende de las velocidades de choque o de la acción centrífuga.

- c) Humidificación. - Secado. -

Los lavadores tienen que afrontar los problemas que resultan del paso de lo húmedo a lo seco, especialmente en la entrada de la instalación. Cuando las concentraciones de polvo y la temperatura del gas, son altas, puede existir una zona donde se formen agregados de polvo. (lechos de polvo húmedo)

- d) Eliminación de Niebla. -

En todos los lavadores se necesita proveer el transporte de gotas. Muchos lavadores ya lo poseen en su propio

diseño, y cuando no está incorporado, se elimina la niebla mediante un separador adicional.

e) Manipulación del Líquido efluente. -

En todos los lavadores debe existir un método para manejar el líquido efluente, algunos de estos métodos son: tanques de sedimentación, filtros, ciclones líquidos, métodos químicos de recuperación, envío a ríos, pozos, etc. Todos estos métodos tienen sus propios problemas de Ingeniería.

- Torre con Spray Gravitacional

• Introducción

Antes de adentrarnos en este tipo de equipos, mencionaremos muy brevemente la recolección de partículas sobre obstáculos cilíndricos y esféricos.

En este tipo de recolección las partículas atraviesan un camino con obstáculos cilíndricos (fibras) o esféricos (gránulos) precipitándose sobre la superficie de éstos. Las fuerzas de Van der Waal's y también eléctricas causan la unión de las partículas a las superficies de los obstáculos recolectándolas así del gas.

Volviendo al tema central de este inciso, tenemos que en una unidad de spray gravitacional existen obstáculos esféricos de líquido (gotas) que están cayendo en una torre vacía, por acción de la gravedad sobre la trayectoria de las partículas.

• Eficiencia

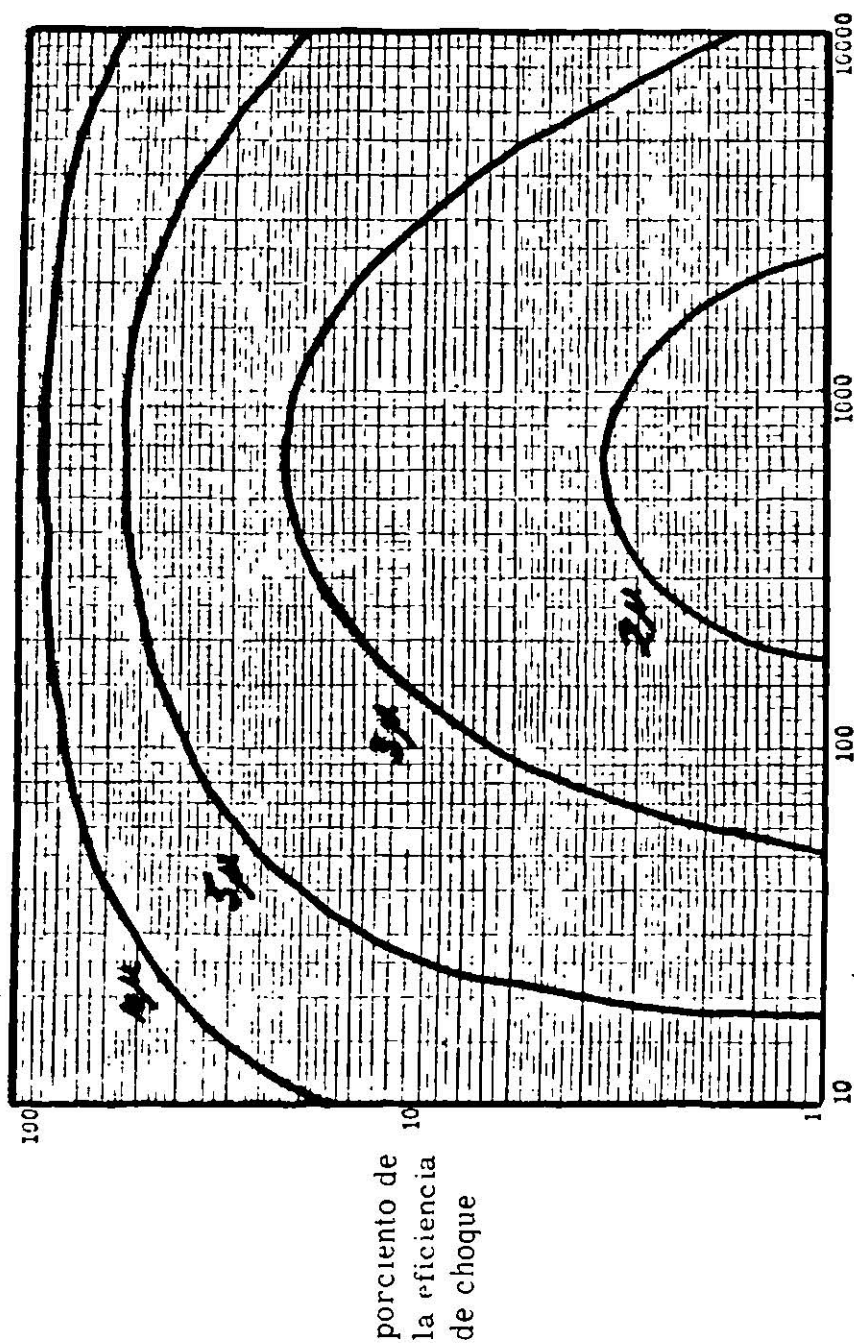
Se ha visto que existe un tamaño de gota óptima para obtener una

máxima eficiencia de choque (ver figura # 17 . Por ejemplo se ha visto -
que para partículas muy pequeñas (menores que 5 micras), la máxima -
eficiencia ocurre con gotas de 800 micras; y que para partículas grandes -
la máxima eficiencia varía en un rango de 500 a 1,000 micras. En lo que -
concierne a partículas menores a 2 micras, la eficiencia es muy baja, -
según se puede apreciar en la figura.

• Aplicaciones

En cuanto a la concentración de polvo que puede manejarse con -
este tipo de recolección, oscila alrededor de 5 gr/ft^3 que es relativamente
alta, puede asimismo trabajar con $70,000 \text{ ft}^3/\text{min}$. A menudo esta torre -
se utiliza como un preenfriador en procesos que utilizan gastos muy gran -
des. Puede reducir la temperatura del gas de $2,000^\circ \text{ F}$. a 275° F . Debido
a que no se utilizan gotas muy finas, no es necesario el empleo de genera -
dores de spray con chorros finos, lo cual facilita la recirculación del agua
contaminada, hasta que llega ésta a límites no operables, aún en esos cho -
rros. Esto trae como consecuencia un ahorro en el consumo de agua.

En cuanto a los requerimientos de presión, son mínimos ya que no -
llega ni a 1 pulgada de agua. Trabaja con una velocidad del gas de alrede -
dor de 4 piés por segundo, y su tiempo de tratamiento es de alrededor de -
20 a 30 segundos.



- Vénturis Lavadores

• Mecanismo de Recolección

En el proceso de recolección de partículas por choque, se puede obtener una alta eficiencia, con partículas finas, cuando el obstáculo contra el cual se va a chocar es pequeño, y la velocidad de la corriente gaseosa es alta respecto a la velocidad del obstáculo.

El Vénturi Lavador logra este mecanismo eficiente, ya que los obstáculos contra los cuales chocarán las partículas de la corriente gaseosa, son gotas de agua muy pequeñas, que son formadas por el flujo de gas, en tal forma que éstas están inicialmente en reposo, cuando se produce el impacto. La alta velocidad relativa de la partícula, se mantiene aún en el momento de la aceleración de las gotas, puesto que llevan, las partículas, la misma velocidad que la corriente gaseosa que las transporta, (ver figura # 18).

Detallando más este proceso, podemos obtener las siguientes etapas de la recolección:

- a) Se hace pasar el gas a través de un ducto al que se le ha incorporado un Vénturi Lavador.
- b) En la garganta (o sea el Vénturi), se llegan a alcanzar velocidades del gas hasta de 600 piés por minuto.
- c) Mediante un spray con chorros gruesos, se inyecta agua, a la altura de la garganta, en cantidades de 5 a 7 galones por minuto, por cada 1,000 piés cúbicos de gas.

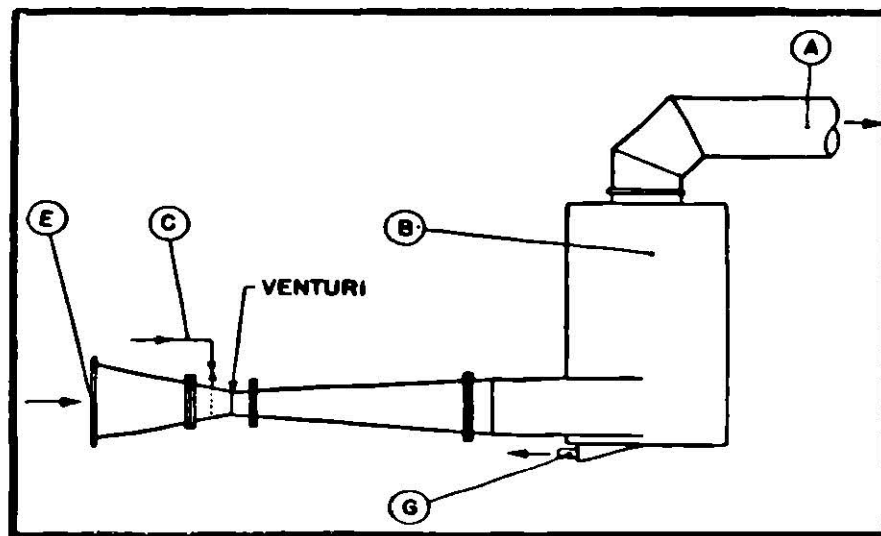


Figura # 18

- A. salida del aire limpio
- B. separador
- C. entrada de agua
- E. entrada de aire sucio
- G. drenaje

d) La alta velocidad del gas, en la garganta, atomiza inmediatamente las gotas de agua del spray, hasta tamaños de 50 micras aproximadamente.

e) Como en su origen estas finas gotas están en reposo en relación a las partículas del gas, se logra una máxima eficiencia. Ahora bien, estas finas gotas, rápidamente se aceleran hasta la velocidad del flujo de gas; pero aún durante este corto período, la velocidad relativa del gas (partículas) es muy alta y por tanto la colisión efectiva entre la partícula y el obstáculo, en este caso una gota de agua, se lleva a cabo exitosamente.

Es durante el período anterior al impacto, donde se obtiene cualquier velocidad relativa entre las partículas y las gotas de agua; por ejemplo, una gota de agua de 100 micras necesita 16 pulgadas para alcanzar el 90% de la velocidad de un gas que se mueve a 100 piés por segundo, en cambio una distancia de sólo 2 pulgadas, es suficiente para que una gota de 20 micras, alcance el mismo porcentaje de la misma velocidad.

f) Por último, al desacelerarse el gas, después de pasar por la garganta, ocurren aglomeraciones de gotas cargadas con partículas, las cuales son fácilmente recolectadas en un separador ciclónico.

- Eficiencia

- a) Presión

Respecto a la presión, se tiene que a mayor caída de la misma, -
mayor eficiencia. Una buena caída de presión, de 25 a 30 pulgadas de -
agua, a través del Vénturi, proporciona buenos resultados.

Se puede incrementar la caída de presión simplemente, aumentan -
do la velocidad del gas y/o la proporción de inyección de agua.

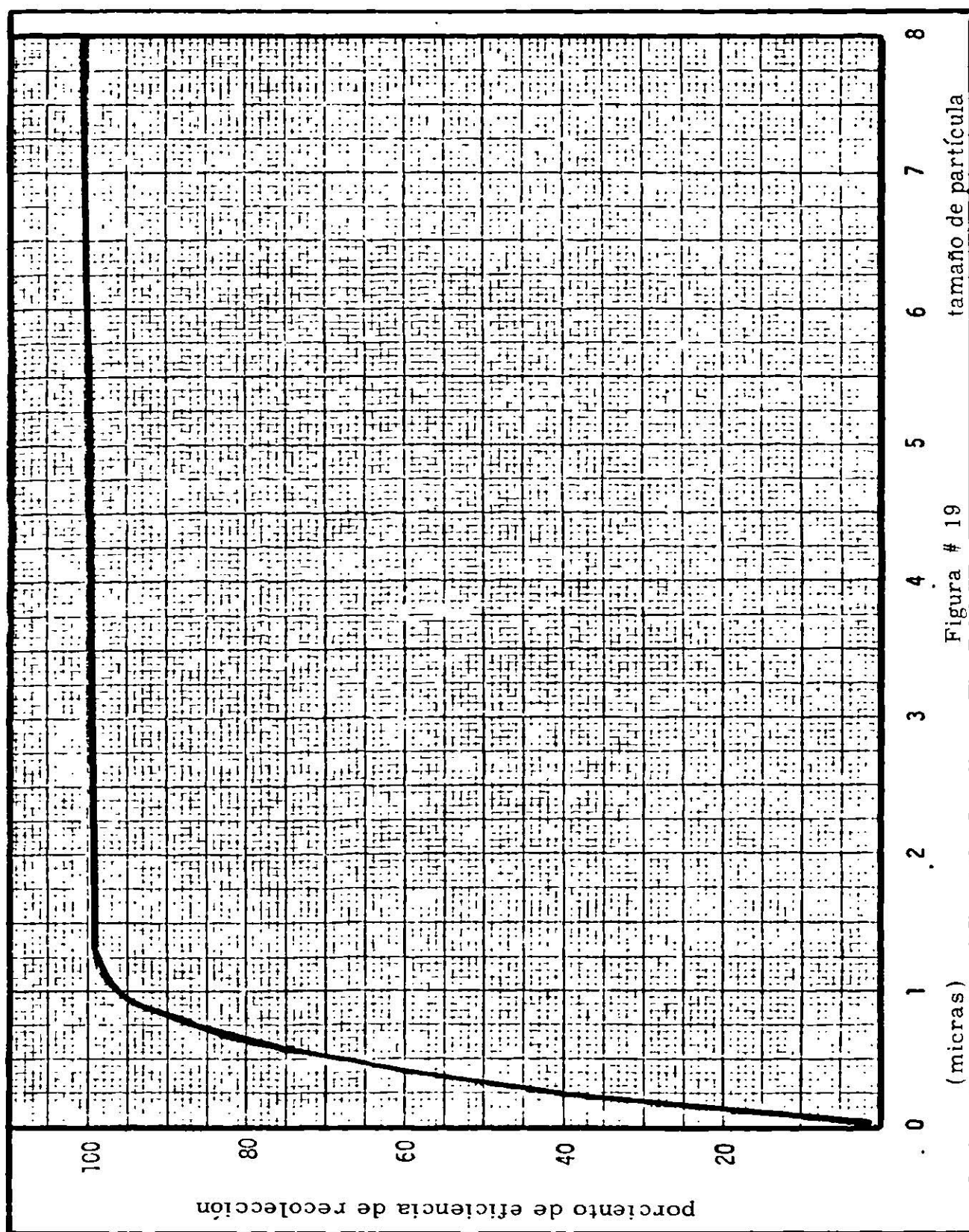
Cuando cambian los requerimientos de grado de recolección o de -
limpieza del gas, solo se necesita ajustar el Vénturi Lavador, modificando
el flujo de líquidos con el consecuente cambio en la caída de presión (efi -
ciencia)

- b) Concentración de partículas.

Si el número de gotas de agua se mantiene constante, y el
número de partículas (concentración) se incrementa, -
aumentará el número de colisiones, aumentando así la -
eficiencia. Este incremento, sin embargo, no solo es -
debido a un mayor número de colisiones entre gotas y par-
tículas, sino también a las colisiones entre éstas últimas.

- c) Tamaño de partícula.

El Vénturi Lavador alcanza un 100% de eficiencia para par-
tículas mayores de 1.5 micras. (ver figura # 19)



- Datos de Operación

Este tipo de equipo puede trabajar con gastos de gas entre 200 y 145,000 piés cúbicos por minuto. No le afecta la influencia del aire húmedo.

- Recolectores con Spray Autoinducido

- Mecanismo de recolección

En este equipo, la zona de recolección de partículas es un cortina de spray, la cual es inducida por el propio flujo de gas a través de orificios especialmente diseñados para ello. (la cortina de spray viene acompañada de un eliminador posterior) ver figura #20.

Se pueden crear gotas de aproximadamente 320 micras, con una velocidad normal de gas de 50 piés por minuto.

La recolección de partículas se efectúa principalmente con el choque sobre las gotas de agua durante la caída libre de éstas últimas, y también durante el período de aceleración de las gotas de agua desde el reposo.

- Usos

Puesto que no contiene este equipo, anaqueles, partes movibles, y pasajes estrechos, se pueden usar estas unidades en casos especiales como son:

- a) polvos de magnesio y explosivos.
- b) materiales pegajosos, etc.

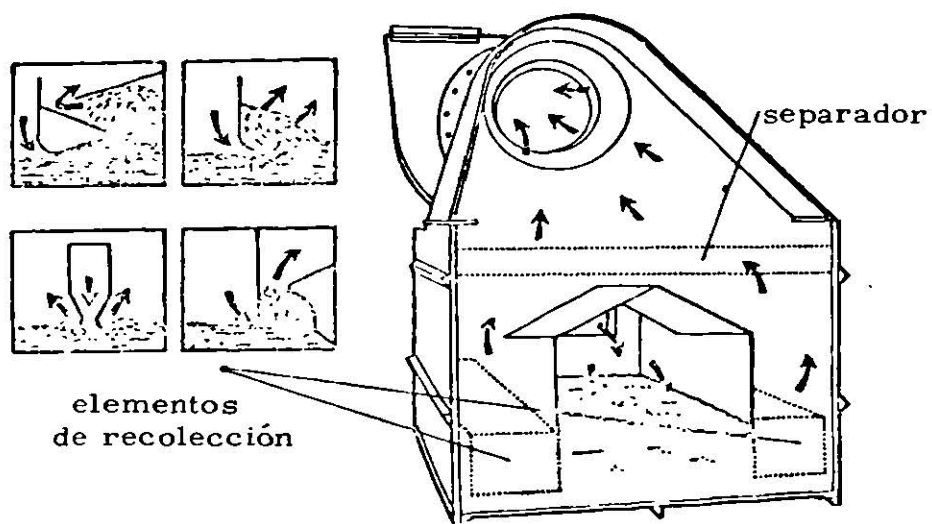


Figura # 20

- Eficiencia

En partículas mayores de 10 micras se obtienen eficiencias cercanas al 100%, según se puede apreciar en la figura # 21.

- Datos de Operación

Se utilizan un promedio de 25 galones de agua por cada 1,000 piés cúbicos por minuto de gas. No es particularmente sensible a los cambios en el gasto del gas.

Se utilizan altas concentraciones de partículas en el gas, (como por ejemplo 40 granos por pié cúbico). Existen dificultades de corrosión; sin embargo su limpieza interior es fácil de hacer.

- Torre de Lavado Tipo Choque.

- Tipos de Torres de Lavado

Existen dos tipos de torres de Lavado, comunmente usadas:

- a) Aquellas que emplean platos como blancos de colisión.

- b) Aquellas que emplean camas de obstáculos esféricos.

- Torres con platos como blancos

El mecanismo de recolección se efectúa de la siguiente manera:

Este tipo de lavador es una torre que tiene una envoltura, en la cual están montadas un gran número de platos circulares, con orificios igualmente espaciados.

