

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Programa y Desarrollo sobre Contaminación Ambiental

T E S I S

QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA :

Alejandro Padilla González

No. 2032

TS

Class. 628.168

P123 p



SEÑOR:

Un talento me entregas, GRACIAS,
Permiteme regresarte más
Que mi vida como profesionista
Sea un servicio para los demás.

A MIS PADRES

Alejandro Padilla Alvarez
Yolanda González de Padilla
Amor, Sacrificio, Dedicación, ...
No alcanzo a valorar lo suficiente
Gracias, es poco decir.
Compartamos la felicidad que han sabido darme

A MI ESPOSA

Mary Olivia
Compañera de mi vida
Aliento a mi existir
Vivamos con un solo corazón
esta alegría que mereces tanto como yo.

A MIS HIJOS

Mary Olivia
Janett
Alejandro
Rogelio
Gracias por su paciencia

A MIS HERMANAS

Rebeca
Yolanda
Rocio
Marcela
Graciela
Norma

A MIS MAESTROS

A MIS AMIGOS



EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR

INGENIERIA

OFICIO NUM: 380

ABRIL 30 DE 1979.-

ASUNTO: SE APRUEBA TEMA
DE TESIS.

SEÑOR PASANTE:
ALEJANDRO PADILLA GONZALEZ,
P R E S E N T E . -

En respuesta a su atenta solicitud, relativa al Tema de Tesis Profesional, me permito comunicarle a Ud., el que para tal efecto fué propuesto por el SR.-ING. ANGEL TREJO MOEDANO. El Título de Tesis será:

"PROGRAMA Y DESARROLLO POR OBJETIVOS SOBRE CONTAMINACION AMBIENTAL".

- CAPITULO I. INTRODUCCION.- Importancia del conocimiento del problema de la contaminación para el Ingeniero Civil. Se propone y justifica la inclusión en el programa de estudios de la Escuela de Ingeniería la Materia "Contaminación Ambiental".
- CAPITULO II. CONCEPTOS GENERALES SOBRE CONTAMINACION.- Qué es la contaminación. Factores de contaminación en la época moderna.- Tipos de Contaminación que pueden distinguirse en la actualidad.-
- CAPITULO III. CONTAMINACION DEL AGUA.- Presencia del agua en la tierra.- Propiedades del agua. El Ciclo Hidrológico Reserva de agua para el hombre. Consumo de agua por el hombre, Mejor aprovechamiento del Agua. Causas de la contaminación del agua. Elementos contaminantes del agua. Contaminación física del agua. Contaminación química del agua. Contaminación térmica del agua. Contaminación de aguas subterráneas. Medios de Control para prevenir la contaminación del agua. Programas de saneamiento del agua. Agua potable. Saneamiento del agua para uso doméstico. Aguas residuales. Tratamiento de aguas.

**

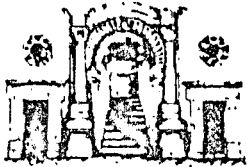


INGENIERIA

EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR

* 2 *

- CAPITULO IV. CONTAMINACION DEL AIRE.- Constitución de la Atmósfera. Elementos contaminantes en el aire, Fuentes de contaminación del aire, industrila, aparatos de combustión interna, tolveneras e incineración a ciclo abierto. Efectos de la contaminación en el aire. Métodos para medir la contaminación en el aire. Métodos de control para evitar la contaminación del aire. Contaminación térmica del aire.-
- CAPITULO V. CONTAMINACION DEL SUELO.- Origen de la contaminación del suelo. Interacción entre los contaminantes del suelo. Métodos para determinar la contaminación del suelo. Efectos de la contaminación del suelo. Métodos de control y descontaminación del suelo.-
- CAPITULO VI. EL PROBLEMA DE LA BASURA.- Panorama mundial y loca. Recolección y depósito. Tipos de basura, Tratamiento de Basura, Formas de aprovechamiento.-
- CAPITULO VII. CONTAMINACION POR RUIDO.- Sus causas. Tolerancia al ruido por parte del hombre. Trastornos que origina el ruido. Medios de control.-
- CAPITULO VIII. CONTAMINACION NUCLEAR.- Fuentes de contaminación nuclear. Métodos para medir la contaminación nuclear. Métodos de control.-
- CAPITULO IX. PROGRAMAS A NIVEL ESTATAL Y NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION. Reglamentos y legislación para el control de la contaminación.-
- CAPITULO X. ANALISIS DEL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION EN LA CIUDAD DE QUERETARO.- Panorama de la contaminación en sus diferentes formas. Proposición de soluciones.-
- CAPITULO XI. CONCLUSIONES.-
- CAPITULO X. BIBLIOGRAFIA.



INGENIERIA

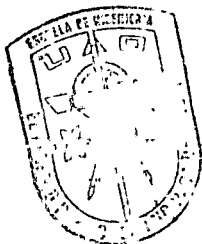
EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR

* 3 *

También hago de su conocimiento las disposiciones de nuestra Escuela, en el sentido de que antes de su Examen Profesional deberá cumplir el requisito del Servicio Social y de que el presente oficio se imprima en todos los ejemplares de su Tesis.-

ATENTAMENTE
"EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR".

ING. JESUS PEREZ HERMOSILLO.
DIRECTOR.



- C.c.p.- Archivo Escuela de Ingeniería.- Centro Universitario.-
- C.c.p.-Mesa de Profesiones de la U.A.Q.- Centro Universitario.-
- C.c.p.- Sr. Ing. Angel Trejo Moedano.- Presente.-

INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCION

Importancia del conocimiento del problema de la contaminación para el Ingeniero Civil. Se propone y justifica la inclusión en el programa de estudios de la Escuela de Ingeniería la materia "Contaminación Ambiental".

El Ingeniero Civil ha tenido una participación muy importante en el desarrollo industrial y urbano en las últimas décadas, de manera que la ciencia y técnica empleadas en su actividad pueden considerarse determinantes para la civilización actual.

En el momento que estamos viviendo, el Ingeniero Civil participa directa o indirectamente en prácticamente toda actividad humana, vivienda, comunicación, instalaciones industriales, sanitarias, deportivas, de esparcimiento, de salud, etc.

El futuro demandará de este profesionista una mejor preparación, una mayor habilidad para usar su ingenio en solucionar los grandes problemas a los que nos estamos enfrentando y que tienden a crecer conforme crece, fundamentalmente, la población.

Un problema que ya vivimos y que en estos tiempos ha cobrado importancia relevante por lo acentuado del mismo, por sus consecuencias graves, es el problema de la Contaminación Ambiental.

El Estado de Querétaro, se destaca por la transformación y desarrollo que está experimentando, por su auge industrial, por su crecimiento. Los Ingenieros Civiles egresados de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro han sido protagonistas de esta transformación; pero de no prevenirse y actuar a tiempo en cuanto a la Contaminación Ambiental en la ciudad de Querétaro, pronto puede ésta verse envuelta en una polución tal que nos lamentaríamos profundamente y demasiado tarde el dejar a nuestros hijos un Querétaro contaminado en su aire, en su agua, en su suelo, deteriorado en su belleza arquitectónica, ruidoso, propiciando problemas de salud.

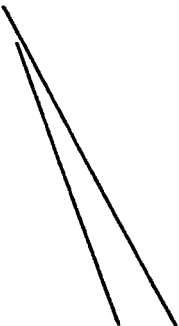
¡ Que caro precio habríamos pagado por el progreso !

Si el mismo desarrollo industrial, el aumento de población

el tipo de civilización que hemos generado, ha sido causa - de esta contaminación que puede llegar a ser fatal de no - controlarse a tiempo, y si como ya establecimos, el Ingenie - ro Civil es un factor importante en dicho desarrollo, está comprometido a participar en el problema del control de la Contaminación Ambiental de una manera rotunda, enérgica, de terminante e inaplazable. Esta acción solo podrá llevarse a cabo de manera adecuada si está precedida por un conocimien - to claro, profundo, técnico del problema mismo.

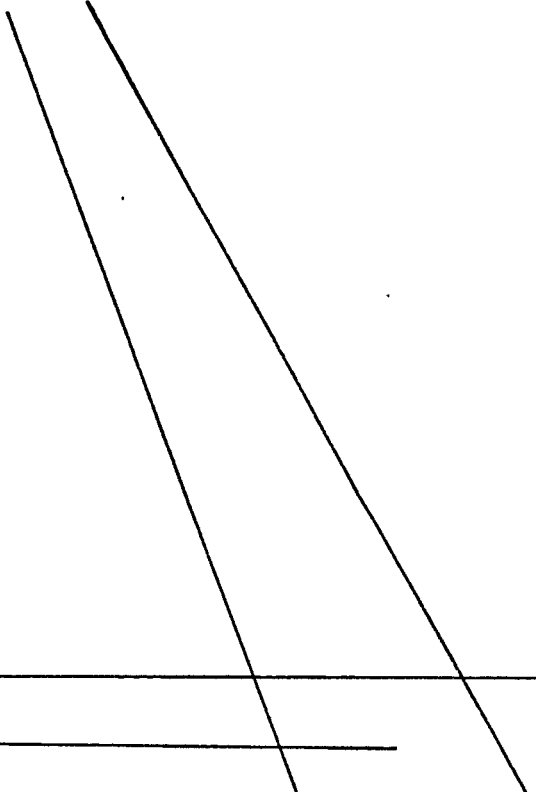

Es por la razón anterior que el objetivo de esta Tesis es - proponer se incluya, entre las materias que conforman el - Programa de Estudios de nuestra querida Escuela de Ingenie - ría de la UAQ la materia de Contaminación Ambiental.

Propongo también un Programa de la misma, el cual desarro - llo y que puede ser cubierto en un semestre impartándose - las clases dos veces por semana.



CONCEPTOS GENERALES
SOBRE CONTAMINACION

CAPITULO II



CONCEPTOS GENERALES SOBRE CONTAMINACION

Que es la Contaminación. Factores de contaminación en la época moderna. Tipos de Contaminación que pueden distinguirse en la actualidad.

QUE ES LA CONTAMINACION.

Se considera como Contaminación Ambiental cualquier fenómeno producido en el medio del hombre o medio ambiente (biosfera) que origine un cambio de las condiciones naturales del mismo y que altere el desarrollo del ciclo vital del hombre, que provoque perjuicio o molestia a la vida, la salud y el bienestar humano, que afecte la flora y fauna o degrade la calidad del aire, agua o suelo, o perjudique los bienes y recursos del hombre.

Toda actividad humana, especialmente cuando da lugar a concentraciones importantes trae consigo alguna forma de contaminación, por tanto la contaminación ha existido desde que existe el hombre. Pero lo grave a partir de la explosión industrial y urbana del Siglo XIX es que se produce un aumento considerable de esta contaminación, tanto en intensidad como en extensión geográfica.

El hombre vivió por mucho tiempo pensando que la naturaleza era un bien inagotable y gratuito, pero hoy se ha dado cuenta de que la naturaleza es un bien raro y caro de proteger, es temporal y frágil.

La gravedad de la contaminación reside en su propagación a toda la tierra a partir de fuentes de polución bien localizadas.

La Contaminación ha llegado a un grado tal que ha conseguido, no solo hacer desaparecer la vida sino convertir en tóxicos un gran número de medios o seres vivos. Es el caso del lago Erie en los Estados Unidos de Norteamérica. Es lo que sucede en relación a muchos peces, crustáceos y moluscos. En Japón las enfermedades han sido transmitidas por ciertos peces, ha habido intoxicación por consumo de pescado contaminado con residuos de mercurio. En Italia, en la Bahía de Nápoles, los mejillones han sido los causantes de la propagación del Cólera.

La contaminación de las aguas se agrava día a día. El porcentaje de oxígeno en el Báltico ha llegado ya a un nivel tan

bajo que, ciertas zonas pueden considerarse muertas. El Mediterráneo corre el riesgo de quedar contaminado pues no posee la capacidad autodepuradora del Atlántico o del Pacífico.

En los mares relativamente cerrados como el Mediterráneo, - el mar de Japón, el Báltico, se puede presentar pronto la extinción de toda forma de vida lo cual privará a la humanidad de una fuente de alimentación extraordinaria.

Los mares se han convertido en auténticos vertederos pues reciben:

- a) productos provenientes del petróleo
- b) residuos domésticos de poblaciones ribereñas no dotadas de estaciones depuradoras.
- c) Los residuos industriales vertidos por las fábricas ubicadas en la zona litoral.
- d) todos los residuos arrastrados por el agua de los ríos.