Al lado de cada plato, existe un conducto llamado drenaje, por el cual el agua circula hacia el plato de abajo.

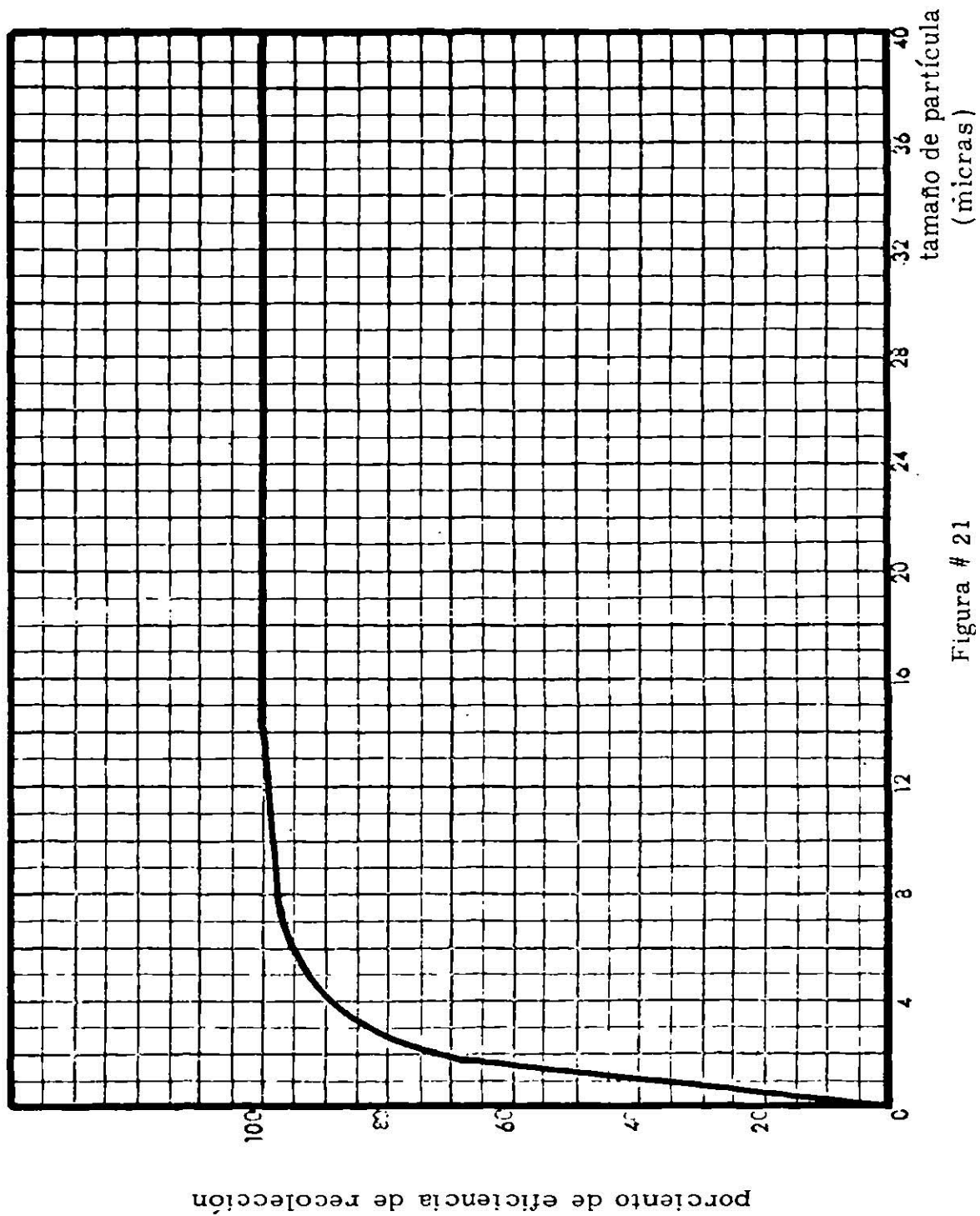


Figura # 21

Sobre cada agujero (de alrededor de 3/16 de pulgada de diámetro) en el plato de orificios, se coloca un plato como blanco, el movimiento del gas al pasar por la orilla del agujero, ocasiona gotas de spray de aproximadamente 100 micras. Estas gotas están inicialmente en reposo y por lo tanto favorecen una buena velocidad relativa entre las partículas y el obstáculo al producirse el impacto.

Al atravesar el gas contaminado los agujeros en el plato, se produce el choque de las partículas contra las gotas atomizadas y el de las gotas cargadas contra los blancos, colocados justamente arriba de los agujeros.

La concentración de partículas, en este caso es sumamente importante, y se requieren diseños especiales para librar a los pequeños agujeros del plato de taponaduras. La muy violenta circulación de aire, producida por los chorros, abajo de los blancos, ayuda a mantener estos agujeros limpios; así como la existencia de una zona de spray preliminar que ayuda a conservar los orificios del plato libres de depósitos. (ver figura 22

Se pueden manejar por éste método concentraciones de 40 granos por pié cúbico.

En cuanto a la eficiencia, es cercana al 100% para partículas mayores de 7 micras, como se puede apreciar en la gráfica de la figura # 23.

• Torres con Lechos de Esferas

En este caso, las partículas de mayor tamaño son recolectadas al chocar sobre superficies húmedas y hacer contacto con un spray de agua

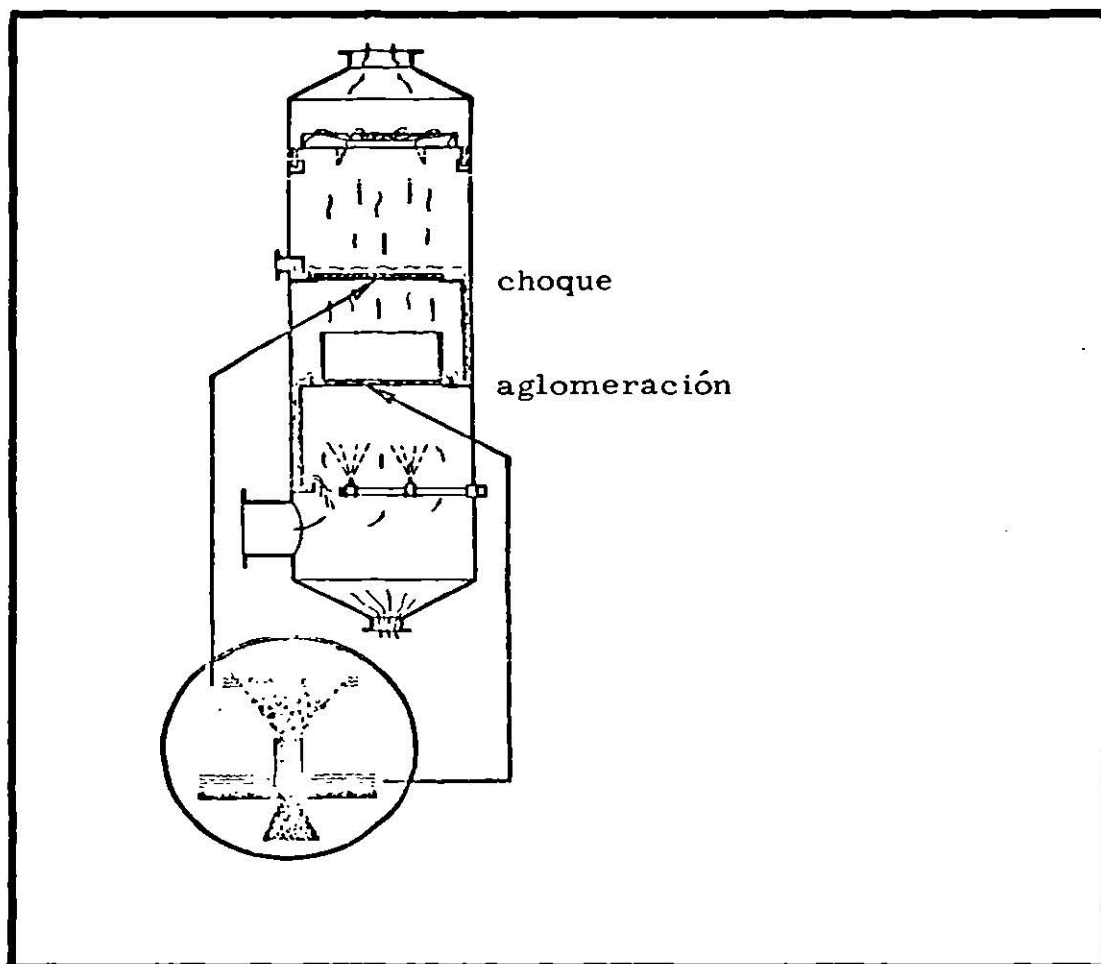
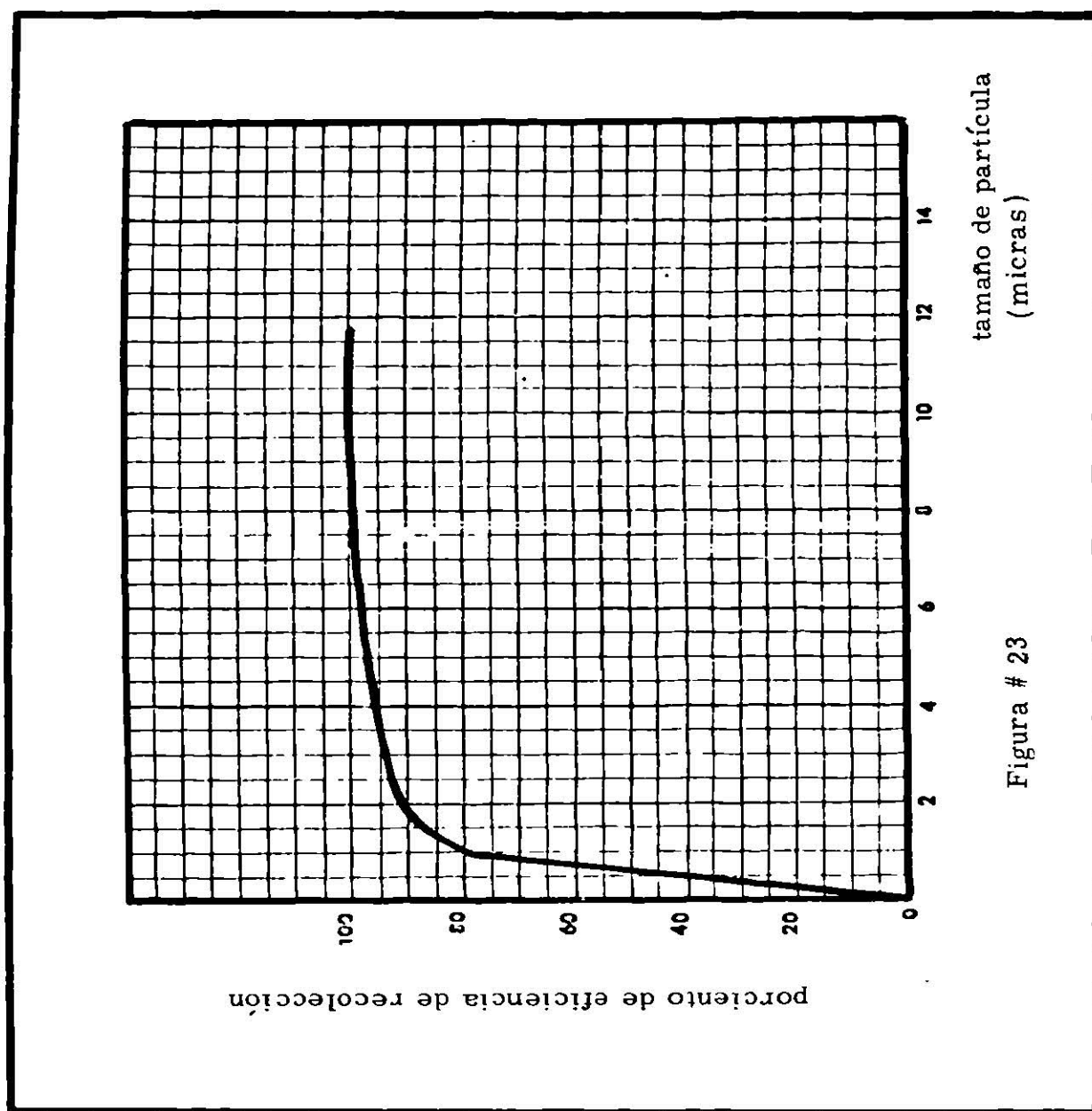


Figura # 22



en una zona situada bajo del lecho de esferas.

El resto de las partículas en el gas, siguen hacia arriba a través -
de la cama de esferas.

En los intersticios del lecho, son retenidas las partículas, incre -
mentando así las velocidades de las mismas, lo cual trae como resultado -
una mayor eficiencia de choque sobre las superficies de las esferas.

Esta alta velocidad del gas obtenida a través de los intersticios -
entre esferas, hace que se desintegre la corriente de agua y se transforme
en una niebla turbulenta, arriba del lecho de esferas. Es en esta zona donde
de se efectúa la recolección, de las más finas partículas de la corriente -
gaseosa, al ser atrapadas éstas en la niebla y sedimentadas constantemente.

La niebla que sigue hacia arriba transportada por el aire limpio, es
removida al pasar a través de un lecho empacado con "sillas" (saddles) -
de porcelana.

La concentración de partículas que se puede manejar en este tipo -
de equipo, es de 40 granos por ft^3 .

Estas unidades poseen su propia auto-limpieza y por lo tanto están -
libres de aglomeraciones de sólidos.

Trabaja con una caída de presión de 4 a 6 pulgadas de agua. En -
cuanto a su eficiencia, es alta para partículas mayores de 2 micras. Con -
sume agua fresca, a razón de 1/4 de galón por minuto, por cada 1,000 piés
cúbicos por minuto de gas limpio. El agua recirculada existe a razón de -

3 galones por minuto, por cada 1,000 piés cúbicos por minuto de gas limpio. (El líquido lavador puede tener un gran contenido de sólidos) La capacidad de este equipo oscila entre 500 y 40,000 piés cúbicos por minuto.

— Recolectores Centrífugos Húmedos

• Tipos

Existen dos tipos de recolectores centrífugos húmedos:

a) Tipo irrigado

b) Tipo cámara con Spray

• Tipo Irrigado

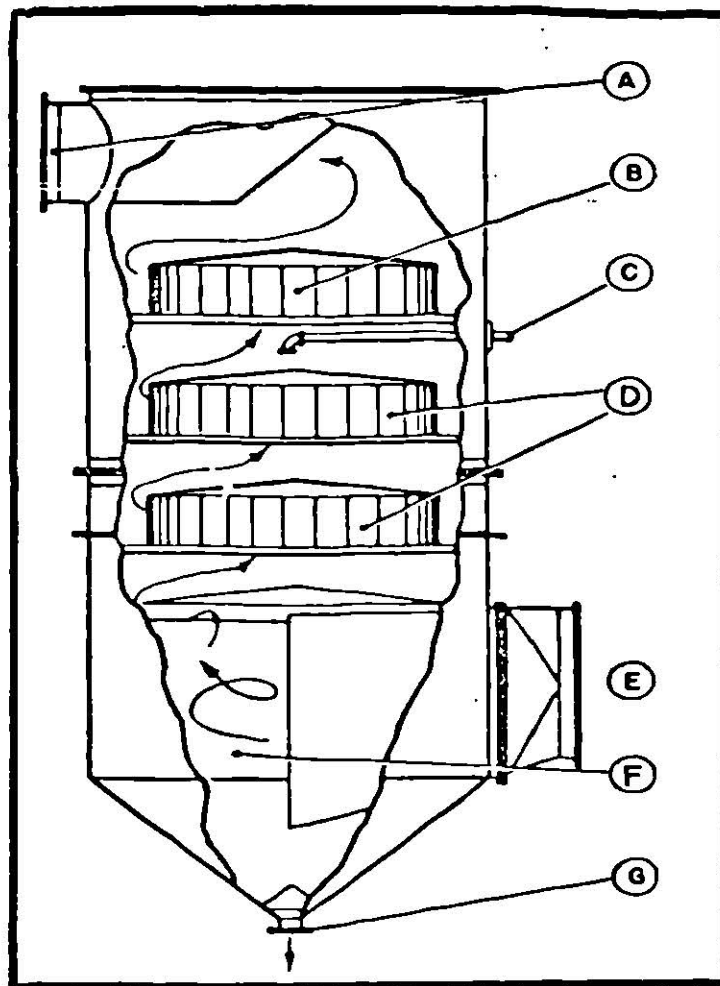
En este equipo realmente sólo se estrellan las partículas contra superficies húmedas de recolección tales como paredes húmedas o platos de choque debido a la acción centrífuga. (ver figura # 24)

La eficiencia de este equipo puede ser incrementada con la irrigación de sus paredes, si las desventajas implícitas en el sistema húmedo, pueden ser toleradas.

La distribución del agua puede ser por gravedad o por mangueras de baja presión. Los recolectores húmedos, también pueden ser útiles para retener gases, cuando estos se encuentran cargados de humedad. Con ellos, la eliminación de la sustancia recogida presenta muy poco problema.

Sus desventajas son las siguientes:

a) A menos que haya mucha disponibilidad de agua, será necesario contar con tanques especiales de decantación y



- A. salida del aire limpio
- B. separador
- C. entrada de agua
- D. platos de choque
- E. entrada del aire sucio
- F. desintegrador
- G. drenaje

Figura # 24

con los equipos auxiliares adecuados para recuperar el agua.

b) No puede tolerarse el congelamiento del líquido.

c) Si se recogen sustancias químicas corrosivas, será necesario utilizar equipos más caros, resistentes a la corrosión.

La eficiencia de los recolectores húmedos puede llegar a un 90% con partículas de 1 micra, aunque generalmente es del 75% o más baja, aún así es más eficaz que el ciclón de baja presión. El promedio es del 50% con partículas de 0.5 micras. La caída de presión también varía dentro de un alcance bastante considerable. Se utiliza agua en una proporción de 4 galones por cada 1,000 piés cúbicos por minuto de gas tratado.

• Tipo Cámara con Spray (ciclón)

En el ciclón con spray, el aire cargado de polvo, entra tangencialmente por el fondo del sistema, y avanza en forma de espiral hacia arriba, envolviendo un spray de gotas finas de agua de alta velocidad. (ver figura # 25)

Las partículas de polvo, son recolectadas sobre las gotas finas de agua, las cuales son fuertemente impelidas contra la pared del equipo, por la acción centrífuga del ciclón.

Existe una sección sin spray, situada sobre las boquillas del mismo, en la que las gotas de agua, conteniendo las partículas recolectadas, tendrán tiempo de alcanzar las paredes del equipo, antes de que salga la corriente de gas.

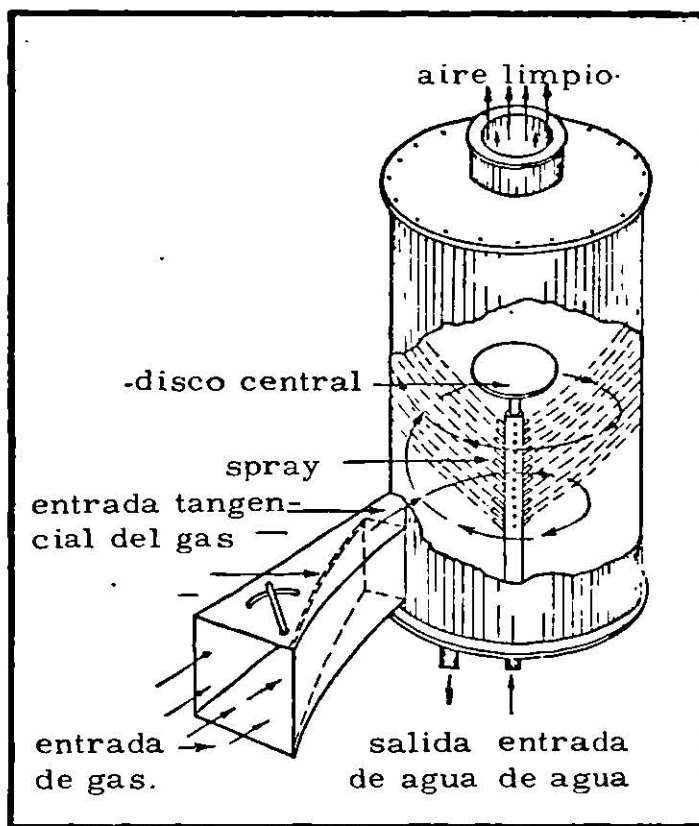
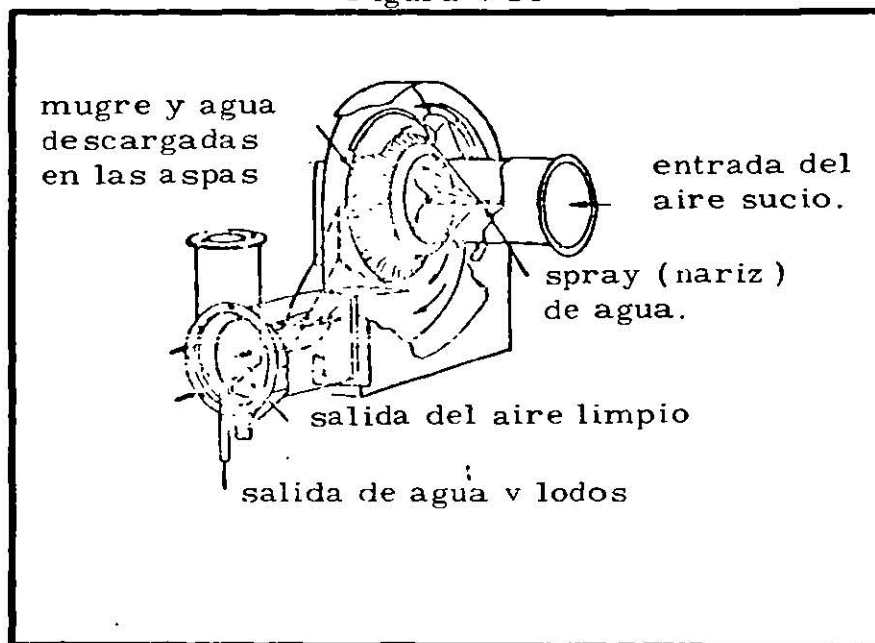


Figura # 25

Figura # 26



Este tipo de recolección, puede alcanzar una eficiencia superior al 97%, en partículas mayores a 1 micra. Se puede trabajar con una capacidad que oscila entre 500 y 25,000 piés cúbicos por minuto, dentro del ciclón el gas alcanza una velocidad superior a los 200 piés por segundo. El consumo de agua va desde 3 hasta 10 galones por cada 1,000 piés cúbicos de gas limpio. Se necesita un preenfriador de gases, cuando éstos se alimentan a altas temperaturas, para prevenir una rápida evaporación de las gotas de agua.

- Precipitadores Dinámicos Húmedos

Este tipo de recolección, combina las fuerzas dinámicas de un ventilador rotatorio, para favorecer el choque de las partículas contra numerosas aspas especialmente diseñadas, las cuales están rociadas constantemente por un spray de agua, convenientemente colocado, según se puede apreciar en la figura # 26.

Se obtiene una alta eficiencia con partículas de masa mediana mayores de 1.5 micras. La caída de presión es una función de la eficiencia mecánica, generalmente es menor que 1 pulgada de agua. En lo que se refiere a concentración de partículas, se utilizan menores que 1 grano por pié cúbico. El agua se utiliza a razón de 1 galón por cada 1,000 piés cúbicos por minuto de gas.

- Lavadores Desintegradores

Este tipo de equipos disparan las gotas de agua a las partículas, haciendo que exista una velocidad relativa alta entre las partículas y las gotas (aunque sea sólo en un corto período de tiempo) y haciendo que todo-

esto se lleve a cabo en tal forma que se logren el mayor número de impactos efectivos posibles.

El equipo consta de una cubierta exterior que contiene filas alternadas de estatores y rotores, los cuales logran velocidades relativas, entre pares adyacentes, del orden de 200 a 300 piés por segundo.

El agua se inyecta axialmente y es atomizada eficientemente en gotas de 25 micras, por la acción de las aspás rotatorias.

El gas contaminado entra al sistema también axialmente, según se puede apreciar en la figura # 27, y pasa a través de densa zona de spray, donde las partículas son sometidas a un intenso bombardeo de las gotas de agua.

La eficiencia que se logra en este equipo es superior al 98% en partículas mayores, a 6 micras. (ver gráfica de la figura # 28)

La caída de presión es menor a 1 pulgada de agua. En cuanto a la concentración de partículas, es muy pequeña, ya que solo trabaja con 0.25 a 0.5 granos por pié cúbico, debido a que estos equipos son muy susceptibles a los problemas por aglutinamientos de partículas o lodos, a causa de la alta velocidad a la que trabajan.

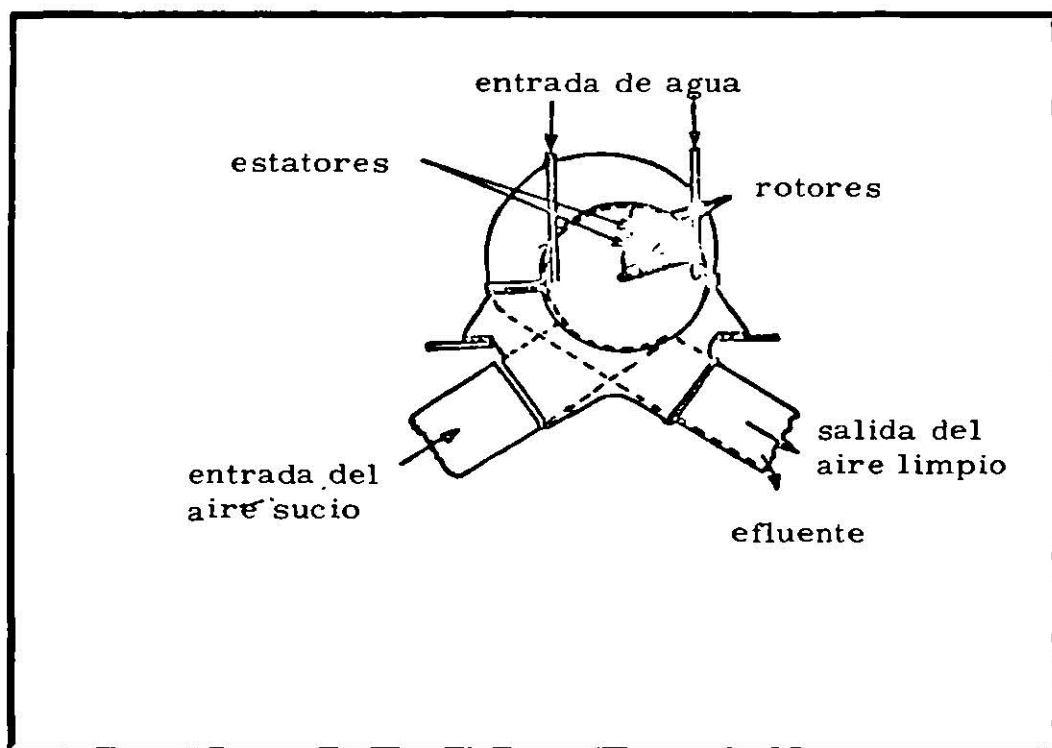
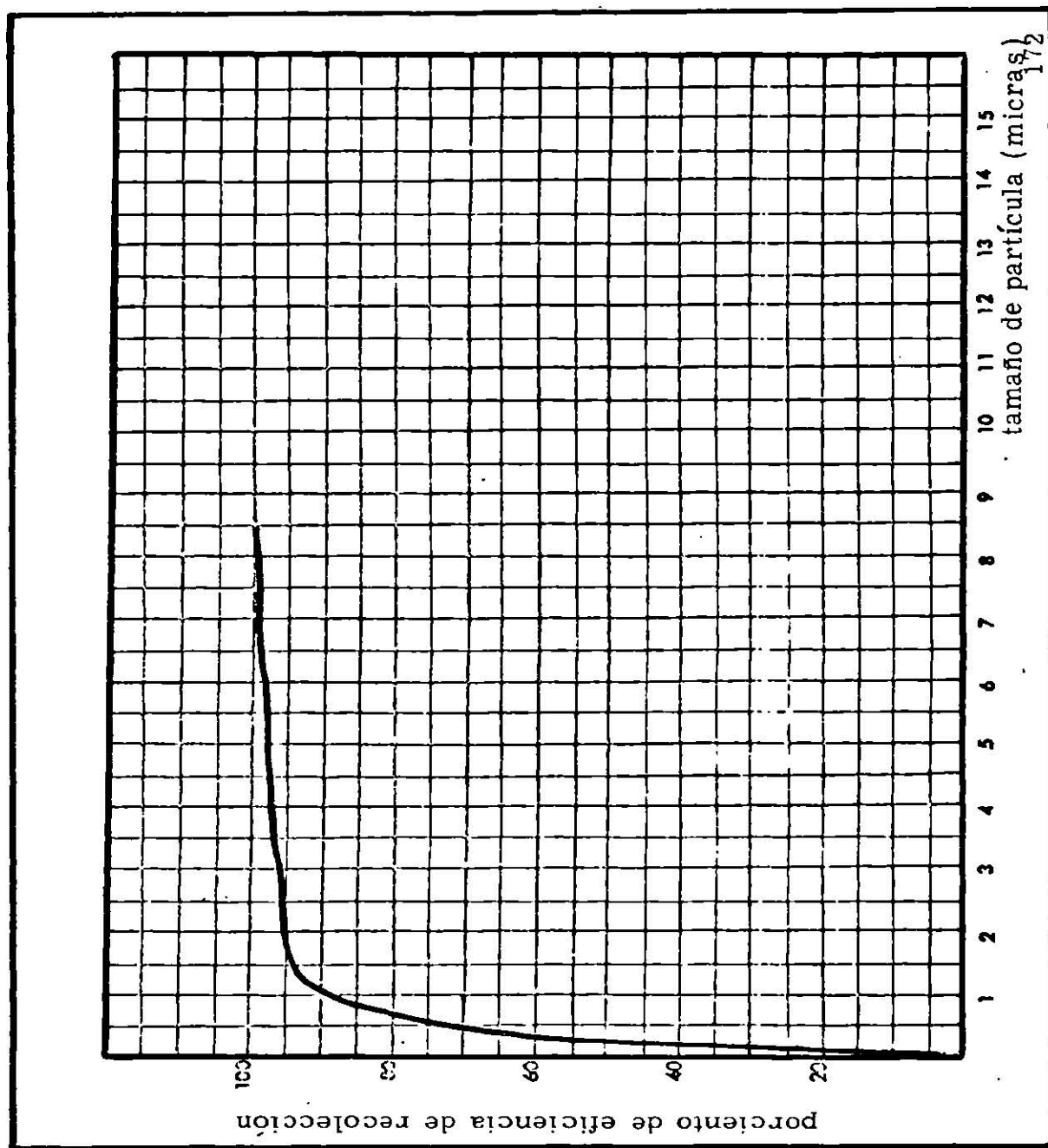


Figura # 27

Figura # 28



II EQUIPOS PARA EL CONTROL DE LIQUIDOS, GASES Y VAPORES

1. - Control de Líquidos en la Atmósfera :

- Introducción :

La remoción de finas gotas de líquidos de corrientes gaseosas, se puede lograr mediante separadores líquido-gas, que se denominan "rompedores de niebla" (demister).

Se sabe que finas gotas de líquido contenidas en una corriente gaseosa, pueden ser separadas, pasando el gas a través de un filtro inicial, diseñado para aglomerar las gotas iniciales del líquido en otras de mayor tamaño, y a continuación la corriente gaseosa con las gotas agrandadas se hace pasar por un segundo filtro, que separa este tamaño de gotas del gas. Tales filtros, son muy eficientes para separar la gran mayoría de las gotas de líquido, en un gas, (aproximadamente tienen un 98% de eficiencia). Sin embargo, para obtener altas eficiencias (más de 98%) con altas velocidades de flujo y con gotas de líquido menores a las 10 micras, estos equipos no son apropiados.

Los requerimientos de altas eficiencias, esto es mayores al 98%, son a causa del daño que pueden ocasionar a la atmósfera, partículas de líquido muy finas que poseen efectos corrosivos, tóxicos, etc.

Este problema se agrava, debido a los volúmenes relativamente grandes de gas que deben ser tratados a las salidas de los procesos industriales. Por ejemplo, una planta típica comercial de ácido sulfúrico, genera 50,000 piés cúbicos por minuto de gas de salida, el cual debe ser tratado para recolectar las finas gotas de ácido sulfúrico.

Para lograr procesar tales volúmenes de gas en equipos de tamaño comercial y razonable, el gas debe ser tratado a alta velocidad. (900 a 3,000 piés por minuto)

La necesidad de recolección de finas gotas de líquido de corriente de gas a altas velocidades, con altas eficiencias, provoca muchos problemas. Como resultado de esto, se ha desarrollado la necesidad de una unidad lavadora, que pueda recolectar gotas líquidas del orden de 0.25 a 10 micras, de una corriente gaseosa, la cual presente la menor resistencia posible al flujo del gas, para así obtener la mayor eficiencia, o sea, más del 98%.

- Ejemplos:

Un ejemplo de equipos para recolectar gotas de líquido de muy pequeño tamaño, (0.25 a 10 micras), a altas eficiencias es el que describe L.A Carmichael, Jr. En este equipo se hace pasar la corriente del gas, que contiene las finas partículas de líquido, a través de un filtro aglomerador delgado y muy denso, cuyo espesor no exceda de 0.5 de pulgada, que esté hecho de un material con filamentos muy pequeños, (de preferencia menores que 1 pulgada), y que no contenga más de un 89% de huecos.

Las partículas del líquido, se juntan dentro del filtro aglomerador, y después se conduce el gas, conteniendo las partículas aglomeradas (mayor tamaño promedio, que las partículas de líquido iniciales) hacia un segundo separador, que recolecta estas partículas líquidas aglomeradas de mayor tamaño, quitándole a la corriente gaseosa más del 98% en peso

de las partículas de líquido originales.

El segundo medio de separación es un filtro hecho de un material, - que preferentemente es de un porcentaje más elevado de huecos, de 97 a - 99%, que el filtro aglomerador inicial. Está constituido también de un material con filamentos de pequeño diámetro.

Como se puede ver en la figura # 29, el filtro aglomerador (4), es - tá a la entrada del gas contaminado (2) con finas partículas de líquido. - Se pueden recolectar partículas que van desde 0.25 hasta 10 micras. Las - gotas pueden ser de cualquier líquido, que deba separarse de la corriente - gaseosa, antes de ser enviada a la atmósfera o a cualquier otra parte de - un proceso.

Se pueden separar líquidos conteniendo ácidos minerales, como el - ácido sulfúrico, fosfórico; gases de combustión de plantas ácidas; nieblas - alcalinas; nieblas de aceite; u otros líquidos no volátiles, que por su peli - grosidad deban ser removidos del gas contaminado.

El filtro aglomerador se encuentra sujeto por dos mallas, una - arriba movable (8) y otra abajo, fija (6). La movilidad de la malla de arri - ba, es con el objeto de modificar la densidad y el espesor del filtro, com - primiendo éste contra la malla fija, usando la varilla de control (10), - según se requiera. Al fondo del primer paso de este equipo (aglomerador) (1), se recolecta algo del líquido contenido en el gas contaminado, el resto, reingresa a la corriente gaseosa y continúa al paso # 2 (separador) (16). - Al fondo del aglomerador (1), existe un desagüe para el líquido ahí recolec - tado (12).

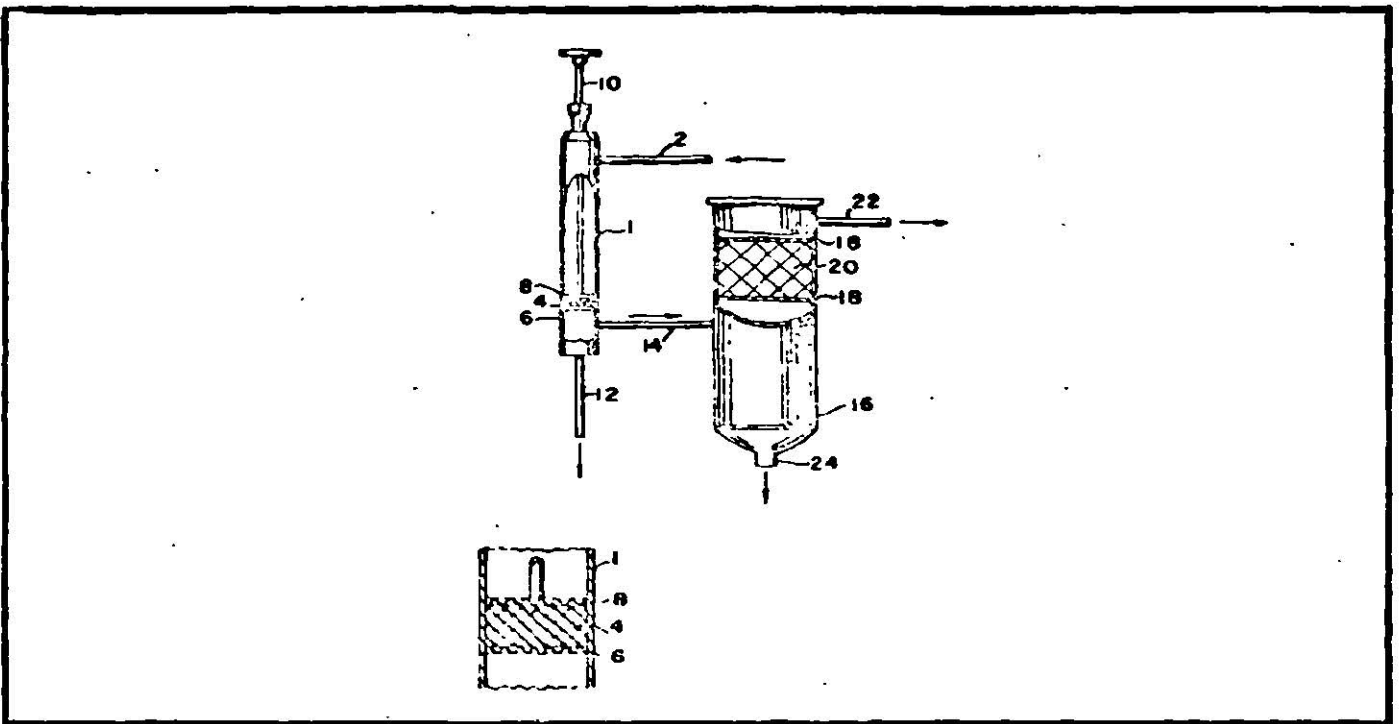


Figura # 29

En el filtro aglomerador las finas partículas, incrementan su tamaño promedio (conglomerados), hasta 10 micras por lo menos.