El uso de pesticidas causa y causará efectos aún no muy bien conocidos pues no solo matan a las especies contra las que van dirigidas, sino que además afectan a terceros ya que se propagan por los alimentos y más tarde por nuestro propio organismo, fijados por las grasas y la sangre. Cierta tipo de enfermedades de la sangre y formas del cáncer se han visto favorecidas por la presencia en los organismos de dichas substancias.

El aire que se respira en las grandes ciudades tiene tal cantidad de partículas en suspensión y sustancias contaminantes, que daña la salud de sus habitantes, sobre todo a las vías respiratorias. Los polucionantes sulfurados han provocado graves trastornos a la salud llegando a provocar en cortos períodos de tiempo gran cantidad de defunciones, como las más de cuatro mil que hubo en Londres por el smog del 5 al 8 de Diciembre de 1952.

El ruido es otro aspecto que esta modificando la biosfera del hombre ya que representa una amenaza para su salud física y síquica.

Los alimentos que consumen en la actualidad los hombres, al no ser del todo naturales han propiciado daño en su salud por lo que se puede afirmar que de alguna manera están contaminados.

FACTORES DE CONTAMINACION EN LA EPOCA MODERNA

Los factores de contaminación en la época moderna son:

- a) Explosión demográfica
- b) El desarrollo industrial
- c) La urbanización
- d) El modo de vida de la civilización actual
- e) El uso del automóvil
- f) La explotación irracional de recursos naturales
- g) La concentración en las grandes ciudades
- h) El uso de energéticos como el petróleo y la energía nuclear.

Para comprender mejor los factores mencionados anteriormente conviene analizar la acción del hombre como elemento de la biosfera.

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

Podríamos resumir el funcionamiento de la biosfera del siguiente modo: en el exterior, una fuente de energía, representada por la radiación solar; en el interior, la biomasa, donde se desarrollan los fenómenos del metabolismo, al término de los cuales unos organismos nacen, otros mueren, unos se alimentan de otros formando cadenas alimentarias en un permanente y gigantesco ciclo biológico, en cuya salida, materias y formas de energía pasan de un estado biológico a otro. Estos procesos biológicos se inician en realidad con el ciclo de la energía solar, que constituye la verdadera fuente de vida de la Tierra. A partir de la radiación solar, las plantas verdes pueden realizar el proceso de la fotosíntesis, transformando la materia inerte en materia orgánica y liberando oxígeno (ciclo del oxígeno). Este no sólo sale de la vida (casi todo el oxígeno que existe en la atmósfera es de origen biológico), sino que al mismo tiempo mantiene la vida.

Las plantas verdes y los detritos constituyen el alimento de los animales herbívoros y éstos, a su vez, son presa de los animales carnívoros, formando el conjunto multitud de cadenas alimentarias. Finalmente, los restos de dichos animales y las materias orgánicas en descomposición son transformados por las bacterias, regenerando los elementos y sustancia minerales que volverán a las plantas verdes y posibilitarán la continuación del proceso de la

fotosíntesis y del ciclo biológico global.

Este sistema de relaciones, en cuyo seno se realiza el gigantesco reciclaje de todos aquellos productos de la biosfera, tiene sin embargo una gran unidad y mantiene el llamado equilibrio ecológico sobre la Tierra.

Tratándose de un sistema autorregulador, la biosfera tiende a la estabilidad, es decir, a conservar sus rasgos esenciales para poder sobrevivir a los posibles cambios o alteraciones del medio ambiente. Entre dichos rasgos esenciales de la biosfera figura el de constituir un sistema abierto, sometido a la acción de la energía solar, pero cerrado desde el punto de vista de los materiales. De ahí la necesidad de reciclar los residuos y de utilizar los productos de desecho de un proceso como materia prima para el siguiente.

La influencia del hombre sobre el equilibrio ecológico data de su aparición sobre la Tierra. En un análisis histórico de la interacción entre el hombre y el resto de la biosfera cabe distinguir las etapas que se describen a continuación.

El hombre primitivo: de cazador y pescador a pastor y agricultor. Durante muchos miles de años el hombre sólo ejerció una reducida influencia sobre el medio ambiente.

Por su constitución, la alimentación del hombre primitivo estaba ligada al consumo de alimentos blandos y jugosos, como frutos, raíces, tubérculos, insectos y larvas, y al contrario de los simios, que rara vez se nutren de reptiles o de aves, en su dieta nutritiva figuraba también el consumo de carne.

En esta etapa la acción del hombre sobre la biosfera fue muy escasa, limitándose quizás a influir sobre algunos ecosistemas mediante el fuego.

El paso de la comunidad primitiva a los primeros pueblos agricultores y pastores, derivados del surgimiento de la división del trabajo y de la primera división de la sociedad en clases, trajo como consecuencia una alteración ya importante del medio natural.

El fuego desempeñó un papel muy considerable en esta etapa y apareció como el medio más poderoso para transformar los hábitats.

"Talar y quemar" fué la técnica básica de cultivo que permitió al hombre liberarse de su dependencia milenaria de la caza y de la recolección de frutos y raíces, así el hombre empezaba a al

terar el equilibrio ecológico de la biosfera.

El saqueo de la naturaleza: El paso subsiguiente a modos de producción económica más desarrollados supuso para el hombre poder disponer de medios técnicos más eficaces y ello coincidió además con un aumento de densidad de las poblaciones. El equilibrio del hombre con la naturaleza empezaba a verse comprometido. Durante la Edad Media prosiguió la tala abusiva de bosques para facilitar la agricultura o la ganadería al tiempo que la madera se convertía en un producto cada vez más utilizado.

Al iniciarse la época de los grandes descubrimientos geográficos, extensas zonas del planeta permanecían aún prácticamente intactas. Pero ello duró poco tiempo.

En menos de 200 años las naciones colonizadoras europeas, provistas de poderosos medios de destrucción, practicaron en muchos puntos una verdadera política de "tierra quemada" sin valorar lo más mínimo las consecuencias ecológicas y sociales de sus actos.

La Revolución Industrial. A fines del siglo XVIII las nuevas condiciones económicas y sociales de la producción determinaron no solamente la adquisición de numerosos descubrimientos científicos, sino también su aplicación.

Hasta 1800, la energía disponible tenía su origen y se limitaba a la radiación solar; la forma más evidente de dicha energía animal y humana era suministrada por el metabolismo de los alimentos, es decir, la oxidación biológica de los compuestos que almacenaron la energía solar. De igual modo, hasta aquella fecha, la producción humana de materiales, como un proceso en la biosfera, era relativamente limitada, pues durante miles de años la demanda de materiales por el hombre había sido modesta y además aquéllos eran, por lo general, biodegradables.

Con la Revolución industrial se introducen en el proceso de producción máquinas, herramientas accionadas mediante nuevas fuentes de energía, producida a partir de combustibles sólidos y cuyo consumo irá aumentando de modo ascendente. Los efectos de la combustión de dichos productos empezaron progresivamente a ejercer sus efectos sobre la biosfera. Asimismo, al aumentar la producción humana de materiales, las consecuencias del no reciclaje de muchas sustancias se harían cada vez más patentes en la naturaleza.

A todo esto hay que añadir los efectos del "fenómeno urbano" en esta etapa de desarrollo del capitalismo industrial. Has-

ta ese momento, el proceso histórico de urbanización, iniciado - sobre la base del excedente producido por el trabajo agrícola, - no había dejado sentir una gran influencia sobre el medio ambiente. Pero la revolución industrial inicia el proceso de emigración del campo a la ciudad, necesario para promocionar la fuerza de trabajo esencial a la industrialización y, como consecuencia, se produce una concentración de mano de obra, creándose un mercado y constituyéndose el medio industrial y urbano propio en la actualidad de las grandes urbes.

La Contaminación y el problema demográfico.

Antes de entrar de lleno en el análisis de los diferentes tipos de contaminación y de sus efectos sobre el medio ambiente, como uno de los factores de desequilibrio del mundo moderno, parece obligado examinar el tema de la población, ya que la cuestión demográfica es un elemento fundamental a tener en cuenta al analizar la acción del hombre sobre la biosfera.

En 1650 la población humana era de unos 500 millones de individuos y su tasa de crecimiento era aproximadamente del 0.3% anual, siendo necesarios 250 años para que la población mundial se duplicase. En 1970 la población sumaba un total de 3,600 millones y la tasa de crecimiento era de 2.1% anual, que correspondía a un período de duplicación de 33 años.

En nuestro país, el índice de crecimiento demográfico es de aproximadamente 3.4% anual y se tiene programado que para 1982 - llegue a ser de 2.5% anual.

Este aumento exponencial de la población mundial se explica por el hecho de que, antes del inicio del capitalismo industrial, la tasa de natalidad excedía sólo ligeramente a la de mortalidad. La mortalidad y morbilidad eran muy elevadas (hambre, epidemias, guerras); se ha calculado que en 1650 el período de vida de gran parte de la población mundial era sólo de unos 30 años. Sin embargo, esta situación ha variado profundamente durante el presente siglo y el equilibrio alta fecundidad--alta mortalidad se ha roto hoy parcialmente como consecuencia de la disminución de la mortalidad por la introducción de eficaces medidas sanitarias. De ahí que, para muchos, la "explosión demográfica" mundial constituye - la causa primordial tanto de la contaminación y de la crisis del medio ambiente como de futuras crisis sociales.

Dicha afirmación no parece fundada sólidamente. En primer lugar, las tasas de aumento de los diferentes contaminantes son superiores, en su mayoría, a las de la población, y además, muchos tipos de contaminación no se relacionan directamente con el crecimiento demográfico.

El aumento de la contaminación aparece más bien relacionado con los modelos de crecimiento económico válidos para el capitalismo industrial, con determinadas aplicaciones de los avances tecnológicos y con el proceso de urbanización que conduce a la formación de grandes megápolis.

Es en las naciones en que este proceso está más avanzado donde se plantea de modo más grave el problema de la contaminación del medio ambiente; en realidad se trata de los países de menor crecimiento demográfico. Por el contrario, los países del Tercer Mundo, donde el crecimiento demográfico es extraordinariamente elevado, la contaminación presenta menor importancia.

Se ha calculado que si para el año 2000 los 7.000 millones de habitantes que existirán en la Tierra hubiesen adoptado el sistema económico y las formas de vida de los norteamericanos de hoy, la carga total de contaminación del medio ambiente sería 10 veces superior a la actual.

Ante estos datos cabe plantearse el problema inverso, dentro de la relación población-contaminación, y preguntarse sobre los posibles efectos de la contaminación sobre el período de vida de la población mundial.

No existen hoy datos suficientes para tratar adecuadamente el problema y sólo se han hecho intentos de relacionar las variables contaminación/población al tratar de la contaminación atmosférica.

Pero aun en ausencia de muchos datos puede afirmarse que la relación entre contaminación y período de vida es negativa, y un incremento muy elevado de la contaminación podría llegar a constituir un grave peligro para la población mundial.

El Medio Urbano y la Contaminación.--

La urbanización no es un fenómeno moderno. Desde la Mesopotamia advertimos la presencia de la gran concentración humana en las ciudades. Grecia, Roma, Cartágo, también lo testimonian.

La modernidad del fenómeno radica en que la interacción entre los establecimientos urbanos, particularmente la industria y la ciudad, no resulta en todos los casos satisfactoria para ambos núcleos. El sistema de vida que corresponde a la industrialización, implica esas grandes concentraciones de hoy día; en su aspecto dialéctico, es su causa y consecuencia al mismo tiempo.

Esta gran vivencia colectiva demanda, como condición intrínseca, una gran actividad agrícola, una incesante extracción minera, un colosal despliegue de la industria; por ende, exige también la multiplicación de los servicios, tanto distributivos como de comunicación. Todo ese conjunto de "pros" para la supervivencia, actúa simultáneamente en contra, afectando a la colectividad por la contaminación derivada de las actividades productivas de la industria, los vehículos automotores, la vivienda, los establecimientos comerciales y la prestación de servicios.

Así, la imagen de la ciudad, hoy día, es la de un mosaico de humos, detritus, desechos, ruidos, colores, olores, alturas, riesgos, en una caótica asimetría. Todo producto de la actividad humana y de la falta de previsión y ordenamiento del espacio en las ciudades, carentes éstas de un principio rector basado en una filosofía y en su ajuste a las necesidades de la época.