En el segundo paso (16), el gas pasa a través de un filtro (20), mucho más hueco que el aglomerador (97 a 99% de huecos). Tiene un espesor de 4 a 6 pulgadas, generalmente, (aunque puede ser más grueso). Está sujeto entre dos mallas fijas de alambre (18). Las partículas aglomeradas en el primer paso, son recolectadas en el fondo de este separador, y separadas definitivamente del gas (24). El gas ya limpio, sale a la atmósfera o a donde se requiera, si está en un paso intermedio de un proceso, por la línea (22).

En este sistema descrito, las dos etapas de la recolección están separadas, pero pueden estar juntas, en una sola unidad, en cuyo caso, el filtro aglomerador puede estar vertical u horizontal. En ciertos casos, es conveniente mantener húmedo este filtro, con un spray de agua. Esto aumenta la eficiencia del recolector, sobre todo en aquellos casos, en donde existen bajas concentraciones de partículas de líquido en el gas.

Al aumentar el líquido, aumentan los conglomerados de partículas, obteniéndose así una mejor coalescencia en el filtro aglomerador del paso # 1.

Existen otros recolectores de líquidos en la industria, que utilizan la acción de la fuerza centrífuga para recolectar las partículas, ayudándose después de un filtro como se puede apreciar en la figura # 30.

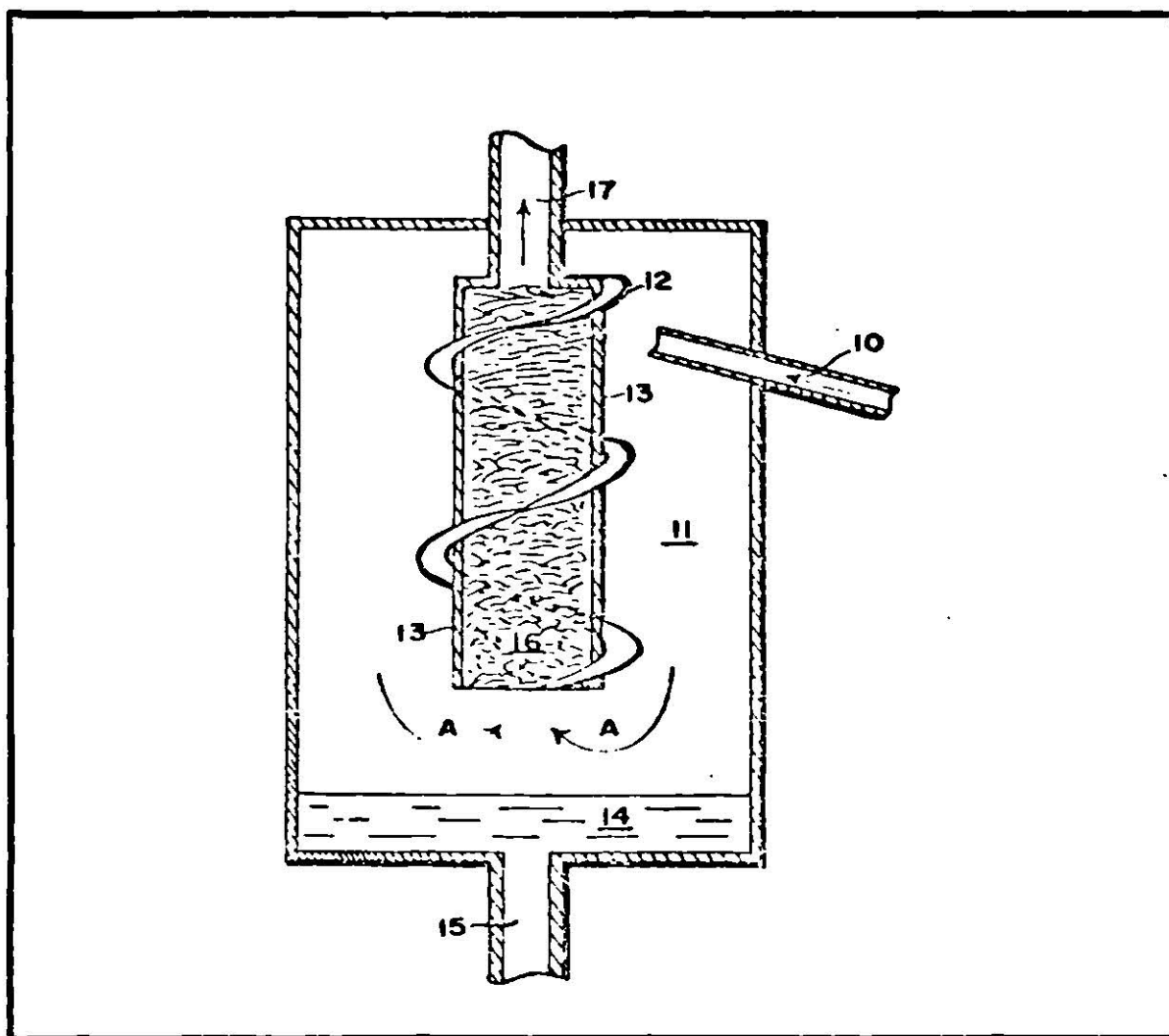


Figura # 30

En este equipo la entrada del gas (10) se hace con suficiente fuerza y a un ángulo tal, que al seguir la trayectoria del baffle (12), alrededor del tubo (13) proyecta una parte de las partículas líquidas fuera de la corriente gaseosa. Estas partículas caen por acción de la gravedad al depósito (14), y, posteriormente son desalojadas por la línea (15). El nivel de éste depósito se mantiene, puesto que actúa como sello, para impedir la salida del gas del equipo (11).

El resto de las partículas líquidas, contenidas en el gas, pasan junto con él a través del filtro (16), en donde se recolectan, cayendo después por acción de la gravedad en el depósito (14). El aire ya limpio, sale por la parte superior del equipo (17) a la atmósfera o a donde se le requiera.

Aparte de los equipos descritos, existen para la recolección de partículas líquidas, otros con mayor grado de sofisticación (ondas ultrasónicas)

Los lavadores húmedos, descritos en páginas anteriores, se utilizan también para fines de recolección de líquidos.

2.- Control de Gases y Vapores en el Aire:

- Introducción:

La producción puede ser de dos clases: productos vendibles y productos de desecho.

Los primeros son la fuente de ganancias y beneficios, mientras que los productos de desechos son una carga contra la producción. Esta carga se incrementa con el costo de abatimiento de los desperdicios enviados al aire.

En general, el método más barato para controlar los contaminantes atmosféricos, es descargándolos a través de chimeneas. El uso de chimeneas puede aliviar la carga de contaminantes en la atmósfera. Cuando este método eleva la concentración de contaminantes, arriba de un límite dado, se tiene que proceder a controlar la degradación del ambiente. Este límite, pocas veces está definido exactamente.

La mayoría de los gases y vapores no tienen color, y por lo tanto, no son visibles en la atmósfera. Su presencia es detectada por sus consecuencias. El gas más común en una comunidad es el bióxido de azufre. Es un gas irritante. Tres partes por millón, tienen un olor notable y 1/4 parte por millón puede dañar algunas especies de vegetación. Las concentraciones de bióxido de azufre, en varias ciudades, ha sido reportada en un rango que va desde 0.01 hasta 3.16 partes por millón.

— Métodos de Abatimiento:

Es deber de Ingeniero Químico, seleccionar el método más adecuado para controlar los gases y vapores nocivos en el aire. Es necesario considerar el diseño económico de éstos métodos o equipos. No es necesario diseñar el equipo para una máxima eficiencia de recolección, a menos que el beneficio por el material recuperado, así lo requiera.

Los equipos típicos en abatimiento de gases y vapores del aire, son los siguientes:

- Dispersión de los desperdicios, mediante el uso de chimeneas.
- Absorbedores o Lavadores.
 - a) Torres empacadas.
 - b) Torres de Platos
 - c) Torres con Spray
 - d) Tanques agitados
 - e) Lavadores con chorro de agua.
- Incineración.
- Combustión Catalítica.
- Adsorción.
- Dispersión de los Desperdicios.
 - Chimeneas

El uso de las chimeneas para esparcir los desperdicios, ha sido práctica común, durante muchos años. Desafortunadamente, se ha abusado de este medio en muchas áreas, en tal forma, que actualmente es el mayor contribuyente a la contaminación del aire, que se conoce hoy en día.

Existe un límite para la cantidad de contaminantes que el aire puede absorber y difundir. Bosanquet - Pearson y Sutton, han desarrollado ecuaciones que relacionen las concentraciones de contaminantes, a la altura del suelo, provenientes de chimeneas, con las mismas, a la altura de las chimeneas; la proporción de emisión del contaminante y la velocidad del viento.

Estas ecuaciones indican lo siguiente :

- a) La concentración del contaminante al nivel del suelo, -
varía en forma directamente proporcional, con la propor -
ción de emisión de masa del contaminante;
- b) La concentración del contaminante al nivel del suelo, varía
en forma inversamente proporcional con la velocidad del -
viento;
- c) La máxima concentración del contaminante al nivel del -
suelo, es a una distancia equivalente a 10 o 20 veces la -
altura de la chimenea, a partir de la fuente emisora -
(chimenea); pero esto varía ampliamente con la turbulen -
cia atmosférica;
- d) La máxima concentración del contaminante, al nivel del -
suelo, varía en forma inversamente proporcional con el -
cuadrado de la altura de la torre.

(En el caso del Area Metropolitana del Valle de México, -
es notable la presencia de abundantes chimeneas utilizadas
en los Baños Públicos, renglón importante en la contami -
nación atmosférica, como hemos mencionado en la prime -
ra parte de este estudio.)

Una curva típica de concentración vs distancia usada en este tipo de problemas se muestra a continuación en la figura # 31.

• Absorbedores y Lavadores

Aunque, la mayoría de los gases contaminantes del aire pueden ser complejos, es preferible considerar sólo los gases nocivos, y seleccionar el absorbente en el cual el gas es soluble.

La velocidad a la cual se disuelve un gas en una solución absorbente es usualmente lenta.

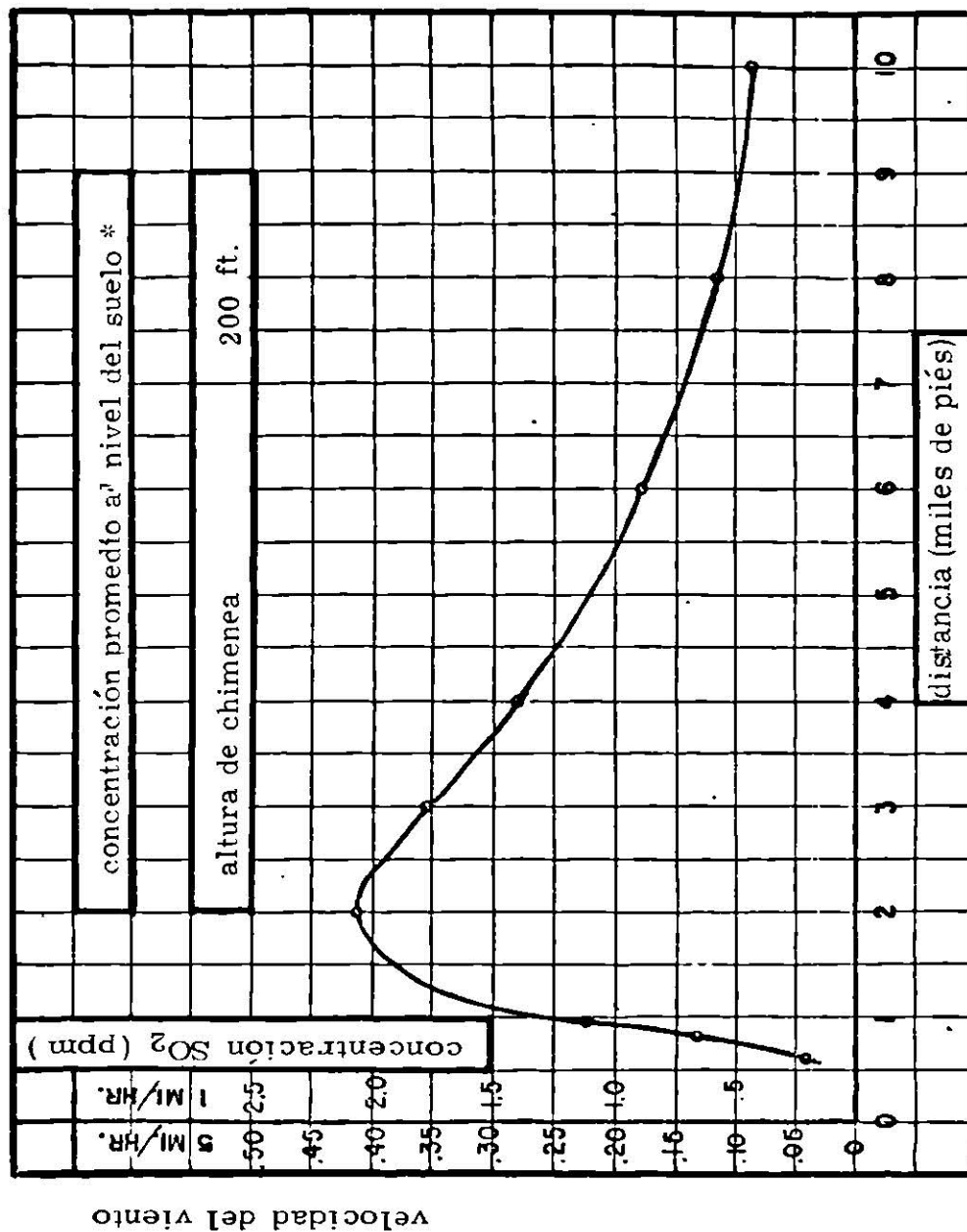
Esto provoca la necesidad, de preparar al líquido físicamente, para que presente la mayor área de contacto con el gas, posible.

Existen muchos métodos mecánicos propios para lograr esto último tales como: atomización, empacado de torres, agitación, etc.

Generalmente, deben conocerse los siguientes datos, para poder seleccionar, el tipo de absorbedor requerido para reducir la contaminación atmosférica:

- a) La cantidad de gas o vapor, que va a ser absorbida en un tiempo dado.
- b) La composición de la corriente gaseosa, incluyendo la concentración del gas soluble que se va a absorber.
- c) El grado de recolección deseado.
- d) La solubilidad de los gases en el líquido absorbente, bajo condiciones similares a las que se va a trabajar. El líquido

Figura # 31



* para una emisión diaria de 7 ton. de SO_2 .

deberá ser barato, estable y no espumoso.

e) Las temperaturas del gas y del líquido.

f) El calor de solución o reacción.

Una vez que el gas o vapor está identificado, se debe de escoger un absorbente apropiado. Los absorbentes pueden clasificarse en reactivos y no reactivos. Un absorbente reactivo, es aquel que absorbe el gas o vapor mediante una reacción química. Un absorbente no reactivo, es un líquido en el cual, el gas o vapor, es soluble sin reacción química.

York posteriormente clasifica a los absorbentes reactivos en

2 tipos:

- a) aquellos que mediante la aplicación de gas o vapor sueltan los gases o vapores en forma reversible y
- b) aquéllos que son desechados después de haber sido convertidos irreversiblemente en alto grado.

Los líquidos reactivos irreversibles son generalmente más caros, a menos que un subproducto de valor pueda recuperarse.

Cuando se trabaja con pequeñas cantidades de contaminantes en forma de gas o vapor, pueden ser economicamente atractivos.

Cuando se trabaja con grandes cantidades, los absorbentes regenerativos deben ser investigados.

El alto costo de los absorbentes puede ser atractivo si la recuperación es razonablemente alta y si el gas o vapor convertido forma un producto vendible.

Los compuestos de azufre en la forma de gas o vapor son comun - mente encontrados como contaminantes del aire; el bióxido de azufre y el - ácido sulfhídrico, son quizas los más comunes en la industria.

Estos compuestos han sido estudiados intensivamente y su absor - ción esta bien desarrollada en la literatura.

Algunos de los absorbentes del bióxido de azufre, usados con éxito - en aplicaciones industriales son: el sulfito de sodio, el sulfito de amonio, - el sulfato de amonio y la dimetil amina.

Grandes cantidades de ácido sulfhídrico han sido absorbidas en: - dietanolamina, monoetanol amina, fenolato de sodio, carbonato de sodio, - fosfato tripotásico y "Thylox".

El bióxido de azufre a una concentración de 0.75% se absorbe en - agua de amoniaco, formando una solución de sulfito - bisulfito de amonio. - Esta solución se acidifica para formar bióxido de azufre crudo y sulfato - de amonio (fertilizante). Este bióxido de azufre crudo, se seca con ácido - sulfúrico. Se logra una eficiencia del 86%.

El ácido sulfhídrico diluido puede ser recolectado, pasándolo a - través de una cama empacada seca, de rebabas de fierro y aserrín para - formar sulfuro de fierro. La cama es recargada periódicamente. La reac - ción es exotérmica y debe tenerse cuidado para evitar la ignición de la - cama. Pequeñas cantidades de bióxido de azufre y ácido sulfhídrico pueden ser neutralizadas con sosa cáustica.

Este método es especialmente atractivo, cuando el líquido efluente puede ser rápidamente preparado.

El ácido sulfhídrico y la sosa caústica reaccionan para formar sulfuro de sodio y sulfhidrato de sodio, y se debe de tener cuidado en su preparación.

Si el efluente fuera ácido, los sulfuros y sulfhidratos reaccionarán con el ácido, para regenerar el ácido sulfhídrico.

Han ocurrido muertes, a resultas de la exposición a tales humos, causados por acidificación accidental.

Para evitar esta posibilidad, los sulfuros y sulfhidratos líquidos deberán ser aereados para "fijar" el ácido sulfhídrico y así formar sulfuros y tiosulfatos, los cuales son inocuos en el efluente.

El ácido nítrico producido por el proceso de oxidación del amoníaco desprende óxidos de nitrógeno, debido a la oxidación y absorción incompletas.

Las reacciones de nitración también producen óxidos de nitrógeno o niebla de ácido nítrico.

Estos gases son tóxicos y debido a su color amarillo naranja, crean un mal efecto visual.

En ausencia del ácido, estos gases pueden ser absorbidos en hidróxido de sodio para formar nitrito de sodio, que es un valioso producto químico.

Si existe ácido acompañando a los gases, la reacción con hidróxido de sodio producirá nitrato de sodio, y nitrito de sodio.

a) Torres Empacadas

Una torre empacada es generalmente una estructura cilíndrica, vertical, que utiliza la mayoría de los materiales de construcción.

La figura # 32 muestra una construcción típica, con plato soporte empacado, plato de distribución de líquido, entradas y salidas del mismo, etc.