Y la ciudad se trasciende, como siempre, a regiones diferentes a la en que se encuentra; parte, por su demanda de productos que hay que solicitar a los suelos, a las aguas, al mar, deteriorando zonas lejanas; parte, al través del aire, de las corrientes fluviales, de las corrientes marinas, afectando gravemente los sistemas ecológicos aledaños y la fauna que los puebla, por el acurro de esos humos, de las radiaciones y de los desechos sólidos y líquidos.

Sin embargo, es necesario partir del supuesto de que el asentamiento humano en cualquier sitio, con mayor razón en las ciudades, obligadamente trae el deterioro del medio físico. El proceso es prácticamente irreversible, porque la creación urbana, citadina, es un acto artificial, dijéramos específicamente humano, frente al medio natural; y este proceso debe ser compatible con la preservación de los ecosistemas existentes y con un estilo, con -

una forma de vida que permite el desenvolvimiento físico y mental del hombre, dentro de un marco urbano adecuado, formado por espacios y estructuras que lo propicien y estimulen.

Esa negación del medio natural no debe, claro está, implicar, ni llegar, a la incapacidad humana para subsistir. Por ello es indispensable ahondar en el conocimiento del fenómeno de la contaminación del ambiente físico, de la destrucción del medio natural - para, entendiéndolo mejor, hallar, en la propia acción humana, los medios de su reparación en la actualidad y su prevención en el futuro.

En la urbe, necesitamos precisar las consecuencias del deterioro que la contaminación produce sobre el medio físico: edificios, espacios abiertos, baldíos, vías de comunicación, mobiliario urbano, equipamiento industrial, ornamentos, etc.

Debemos estar conscientes de que hay que enfrentarse a los - efectos del desarrollo, combatiendo el deterioro del medio ambiente, manteniendo sin embargo el principio de no detener la marcha del hombre.

Haber cobrado conciencia del problema, es haber dado el primer paso para su resolución.

Al mismo tiempo, la correlación que el deterioro del medio físico urbano guarda con el deterioro del ambiente social, debe ser motivo de profundas investigaciones.

Es indudable que el ambiente físico urbano tiene una influencia determinante en la conducta del individuo y de la comunidad, conformándolos de tal manera que existe una interacción entre - unos y otros.

El urbanismo debe, ante esta situación, replantar objetivos.

Sin discusión alguna, el desarrollo urbano industrial es también, un proceso irreversible; y en el ámbito de la ciudad, si bien puede realizarse una labor inmediata de ordenamiento, a muy corto plazo debe crearse en ella un nuevo concepto de vida, adecuando los espacios y los establecimientos urbanos, esto es, la estructura general interna y las interdependencias que guardan las diferentes ciudades del país. Deben disminuirse, en el menor plazo posible, los desequilibrios en el crecimiento y, principalmente en la distribución de las oportunidades de todo tipo para sus habitantes y particularmente de la riqueza. Ello permitirá un desarrollo más armónico en las urbes, con la consecuente disminución de los problemas derivados de la miseria, la incuria, el abandono.

Se crearían así, condiciones ambientales urbanas mejores, - tanto en el marco físico en el que se desenvuelve el ciudadano, - como dentro de su medio social, medio éste que como hemos dicho - recibe el impacto e incidencia del anterior.

Hay que planificar las ciudades y ordenar sus estructuras, - conforme a nuevos planteamientos, de tal manera que correspondan a las necesidades colectivas e individuales de sus pobladores y - no, al contrario, que el hombre se vea obligado a adaptarse a - esas estructuras, con resultados nocivos para su salud y su integridad.

La ciudad debe estar al servicio del hombre y no éste al servicio de la ciudad. La vida en común de grandes asentamientos humanos, la creciente urbanización del mundo, exige una moderna concepción de la ciudad. Por algo el hombre es la riqueza fundamental que tiene un país. Debemos descontaminar las ciudades, reducir -- los niveles de ruido, las condiciones de vida inhumanas, para devolver al individuo su capacidad sensorial, hoy fuertemente abatida por el influjo de agentes negativos que inciden en la vida del hombre ciudadano.

Ante la importancia, la urgencia del problema, debemos plantear éste con el máximo conocimiento de causa, en busca de soluciones que sean posibles dentro del marco de lo realizable.

Teniendo en cuenta los recursos de que se dispone, deben conciliarse lo inmediatamente necesario, con lo que sea importante - en el futuro, planeándose desde luego la mejor forma de su realización.

Cabe pensar que la atención urgente de los problemas, en cualquier terreno de la acción, sin un plan articulado, ya ha costado a muchos países y al nuestro demasiado esfuerzo y dinero, por haberse olvidado de la perspectiva general que contempla el conjunto a mediano y largo plazo.

Tiempo es de olvidar aquella afirmación de un destacado economista inglés, de que a largo plazo todos estaremos muertos, - para justificar la acción inmediata, porque hoy todos evaluamos el daño que a las sociedades humanas ha significado sacrificar el futuro en aras de soluciones momentáneas.

La ciudad se ha construido para persistir. Sirve hoy de morada a sus habitantes y, con mayor razón, debe servir a los que nos siguen.

Si el urbanismo no ha podido responder cabalmente a la magnitud del reto planteado por los problemas de la ciudad moderna, in

dudablemente ha sido por su complejidad, que desde hace tiempo re basaron el dominio específico de esta disciplina; y también, porque la demanda de recursos económicos sobrepasa las disponibilidades existentes.

Ningún individuo, ninguna ciencia particular, darán la pauta en este caso; la planeación urbana necesita actualmente de la participación de muy variadas disciplinas y el concurso de muchos especialistas. A su conjunción, deben dirigirse los primeros pasos.

Simultáneamente, debe pensarse en los desequilibrios a que - antes aludimos. Muchas áreas son totalmente diferentes; hay diversidad, desigualdad entre la ciudad y el campo, y entre zonas urbanas con distintos grados de desarrollo.

Hay desequilibrio en la población de cada zona y en sus tasas de crecimiento; lo hay en su desarrollo y en la capacidad de producción, de riqueza y generación de empleo.

Piénsese en el caso de la ciudad de México y en la circunstancia de que el país no cuenta con una estructura coherente en sus ciudades, dependiendo estas para su desenvolvimiento, de las condiciones locales y de las peculiaridades que caracterizaron en cada época su crecimiento.

La concentración demográfica e industrial en el área metropolitana del Valle de México, es desproporcionada con respecto a la del resto del país, incluyendo las metrópolis de Guadalajara y Monterrey, porque en ella se concentra el 17% de la población nacional, el 49% de la producción industrial, y el 46% del capital invertido en esta actividad económica.

La explosión demográfica en el Valle se inició a partir del año de 1940, pasando de una población entonces de 1.7 millones de habitantes, a 9.5 millones en 1972.

Paralelamente, la incipiente industria nacional que apenas - contaba en esa época con una reducida producción, para los años - de 1960 y 1965 alcanzó las cifras de 26 millones y 61 mil millones de pesos, respectivamente, a precios corrientes, al tenor de una tasa media de crecimiento anual del 7.6% en ese sector, estimándose que la tendencia observada continúa hasta la fecha.

Una actividad industrial tan intensa, ha traído como consecuencia un aumento demográfico notable, resultado de la rápida expansión de oportunidades de ocupación y la mejoría en las condiciones sanitarias de vida. Como dato interesante puede mencionarse que en el área metropolitana de la ciudad de México, de 1960 a

1965 aumento un 44% el personal empleado en la industria, con un incremento total de 190 mil trabajadores, y un promedio anual de aproximadamente 40 mil personas incorporadas. Sin que sea necesario comentar el efecto multiplicador que ha tenido en las otras actividades económicas, especialmente en los sectores comercial y de servicios.

Sabido es que la industria, independientemente de su calidad generadora de riqueza, ha tenido un impacto negativo sobre el medio ambiente. Y al pensar en este aspecto, hay que añadir que desde el punto de vista de la localización de las industrias se observa que, en muchas ocasiones, se halla dispersa, afectando comunidades vecinas y que, en otras, se ubica en zonas industriales, enclavadas o no dentro del tejido urbano, provocando, en todo caso, la contaminación del aire, agua y suelo, por las emisiones y desechos industriales, lo que se suma a los efectos producidos por la transportación de materias primas y productos elaborados, mediante el uso de vehículos de motor.

La falta de una planeación adecuada, efectiva, ha sido la causa del desorden en el crecimiento urbano; y en nuestros países del Tercer Mundo, el incremento desmesurado de la población en las ciudades, ha llevado a una causa más de deterioro del ambiente la creación de nuevas zonas habitacionales marginadas a las que es imposible, en corto plazo, dotarles de los servicios que precisan, tales como adecuadas vías de comunicación, introducción de sistemas de agua, drenaje, luz, teléfonos, convirtiéndose en focos de contaminación y de insalubridad.

Y cuando esos servicios se proporcionan, inevitablemente entrañan un sensible aumento en los costos de su dotación, por la extensión y prolongación de todos los sistemas de servicio público.

Ese mismo desorden, ese caos urbano, se convierte en constante agresión para los ciudadanos, por la presencia de lo más diversos agentes: ruido, congestión de vehículos, con la natural emisión excesiva de gases contaminantes, falta de espacios libres, en los cuales distaerse, imposibilidad de hallar sitios deambulatorios o de paseo; en suma, el individuo más que vivir, tiene que soportar la ciudad y su respuesta, generalmente, es de aislamiento y de protección, favoreciendo la incomunicación que destruye la vida comunitaria y su amor a la existencia.

Por otra parte, la vivienda es el complemento del ambiente urbano, el medio indispensable para el correcto desarrollo del hombre y del núcleo social básico; la familia.

Debe, por lo mismo, ser motivo de especial preocupación la existencia de condiciones deficientes en la habitación, localizada dentro de grandes áreas decadentes en el corazón de las ciudades, así como en las zonas marginadas que circundan nuestras grundes urbes. Debe atenderseles desde luego, con la más alta prioridad, tanto en los servicios sanitarios, como en lo relativo a las condiciones generales de habitabilidad, para suprimir la causa de graves problemas en el campo de la salud pública. La magnitud de la deficiencia sanitaria puede estimarse, si se toma en cuenta que en la ciudad de México, un 56% de las viviendas carecen de servicios sanitarios.

El Modo de Vida de la Civilización Actual y el Problema de la Contaminación

La civilización actual ha llevado al hombre a un modo de vida - que es factor de contaminación ambiental. Se ha logrado un desarrollo tecnológico que ha elevado el estándar de vida del hombre permitiéndole ejercer demandas muy importantes sobre toda clase de recursos. A su vez, estas demandas se reflejan en la erosión de los suelos, drenajes, residuos de las minas, una gran variedad de efluentes de nuestros establecimientos industriales. La creciente presencia - de compuestos químicos en los escurrimientos de las zonas urbanas y la alterada salinidad en ríos utilizados para el riego. La nueva civilización ha producido enormes aumentos en el uso de energía per cápita.

Estos aumentos de energía se manifiestan en los desechos de minas y campos petrolíferos, de procesamiento de combustible, de accidentes de transporte, especialmente aceite, y la descarga de agua - caliente de las notablemente deficientes plantas generadoras de electricidad.

El desarrollo y amplia adopción del sistema de agua municipal y las descargas de baños y su respectivo sistema de drenaje es un - factor importante en la contaminación del ambiente.

La sociedad actual en muchos países y también en el nuestro se caracteriza por ser una sociedad de consumo de tal manera que el uso de recursos en muchas ocasiones es injustificado. Por ese consumo irracional de bienes se ha presentado una gran demanda de energía, tanto que el problema energético se ha convertido en preocupación apremiante para muchos países del mundo actual. La gran cantidad de consumo de petróleo como fuente de energía y la necesidad - de desarrollar la tecnología de la energía nuclear ha originado que estos sean nuevos y determinantes factores de contaminación.

Las necesidades de traslado de recursos y bienes de consumo, - así como la necesidad de comunicación y traslado del mismo hombre - ha generado en la civilización actual el uso en enormes cantidades de los vehículos automotores convirtiéndose estos en un factor de - contaminación.

La Explotación de Recursos Naturales

La explotación de recursos naturales, la relación incontrolada entre el hombre y su medio ambiente físico, acentuada con la explotación irracional de recursos naturales para su uso y conveniencia ha traído como consecuencia un deterioro del ya de por sí frágil equilibrio ecológico y ha generado un proceso de contaminación que en mayor o menor grado significa un peligro potencial para la salud y el bien estar humano.

Concentración en las Grandes Ciudades

La concentración de la población en las grandes ciudades es un fenómeno que se ha venido produciendo en los últimos años. En nuestro país el abandono del campo por grandes cantidades de personas es un problema de característica peculiares que ha contribuido al incremento de contaminación ambiental.

Las personas, que en afán de obtener una mejoría en su modo de vida han llegado a las ciudades en forma incontrolada y sin plan han encontrado dificultades de adaptación, enfrentándose con frecuencia al problema de subsistencia en un mundo nuevo y hostil en el que se ve agravada su situación. Este fenómeno ha contribuido a la formación de los cinturones de miseria que caracterizan a las grandes ciudades en nuestros tiempos.

Uso de Energéticos

Las civilizaciones actuales demandan una gran cantidad de energía para satisfacer sus necesidades de consumo. Esta demanda ha originado que los países desarrollados tengan entre sus principales problemas el de consumo de energía.

El uso del petróleo ha sido característica marcada de los últimos años como fuente primordial de energía.

El petróleo genera contaminación causada por su refinación frente a las costas, por su refinación por los accidentes en los petroleros y en los barcos traslado. El petróleo causa daños en el medio pues destruye el plancton, la vegetación, afecta a las aves marinas y a los peces.

La energía nuclear comienza una etapa para el hombre ya que esta se considera como la solución a los problemas de demanda de energía que se verá incrementada en el futuro.

La energía nuclear, sin embargo, representa un peligro de contaminación ambiental ya que el aumento de radiación en el medio puede ocasionar serios trastornos. No se descarta la posibilidad de accidentes en las plantas nucleares lo que redundaría en auténticos catástrofes para la humanidad.

Tipos de Contaminación

Los tipos de contaminación que pueden distinguirse en la actualidad son:

- 1) Contaminación del Agua.
- 2) Contaminación del Aire.
- 3) Contaminación del Suelo.
- 4) Contaminación por Ruido.
- 5) Contaminación de los Alimentos.
- 6) Contaminación Nuclear.

A cada uno de estos tipos de contaminación se les dedica un capítulo aparte, exceptuando el de los alimentos, en donde el Ingeniero Civil tiene poca participación.

Se agrega un estudio del problema de las basuras, que origina contaminación de una manera muy especial.

CONTAMINACION DEL AGUA

CAPITULO III

PRIMERA PARTE: EL RECURSO DEL AGUA

3.1.- PRESENCIA DEL AGUA EN LA TIERRA.

El agua se presenta en la naturaleza como una sustancia única, muy abundante y muy importante. Es indispensable para la vida en todas sus formas. Es un factor determinante de las características de la misma naturaleza por sus propiedades.

El agua se encuentra en la naturaleza en sus estados sólido, líquido o gaseoso, prácticamente en todas partes: en mares, lagos, ríos, en la atmósfera, en mantos subterráneos y formando parte de los seres vivos que la contienen en un gran porcentaje.

3.2.- PROPIEDADES DEL AGUA.

a) Es una sustancia indispensable para los seres vivos. El cuerpo del hombre tiene el 70% de agua y para sobrevivir requiere de un consumo de ella aproximado por día de 5 litros. El hombre puede permanecer 80 días sin comer, pero solo unos cuantos sin tomar agua.

b) Es un medio de transporte básico para los nutrientes que dan vida.

c) Es un medio para remover y diluir muchos desperdicios naturales y hechos por el hombre.

d) Tiene una alta capacidad para conservar la energía calorífica.

e) Es el líquido mejor conductor del calor.

f) Tiene un calor de vaporización extremadamente alto. Una caloría puede elevar en un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua, mientras que se requieren 540 calorías para evaporar igual cantidad de ella.

g) Influye determinadamente en los factores del tiempo. Minimiza cambios fuertes de temperatura en áreas cercanas a las masas de agua.

h) Es la responsable de una eficiente circulación y distribución del calor sobre el globo terrestre. Esto se debe a que cada día el sol evapora cerca de 1250 Km³ de agua y por el alto valor del calor de vaporización del agua, esto representa un vasto almacenaje de calor en el vapor del agua. Como el calor se desprende al condensarse el vapor, dicho calor es descargado lentamente sobre la tierra y sobre las masas de agua.

i) Los grandes cuerpos o masas de agua como lagos, mares y ríos están prevenidos de bruscos cambios de temperatura por la alta capacidad de calor del agua. La cantidad de calor para elevar un cierto número de grados la temperatura del agua es equivalente a cinco veces la cantidad de calor que provocaría igual cambio de temperatura en la roca. De esto se deriva que las formas de vida acuática estén también protegidas contra calentamientos o enfriamientos bruscos.

j) Es el único líquido, junto con el mercurio, cuya densidad es menor en estado sólido que en estado líquido. El agua tiene su máxima densidad a cerca de 4°C. sobre su punto de congelamiento. Debido a esta propiedad el hielo flota y es esta la razón por la que los grandes cuerpos de agua se congelan solamente en sus capas superiores. Si el hielo fuera más denso que el agua, los lagos y ríos se congelarían desde el fondo hasta arriba, matando las formas de vida acuática.

3.3.- EL CICLO HIDROLOGICO.

El agua forma un sistema dinámico y continuo que mantiene y une a toda la vida a través de un proceso de cambio en su estado y posición que recibe el nombre de ciclo hidrológico. Debido a dicho ciclo del agua el suministro fijo de ella es renovado una y otra vez. Es decir que algunas gotas usadas por una persona de la actualidad, probablemente pudieron haber sido empleadas por otra persona de la antigüedad. Por el ciclo hidrológico el agua del cuerpo del hombre es renovada varias veces durante un año, el agua de un árbol es reaprovisionada miles de veces durante su crecimiento, el agua en el aire cae y es reemplazada en varias semanas, la de los lagos tarda en renovarse de 10 a 100 años, dependiendo de su tamaño, la de los océanos se renueva cada 3600 años y a los hielos polares les toma 150 000 años el renovarse.

El ciclo hidrológico puede comprenderse mejor analizando las etapas que lo constituyen: evaporación, precipitación, infiltración, escurrimiento subterráneo, escurrimiento superficial y evapotranspiración.

A continuación se describe brevemente cada una de ellas.

a) Evaporación.- La energía solar convierte agua de océanos, lagos y ríos de su estado líquido a vapor moviéndola de esta manera hacia la atmósfera, en donde se mantiene y desplaza. El vapor de agua condensado en pequeñísimas gotas forma las nubes de las cuales se genera la precipitación.

b) Precipitación.- Al condensarse el agua de las nubes, hasta convertirse en gotas de tamaño suficiente como para ser atraídas por la gravedad, el agua regresa a la superficie de la tierra o a los mares y ríos en forma de lluvia, nieve o granizo.

c) Infiltración.- Parte del agua que cae en la tierra se filtra o penetra dentro de ella formando un sistema de agua de la tierra. Del agua infiltrada parte es recogida por las raíces de las plantas y el resto continúa su proceso de infiltración hacia capas inferiores. Eventualmente el agua detiene este movimiento hacia abajo y llena todas las grietas y hendiduras entre las partículas de la tierra y de las rocas. El tope de esta zona de saturación constituye la llamada mesa de agua o nivel freático. En áreas donde las lluvias son fuertes y continuas la mesa de agua suele estar a pocos metros bajo la superficie, pero en áreas secas puede estar a cientos de metros bajo la superficie o no existir. En algunos lugares -

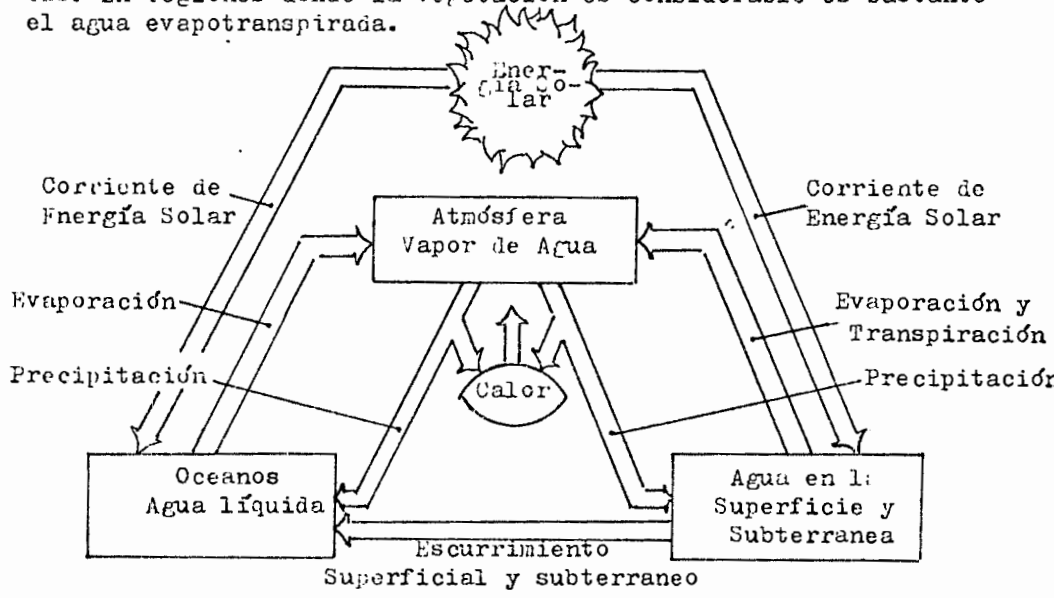
el agua que se infiltró en tiempos prehistóricos ha sido enterrada a grandes profundidades por procesos geológicos. Esta agua puede ser explotada y sacada para su uso, pero como es reemplazada muy lentamente o no llega a reemplazarse, constituye una fuente de agua esencialmente irrenovable.

El agua al infiltrarse puede quedar atrapada entre capas de roca impermeable, quedando así sujeta a presiones mayores a la atmosférica y constituyendo las aguas llamadas artesianas.

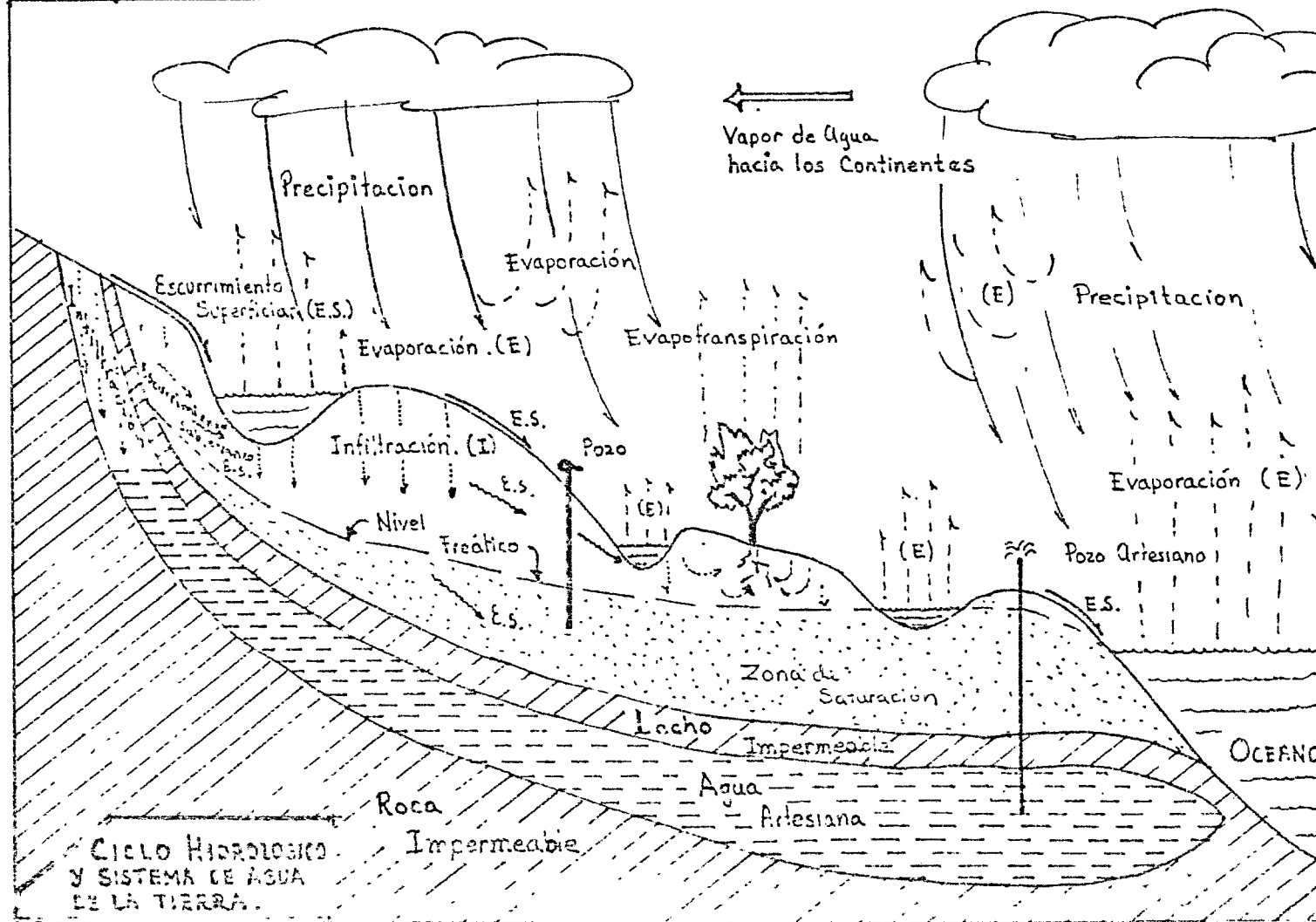
d) Esgurrimiento subterráneo.- El agua infiltrada en la tierra no se mantiene estática sino que genera un escurrimiento entre las capas de la tierra. Esto da origen a afloramientos, reaprovisionamiento de los mantos subterráneos y forma un sistema de agua un desplazamiento en forma laminar hacia ríos, mares y lagos.