La mayoría de las torres empacadas, están diseñadas para flujo a contracorriente; o sea, el líquido fluye hacia abajo y el gas hacia arriba.

El sistema a contra corriente se prefiere, sobre el paralelo, debido a que en la tapa de la torre, el líquido posee una mayor capacidad de absorción, para el gas con ya menor concentración; o sea, el gas de salida.

El material de empaque, puede estar sobre parrillas de ladrillo, metal o cerámica, abajo de las cuales es introducido el gas. Es preferible sostener el empaque de la torre con los cimientos de la misma, que con soportes intermedios. Las torres muy elevadas requieren soportes intermedios, para auxiliar a las paredes laterales de la torre, y evitar que se aplasten los materiales de empaque.

Las torres de cerámica requieren, soportes auxiliares, para prevenir transtornos, debido a la presión del viento.

La construcción seccional de las torres de cerámica, requiere asegurar cada sección a una estructura de soporte vertical.

No existen reglas específicas, respecto a la profundidad permisible

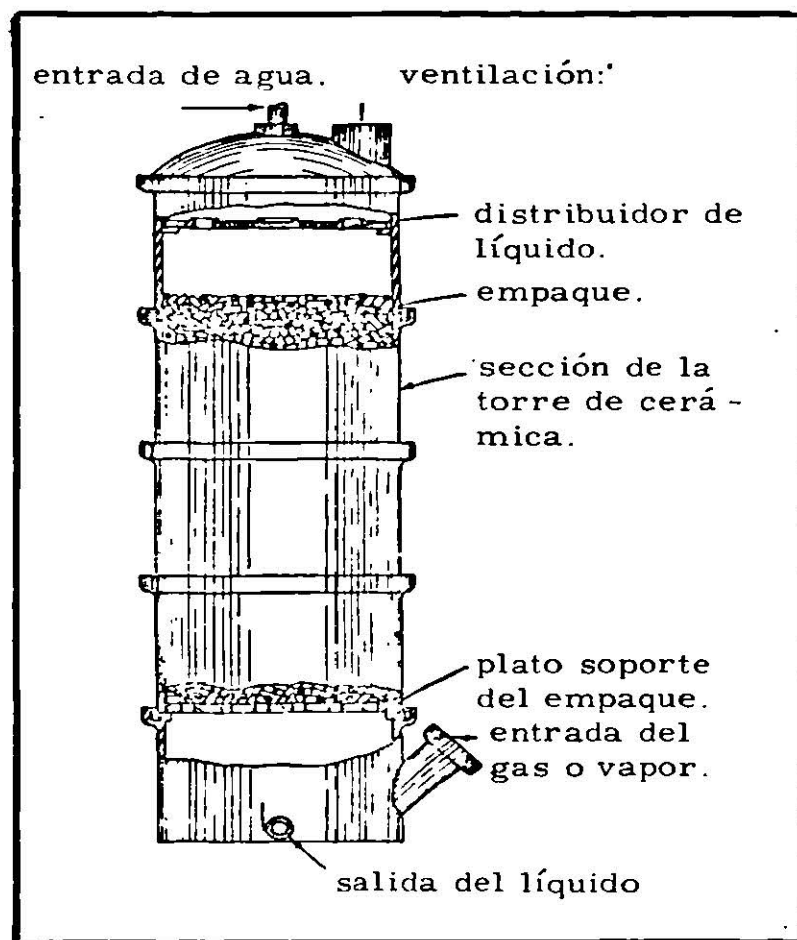


Figura # 32

para el material de empaque, sin soporte intermedios adicionales.

Respecto al distribuidor del líquido alimentado, existen varios tipos, como por ejemplo: spray, platos perforados, etc.

Generalmente son construídos, en tal forma que el líquido pueda ser distribuido, en cantidades iguales, sobre toda la torre, esto es, sobre toda su área seccional.

b) Torres de Platos

Los dos tipos mas usados de torres de platos son:

- torres de platos con orificios. (criba)
- torres de platos con burbujas.

Estas torres, están hechas con unas series de platos horizontales, con orificios o tubos de chimenea, colocados a intervalos fijos, en una torre cilíndrica. Los gases y vapores fluyen hacia arriba y burbujan en el líquido sellador de cada plato. El líquido fluye hacia abajo de plato a plato a través de un drenaje. A la capacidad diseñada, el líquido ya no puede fluir hacia abajo, a través de los orificios, debido a la presión del gas que va subiendo, y se aglomera en el plato, hasta que se desborde por el drenaje hacia el plato de abajo. El sello de líquido del plato de abajo, previene un "corto circuito" del gas o vapor.

Las torres de platos con orificios (ver figura # 33), son relativamente baratos, cuando se usan para la absorción de gases y vapores no corrosivos. Operan eficientemente a velocidades normales de gas o vapor; si la velocidad es excesiva, la presión mayor del gas o vapor retarda el flujo descendente del líquido, a través del drenaje, y esto ocasiona una

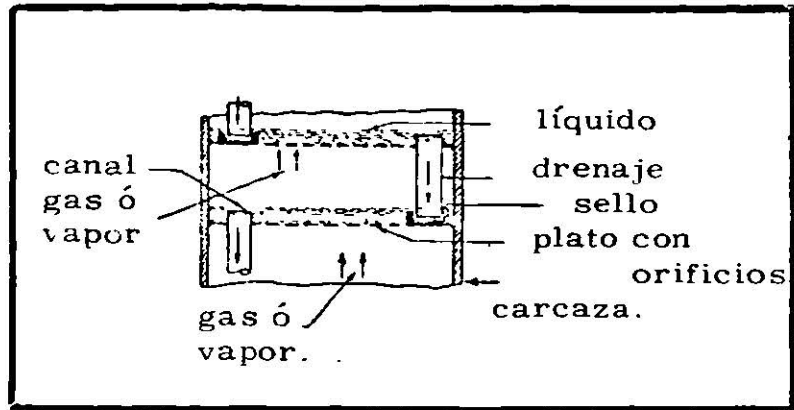
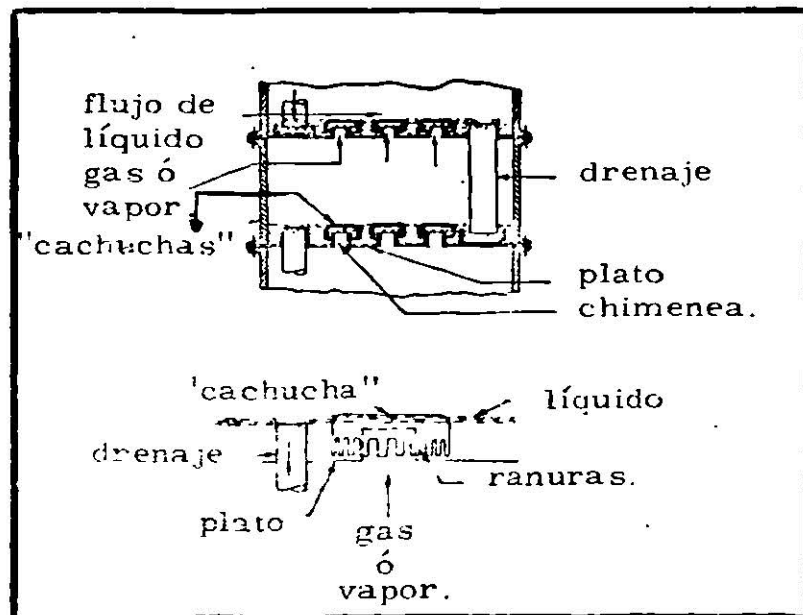


Figura # 33

Figura # 34



sobrecarga del líquido en uno o más platos. Cuando esto ocurre, la torre hace que el gas y el líquido se junten y salgan así de la misma. (este fenómeno ocurre también en las torres empacadas y en las torres de platos con burbujas).

Los orificios en este tipo de torres, son generalmente de $1/8$ a $3/8$ de pulgada de diámetro. El área total de los orificios es aproximadamente el 10% de área seccional total del plato. La caída de presión de un plato a otro, es la suma de; la presión requerida, para forzar al gas o vapor a través de los orificios, más, la cabeza del líquido sobre el plato. Por lo tanto, el peso de la columna del líquido desde la punta del drenaje hasta el sello de líquido del plato de abajo debe ser ligeramente mayor que la caída de presión mencionada, de tal forma que el líquido no se acumule en el drenaje.

El diseño y operación de las torres de platos con burbujas son similares a los de las torres de platos con orificios.

En lugar de orificios, se usan tubos de chimeneas, cubiertos con "cachuchas" o tapas, como se puede apreciar en la figura # 34.

Las "cachuchas" o tapas son ranuradas a lo largo, sobre los lados o en forma de "V". Estas ranuras estan selladas en el líquido y deben estar abajo del extremo superior del drenaje descendente de ese plato. El gas o vapor sube a través de las chimeneas, pasa hacia abajo por espacio anular entre la chimenea y su tapa y burbujea en el líquido sellador.

Las chimeneas ocupan aproximadamente el 10% de area seccional total del plato. La velocidad del gas o vapor en la parte libre de la torre es usualmente de 1 a 2 piés por segundo, a presión atmosférica; de 4 a 5 piés por segundo en vacío; y de 0.2 a 0.3 piés por segundo con presiones arriba de la atmosférica.

Como el sellado de los platos no depende de la alta velocidad del gas o vapor, estas torres pueden ser operadas a distintas velocidades. Frecuentemente, el nivel del líquido, se mantiene sobre las chimeneas. El problema del sellado en estas torres, es mucho menor que en los de platos con orificios. La máxima proporción del gas es dependiente de las mismas condiciones de caída de presión que en el caso anterior.

c) Torres con Spray

La torre con spray es relativamente simple de construir e instalar. Hay tantas variaciones en su diseño como diseñadores en el ramo. Posee una amplia aplicación en el campo de recolección de polvo y niebla.

La torre con spray ha demostrado su utilidad en absorción de gases en líquidos.

En la figura # 25 de "Recolectores Húmedos", en el capítulo de recolección de partículas sólidas, se puede apreciar un lavador ciclónico con spray, en la figura # 35, se muestra un filtro de niebla, ambos ejemplos de este tipo de equipo.

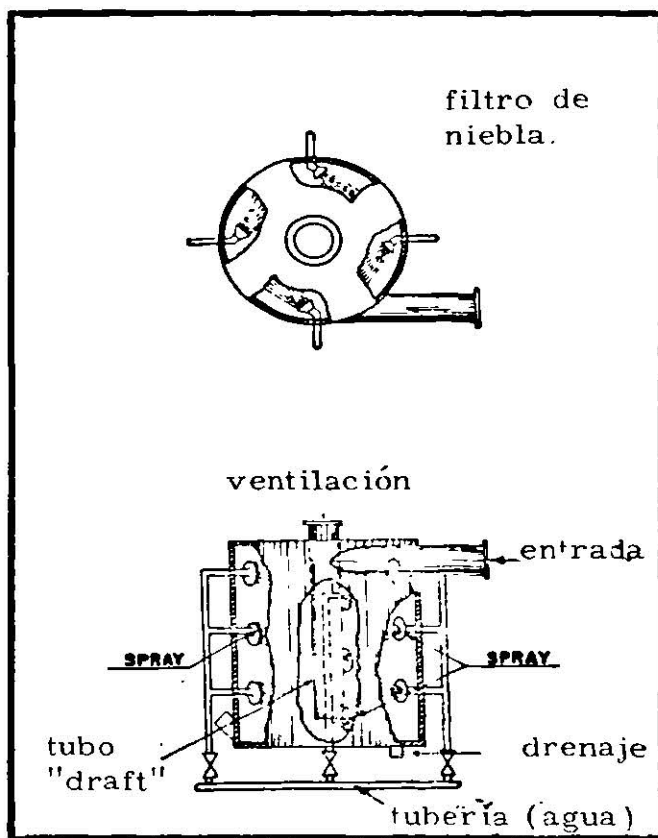


Figura # 35

El éxito de estas torres depende del grado de atomización del líquido y de la fuerza centrífuga. Teóricamente el contacto entre la gota del líquido y el gas es durante el recorrido de la gota en el gas, o sea; hace contacto con un volumen de gas, equivalente a su área seccional, por el recorrido que haga en el gas.

Utilizando la fuerza centrífuga y aplicando el spray de líquido, paralelo a la corriente de gas, se obtiene un máximo contacto entre el gas y el líquido.

El lavador ciclónico con spray, trabaja eficientemente, cuando se le administra el líquido absorbedor apropiado

Sin embargo este tipo de equipo posee limitaciones, comparado con las torres empacadas y de platos que trabajan a contra corriente.

Las torres con spray, han sido usadas comercialmente con gastos de gas, que oscilan entre 500 piés cúbicos por minuto, hasta 175,000 piés cúbicos por minuto, y pueden ser instaladas como unidades simples o en serie.

Se han usado con éxito, con gases a temperaturas de 1550° F y con presiones de 90 psig.

Una presión en el spray, de 30 a 150 psig, es normal en el lavador ciclónico, y en el filtro de niebla se usa una de 450 psig.

Los requerimientos de caída de presión son relativamente bajos; aproximadamente de 1 a 8 pulgadas de agua.

Este tipo de torres, esta ganando rápidamente adeptos, en la industria para combatir la contaminación atmosférica.

d) Tanques Agitados

Cuando se requiere absorber gases o vapores con sólidos presentes, se utilizan los tanques agitados. (figura # 36)

Este tipo de equipo es particularmente útil para el control de gases nocivos como el ácido clorhídrico, proveniente de un proceso químico.

El calor de reacción durante la absorción del ácido clorhídrico, puede ser desalojado mediante cambiadores de calor (serpientes o chaquetas).

Los materiales de construcción, pueden ser; acero inoxidable, acero emplomado, madera, plástico, etc.

e) Lavadores con chorro de agua.

Estos lavadores son muy versátiles, debido a que crean una corriente de aire, negativa (draft) y por absorción o entrampamiento, remueven algunos contaminantes atmosféricos.

Según se puede apreciar en la figura #37, el líquido usado para absorber o lavar el vapor o gas, entra al aparato mediante un chorro en la tapa. Los vapores o gases son forzados a entrar por la parte superior lateral. La descarga cae en un tanque, y los no-condensables, son separados y enviados a la atmósfera.

La mayoría de los materiales de construcción, se pueden utilizar en la fabricación de estos equipos, como por ejemplo; hierro fundido, bronce, barro, Haveg, acero inoxidable y Korbate.

La capacidad del gas o vapor, varía con la presión del agua, presión

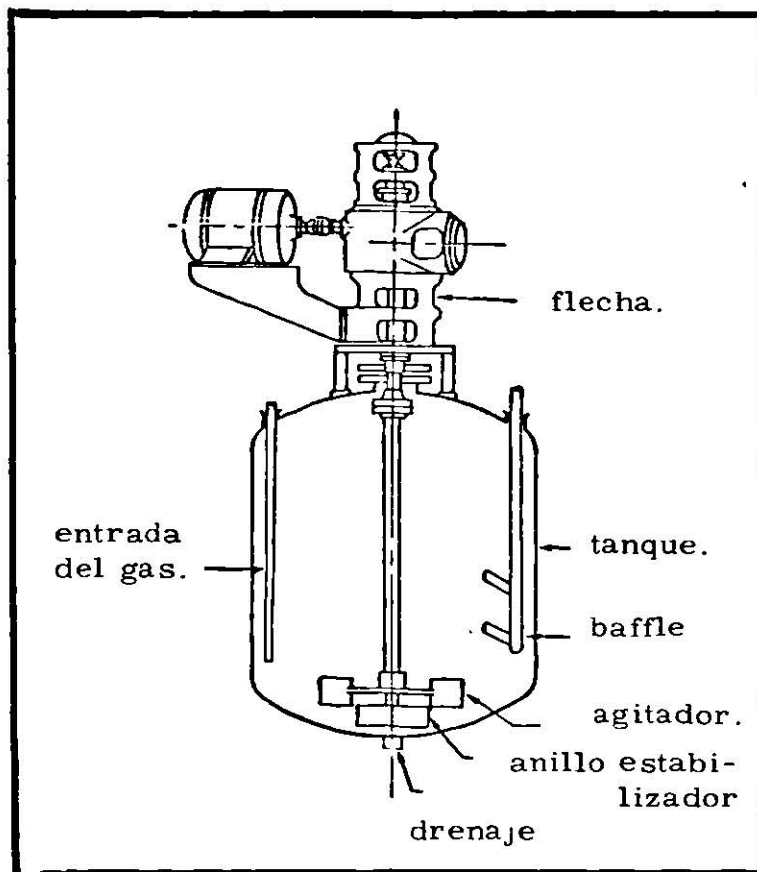


Figura # 36

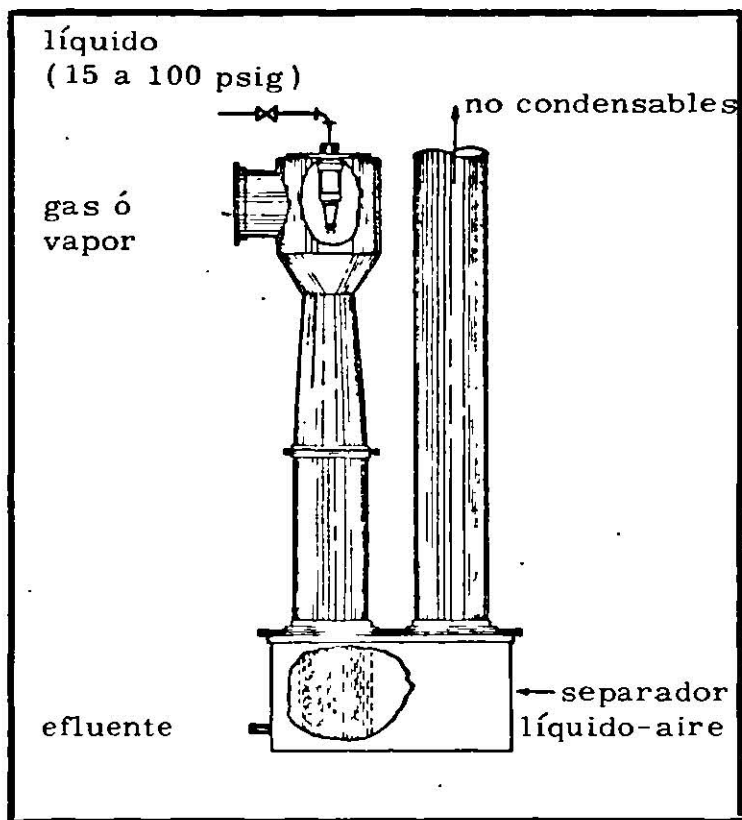


Figura # 37

negativa requerida para inducir la corriente de aire (draft) y la solubilidad de los gases y vapores en el agua usada.

Para determinar la eficiencia se recomienda hacer pruebas en equipos piloto.

- Incineración

Muchas industrias descomponen, por flama o altas temperaturas, efluentes gaseosos que son tóxicos o poseen malos olores. Pequeñas cantidades de ácido sulfhídrico acompañadas de aire, que no ameritan económicamente el lavado con sosa caústica, pueden ser quemadas para formar bióxido de azufre. Se debe de prevenir el escape de ácido sulfhídrico en la atmósfera, siempre.

Las industrias relacionadas con la producción de ácido sulfhídrico, como producto principal o secundario, tienen mucho cuidado en manejar este gas en un sistema cerrado.

Las industrias que producen compuestos secundarios, como mercaptanos, otros compuestos de azufre y algunos compuestos orgánicos, han utilizado la incineración como un medio económico de remover los olores molestos de sus procesos.

La producción de los modernos antibióticos ha causado graves problemas, debido a los molestos olores liberados, durante varias fases del proceso. A veces es necesario evaporar las soluciones acuosas y quemar el residuo. El rango de temperaturas de combustión es de 900 a 1,300° F. El control automático de la temperatura es esencial en los procesos de

evaporación y quemado.

- Combustión Catalítica.

El fenómeno de la oxidación catalítica ha intrigado a los químicos, durante muchos años. El proceso de oxidación catalítica del amoníaco, para producir óxidos de nitrógeno y su absorción en agua o en ácido nítrico diluido para formar ácido nítrico más fuerte, está bien establecido. En el proceso de contacto para la manufactura del ácido sulfúrico, el bióxido de azufre es oxidado catalíticamente para formar trióxido de azufre, el cual es absorbido en un ácido débil para formar el ácido fuerte.

Muchos gases y vapores de hidrocarburos se descomponen por oxidación sobre una cama catalítica, en compuestos simples o inofensivos. Se debe de tener cuidado en usar este método, cuando se manejan compuestos de azufre o metálicos. Estos compuestos pueden envenenar el catalizador tan rápido, que no son atractivos económicamente. La ventaja de emplear la combustión catalítica, es bajar la temperatura de combustión. Los hidrocarburos pueden ser descompuestos en agua y bióxido de carbono en un rango de temperatura de 500 a 800° F.

Generalmente, las temperaturas de combustión catalítica son aproximadamente la mitad de las de incineración.

El proceso es económicamente atractivo en la descomposición de compuestos orgánicos que contienen olores nocivos. Para asegurar la instalación efectiva y económica, es preferible, probar la unidad, en una operación de planta piloto.

• Adsorción

Muchas industrias, utilizan los principios de adsorción para remover gases y vapores tóxicos o nocivos, antes de descargarlos en la atmósfera. Mantell, enlista los siguientes adsorbentes industriales, como los más usados para desalojar gases y vapores tóxicos o nocivos:

ADSORBENTE	USO INDUSTRIAL
Carbón activado	Recuperación de solventes, - eliminación de malos olores, - purificación de gases, aire - acondicionado.
Silica gel	Deshidratación y purificación
Cloruro de Litio	de aire y gases, aire acondi -
Alumina activada	cionado.

El carbón activado y la silica gel, están en forma granular y porosa, cuando se usan como adsorbentes.

Se colocan sobre camas, de un espesor adecuado, a través de las cuales pasa el gas o vapor. (figura # 38)

El carbón activado, se empaca también, en canastas, convenientemente arreglado, en forma tal, que sea fácil su reemplazo.

Los adsorbentes generalmente recolectan de 10 a 25% de su peso, de vapores.

La eficiencia del carbón activado, es de por lo menos 95%, hasta que ha adsorbido de 15 a 20% de su peso de gases o vapores.

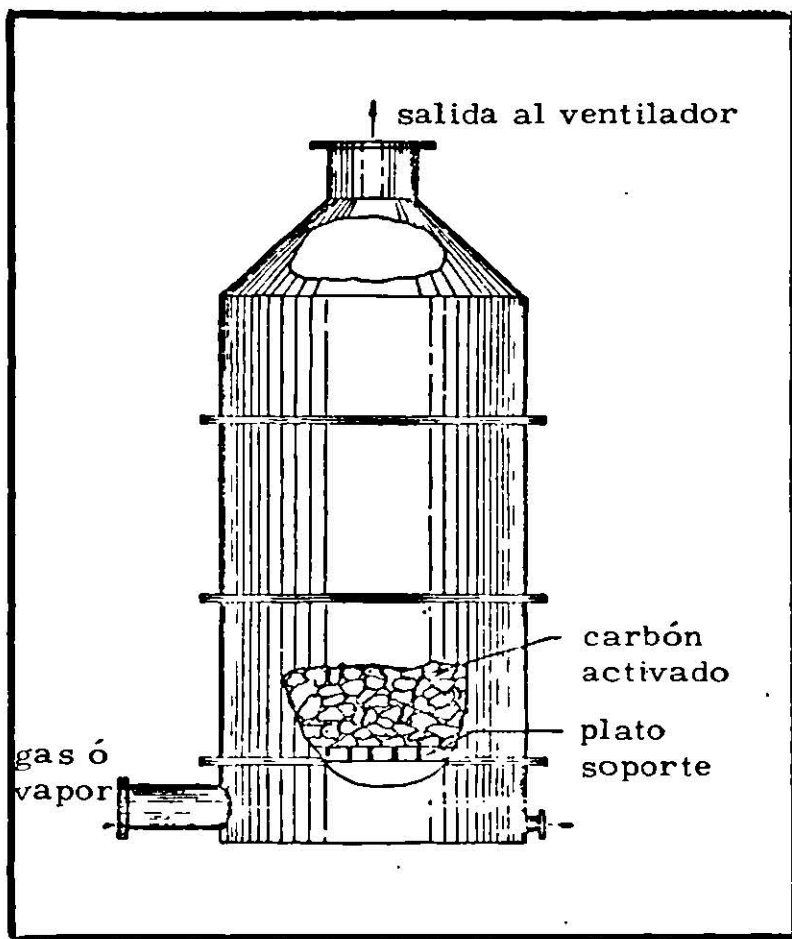


Figura # 38

El carbón activado requiere reactivación, después de que ha bajado su eficiencia, esto se logra con vapor a presiones no mayores de 5 a 10 psig.

El Cloruro de Litio, ha adquirido recientemente prestigio como deshumidificador líquido. Emplea una solución acuosa de cloruro de litio, al 45%, para deshumidificar, aire con un gasto de 1000 a 100,000 piés cúbicos por minuto. Debido a que la potencia adsorbedora de la solución, puede ser controlada por su temperatura, se pueden mantener niveles consistentes de humedad. Aparte de servir como deshumidificador, esta solución, lava el aire y reduce los niveles de olor, polvo y humos.

La sílica gel y la alumina activada han logrado una amplia aceptación. Entre las aplicaciones comerciales de la sílica gel, se incluyen, la deshidratación y purificación de gases, tales como, bióxido de carbón, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y cloro. La sílica gel adsorbe solventes orgánicos tales como, acetona, benceno, etc. , y posteriormente se pueden recuperar de ella misma, los vapores adsorbidos.

La alumina activada no posee la misma capacidad de retención del agua de la sílica gel, pero tiene la ventaja de obtener un producto final seco. La alumina activada, se usa comercialmente para deshidratar líquidos orgánicos y aire.

CUATRO
COSTO DEL EQUIPO.
FABRICANTES NACIONALES
Y EXTRANJEROS.

I COSTO DEL EQUIPO

Dos preguntas fundamentales, se plantean, cuando se va a combatir la contaminación del aire :

La primera es ¿Cuál es la mejor forma de resolver el problema? y la segunda, ¿Cuanto va a costar la solución?

El costo es de vital importancia, para el control de ingeniería de un problema de contaminación; muy pocas veces se paga mediante la obtención de un recuperado o subproducto. En cambio lograr mejores condiciones ambientales, requiere incrementar los costos de producción o servicio y por lo tanto disminuir las utilidades.

Es difícil generalizar costos de equipos debido a que cada problema de contaminación, incluso en industrias muy semejantes, esta rodeado de circunstancias distintas.

Más adelante, se dará una lista de equipos, de recolección de partículas sólidas, en la cual, vendrán costos de capital y costos de operación, tabulados en forma comparativa.

A. - COSTOS DE CAPITAL

Los costos de capital se estiman en base, a unos factores, para un equipo específico, que son los siguientes:

1. - Capacidad del sistema o equipo de recolección
2. - Accesorios del sistema o equipo de recolección
3. - Costos de Instalación
4. - Problemas o requerimientos especiales.

1. - Capacidad del sistema o equipo de recolección

- regla inversa; los precios de equipos por unidad de gasto de -
aire manejado, variarán con la magnitud del mismo. General-
mente a menor gasto manejado, mayor costo por unidad.
- punto de rotura; existe un punto en todos los diseños, arriba -
del cual el precio por unidad de gasto, se mantiene constante.
Este punto de "rotura", sin embargo, varía con el diseño.

2. - Accesorios del sistema o equipo de recolección.

- Equipo para el movimiento del aire.
 - ventiladores y compresores
 - equipo eléctrico: motores, arrancadores, switches, etc.
 - tapas, ductos, empaques, etc.
- Equipo para el movimiento del líquido.
 - bombas
 - equipo eléctrico; motores, arrancadores, switches, etc.
 - tuberías y válvulas
 - tanques de depósito
- Equipo para almacenamiento y disposición
 - tolvas para almacenamiento del polvo,
 - líneas de desagüe, etc.
- Construcción soporte.
 - acero estructural
 - cimientos de cemento,

- aislamiento (térmico)
- materiales antivibratorios y/o para la intemperie.
- cubierta protectora.
- Instrumentación;
 - medida y/o control de:
 - flujo de aire y/o líquido.
 - temperatura y/o presión
 - operación y capacidad
 - potencia
 - opacidad del gas combustible (medidores de humo, etc.)

3.- Costos de Instalación

Estos costos varían considerablemente con los diferentes tipos de - equipos.

- Los requerimientos de embarque y labor al instalar el equipo, siguen un método, el cual varía de acuerdo, a la forma en que se entrega el equipo y/o accesorios. Estas son:
 - completamente ensamblado
 - subensamblado
 - totalmente desarmado
- Accesibilidad. - Esta depende por ejemplo, si hay que mover o colocar algún equipo en otro sitio, o si hay que proveer escaleras y plataformas de servicio para el mantenimiento, etc.
- Servicios Auxiliares.
 - electricidad

- agua
- líneas de vapor
- desagüe, etc.

4.- Requerimientos Especiales

- resistencia a la corrosión
- resistencia a la abrasión o al uso excesivo
- temperatura alta o baja de proceso.
- protección contra la intemperie, o sea:
viento, inundación, temperaturas extremas, etc.

B.- COSTOS DE OPERACION

Los costos de operación, se dividen en dos, que son:

1.- Servicios Auxiliares.

- costo de la electricidad
- costo del agua
- costo del vapor, etc.

2.- Mantenimiento.

- lubricación
- protección de la superficie; limpiado y pintado.
- reemplazamiento de partes o estructura; por:
 - uso o fallas del equipo (campana, sacos, filtros, etc.)
 - abrasión
 - corrosión

C. - TABLA COMPARATIVA DE COSTOS

A continuación daremos una lista de comparación de costos de varios, -
equipos, sin pretender dar una guía para estimación de costos de uno en especial
ya que como dijimos anteriormente, cada situación amerita un estudio especí -
fico, el cual obviamente varía el costo.

TABLA COMPARATIVA DE COSTOS												
EQUIPO	(A)	(B)	(B ¹)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)
CICLON	65.3	115.5	1.75	3.7	59.0	-	-	2.1	61.1	11.5	72.6	0.25
PRECIPITADOR ELECTROSTATICO	94.1	1080.0	17.9	0.6	21.7	-	-	8.750	30.45	108.0	138.45	0.48
FILTROS DE BOLSA CONVENCIONALES.	99.9	615.0	10.0	4.0	66.0	-	-	112.0 (2)	178.0	61.5	239.5	0.825
FILTRO DE BOLSA DE CHORRO INVERSO.	99.9	595.0	9.7	5.0	139.650	-	-	94.5 (3)	234.15	59.5	293.65	1.0
TORRE CON SPRAY GRAVITACIONAL	96.3	645.0	10.5	1.4	83.0	18.0	115.0	10.5	208.5	64.5	273.0	0.94
TORRE DE LAVADO TIPO CHOQUE	97.9	360.0	6.0	6.1	100.0	3.0	19.25	10.5	129.75	36.0	165.75	0.59
RECOLECTORES CON SPRAY AUTO-INDUCIDO.	93.5	305.0	5.25	6.1	99.0	0.6	3.85	7.0	109.85	30.5	140.35	0.48
VENTURI LAVADOR	99.7	525.0	8.75	22.0	372.0	7.0	42.1	10.0	424.6	52.5	477.1	1.6
LAVADORES DESINTEGRADORES	98.5	830.0	14.0	-	790.0	5.0	29.75	7.0	826.75	83.0	909.75	3.3
(A) Eficiencia % (B) Costo de Capital: Total (1) (B¹) Costo de Capital: por ft³/min. (Costo en pesos) (C) Caída de Presión (in de agua) (D) Costo de Electricidad (E) Galones de Agua por 1,000 ft³ (1) Incluye accesorios e instalación (2) Incluye cambio completo de bolsas una vez al año (3) Incluye cambio completo de bolsas dos veces al año (4) Considerando 8,000 horas de operación al año (5) 10% del costo de capital (F) Costo del agua al año (G) Costo del Mantenimiento al año. (H) Costo total de operación (4) (I) Depreciación al año (5) (J) Costo total al año (K) Costo de 1,000 ft³ (Costo en pesos) * Costos en miles de pesos.												

Este cuadro se elaboró considerando condiciones de operación iguales en los dis-
tintos equipos a los que se hace mención, siendo éstas:

Gasto: 60,000 pies³ / min.
Concentración: 5 granos/pie³
Temperatura: 25° C.

II FABRICANTES NACIONALES

La Asociación Mexicana de Fabricantes de Equipo contra la Contaminación Atmosférica, A. C. (A. M. F. E. C. C. A.) está formada por los siguientes socios:

ALBANY NORDISKA DE MEXICO, S. A. DE C. V.

Apdo. Postal # 38
Cuautitlan, Edo. de México
Tel. 565-38-66

Equipo:

Bolsas o mangas para uso en colectores.

AMERICAN AIR FILTER DE MEXICO, S. A.

Progreso No. 85
San Andrés Atenco, Tlalnepantla
Tel. 565-52-00

Equipo:

Filtros
Colectores de Polvo

Tipos de Filtros:

1. - Celdas unitarias.
 - a) Medio filtrante, permanente o lavable
 - b) Desechable
2. - Automáticos
3. - Electrostáticos

Tipos de Colectores:

1. - Colectores secos tipo ciclónico
 2. - Colectores húmedos
 3. - Colectores de bolsa
 4. - Colectores para nieblas y aceites
- Precipitadores Electrostáticos.

AMERICAN EQUIPMENT, S.A.

Alvaro Obregón # 286 - 416
México 7, D. F.
Tel. 514-72-12

Equipo:

Colectores de Polvo

Tipos de Colectores:

Colectores de bolsa
Colectores de tipo ciclónico, o lavadores húmedos tipo jet
con líquido como fluído motriz
Lavadores húmedos tipo jet con vapor como fluído motriz.
Lavadores húmedos de vapores de solventes con extractores y
cortina de agua.

AMERICAN STANDARD

Norte 35 # 771
México 15, D. F.
Tel. 567-77-44

Equipo:

Colectores de Polvo

Tipo de Colectores:

Colectores secos
Colectores húmedos

Casas de Bolsa

Precipitadores electrostáticos

AVANTE, S. A. INGENIEROS

Av. Ejercito Nacional # 752
México 5, D. F.
Tel. 531-32-75

Equipo:

- Colectores de bolsa automáticos y mecánicos
- Ciclones
- Lavadores de gases
- Torres empacadas
- Precipitadores electrostáticos

BICOR DISEÑO CIENTIFICO, S. A.

Av. Revolución # 534 - 102
México 18, D. F.
Tel. 516-00-63

Equipo:

- Colectores de polvo vía seca
- Lavadoras de gas y humo
- Depurador por vía húmeda
- Equipo completo para muestrear polvos
- Equipo para determinar volúmen y velocidad de emisiones

BUFFALO FORGE, S. A.

Km. 33 Autopista México - Querétaro
Tepalcapa, Edo. de México
Tel. 565-58-41

Equipo:

- Colectores de polvo
- Absorbedores de gas
- Scrubbers
- Lavadoras de aire
- Humidificadores

CARBORUNDUM (CIA. NACIONAL DE ABRASIVOS, S. A.)

Lisboa # 3
México 6, D. F.
Tel. 566-70-33

Equipo :

- Colectores de polvo
- Depuradores de gases

Tipos:

- Colectores de bolsa
- Depurador de energía media
- Filtro de aire
- Ciclón
- Colector (tipo Venturi)

CLIMAS PERFECTOS, S. A.

Cuauhtémoc # 1025
México 12, D. F.
Tel. 559-02-66

Equipo:

Filtros y anticontaminantes para vehículos de combustión interna.

ELECTROVENTILACION INDUSTRIAL, S. A.

Versalles # 50 1er. piso
México 6, D. F.
Tel. 546-78-20

Equipo:

- Colectores de polvo
- Lavadoras
- Ciclones
- Filtros de manga
- Absorbedores

EQUIPOS ELECTROMECHANICOS, S. A.

Km. 19.3 Carretera Naucalpan - Ecatepec
Tultitlán, Edo. de México
Tel. 565-74-00

Equipo:

Colectores de polvo

Tipos:

- Colectores vía seca
- Colectores vía húmeda

GATX FULLER, S. A. DE C. V.

Morelos # 98 - 208

México 1, D. F.

Tel. 566-01-22

Equipo:

Colectores de Polvo
Filtros

Tipos:

Colectores vía seca
Colectores vía húmeda
Filtros

MANUFACTURERA JOY DE MEXICO, S. A. DE C. V.

Niza # 76

México 6, D. F.

Tel. 533-23-85

Equipo:

Colectores de polvo

Tipos:

Colectores vía seca
Colectores vía húmeda
Precipitadores electrostáticos
Equipos de medición de emisiones

PROCESOS METALICOS, S. A.

Calz. Coltongo # 771

México 15, D. F.

Tel. 567-31-16 567-77-44

Equipo: (Licencia Ducon)

Colectores húmedos (Scrubbers) tipo dinámico y de alta energía.
Colectores ciclónicos
Colectores de bolsa tipo mecánico y pulse - jet

S. F. DE MEXICO. S. A.

Carretera Circunvalación # 160
Tlalnepantla, Edo. de México
Tel. 562-95-00

Equipo:

Colectores de polvo
Filtros

Tipos:

Colectores ciclónicos
Colectores de bolsa
Colectores húmedos (Venturi)
Precipitador electrostático

WHEELABRATOR DE MEXICO, S. A.

16 de Septiembre # 600
Naucalpan, Edo. de México
Tel. 576-57-47

Equipo:

Precipitadores electrostáticos
Colectores de Polvo
Ultra Jet
Controles de humo en hornos eléctricos
Depuradores ciclón

Tipo:

Colectores vía seca
Colectores húmedos

III FABRICANTES EXTRANJEROS.