e) Esgurrimiento superficial.- La tierra como una esponja puede solo retener una cierta cantidad de agua. Si la lluvia deja caer mayor cantidad de agua que la que la tierra puede absorber, el agua empieza a juntarse en charcos y zanjas y a correr hacia arroyos y ríos cercanos para ser conducida en un sistema de escurrimiento superficial hasta los océanos. Esto causa erosión y contaminación del agua en varias formas.

f) Evapotranspiración.- El agua que fué absorbida por las raíces de las plantas, en su proceso biológico llega a las hojas donde se desprende nuevamente a la atmósfera en forma de vapor por la evaporación que origina la energía solar o por la propia transpiración de las plantas. El agua que mediante estas dos formas pasa a la atmósfera se dice que es la evapotranspirada por las plantas. En regiones donde la vegetación es considerable es bastante el agua evapotranspirada.



C I C L O H I D R O L O G I C O



3.4.- RESERVA DE AGUA PARA EL HOMBRE.

Nuestro planeta tiene una abundante y determinada provisión de agua, pero solo una pequeñísima fracción está fácilmente disponible para el uso por el hombre.

La cantidad de agua en todas sus formas en el planeta es de cerca de 400 billones de billones de galones. Como la población actual es de cerca de 4 billones de personas, corresponde a cada una de ellas aproximadamente 100 billones de galones de agua. Esta cantidad puede ser considerada como consecuencia de una gran abundancia del agua, sin embargo la mayor parte de ella no está en forma apropiada para ser usada por el hombre; y la que sí es apropiada está distribuida en forma desproporcionada sobre el mundo. Cerca del 97.2% de toda el agua está en los océanos salados. Del restante 2.8%, todo, menos el 0.32% está convertido en capas de hielo y glaciares o sumergido muy profundo bajo la superficie de la tierra, o está en la atmósfera. Del agua potable de la tierra, subterránea y superficial, el 99% es muy cara de obtener porque no está fácilmente disponible por su localización remota, como la de los ríos de amazonas o Siberia, o está contaminada.

Se estima que la cantidad total de agua potable de la tierra es de cerca de 0.003% de la reserva total de ella. De cualquier manera puede decirse que corresponden 5 millones de galones de agua usable por cada habitante de la tierra y para el año 2020 en el que puede haberse duplicado la población mundial, corresponderían 2.5 millones de galones de agua a cada persona.

Parece que el abastecimiento es amplio, excepto por los factores siguientes:

- a) Distribución desigual.
- b) Alza rápida de la demanda.
- c) Incremento de la contaminación de los abastecimientos de agua cerca de los centros urbanos.

Con el incremento de la población mundial, a razón de 200 -- mil habitantes más por día, el alza de la demanda creará serios -- problemas, sobretodo a largo plazo. En muchos lugares del mundo actualmente se saca más agua de la que reciben durante el tiempo anual de lluvias. Regiones densamente pobladas ya se encuentran -- con el problema de falta de agua potable, incluyendo España, Italia, Grecia, Turquía, todos los estados de Arabia excepto Siria, Irán, Paquistán, el oeste de India, Taiwán, Japón, Corea, el oeste y sur de Australia, Nueva Zelandia, el noroeste y suroeste de las costas Africanas, Panamá, el norte de México, el centro de Chile, -- las costas de Perú, el suroeste de los Estados Unidos.

Las Naciones Unidas proyectan que la mayor parte de la Unión Soviética, excepto Siberia, la mayor parte del Este, Centro y Oeste de Europa, casi la mitad de los Estados Unidos, la mayor parte de la India, las planicies centrales de Tailandia, las Islas del este de Java, las más grandes Islas del Caribe, el resto de México y partes de Brasil y Argentina tendrán carestía de agua para el --

año 2000.

La amenaza de la escasez del agua es un problema que muchos países desarrollados y subdesarrollados comparten, pero por diferentes razones. Muchos países pobres tienen problemas de agua por sus escasas lluvias además de la falta de fondos para desarrollar sistemas de almacenamiento y distribución del agua. Países desarrollados generalmente tienen adecuadas lluvias y sofisticados sistemas de almacenaje y distribución de agua, pero ellos están usando y contaminando su agua en proporción extremadamente alta.

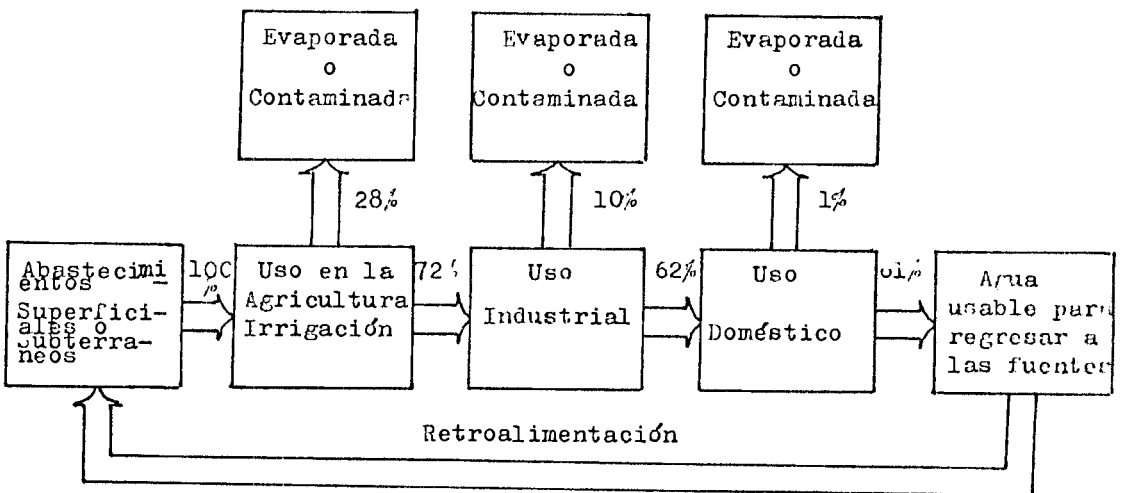
Se debe ser cuidadoso, sin embargo, en hacer predicciones de que el abastecimiento de agua fresca se acabará. Es muy importante distinguir entre tres tipos de agua usada por el hombre:

a) Retiro o uso total.- Es la cantidad total sacada de un lago o un río o bombeada de la tierra o de las reservas de la superficie. Es la cantidad generalmente comparada con el abastecimiento disponible para determinar cualquier falta de agua. Algo de esta agua, probablemente de un 40 a un 70 por ciento es regresada al medio ambiente en condiciones de uso.

b) El uso de consumo: Es el agua perdida en el aire por evaporación.

c) El uso degradado: Es la cantidad contaminada por sales, químicos u otros contaminantes antes de ser regresada al medio ambiente.

A través de los usos de consumo y uso degradado cerca de la mitad del agua sustraída llega a ser inaprovechable o inapropiada para los requerimientos humanos. El regreso del agua a los lagos y ríos para volver a ser usada establece un sistema de retroalimentación, como se muestra en la figura siguiente:



Comentarios sobre los medios de control antes propuestos:

a) Construcción de presas:

Las presas ofrecen las ventajas siguientes:

Permiten un cierto control de la corriente.

Proveen de áreas de recreación de agua.

Hacen posible la producción de fuerza eléctrica más económica.

Son factor importante para el control de inundaciones.

Permiten el suministro controlado de agua para cultivos.

Desventajas:

No puede contarse con las presas como una solución a largo plazo para resolver el problema de la carencia de agua en una región ya que tiene capacidad para proveer de agua solo por temporadas cortas. Cuando un río es represado, la cantidad de agua almacenada solo es equivalente al caudal del río durante el tiempo que tome llenar la presa, esto puede ser el abastecimiento de unos cuantos meses, si la demanda es alta. La cantidad de agua que una presa puede almacenar se ve considerablemente disminuida por el ensolve que va acumulando durante la vida útil de las presas.

El agua almacenada en una presa puede perderse fácilmente por la evaporación, especialmente en climas secos y cálidos. Esto, a la larga afecta el clima local.

Al construirse una presa, la corriente del -
cause es disminuida bajo la presa, por tanto, el agua salada
puede meterse a los bajos tendidos del delta y los veneros -
costeros, creando nuevos problemas para la agricultura en ta-
les regiones.

Cualquier proyecto de Presas puede destruir -
irremplazables áreas de belleza natural y vida silvestre. Al-
gunas veces en áreas detrás y bajo la presa se generan inde--
seados cambios ecológicos. Un ejemplo de lo anterior es la -
presa gigante Aswan en Egipto.

Las presas controlan las inundaciones pero no
las previenen sino hasta un cierto límite, lo que fomenta la
colonización de las planicies bajo la presa, pero cuando las
inundaciones exceden dicho límite y ocurre un gran desborda---
miento, el peligro de inundaciones excede grandemente lo espe-
rado y los efectos suelen ser catastróficos.

b) Desviando agua:

El hombre ha dedicado esfuerzos y ha aplicado la ingeniería - para dirigir agua de una región a otra, generalmente para riego, logrando utilizar tierra cultivable que no era aprovechada por falta de agua y esto es una ventaja considerable. Sin embargo, la irrigación así conseguida sin un drenaje adecuado es desastroso a largo plazo ya que se destruye la tierra fértil. Esto se debe a que según va pasando el agua por la tierra va disolviendo sales de sodio, calcio, magnesio y otras sustancias. Si este exceso de sales disueltas no son drenadas - adecuadamente, el agua puede evaporarse y dejar a la sal sedimentada en la tierra.

La acumulación de sal es, por tanto, un peligro potencial para las tierras bajo riego. Mediante sistemas adecuados de drenaje, que suelen ser caros, se puede disminuir esa degradación de la tierra.

Si el hombre modifica corrientes naturales de agua en gran escala, habría grandes e impredecibles cambios en las corrientes oceánicas que transportan agua caliente y fría, esto podría - causar serios cambios en los climas de algunas regiones y a nivel mundial y producir cambios en los patrones ecológicos de la vida de las plantas y los animales en los océanos.

c) Incremento del uso de agua subterránea:

El agua subterránea suele ser la principal fuente de aprovisionamiento para el hombre de agua fresca, tanto para uso doméstico, como para la irrigación.

Existen manantiales que pueden ser vueltos a llenar naturalmente, donde las lluvias son abundantes y son considerados recursos renovables. Sin embargo, en lugares donde la evaporación - aventaja a la precipitación, las fuentes de agua disponible - están muy profundas y son renovables cada 10 ó 100 o miles de años o nunca, y para su uso por el hombre se consideran como - un recurso no renovable. Algunos manantiales, incluyendo los - que son renovables están siendo minados con cierta rapidez debido a los fuertes retiros a que están sometidos. Por lo tanto, incrementar el uso de aguas subterráneas puede originar que - cada vez tenga que ser obtenida a mayores profundidades hasta que eventualmente se agote, o sea restringido su aprovechamiento porque ésta agua muy profunda suele ser muy caliente o salada.

d) La desalinización puede ser un medio para que el hombre obten-

ga grandes cantidades de agua, pero esta forma de lograrlo tiene dos grandes desventajas: una es de tipo económico y otra es de tipo ecológico.