A continuación presentamos una lista de fabricantes extranjeros que efectúan el diseño, ingeniería, manufactura y supervisión de la instalación de sistemas completos de ventilación y recolección de polvo, para prevenir y controlar la contaminación del aire :

Aerodyne Developmente Corp.,
24340 Miles Rd.,
Cleveland, Ohio 44128
(216) 292 - 2828

Aeronca, Inc., Environmental Control Group,
200 Rodney St.,
Pineville, N. C. 28134
(704) 889 - 7281

Aget Manufacturing Co.,
1394 E. Church St.,
Adrian, Mich. 49221
(313) 263 - 5781

Aircon Corp.,
201 Carrousel Towers,
Cincinnati, Ohio 45237
(513) 821 - 1996

Air Pollution Industries, Inc. (Air Pol),
95 Cedar La.,
Adgelwood, N. J. 07631
(201) 871 - 3855

Air Purification Methods, Inc.,
6340 Industrial Dr.,
Hopkins, Minn. 55343
(612) 941 - 1744

Air Transmission Systems, Inc.,
812 Second St.,
San Francisco, Calif. 94105
(415) 986 - 1090

Allis - Chalmers,
1205 S 70th St.,
Milwaukee, Wis. 53201
(414) 475 - 2000

Ambient Purification Technology, Inc.,
P. O. Box 71,
Riverside, Calif. 92502
(714) 682 - 6211

American Chemical & Refining Co., Inc.,
36 Sheffield St.,
Waterbury, Conn. 06714
(203) 757 - 9231

American Standards Testing Bureau, Inc.,
40 Water St.,
New York, N. Y. 10004,
(212) 943 - 3156

Andco Environmental Processes, Inc.,
51 Anderson Rd.,
Buffalo, N. Y. 14225,
(716) 896 - 8181

Anti - Air Pollution Systems, Inc.,
4501 Curtis Ave.,
Baltimore, Md., 21226
(301) 354 - 0660

The Austin Co., Process Div.,
Rand Rd.,
Des Plaines, Ill. 60016
(312) 827 - 8833

A. W. Banister Co., Inc.,
21 Charles St.,
Cambridge, Mass, 02141
(617) 876 - 2940

B. B. Barefoot & Associates, Inc.,
P. O. Box 274,
Monroeville, Pa. 15146
(412) 327 - 1159

Seymour Barrer Consulting Engineer,
1424 Laurelwood Ave.,
Lakewood, N. J. 0871
(201) 363 - 0714

Barnebey - Cheney Co.,
835 N. Casady Ave.,
Columbus, Ohio 43219
(614) 258 - 9501

Bechtel Corp.,
50 Beale St.,
San Francisco, Calif., 94119
(414) 764 - 5000

Beltran Associates, Inc.,
1133 E. 35th St.,
Brooklyn, N. Y. 11210
(212) 338 - 3311

Bigelow - Liptak Corp.,
Northwestern Hwy. & 10 Mile Rd.,
Southfield, Mich. 48076
(313) 353 - 5400

Bilbyrne Corp.,
335 Broadway,
New York, N. Y. 10012
(212) Ba7 - 3900

Black & Veatch,
1500 Meadow Lake Pkwy.,
Kansas City, Mo. 64114
(816) 361 - 7000

Brucar Equipment & Supply Co., Inc.,
45 E. Merrick Rd.,
Freeport, N. Y. 11520
(516) 623 - 7100

Buell, Div. of Envirotech,
253 N. Fourth St.,
Lebanon, Pa. 17042
(717) 272 - 2001

Burns & Roe, Inc.,
700 Kinderkamack Rd.,
Oradell, N. J. 07649
(201) 265 - 2000

Byron Instruments, Inc.,
520 - 1 - 2 S. Harrington St.,
Raleigh, N. C. 27601
(919) 832 - 7502

Calcinator Corp.,
28th & Water Sts.,
By City, Mich. 48706
(517) 894 - 4543

Geo. S. Campbell & Associates, Inc.,
701 E. 4th St.,
Chattanooga, Tenn. 37403
(615) 267 - 9718

C & I / Girdler Inc.,
1721 s. 7th St.,
P. O. Box 174, Louisville, Ky. 40201
(502) 637 - 8701

The Carborundum Co.,
Buffalo Ave.,
Niagara Falls, N. Y. 14302
(716) 278 - 2000

The Carborundum Co., Pollution Control Div.,
P. O. Box 1269,
Middlebrook Industrial Park,
Knoxville, Tenn. 37901
(615) 588 - 8585

Carpert Corp.,
520 Parkdate Ave.,
Owosso, Mich. 48867
(517) 725 - 5144

Carus Chemical Co., Inc.,
1500 Eighth St.,
La Salle, Ill. 61301
(815) 223 - 1500

Catalytic, Inc.,
1528 Walnut St.,
Philadelphia, Pa. 19102
(215) 545 - 7500

Catalytic Products International Inc.,
524 Mill Valley Rd.,
Palatine, Ill. 60067
(312) 359 - 0403

The Ceilcote Co., Inc.,
140 Sheldon Rd.,
Berea, Ohio 44017
(216) 243 - 0700

Centri - Spray Corp.,
39001 Schoolcraft Rd.,
Livonia, Mich. 48150
(313) - 7000

Century Fiberglass, Inc.,
1145 Red Gum St.,
P. O. Box 6069,
Anaheim, Calif. 92806
(714) 630 - 0012

Chemec Process Systems, Inc.,
501 Route 303,
Tappan, N. Y. 10983
(914) 359 - 3008

Chemico,
320 Park Ave.,
New York, N. Y. 10022
(212) P11 - 3900

Chicago Air Filter, Div. of Ace Engineering Co.,
2850 W. Harrison St.,
Chicago, Ill. 60612
(312) 722 - 7050

Chiyoda Chemical Engineering & Construction Co., Ltd.,
1580 Tsurumi - Cho,
Tsurumi, Yokohama, Japan
(045) 521 - 1231

Clark, Dietz & Associates - Engineers, Inc.,
211 N. Race St.,
Urbana, Ill. 61801
(217) 367 - 6661

George D. Clayton & Associates,
25711 Southfield Rd.,
Southfield, Mich. 48075
(313) 352 - 3120

Chas. W. Cole & Son, Inc.,
3600 E. Jefferson Blvd.,
S. Bend, Ind. 46615
(219) 288 - 91 31

Contamination Control Labs., Inc.,
13324 Farmington Rd.,
Livonia, Mich. 48151
(313) 427 - 8450

Copeland Systems Inc.,
2000 Spring Rd.,
Oak Brook, Ill. 60521
(312) 654 - 2820

Edwin Cox Associates,
2209 E. Brad St.,
Richmond, Va. 23223
(703) 648 - 8358

Creco, Inc.,
500 Smith Ave.,
Owosso, Mich. 48867
(517) 725 - 5355

CVI Corp.,
P. O. Box 2138,
Columbus Ohio 43216
(614) 876 - 7381

CWC Industries, Inc.,
2750 Grand Ave.,
Cleveland, Ohio 44104.
(216) 721 - 4747

Charles Davidoff
198 Broadway,
New York, N. Y. 10038
(212) D19 - 3917

Diebold Inc., Lamson Div.,
Lamson St.,
Syracuse, N. Y. 13201
(315) 463 - 0221

Dresser Industries, Inc.,
Republic National Bank Bldg.,
Dallas, Tex. 75221
(214) 748 - 6411

Dust Suppression, Inc.,
120 S. Broadway,
P. O. Box 67,
Lake Orion, Mich. 48035
(313) 693 - 2291

Dustex Div., American Precision Industries,
2777 Walden Ave.,
Buffalo, N. Y., 14225
(716) 685 - 1200

Eclipse Fuel Engineering Co.,
1100 Buchanan St.,
Rockford, Ill. 61101
(815) 968 - 3751

Ecological Science Corp.,
20215 N. W. Second Ave.,
Miami, Fla. 33169
(305) 624 - 9601

Electro Chemical Eng. & Mfg. Co.,
750 Brad St.,
Emmaus, Pa. 18059
(215) 965 - 9061

Empire Blower Co., Inc.,
60 Lenriet St.,
Rochester, N. Y. 14615
(716) 865 - 7584

Engelhard Minerals & Chemicals Corp.,
Engelhard Industries Div.,
430 Mountain Ave., Murray Hill, N. J. 07974
(201) 242 - 2700

Engineered Environments,
P. O. Box 747,
Waterbury, Conn. 06720
(203) 757 - 2021

The Engwald Corp.,
125 Sheridan Blvd.,
Inwood, L. I., N. Y. 11696
(516) FRI - 2222

Envirodyne, Inc.,
1180 S. Beverly Dr.
Los Angeles, Calif., 90035

Environmental Consultants, Inc.,
391 Newman Ave.,
P. O. Box 37,
Clarksville, Ind., 47150
(812) 282 - 8481

Environmental Research Corp.,
3725 N. Dunlap St.,
St. Paul, Minn. 55112
(612) 484 - 8591

Environmental Tectonics Corp.,
County Line Industrial Park,
Southampton, Pa., 18966
(215) 355 - 9100

Environment/one Corp.,
2773 Balltown Rd.,
Schenectady, N. Y. 12309
(516) 346 - 6161

The H. K. Ferguson Co.,
One Erieview Plaza,
Cleveland, Ohio 44114
(216) 253 - 5600

Fisher - Klosterman, Inc.,
P. O. Box 11045
Louisville, Ky. 40211
(502) 776 - 1505

The Fleaxaust Co.,
277 Park Ave.,
New York, N. Y. 10017
(212) 826 - 2950

Flex - Kleen Corp.,
Sub. of Research - Cottrell, Inc.,
407 S. Dearborn St.,
Chicago, Ill. 60605
(312) 939 - 1050

M. J. French Co., Inc.,
680 Ridge Rd.,
W. Webster, N. Y. 14580
(716) 671 - 7300

Gannett Fleming Corddry & Carpenter, Inc.,
P. O. Box 1963, Harrisburg, Pa., 17105
(717) 238 - 0451

Gilbert Associates, Inc.,
P. O. Box 1498,
Reading, Pa. 19603
(215) 376 - 3873

GPE Controls Div., Singer Co.,
6511 Oakton,
Morton Grove, Ill. 60053
(312) 966 - 4000

Harrison Machine & Plastic Corp.,
11840 Udall Rd.,
Hiram, Ohio 44234
(216) 569 - 3128

Heath Consultants, Inc.,
100 Tosca Dr.,
Stoughton, Mass. 02072
(617) 344 - 1400

Heil Process Equipment Corp.,
12901 Elmwood Ave.,
Cleveland, Ohio 44111
(216) 252 - 4141

Hemeon Associates,
6025 Broad St. Mall,
Pittsburgh, Pa. 15206
(412) HI1 - 6660

Hoad Engineers, Inc.,
1159 E. Michigan Ave.,
Ypsilanti, Mich. 48197
(313) 482 - 0920

Hoechst - Uhde Corp.,
550 Sylvan Ave.,
Englewood Cliffs, N. J. 07632
(201) 569 - 0100

Hoffman Air & Filtration Div., Clarkson Industries, Inc.,
103 Fourth Ave.,
New York, N. Y. 10003
(212) 677 - 3600

The Ben Holt Co.,
521 E. Green St.,
Pasadena, Calif., 91101
(213) 684 - 2541

Hydro Combustion Corp.,
22805 S. Avalon Blvd.,
Carson, Calif., 90744
(213) 835 - 5691

Industrial Air, Inc.,
Bach - Buxton Rd.,
Amelia, Ohio 45102
(513) 763 - 5280

Industrial Process Engineers, Process Plants Div.,
8 - 10 Lister Ave.,
Newark, N. J. 07105
(201) 589 - 4400

InterTechnology Corp. ,
Box 340 Warrenton, Va. 22186
(703) 347 - 7900

ITT Research Institute, 10 W. 35th St. ,
Chicago, Ill. , 60616
(312) 225 - 9630

Johns - Manville,
Greenwood Plaza
Denver, Colo. 80217
(303) 770 - 1000

The Johnson - March Corp. ,
3018 Market St. ,
Philadelphia, Pa. 19104
(215) 222 - 1411

Kaiser Engineers, Div. of Kaiser Industries Corp.
300 Lakeside Dr. ,
Oakland, Calif. 94604
(415) 271 - 4245

Raphael Katzen Associates,
1050 Delta Ave. ,
Cincinnati, Ohio 45208
(513) 321 - 8403

Kennedy Engineers, Inc. ,
657 Howard St. ,
San Francisco, Calif. , 94105
(415) 362 - 6065

Kirk & Blum Manufacturing Co. ,
3100 Forrer St. ,
Cincinnati, Ohio 45209
(513) 351 - 1400

Kleen Steel,
216 S. Marguerita,
Alhambra, Calif. , 911801
(213) 283 - 3192

G. A. Kleissler Co.,
11 Taylor Rd.,
Edison, N. J. 08817
(201) 287 - 2727

K - N - B Inc.,
3908 Colgate St.,
Houston, Tex. 77017
(713) 643 - 6513

Lester B. Knight & Associates, Inc.,
549 W. Randolph St.,
Chicago, Ill. 60606
(312) 346 - 2100

Koertrol Corp., Sub. of Ametek, Inc.,
3427 Industrial Dr.,
Durham, N. C. 27704
(919) 477 - 0471

Koppers Co., Inc.,
Grant & 7th Ave.,
Pittsburgh, Pa. 15219
(412) 391 - 3300

Kral. Zepf. Freitag & Associates,
3221 Vernon Pl.,
Cincinnati, Ohio 45219

Lace Engineering,
8829 N. Lamar,
Austin, Tex. 78753
(512) 836 - 5606

Lau, Inc.,
2027 Home Ave.,
Dayton, Ohio 45407
(513) 263 - 3591

LFE Corp., Trapelo Div.,
2030 Wright Ave.,
Richmond, Calif., 94804
(415) 235 - 2633

Liberty Industries, Inc.,
598 Deming Rd.,
Berlin, Conn. 06037
(203) 828 - 6361

Lockwood, Andrews & Newman, Inc.,
1010 Waugh Dr.,
Houston, Tex. 77019
(713) 526 - 1781

Ludwig Consulting Engineers.
12495 E. Millburn Ave.,
Baton Rouge, La. 70815
(504) 275 - 3490

Lyon Associates, Inc.,
6707 Whitestone Rd.,
Baltimore, Md. 21207

James F. Mac Laren, Ltd.,
321 Bloor St., E.,
Toronto, Ontario, Canada
(416) 924 - 7411

Master Leakfinding Co.,
273 Glenview Ave.,
Elmhurst, Ill. 60126.
(312) 832 - 8795

Decker G. McAllister, Jr. Consulting Engineers,
122 W. Fifth St.,
Long Beach, Calif., 90812
(213) 436 - 1708

Midcontinent Environmental Center Associates,
406 Public Service Bldg.,
P. D. Box 201,
Tulsa, Okla. 74102
(918) 587 - 0500

W. B. Middleton & Associates,
152 Brookfield Ave.,
Paramus, N. J. 07652
(201) 845 - 9318

Midland - Ross Corp. ,
P. D. Box 490,
Roxboro, N. C. 27573

Monsanto Enviro - Chem Systems, Inc. ,
10 S. Riverside Plaza,
Chicago, Ill. 60606
(312) 782 - 5041

National Environmental Instruments, Inc. ,
P. O. Box 590,
1865 Post Rd. ,
Warwick, R. I. 02888
(401) 738 - 3710

National Fabricating Inc. ,
1805 E. Eleven Mile Rd. ,
Madison Heights, Mich. 48071
(313) 398 - 5656

Natkin & Co. ,
4001 Leavenworth St. ,
Omaha, Neb. 68105
(402) 346 - 9119

New York Testing Labs. , Inc. ,
81 Urban Ave. ,
Westbury, L. I. , N. Y. 11590
(516) 334 - 7770

Ovitron Chemical Process Div. ,
Birch St. ,
E. Stroudsburg, Pa. 18301
(717) 421 - 5100

The Pace Co. ,
3700 Buffalo Speedway,
Houston, Tex. 77006
(713) 626 - 2020

Paragon Electric Co. , Inc. ,
1600 12th St. ,
Two Rivers, Wis. 54241
(414) 793 - 1161

Norman H. Parker
Engineers/Constructors,
5448 Briggs Ave.,
La Crescenta, Calif. 91214
(213) 248 - 6669

Peabody Engineering Corp.
39 Mapletree Ave.,
Stamford, Conn, 06906
(203) 327 - 7000

Pitter Metal Products, Inc.,
3570 Fruiland Ave.,
Maywood, Calif., 90270
(213) 527 - 5161

Pollution Control Engineering, Inc.
794 W. 84th St.,
Hialeah, Fla. 33014
(305) 822 - 8460

Pollution Control Industries, Inc.,
507 Canal St.,
Stamford, Conn. 06902
(203) 325 - 1326

Poly Con Corp.,
185 Arch St.,
Ramsey, N. J. 07446
(201) 825 - 0002

Princeton Chemical Research, Inc.,
P. O. Box 652,
Princeton, N. J. 08902
(609) 924 - 3035

Procon Incorporated,
30 UOP Plaza,
Algonquin & Mt. Prospect Rd.,
Des Plaines, Ill. 60016
(312) 391 - 3512

Puricons,
16 Central Ave.,
Berwyn, Pa. 19312
(215) 644 - 5488

Recon Systems, Inc.,
Cherry Valley Rd.,
Princeton, N. J. 08540
(609) 921 - 2112

Research - Cottrell, Inc.,
P. O. Box 750,
Bound Brook, N. J. 08805
(201) 356 - 2600

Rheem Superior, Div. of Theem Mfg. Co.,
6155 S. Eastern Ave.,
Los Angeles, Calif., 90040
(213) 685 - 8860

Ross Engineering, Machinery Div., Midland-Ross Corp.,
P. O. Box 751
New Brunswick, N. J. 08903
(201) 249 - 1040

Rossnagel & Associates,
1999 Rt. 70,
Cherry Hill, N. J. 08034
(609) 424 - 4440

Earl Ruble & Associates, Inc.,
217 S. Lake Ave.,
Duluth, Minn. 55802
(218) 722 - 3953

The Rust Engineering Co.,
P. O. Box 101,
1130 S. 22nd St.,
Birmingham, Ala. 35201
(205) 323 - 6551

St. Louis Blow Pipe Div.,
Young Sales Corp.,
1948 N. 9th St.,
St. Louis, Mo. 63160
(314) 241 - 7316

Sanders & Thomas, Inc.,
First Federal Bldg.,
High & Hanover Sts.,
Pottstown, Pa. 19464

Sandwell International Inc.,
1618 S. W. First Ave.,
Portland, Ore. 97201
(503) 226 - 1321

F. C. Schaffer & Associates, Inc.,
185 Bellewood Dr.,
Baton Rouge, La. 70806
(504) 926 - 2541

Seelye, Stevenson, Value & Knecht,
99 Park Ave.,
New York, N. Y. 10016
(212) 867 - 4000

Seversky - Electronatom Corp.,
30 Rockefeller Plaza,
New York, N. Y. 10020
(212) 246 - 3046

Singmaster & Breyer,
235 E. 42nd St.,
New York, N. Y. 10017
(212) 867 - 4200

Solids Conversion Systems, Inc.,
6340 Industrial Dr.,
Hopkins, Minn. 55343
(612) 941 - 1744

Stearns - Roger Corp.,
700 S. Ash,
Denver, Colo. 80217
(303) 758 - 1122

Steelcraft Corp.,
P. O. Box 12408,
Memphis, Tenn. 38112
(901) 324 - 2151

Ralph Stone & Co., Inc.,
10954 Santa Mónica Blvd.,
Los Angeles, Calif., 90025
(213) 879 - 1115