El agua desalada será usada primeramente como agua doméstica - para las ciudades de las costa y para algunas pocas áreas del interior que padezcan escases de agua. Sin embargo, el uso doméstico se calcula solo en el 10% del abastecimiento total del agua. El precio del agua desalada es muy alto y probablemente nunca será lo suficientemente bajo para ser usada a gran escala por la irrigación.

La siguiente tabla muestra una comparación de costos de agua - fresca y agua desalada.

<u>Uso y Tipo</u>	<u>Promedio de costo por 1,000 litros</u>
Agua fresca doméstica	de 1 a 2 pesos
Agua fresca industrial	de .5 a 1 peso
Agua fresca para irrigación	de 5 a 10 centavos
Agua de mar desalada ahora	de 3 a 5 pesos
Agua de mar desalada en el futuro	de 2 a 3 pesos

La obtención de agua desalada produce también problemas ecológicos. Construir y usar una vasta red de plantas desalinadoras causarán un significativo aumento de entropía en el medio ambiente, propiciarán mayor contaminación del aire, aumentarán los peligros potenciales por los desperdicios de la radioactividad y el calor. Habría el problema de disponer de grandes montañas de sal; si se regresan al océano, aumentaría la concentración de sal cerca de las costas y estropearían los recursos alimenticios de los esteros y costas de los continentes.

Al producirse 100 millones de galones de agua por día, se producirían también 15,000 toneladas de sal en igual lapso de tiempo. Un estudio para los Estados Unidos establece que se requerirían 4,000 plantas nucleares de desalinización para proveer una tercera parte del agua necesitada para el año 2000.

e) Remolcando Icebergs.

Algunos científicos piensan que es factible y económico "remolcar" enormes icebergs antárticos a los continentes, quizás protegidos con bolsas de agua para evitar que se derritiesen en la etapa de traslado que podría durar hasta un año. Una vez remolcados a su destino, serían anclados lejos de las costas y su hielo minado y licuado. Los témpanos antárticos son enormes y planos y flotan en el agua como inmensas tablas.

Se estima que un sólo témpano de una milla cuadrada y 1,000 - - pies de grueso producirá cerca de la mitad del agua usada en California. La más grande ventaja de obtener agua de esta manera es que el costo total del proceso, transportar, minar y convertir el hielo en agua se estima relativamente económico. Sin embargo, un sistema para minar eficientemente o trasladar el - - agua derretida a la costa no ha sido aún logrado. Además no se conocen con exactitud los efectos que producirían tan grandes y toscas masas de agua en un mar con vida de clima semitropical o subtropical. Hay quienes afirman que los icebergs pueden ser usados para ayudar a abolir los efectos de la contaminación térmica del agua de mar por las plantas de poder nuclear.

f) Controlando el tiempo.

Tener lluvia donde se requiere y cuando se quiera es la esperanza de científicos que están trabajando con el objetivo de aprender a controlar el tiempo. Extensos experimentos se han venido realizando en los últimos años utilizando cristales de yoduro - para generar nubes y lluvias, y se han usado también para intentar suprimir granizos y controlar huracanes.

Estas técnicas están todavía en sus primeras etapas de desarrollo con una escala de éxitos no muy grande y con efectos fundamentalmente desconocidos. Por ejemplo, no se sabe si la cantidad de lluvia puede aumentar, o si simplemente se transfiere lluvia de una parte del mundo a otra. Además, el yoduro de plata puede producir, usado a gran escala, efectos tóxicos en la vida acuática. Con la lluvia artificialmente provocada pueden generarse desconocidos e indeseables cambios en los patrones de tiempo regional o mundial.

g) Población:

Para alentar a la gente a vivir o emigrar a áreas con adecuados abastecimientos de agua, lo primero es proporcionar en forma determinante y extensiva información sobre la localización de dichas áreas en el país y crear en dichas regiones fuentes de trabajo, ciudades con urbanización adecuada que despierte el interés por ser habitado.

Obviamente, reducir el crecimiento el crecimiento de la población ayudará a disminuir las demandas de agua.

h) Medios de Salida:

La pérdida de agua por evaporización de los lagos, estanques y campos irrigados y por la evapotranspiración de las plantas es un gran problema. Para disminuir las pérdidas en lagos, algunos

científicos han propuesto cubrir la superficie con una capa -- delgada de un compuesto pesado de alcohol. Este material se es-- parece sobre la superficie del agua con una capa del grueso de solamente una molécula. Si la película puede conservarse com-- pleta sin romperse, sobre la superficie, se puede reducir la - evaporación en un 40 a 80%, como se ha demostrado en pruebas - realizadas en Israel, Australia y Estados Unidos. Sin embargo, las olas, los botes y el viento son los principales inconvenien-- tes ya que pueden romper la tejilla y se requiere del poder - del hombre y del tiempo para reparar las roturas. Otro inconve-- niente que puede presentarse es que aunque el químico de por - sí no es tóxico, su uso podría transtornar la vida vegetal y - animal, incrementando la contaminación térmica, ya que el ca-- lor no se perdería por la evaporación.

Este recurso para disminuir la evaporación, requiere de mucha más investigación para que se extienda su uso.

Para hacer decrecer la evaporación en campos irrigados se es-- tán usando tubos de irrigación subterráneos para filtrar el - agua más directamente a las raíces de las plantas. Los cientí-- ficos están también buscando la manera de producir nuevas va-- riedades de cosechas que requieran menos agua o la pierdan me-- nos por transpiración.

El aspecto del control de la contaminación es el objeto central de este capítulo por lo que se analizará más adelante.

De aquí en adelante la humanidad se encuentra con la imperiosa necesidad de encausar la crisis ambiental, donde el aprovecha-- miento y manejo del agua será uno de los puntos principales. - Deberá trabajar con programas combinados que tiendan a trans-- portar grandes cantidades de agua para incrementar las entra-- das, realizará ajustes realistas de crecimiento de población y distribución en función de las fuentes de abastecimiento y con-- trolará eficientemente la contaminación.

Cada uno de nosotros somos la causa y solución de la crisis - del uso del agua. Aunque nuestro consumo directo personal es - solo el 10% del consumo total ya que el otro 90% es usado para la agricultura y la industria. Un alto porcentaje de agua, del 30 al 50% es desperdiciado lamentablemente por la ignorancia - de las limitaciones de nuestra provisión de agua, por anticua-- das e inescusables tecnologías para su uso doméstico.

Con grandes gastos y esfuerzos se logra que el agua que llega a las casas, edificios y fábricas sea apta para beber y des--

pués es innecesariamente contaminada para que deba ser limpia-
da otra vez. El agua pura que no sea empleada para beber, pro-
bablemente necesita llegar a ser parte de un sistema separado
que son reciclado con menor purificación. Un buen plan podría
ser establecer sistemas separados de agua para consumo domésti-
co, para enfriamiento y para los desperdicios.

Pero mientras esto llega todos debemos actuar inmediatamente -
minimizando los desperdicios, cerrando la llave cuando se cepi-
llan los dientes, al afeitarnos, reparar las fugas inmediatamen-
te, regar el pasto durante la noche, tratar de tomar un regade
razo en 5 minutos máximo (consumiendo 60 litros de agua). No la
var el coche con la manguera, esto puede parecer trivial, pero
puede significar un ahorro de agua de millones de litros por
día.

SEGUNDA PARTE: CONTAMINACION DEL AGUA

El agua se considerará contaminada si alguna sustancia o condición se presenta a tal grado que el agua no pueda ser usada para un propósito específico. De tal manera que la contaminación del agua varía no solo con la naturaleza de los contaminantes, sino también con los usos destinados al agua. Así el agua que está muy contaminada para beber, puede ser satisfactoria para uso industrial. El agua contaminada para los peces, puede ser aún conveniente para navegar o generar fuerza hidroeléctrica. El agua contaminada para nadar puede no serlo para los peces. Sin embargo hay diferencias en los criterios para establecer la contaminación del agua y el problema se agudiza por la dificultad para medir y controlar la calidad del agua.

Complejidad del Agua Contaminada.-

La contaminación del agua se presenta primeramente para la humanidad como un problema público de salud, las principales causas de enfermedad y muerte tienen que ver directamente con las bacterias y virus del agua consumida por el hombre, sin ser apta para ello. Entre estas enfermedades puede mencionarse la fiebre tifoidea, la diarrea endémica, la salmonelosis, el cólera, la disentería, etc. Conforme la población aumenta, crece la industria, se generan nuevos, abundantes y complicados desperdicios que hacen más sofisticada la contaminación del agua.

La contaminación del agua afecta a todos los seres humanos vivos, a todos los animales y a los organismos vegetales. La vida en cualquiera de sus formas se ve condenada a sufrir los efectos de la contaminación. La contaminación altera la calidad de nuestro medio ambiente y le crea al hombre uno de los problemas más serios con los que tiene que enfrentarse: controlar la contaminación mediante procedimientos, a la vez que eficaces, económicos. Existe además otra dificultad, la de las lagunas con las que tropicemos todavía hoy en el campo de la información. De ahí la necesidad, cada vez más apremiante, de contar con mayores conocimientos y de que los datos sean más rigurosamente exactos y, por tanto, más fiables a la hora de determinar el diseño del sistema de control, de calcular sus rendimientos y de ponerlo en funcionamiento.

Se ha afirmado muy a menudo que el grado de tecnología que se necesita para eliminar la contaminación del agua se ha conseguido ya, y que si dicho nivel tecnológico no ha sido siempre aplicado ha sido debido a la falta de recursos financieros o a la

existencia de barreras institucionales de uno u otro tipo. Un --- examen más riguroso de la cuestión nos muestra que esto no es -- exacto en muchos casos. Por ejemplo, en la actualidad no se dispo- ne de un nivel tecnológico suficiente y que resulte económicamen- te rentable para el tratamiento a gran escala de los residuos de las minas, y por otra parte, respecto de los residuos contenidos en los sistemas municipales de alcantarillado, sólo se puede con- seguir una degradación parcial. De hecho, en el futuro la reduc- ción de la contaminación dependerá cada vez más de los avances - tecnológicos, a medida que las barreras artificiales para su -- aplicación vayan desapareciendo. Estos avances, aunque no estén concebidos necesariamente para reducir la contaminación, tendrán un impacto decisivo sobre ella en los años venideros, además de una mayor investigación, tanto teórica como aplicada, sobre la - cual fundamentar la ciencia y la técnica. Son necesarios estudios exploratorios para poder descubrir nuevas técnicas, que luego de- berán ser sometidas a crítica y también para que se puedan perfec- cionar las técnicas ya descubiertas, de forma que sea posible una mayor generalización de las mismas.

En relación con la contaminación del agua, el problema mayor consiste en suministrarla siempre pura y fresca. La población mun- dial no puede seguir creyendo por más tiempo que las fuentes de - suministro de agua son ilimitadas. Habrán de ser tomadas medidas de carácter global para conservar y proteger los recursos hidráu- licos que aseguren la prosperidad y el crecimiento económico del país. No hay escasez de agua en el mundo. Hay tanta agua como hu- bo siempre, pero existe un límite un cuanto a limpia y a la se- guridad del agua, que de manera creciente han de suministrarnos - las fuentes existentes, y nos estamos acercando rápidamente a es- te límite. Si el agua limpia de la que disponemos ha de ser sufi- ciente para todo cuanto la necesitamos, la misma agua, evidente- mente, tendrá que ser usada una y otra vez. Para ello es neces- ario un plan eficaz en cuanto a la administración de los recursos, tanto en lo que se refiere a la cantidad como a la calidad de los mismos. De este modo se impone la puesta en marcha de un programa enérgico para evitar, cuando se pueda, la contaminación o para - controlarle, si lo primero no es posible, respecto de las aguas - subterráneas, fluviales, lacustres y costeras. Este programa debe - ponerse en funcionamiento allí donde todavía no esté en vigor. - Debe ser mantenido y, sobre todo, perfeccionado constantemente - para hacer frente de manera óptima a las necesidades que puedan - plantearse.

La mayor parte de los problemas que plantea la contaminación del agua en nuestros días es el resultado de haberles dedicado es- casa atención en el pasado. La falta de interés de antaño por par- te de la industria y del Gobierno Federal ha agravado la cuestión.

Sólo muy recientemente el Gobierno Federal ha comenzado a enfrentarse con el problema.

Causas de la contaminación del agua.-

Las causas de la contaminación del agua se derivan de los múltiples usos que el hombre le da, aparte del de consumo, y del vertido no controlado de origen diverso. a los ríos, lagos y mares.

Las principales causas y fuentes de contaminación del agua en la actualidad son las siguientes:

- a) La industria
- b) La agricultura
- c) Los residuos urbanos
- d) El desarrollo de la energía nuclear y uso de materias radioactivas
- e) Obtención, traslado y uso del petróleo
- f) La navegación
- g) La interrelación con la contaminación atmosférica y de los suelos.

Aunque estas fuentes son fáciles de identificar, la relativa importancia entre ellas es difícil de establecer.

La Industria como causa de la Contaminación del Agua.-

En la actualidad constituye la fuente principal de contaminación del agua. La mayoría de las industrias utilizan el agua en cantidades variables en diferentes procesos de fabricación.

Generalmente el agua empleada en la industria se clasifica en dos tipos: primero la que interviene propiamente en los procesos de fabricación y segundo la utilizada en procesos de enfriamiento.

En la industria del papel, los diferentes procesos que se utilizan para producir diversos tipos de este producto, resultan en desperdicios que van desde 15,000 hasta 320,000 lt. por cada tonelada de papel terminado.

En la industria empacadora, la proporción de desperdicios varía desde 2,800 hasta 95,000 lts. por cada 100 cajas de conservas.

Veamos algunos otros ejemplos indicativos del potencial de desperdicios en diversas industrias: en la refinación de petróleo, de 2,600 a 4,000 lt de desperdicios por cada barril; en la producción de coque, 13,600 lt por tonelada de material carbonizado; en

la industria lanera, hasta 2'000,000 lt por cada 1,000 kg de producto terminado; en las empacadoras de carne, 2,100 lt por cada cerdo sacrificado; en las procesadoras de leche, hasta 2,800 lt - de desperdicios por cada 1,000 kg de leche y crema; en las empacadoras de pollos, 18,300 lt por cada 1,000 kg de peso de aves vivas; en la producción de azúcar de remolacha, 12,500 lt de desperdicios por tonelada de remolacha.

Durante muchos años se supuso que los lagos, ríos y mares admitirían cualquier tipo de residuos que se virtieran en ellos y - que tendrían una capacidad de autopurificación inagotable; sin embargo, es impresionante la velocidad a la que se deterioran estas posibilidades aparentemente ilimitadas, de aquí que surge para el hombre uno de los problemas más serios a los que tiene que enfrentarse, controlar la contaminación mediante procedimientos, a la vez que eficaces, económicos. Existe además otra dificultad, la - de las lagunas con que se tropieza todavía hoy en el campo de la información.

Focos Industriales de Contaminación.-

Entre los focos industriales de contaminación del agua cabe mencionar:

- a) Residuos mineros
- b) Contaminantes químicos
- c) Tratamiento y eliminación de las aguas residuales industriales

Tipos de Industrias que originan mayor contaminación:

- a) Industria del acero
- b) Operaciones de fundición
- c) Operaciones de chapeado
- d) Plantas metalúrgicas
- e) Industria química
- f) Fábricas textiles
- g) Industria alimenticia
- h) Industria farmacéutica
- i) Industria de la pulpa y el papel
- j) Industria aeroespacial
- k) La producción de carbón y petróleo.

La producción creciente de bienes y el establecimiento de industrias nuevas y exóticas han aumentado considerablemente la cantidad de los mencionados residuos, tanto de los conocidos como de los que nos parecen raros. La nueva tecnología está dando lugar a que aparezcan desechos más complejos, incluidos aquellos que supo

nen un desafío a nuestra capacidad actual para tratarlos o controlarlos e incluso para detectar su presencia en el agua.

a) Residuos Mineros

De la actividad minera resulta una gran cantidad de líquidos residuales. Hoy se estima que el drenaje de las minas contribuye en unos cuatro millones de toneladas de contaminación ácida, que es vertida en corrientes más o menos importantes. El drenaje entra en nuestros ríos y lagos eliminando su fauna, los organismos que la sirven de alimento y la vida animal en torno a ella. Las aguas ácidas de las minas aparecen asociadas con operaciones realizadas en superficie o bajo tierra. Aproximadamente, la mitad de la producción ácida procede de minas abandonadas, y el resto, de minas en funcionamiento.

Los minerales que contienen azufre se mezclan con aire y con agua para formar ácido sulfúrico. La mayor parte de este tipo de contaminación viene producida por las operaciones de la minería - del carbón.

b) Contaminantes Químicos

El tremendo crecimiento en la producción de sustancias químicas sintéticas para ser utilizadas de las formas más diversas está causando un problema de contaminación de naturaleza completamente nueva. Los residuos resultantes de la elaboración y utilización de estas sustancias químicas llegan en cantidades cada vez más importantes a las corrientes de agua natural. Sus efectos sobre las plantas y los animales no se comprenden muy bien y muchas de ellas no se descomponen tan rápidamente como lo hacen la mayoría de las sustancias de origen biológico.

Se sabe que los contaminantes químicos sintéticos crean problemas de sabor y de olor y que la solución de los mismos resulta difícil y costosa. Se sospecha que muchas de estas sustancias químicas interfieren en las cadenas de alimentos de origen acuático. De otras se piensa que pueden tener propiedades cancerígenas. Aunque los tipos de sustancias químicas y sus efectos son todavía en gran medida desconocidos, sin embargo se sabe que a muchos de ellos, si no a la mayoría, no les afecta el proceso de tratamiento dado al agua y llegan hasta el consumidor en el agua que éste bebe.

Se necesita investigar aún mucho más sobre la identidad, el destino y las transformaciones biológicas y no biológicas de estos contaminantes químicos.

Deben ser encontrados los medios para reducir en lo posible tal tipo de contaminación, hallando nuevas técnicas de elaboración de estas sustancias o mejorando las actuales, aplicando métodos nuevos de tratamiento de residuos o sustituyendo estas sustancias químicas por otras más rápidamente degradables o menos dañinas.

c) Tratamiento y Eliminación de las Aguas Residuales Industriales.

Los métodos específicos de los que se dispone para el tratamiento y la eliminación de las aguas residuales industriales son bastante parecidos a los que se utilizan para el tratamiento de los residuos domésticos. Dichos métodos consisten en la filtración, la oxidación en estanques, la sedimentación con o sin neutralización, la coagulación o la precipitación, el tratamiento biológico y la eliminación final de los líquidos tratados arrojándolos en las corrientes receptoras o depositándolos en tierra. Sin embargo, existen algunos procedimientos cuya realización es difícil en circunstancias ordinarias; de aquí que no se haya conseguido eliminar todavía muchos de los elementos nocivos que entran en la composición de las aguas residuales.

La Agricultura y la Contaminación del Agua

La agricultura es una fuente de contaminación del agua por el uso de fertilizantes, herbicidas y pesticidas que se hacen intervenir en el cultivo de la tierra y por los problemas que se derivan de la irrigación como son la erosión de suelos, que van a incorporarse a las corrientes de agua. Así como las sales arrastradas por las aguas excedentes.

Las aguas de México, que es un país agrícola en su mayor parte, se ven primordialmente contaminadas por plaguicidas;

Los desechos agrícolas fertilizan las aguas y aumentan el índice de productividad del ecosistema, no obstante cuando están excesivamente fertilizados. Las aguas se vuelven entróficas y el crecimiento excesivo de las plantas y algas constituye un serio problema; además el volumen excesivo de nutrientes modifica la comunidad de las algas que pasa de una gran variedad de especies a una o pocas especies; -- las especies que quedan eliminadas son por lo general aquellas que componen la alimentación de los animales hervívoros, que a su vez alimentan a los recursos pesqueros de dichas aguas; por lo tanto, los cambios en la población vegetal causan así indirectamente, modificaciones de todo el ecosistema que afectan incluso a organismos a los que no alcanza directamente la contaminación

Los plaguicidas y la Contaminación del Ambiente

Con la introducción de la agricultura, el hombre modificó el equilibrio ecológico en numerosas zonas. Muchas poblaciones de animales que en su ambiente originario están reguladas por la presencia de competidores o depredadores, en otro medio son capaces de aumentar en número considerablemente. En este proceso hay que buscar el origen de la mayoría de las plagas conocidas.

Para encontrar un nuevo equilibrio ecológico y luchar contra los animales y plantas perjudiciales se empezaron a utilizar, desde hace ya bastantes años, ciertos productos químicos cuyo número y eficacia no han cesado de aumentar.

Productos utilizados en agricultura.

Una de las primeras sustancias químicas de carácter insecticida fue el sulfato de cobre, utilizado para combatir las plagas de la vid. Sin embargo, en las últimas décadas han sido descubiertos centenares de nuevos plaguicidas de mucha mayor eficacia.

El más conocido de todos ellos es sin duda el dicloro-difenil-tricloroetano o DDT sintetizado y comercializado en la II guerra mundial para combatir el tifus exantemático y para erradicar el paludismo. Los insectos lo absorben a través de la cutícula y la muerte les sobreviene con rapidez.

Otros productos muy utilizados son ciertos derivados del arsénico, del flúor o bien de origen vegetal, como la nicotina y las piretrinas. Entre los plaguicidas de síntesis, además del DDT, ya citado figuran: el HCH (hexaclorociclohexano) y su isómero, el lindano, el DNOC (dinitroortocresol) y muchos otros. Desde un punto de vista --cuantitativo, la utilización de estos productos ha ido en constante aumento. En la actualidad, la producción media anual se calcula en --cerca del millón de toneladas métricas, cifra que se multiplicará en los próximos años.

Toxicidad. Hay que reconocer que los insecticidas han tenido en numerosos casos un efecto muy beneficioso para la humanidad, tanto --en la agricultura como por haber permitido combatir eficazmente muchas enfermedades transmitidas por insectos, tales como el paludismo responsable de la muerte de millones de seres en todo el mundo.

Sin embargo, la utilización desmesurada de plaguicidas ha tenido y tiene consecuencias muy negativas. Por una parte, su uso reduce algunas especies de insectos útiles y contribuye por ello a la aparición de nuevas plagas; muchas especies de insectos se han convertido además en resistentes a ciertos insecticidas, lo que induce a buscar nuevos productos de mayor selectividad.

En segundo lugar, figura el grave problema de la toxicidad de --muchos plaguicidas utilizados en agricultura, que, al ser arrastrados por las aguas, causan la muerte de los peces y de las aves, destruyen su alimento y contaminan la alimentación del hombre. Una de --las catástrofes ecológicas más importantes, al parecer motivada por la utilización incontrolada de plaguicidas, fue la ocurrida en el Coto de Doñana (Huelva, España) en el verano de 1973 y que produjo la muerte de 40.000 aves de dicho parque nacional, una de las más importantes reservas biológicas de Europa.

El DDT, que es sin duda el producto más utilizado en agricultura, se puede detectar ya en el tejido adiposo de muchos animales. Su peligrósisidad aumenta al ser muy resistente a la degradación química y bioquímica. Se calcula que un 25% del DDT producido en la actualidad es arrastrado al mar, lo que teniendo en cuenta la resistencia aludi da puede tener fatales consecuencias para los organismos marinos. --Los efectos del DDT en el hombre son muy discutidos. Algunos adversarios de la utilización de dicho producto le atribuyen propiedades --cancerígenas o mutagénicas. En cambio, otros autores consideran que dicho riesgo es muy reducido.

Los pesticidas orgánicos representan una de las impurezas del medio acuático que son absorbidas por el hombre, tanto en forma directa al ingerir el agua, como indirectamente a través de las cadenas alimenticias biológicas. Además, estas impurezas pueden resistir la acción de los degradantes biológicos, químicos y físicos, por lo que su persistencia en aguas superficiales y subterráneas puede llegar a ser considerable. Por consiguiente, los suministros de agua -- sin tratar, tanto de origen municipal como privado (pozos), pueden estar contaminados con pesticidas orgánicos. Además, se ha reportado también que las aguas tratadas en los sistemas municipales llegan a contener pequeñas cantidades de pesticidas.

¿Cuál es entonces la importancia de los pesticidas en el medio acuático sin considerar las cadenas alimenticias? Los pesticidas y sus formulaciones imparten al agua potable olores y sabores objetables, aun cuando estén presentes a concentraciones bajas. Puesto que el hombre evalúa la potabilidad del agua por las características perceptibles a través de los sentidos, los pesticidas orgánicos o sus formulaciones, pueden estar involucrados en la contaminación bacteriológica o de virus. Por otra parte, los malos olores y sabores en las aguas públicas pueden ser indicadores de un tratamiento inadecuado. En cualquier caso, estas impurezas sensoriales pueden reducirse a niveles aceptables por medio de tratamientos apropiados y eficientes de coagulación química, adición de carbón y filtración.