Swift Laboratories, Inc.,
P. O. Box 164,
Waltham, Mass. 02154
(617) 894 - 2995

Swindell - Dressler Co.,
441 Smithfield St.,
Pittsburgh, Pa. 15222
(412) 562 - 7501

Systems Engineering & Manufacturing Co., Inc.,
6330 Washington Ave.,
P. O. Box 7634,
Houston, Tex. 77007
(713) 869 - 3583

Tailor & Co., Inc.,
2403 State St.,
Bettendorf, Iowa 52722
(319) 355 - 2621

Technomic Publishing Co., Inc.,
750 Summer St.,
Stamford, Conn. 06901

Tek - Air Inc.,
13405 York Rd., N.,
Royalton, Ohio 44133
(216) 237 - 8060

Thermal Research & Engineering Corp.,
A Cordon International Co.,
Brook Rd.,
Conshohocken, Pa. 19428
(215) 828 - 5400

Thermo - Kinetics, Inc.,
716 E. Fairfield Rd.,
P. O. Box 6747,
Greenville, S. C. 29606

Tri - Aid Sciences, Inc.,
161 Norris Dr.,
Rochester, N. Y. 14610
(716) 461 - 1660

Tri - Mer Corp.,
1404 Monroe St.,
Owosso, Mich. 48867
(517) 723 - 5124

UIP Engineered Products Corp.,
2020 Estes Ave.,
Elk Grove Village, Ill 60007
(312) 439 - 6700

United McGill Corp.,
2400 Fairwood Ave.,
Columbus, Ohio 43216
(614) 443 - 0192

Van Nostrand Reinhold Co.,
450 W. 33rd St.,
New York, N. Y. 10001

Vari - Systems, Inc.,
1295 W. 78th St.,
Cleveland, Ohio 44102,
(216) 651 - 7708

Vulcan - Cincinnati, Inc.,
1329 Arlington St.,
Cincinnati, Ohio 45225
(513) 542 - 7000

Leonard S. Wegman Co. Inc.,
101 Park Ave.,
New York, N. Y. 10017
(212) 686 - 0500

Wellman - Power Gas, Inc.,
P. O. Box 2436, Lakeland, Fla. 33803
(813) 646 - 5011

Wheelabrator - Frye, Inc.,
Air Pollution Control Div.,
1539 S. Byrkit St.,
Mishawaka, Ind. 46544
(219) 155 - 2141

Whitman, Requardt & Associates,
1304 St. Paul St.,
Baltimore, Mo. 21202
(301) 727 - 3450

W. C. Wiedenmann & Son, Inc.,
1820 Harrison St.,
Kansas City, Mo. 64108
(816) 842 - 7145

Williams Brothers Waste Control, Inc.,
321 S. Boston,
Resource Sciences Center,
Tulsa, Okla. 74103
(918) 585 - 2261

Wyssmont Co., Inc.,
1476 Bergen Blvd.,
Ft. Lee, N. J. 07024
(201) 947 - 4600

F. R. Young Co.,
5402 Bell Ave.,
Houston, Tex. 77023
(713) 928 - 3771

Young Industries, Inc.,
Painter St.,
Muncy, Pa. 17756
(717) 546 - 3165

Zimmey Corp.,
134 E. Pomona Ave.,
P. O. Box 1268,
Monrovia, Calif., 91016
(213) 357 - 2291

John Zink Co.,
Pollution Research Div.,
4401 S. Peoria, Tulsa, Okla. 74105
(917) 747 - 1371

Zurn Industries, Inc.,
Swartwout Div.,
1000 N. Touby Pike, Kokomo, Ind. 46901
(317) 459 - 5151

Zurn Industries, Inc.,
1801 Pittsburgh Ave.,
Erie, Pa. 16512
(814) 455 - 0921

Zurn Industries, Inc.,
Sargent Incinerator Div.,
610 Devon St.,
Kearny, N. J., 07032
(201) 991 - 7200

CINCO
LA PROXIMA GRAN INDUSTRIA
DEL MEJORAMIENTO DEL
AMBIENTE .

Desde hace tiempo ha existido una demanda para mejorar los sistemas de abastecimiento de aguas, los transportes, los servicios médicos, la educación, la vivienda, etc.

Todas estas demandas requieren de satisfactores adecuados a las crecientes necesidades, que si bien hasta la fecha se han satisfecho razonablemente, se considera que en la mayoría de los casos no ha sido en una forma programada y adaptada a los crecimientos. Las demandas insatisfechas pueden generar una amenaza para la industria y, como en el caso de la contaminación, una amenaza para la sociedad.

La contaminación del ambiente se puede considerar como una industria que demanda ciertos satisfactores como lo son los equipos que la controlan y abaten. Esta nueva demanda para mejorar el ambiente, representa un mercado primario inexplorado y solo mediante una acción positiva de las empresas se podrán convertir estas demandas en oportunidades factibles.

Los altos ejecutivos tendrán que efectuar algunos cambios críticos en las actitudes de mercadeo y controles administrativos para darle a sus programas mercado-público la dinámica necesaria y la mecánica adecuada a esta industria. Los esfuerzos relacionados con productos nuevos enfocados al mejoramiento ambiental quizás requerirán de un reconocimiento especial a largo plazo y de un apoyo fiscal. Posiblemente se necesitarán modificar los estándares actuales de utilidades y rentabilidades sobre la inversión para dar cabida a inversiones en investigación, mercadeo, relaciones públicas, programas de acción pública; etc., que ayudarán a

constituir mercados sólidos y prometedores a largo plazo.

Quizá sea necesaria una acción más vigorosa para asegurar que los administradores de nivel medio no esquiven los reglamentos con tal de aumentar las utilidades a corto plazo. Las empresas que desean integrar la industria de la contaminación atmosférica creando mercados y satisfactores tendrán que aceptar y aun alentar las restricciones y el control ambiental sobre sus propias operaciones. Si un segmento importante e influente de la industria, actúa vigorosa e insistentemente en pro de la realización armónica de la industria de la contaminación, podrá tener una amplia retribución a largo plazo y los cambios institucionales para el mejoramiento del medio ambiente se realizarán oportunamente.

Si todo esto se desarrolla correctamente, los mercados para el mejoramiento ambiental podrán ser financiados por medio del crecimiento económico que ellos mismos permitan, no necesitan crear una carga social masiva, como podría suponerse. Pero si no se desarrolla correctamente puede convertirse en pozos fiscales, pesadillas en cuanto a los controles y callejones burocráticos que agoten los recursos de nuestra sociedad para ese fin. La alternativa está fundamentalmente en manos de los hombres de empresa.

CONCLUSIONES

1.- La contaminación atmosférica en el área metropolitana del Valle de México, actualmente ya ha alcanzado niveles de seriedad, comparables con los niveles de varias ciudades importantes en el mundo, y por lo tanto, es una necesidad inminente el programar una acción coordinada en la industria, para abatir y controlar las emisiones de contaminantes, provenientes de ese tipo de fuente.

2.- Es importante hacer resaltar con este estudio, la necesidad y obligación, por parte de todos nosotros, responsables de la contaminación atmosférica, de hacer un estudio total y completo de todos los factores que intervienen en la degradación de la pureza del aire de nuestra metrópoli. Estudio que requiere del conocimiento exacto, de todo tipo de condiciones específicas, del área metropolitana del Valle de México.

3.- Una solución adecuada al problema de la contaminación atmosférica, a largo plazo, será aquélla que al aplicarse no frene el desarrollo industrial y económico de un país y menos el de uno que está precisamente en vías de desarrollo, como es México.

4.- Así como se ha reglamentado, en una forma adecuada y precisa, la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en lo que respecta a la emisión de Humos y Polvos, es importante, por los niveles existentes y la toxicidad que representa, que se continúe y acelere la promulgación del reglamento respectivo a la Emisión de Gases y Vapores.

5. - Consideramos muy importante, que la mentalidad y la actitud -
que prevalezca en las empresas privadas, dedicadas a la asesoría, fabri -
cación e instalación de equipos, para controlar y abatir la contaminación -
atmosférica, sea enfocada a prestar un servicio para la solución de un -
problema industrial y público, que redituará en beneficios a largo plazo -
para estas empresas; pero de ninguna manera, se debe considerar este -
problema público como una oportunidad de aprovechar una necesidad nacio -
nal, para obtener grandes utilidades a corto plazo, a costa de los industria -
les, ya que ésto ocasionaría que los altos costos del equipo y servicios se -
amortizaran con la elevación de precios que lógicamente afectaría al públi -
co en general, que además de ser el que sufre los efectos de la contamina -
ción atmosférica, tendría en este caso, que pagar más por su solución.

6. - Hemos concluído, que debido a que en mayor o menor escala, -
todos contribuimos al problema de la contaminación atmosférica, todos -
debemos responsabilizarnos por su solución, y consideramos acertado que
el Gobierno de México, por medio de las dependencias encargadas, contri -
buya a evitar abusos en la emisión de contaminantes a la atmósfera. -
Sin embargo, es importante mencionar, que debido a las características -
del problema, es necesario que la actitud, por parte de los funcionarios -
públicos, sea de servicio y cooperación con la industria, en pro de la solu -
ción de un problema que nos afecta a todos y no debe existir una actitud -
paternalista de control y supervisión, ya que por experiencia se ha visto, -
que esto conduce a una corrupción en los métodos. minando la efectividad -

y la buena intención que hasta la fecha, ha existido referente a este problema.

7.- Como se deja entrever en la exposición de la segunda parte de este Trabajo, los equipos en su mayoría, han sido desarrollado en otros países, por lo que estos equipos no han sido totalmente diseñados para la realidad actual y la problemática específica de la industria en el area metropolitana del Valle de México. Además las características de la industria y del problema de la contaminación atmosférica, en nuestra metrópoli, obliga según nuestro parecer, a efectuar un estudio de adaptación cualitativa y cuantitativa de los equipos, adecuado a la situación, circunstancias y posibilidades de cada industria de nuestra Ciudad. De ninguna manera es saludable transplantar un equipo que probablemente en el extranjero de magníficos resultados, sin antes estudiar exhaustivamente su adaptación.

BIBLIOGRAFIA

1. - MARINKA OLIZAR.
"Guía de los Mercados de México" Quinta Edición.
México, D. F., 1972
2. - ARTHUR AND ELIZABETH ROSE.
"The Condensed Chemical Dictionary" Séptima Edición.
Reinhold Book Corporation 1968.
3. - ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA.
"La Industria Química Mexicana en 1971" ANIQ A. C. México, 1972
4. - VICTOR L. URQUIDI, IFIGENIA M. DE NAVARRETE,
LEOPOLDO SOLIS M., DAVID IBARRA.
"El Perfil de México en 1980". Instituto de Investigaciones
Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México".
Vol 2, Siglo XXI Editores, S. A. 1970.
5. - PETROLEOS MEXICANOS.
"El Petroleo". Biblioteca Central XI Edición, México 1971.
6. - F. HARVEY POPELL, RENE SOLIS, JOHN H. CHRISTMAN
"La Economía Mexicana" Publicaciones Ejecutivas
de México 1972.
7. - EDITORIAL COSMOS
"Producción Química Mexicana" Novena Edición, México 1972.
8. - DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, SIC.
"Proyecciones Demográficas de la República Mexicana",
Volúmen II, México 1968.
9. - CENTRO DE ESTUDIOS ECONOMICOS DEL SECTOR PRIVADO A. C.
"Análisis de la Potencialidad Económica del Area Metropolitana"
Primera Edición, México, 1970
10. - SOCIEDAD MEXICANA DE GEOGRAFIA Y ESTADISTICA.
"Primer Seminario Sobre Evaluación de la Contaminación
Ambiental" Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos
Naturales Renovables. México, D. F. 1972
11. - R. NORRIS SHREVE
"The Chemical Process Industries" Segunda Edición.
Mc Graw - Hill Book Co. 1956
12. - BANCO DE MEXICO, S. A.
"Informe Anual" México, D. F., 1972

13. - MARSHALL SITTIG.
"Air Pollution Control Processes and Equipment"
Chemical Process Review No. 24 1968.
14. - MANPOWER DEVELOPMENT STAFF.
"Control of Particulate Emissions."
Institute for Air Pollution Training Office of Air Programs.
Research Triangle Park.
15. - R. J. JENNY
"Gas and Vapor Abatement."
Air Pollution Abatement Manual. Chpter 10
Manual Sheet P - 11. Manufacturing Chemists
Association Inc. 1953.
16. - NOTICIAS DE SEGURIDAD
"Aparatos para Evitar la Contaminación Atmosférica."
Enero 1972.
17. - F. B. LORETTA y A. PEREZ DE MENDOZA.
"El Abatimiento de la Contaminación Atmosférica; el caso de la
Ciudad de México." Revista del IMIQ, número 10. volumen XII,
octubre 1972
18. - INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS QUIMICOS.
"Resumen de las Ponencias presentadas en el Primer Simposium
sobre la Contaminación de Aire en la Ciudad de México."
Revista del IMIQ, número 5, volumen XII, mayo 1971.
19. - ALEJANDRO ALVAREZ GUERRERO.
"Contaminación Ambiental"
Confrontación sobre problemas, económicos.
Cuadernos de Documentación 1 Serie Documentos # 2
Secretaría de la Presidencia, agosto 1971
20. - INTERBRANCH CHEMICAL ADVISORY COMMITTEE
"Selected Methods for the Measurement of Air Pollutants"
U. S. Department of Health, Education, and Nelfare.
Public Health Service, Division of Air Pollution. Mayo 1965
21. - DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION
"Subsidios para Abatir la Contaminación por la Emisión de
Humos" Revista: El Mercado de Valores año XXXII,
No. 37, septiembre 1972

22. - NICHOLAS R. IAMMARTINO.
• "Fine Particles Start Coming Under Scrutiny"
Revista: Chemical Engineering, julio 1972
23. - JAMES BRIAN QUINN
"La Próxima Gran Industria: El Mejoramiento del Ambiente"
Administración de Empresas
Revista: Expansión, abril 1972.
24. - SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA
"Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental y Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos."
Editado por la Dirección de Relaciones Públicas y Prensa, Comisión Editorial, México 1971.
25. - JOHN A PERRY
"Chemical Engineer' Handbook"
Mc Graw - Hill - Koga Kusha Co. 1963
26. - SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA PUBLICA
Revista: Salud Pública Mexicana.
Varios números.
27. - REVISTAS Y ARTICULOS VARIOS CONSULTADOS:
- Chemical Week
- Oil, Paint and Drug Reporter
- etc.
(no se indica el artículo o dato exacto consultado, debido a que en ocasiones solo sirvió para confirmar o formar criterio sobre algunos aspectos, o sólo se tomaron cifras y generalmente se consultaron varios números de cada revista.)

BIBLIOGRAFIA

DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS

(CAPITULO DOS. PRIMERA PARTE).

- 1.- Waller R. E. and Lawther P. J. "Further Observations in London Fog. Brit. Med. J. 2; 1356 - 1358, (1955) y 1473 - 1475 (1957).
- 2.- Waller R. E. Lawther P. J., and Henderson M. "Air pollution and exacerbations of bronchitis." *Fhorox* 25.525 - 539 (1970)
- 3.- Speizer F. E. "An epidemiological appraisal of the effects of ambient air on healt" Particles and Oxides of Sufuz. *J. Air pool.* 647 - 655 (1969)
- 4.- Holland W. W. and Reid D. D. "The urban factor in chronic bronchitis". *Lancet* 445 - 448 (1965)
- 5.- Ferris B. G. Jr.; Higgings I. T. T.; Higgins M. W., Peters, J. M.; Van Ganse W. F.; and Goldman, M. D. "Chronic non specific respiratory disease". 1961 - 1967.
- 6.- Holland, W. W., Reid, D. D.; Seltzer, R; and Stone, R. W. "The respiratory disease in England and the United States" *Epid* 82; 92 - 101, 1965
- 7.- Douglas J. W. B. and Waller R. E.; "Air Pollution and Children Respiratory Infection". *Brit.* 1- 8 (1966)
- 8.- Lunn, J. F.; Kndwelden, J., and Handyside A. J. "Patterns of Respiratory Illness in Sheffield Infant School Children". 7 - 16 (1967)
- 9.- Petrilli, R. L.; Angnese G; and Kanitz; S: "Epidemologic Studies of Air Pollution Effects in Genova" 733 - 740 (1966)
- 10.- Silverman, F; Bell G. M. Burnham, C. D.; Hazucha, M.; Mantha, J. Pengolly, L. D. and Bates D. V. "Effects of the Ozone on the Lung". 309, (1970)
- 11.- Young, W. A.; Shan, D. B. and Bates D. V. "Effects of Low concentrations of Ozone and Pulmonary Functions in Man". 19; 765 - 768, (1964)
- 12.- Schoetlin, C. E. and Landav, E. "Air Pollution and Asthmatic Attacks in Los Angeles Area". *Public Health Report No.* 76 545 - 548 (1961)
- 13.- Mc. Millian R. S., Wisseman, D. H.; Hanes B., and Wehr P. F.; "Effects of oxidant air pollution on peak expiratory flow rates in Los Angeles School Children". *Arch. Env. Healt.* 18: 941 - 944 (1969).

14. - Renzetta, N. A. and Gobran V. "Studies of eye irritation due to Los Angeles Smog". Air Pollution Foundation. Report. San Marino California, (July 1957)
15. - Ricardson N. A. and Middleton W. C. "Evaluation of Filters for Removing Irritants from Polluted Air" 147 - 154 (1958)
16. - Motley H. L.; Smart, R. H. and efwich C. L.: "Effects of Polluted Los Angeles Air (Smog) on lung volume measurements". 1469 - 1477 (1959)
17. - Wayne W. S., wehrle P. E. and Carroll, R. E. "Oxidant Air Pollution and Athletic Performance" J.A.M.A. 199. 901 - 904 (1967) and "Oxidant Air Pollution in School Absenteesim" 315 - 322 (1969)
18. - Sjostrand T.: Endogeneous Formation of Carbon Monoxide in Man under Normal and Pathological Conditions". 201 - 214 (1969)
19. - Beard R. R. and Wertheim G. A. "Behavioral Impairment Associated with small doses of Carbon Monoxide" 2012 - 2022 (1967)
20. - Mc. Millan R. S. "Reported in effects of Chronic Exposure to Low Levels of Carbon Monoxide on Human Health, Behavior and Performance. 55 - 57 (1969).
21. - Babayants, R. A.: "Effect of city air Pollution on the Population Healt" 224 - 326 (1962)
22. - Chevalier R. B., Krumholz, R. A., and Ross J. C.: "Reaction of non smokers to Carbon Monoxide inhalation. Cardio Pulmonary responses at rest and during exercise". 1061 - 1064 (1966)
23. - Cohen S. I.; Deane M, and Goldsmith J. R.: Carbon Monoxide and Miocardial infraction. 510 - 517 (1969)
24. - Schulte, J. H. "Effects of mild Carbon Monoxide intoxication". 524 - 537 (1963)
25. - Stewart, R. D. "Experimental Human exposure to Carbon Monoxide" 154 - 164 (1970)
26. - Ramsy J. M. "Carboxihemoglobinaemia in Parcing Garage Employees" 580 - 583 (1967)
27. - Hofrevter, D. H.; Carboxyhaemoglobin in men exposed to Carbon Monoxide" 81 - 85 (1962)



TESIS RESENDE
Gorostiza 57. 526
México, D. F.

Motolinía No. 8
Tel. 5-21-76-70
México, D. F.