Cuando se consideran los posibles perjuicios sanitarios, los resultados de las investigaciones rusas sugieren que las concentraciones de olor y sabor de los pesticidas orgánicos son muy inferiores a los niveles peligrosos para la salud. Estos trabajos implican que las concentraciones mínimas de olor y sabor pueden utilizarse para establecer los límites de potabilidad. De aceptarse estos límites la exposición del hombre a los pesticidas orgánicos por medio de la ingestión de 2.2 lt diarios de agua, estaría muy por debajo de los niveles agudos y subagudos de toxicidad.

Se ha reportado que los pesticidas orgánicos tienen características carcinógenas, especialmente el aminotriazol. Tanto los científicos como el público en general han expresado su preocupación con respecto a la exposición prolongada del hombre a cantidades minúsculas de pesticidas, provenientes de los alimentos y el agua. Hasta la fecha, no existe evidencia de que las trazas de pesticidas orgánicos en el agua potable causen cáncer en el hombre. Se pueden mencionar varias razones que explican esta afirmación. En primer lugar, es necesario considerar el factor tiempo. Los pesticidas han estado presentes en nuestras aguas por muy pocos años, cuando mucho veinte. Este puede ser un periodo demasiado corto para obtener resultados epidemiológicos. En segundo lugar, hay que considerar el factor de la concentración. Los niveles de pesticidas que se han reportado corresponden al orden de microgramos por litro, y se requieren cantidades de lodos de partes por millón en la alimentación de animales, durante

un tiempo bastante prolongado, para que se desarrollen tejidos cancerosos. El tercer factor a considerar es la exposición geográfica. -- Parte de la población depende de aguas subterráneas que, en general, están menos contaminadas que las superficiales. Esto contribuiría -- también a reducir el número de evidencias epidemiológicas. En cuarto lugar, el hombre también está expuesto a otras sustancias carcinógenas presentes en el agua, por lo que sería muy difícil aislar y determinar los efectos específicos de los pesticidas. Se requerirían estudios químicos, experimentales y epidemiológicos muy completos y detallados, para poder establecer la incidencia del cáncer con respecto a cada una de las sustancias contaminantes del agua. Por último el hombre consume más alimentos que agua. Estos alimentos, especialmente los grasosos, casi siempre están contaminados de hidrocarburos clorados. Por lo tanto, la separación de los efectos carcinógenos de los pesticidas orgánicos ingeridos con los alimentos y con el agua, sería una tarea extremadamente difícil.

En base a la evidencia disponible en la actualidad, los pesticidas orgánicos no representan un peligro para la salud del hombre en las concentraciones de microgramos por litro presentes en los suministros de agua potable. Sin embargo, los malos olores y sabores afectan a la calidad del agua. Puesto que los niveles de pesticidas orgánicos que imparten al agua olores y sabores desagradables, son notablemente inferiores a las dosis subtóxicas, estos valores pueden utilizarse para establecer los límites de potabilidad del agua. Esto permite contar con un factor de seguridad bastante considerable.

Los residuos urbanos y la contaminación del agua.

Los residuos urbanos contienen los residuos colectivos de la vida diaria. Su volumen está en constante aumento, alcanzando en algunas ciudades 600 litros por persona y por día que suponen alrededor de 50 Kg. de materias sólidas secas por habitante y por año.

Las aguas negras municipales contienen una gran cantidad de desperdicios orgánicos que se constituyen en elementos exigentes de oxígeno. En ellas va una gran cantidad de detergentes (no biodegradables) desalojados en su mayoría por las casas habitación, computadores que representan un gran problema, ya que las grandes manchas de espuma que generan viajan hacia el mar matando a su paso toda microvida y algunas especies biológicas.

Elementos Contaminantes del Agua

Entre los principales elementos contaminantes del agua son de destacar los siguientes:

- a) Desperdicios exigentes de oxígeno
- b) Agentes causantes de enfermedad
- c) Materia química y mineral inorgánica
- d) Productos químicos orgánicos sintéticos
- e) Nutrientes de las plantas
- f) Sedimentos de tierra erosionada
- g) Desperdicios radiactivos.

a) Desperdicios exigentes de oxígeno

Este tipo de desperdicios son los desperdicios orgánicos y se encuentran necesariamente en las aguas negras o cloacales domésticas en el estiércol animal, están contenidos en los desperdicios industriales particularmente las refinerías de aceite, las de elaboración de alimentos, la fabricación textil y de papel. Estos desperdicios son comúnmente destruidos por bacterias, si hay suficiente oxígeno disuelto en el agua. Sin embargo, si los lagos y ríos de poco movimiento son sobrecargados con estos desperdicios que tienen una alta demanda bioquímica de oxígeno (BBO), entonces el oxígeno consumido en la descomposición agota el total de oxígeno disuelto en el agua hasta matar formas de vida vegetal y animal o bien obligando a estas últimas a emigrar a otras áreas.

La demanda bioquímica de oxígeno.

El grado de contaminación de las aguas puede calcularse midiendo la demanda bioquímica de oxígeno o DBO.

La DBO sirve para medir el peso (por volumen unitario de agua) del oxígeno disuelto utilizado en el curso del proceso biológico de degradación de materias orgánicas. Sus valores son de alrededor de 1 mg/l (en aguas naturales) a 300-500 mg/l (en aguas domésticas no depuradas).

Si la concentración de sustancias contaminantes aumenta considerablemente, su degradación agota el oxígeno disuelto en el agua, pudiendo producir asfixia a gran número de animales acuáticos. A partir de este instante la acción de las bacterias aerobias, que son las que en condiciones normales mantienen el poder autodepurador del agua, es sustituida por la intervención de bacterias anaerobias, que contribuyen a la putrefacción del agua.

y pueden ser amplificadas por la cadena alimenticia.

Otros son responsables de los problemas de olor y sabor. Algunos son altamente venenosos aún en bajas concentraciones. Los procesos para tratar o remover algunos de estos productos son pobres. Se espera que el progreso pueda encontrar sustitutos de corta vida o biodegradables y se trata de minimizar o prevenir la entrada de estos productos en el agua.

e) Nutrientes de las plantas

Estos nutrientes incluyen nitrógeno, fósforo y otras sustancias que estimulan el crecimiento de plantas acuáticas. Ellas son proveenientes de fuentes naturales e incrementadas por fertilizantes y estiércol animal, detergentes y afluentes de desperdicios industriales y desperdicios de tratamientos de aguas cloacales.

Es exceso puede causar florecimiento de algas y excesivo crecimiento de hierba capaces de producir problemas de olor, sabor, estéticos y eventualmente transtornar el balance ecológico del cuerpo -- del agua por excesiva eutroficación. La aportación que de estas sustancias hace la agricultura es difícil de controlar porque los manantiales son difusos. Los fosfatos de aguas cloacales y desperdicios -- pueden ser tratados a costos considerables y la eliminación de nitratos es difícil.

f) Sedimentos de tierra erosionada

Estos sedimentos están formados de partículas de suelo, arenas y minerales. son desprendidas de la tierra de forma natural, se desarrollan con la agricultura, excavaciones y actividades de la construcción. Los sedimentos producen la más grande contaminación ya que el billón de toneladas al año representan 700 veces la cantidad de sólidos de las aguas cloacales. La erosión natural de la tierra, que es muy alta en ciertas áreas, puede ser incrementada de 4 a 8 veces por la agricultura, construcción y de 50 a 500 veces por descuido de las actividades de la minería.

Los sedimentos llevan los canales de los ríos y puertos, reducen los peces, y la población de caracoles del mar, erosiona el equipo hidroeléctrico y disminuye la capacidad del vapor para asimilar -- el oxígeno. El control completo de la erosión es imposible pero se desarrollan técnicas sobre conservación de suelos para reducir este problema y prevenirlo de llegar a ser más serio.

g) Desperdicios radioactivos

Estos desperdicios incluyen tóno -236, radio -226, estroncio-90 lodo-131 y cesio-137. La contaminación radiactiva puede resultar de la minería o en pruebas, y uso de armas nucleares. Operación de plantas de poder nuclear, escape y derrame de los medios de transporte y almacenaje de material radioactivo. El uso de procesos radioactivos en la medicina, industria y en la investigación, debe tenerse extre-

Para evitar que se agote el oxígeno hasta grados peligrosos es recomendable que las aguas negras municipales sean tratadas secundaria y terciariamente y que se evite el estiércol animal en las cercanías del sistema de agua.

b) Agentes causantes de enfermedades

Es fácil que agentes causantes de enfermedades como bacterias y virus sean llevados al agua superficial y profunda por desperdicios domésticos y animales, por desperdicios de industrias tales como curtidoras y empacadoras de carnes. La tifoidea y la hepatitis y otras enfermedades son causadas por bacterias que pueden ser transportadas por los sistemas de aguas. Esta forma de contaminación requiere de continua vigilancia y los científicos tratan de encontrar métodos para neutralizar los virus.

c) Materia química y mineral inorgánico

Los productos químicos inorgánicos y los minerales que causan contaminación en el agua son de un orden muy vasto: ácidos, sales, y metales que incrementan la salinidad, la acidez y las toxinas del agua.

Estos compuestos llegan a nuestras aguas por excavaciones, procesos de manufacturación, por la irrigación. Estos compuestos pueden ser controlados removiendo las del agua por tratamiento de desperdicios ganando terreno minero al mar y previniendo algunos productos químicos, por ejemplo mercurio del de provisiones de agua.

d) Productos químicos orgánicos sintéticos

En este tipo de productos se catalogan los pesticidas orgánicos, los herbicidas, los plásticos, los detergentes, los productos químicos inorgánicos y el aceite. Hay 10 000 compuestos orgánicos diferentes en uso comercial y cada año son introducidos de 300 a 500 nuevos compuestos.

La producción total de productos orgánicos sintéticos se ha incrementado de 10 millones de toneladas en 1943 a más de 160 millones de toneladas en la actualidad y se espera un incremento de 250 millones de toneladas para 1985.

Casi nada se conoce de la variedad de efectos que tal cantidad de dichos productos provocarán en el medio ambiente. Sus efectos sinérgicos en los ecosistemas o los efectos a largo plazo en la salud por pequeñas dosificaciones acumuladas. Por ejemplo ¿Cuál será el efecto de la lenta cantidad incrementada de hormonas femeninas llegando a las provisiones del agua a través de la orina de mujeres bajo la pildora.

Algunos productos químicos no son degradables ni por bacterias ni por procesos de tratamiento creados, otros son poco degradables

mo cuidado y prevenir que estos isótopos lleguen al agua por sus -
efectos letales y porque algunos isótopos pueden ser magnetizados en
la cadena alimenticia.

Tipos de contaminación del agua

La contaminación del agua puede considerarse de diferentes tipos:

1.- Contaminación Física:

- a) Color
- b) Turbidez
- c) Temperatura
- d) Materia suspendida
- e) Espuma
- f) Radiactividad

2.- Contaminación Química

- a) Materiales orgánicos
- b) Materiales inorgánicos

3.- Contaminación Fisiológica

4.- Contaminación Biológica

1.- Contaminación Física

Existen varias clases de contaminación física. Ellas son: color turbidez, temperatura, materia suspendida, espuma y radiactividad.

A) Color

Hay una gran variedad de materiales que imparten color al agua. Ciertos pájaros y mamíferos pueden mancharse, pero no tengo evidencia de algún efecto dañino por esta causa. El color puede cambiar las características de la luz solar que penetra a una cierta profundidad, causando inhibiciones al crecimiento vegetal, lo cual reduce indirectamente la abundancia animal.

Existen algunas fuentes "naturales" de color en el agua, tales como las manchas color café que aparecen en los ríos que fluyen por tierras de tipo turboso. Algunos efluentes y desperdicios industriales imparten color directamente, o bien lo producen cuando uno de los materiales que contienen interactúa con otros, o con los que están presentes en el agua natural. Los colorantes orgánicos son la fuente principal de este tipo de contaminación, pero hay que considerar también algunos minerales.

B) Turbidez

La turbidez resulta de la erosión de los suelos, como fuente natural de degradación acuática. Una de las características de muchas aguas de desperdicio, tanto domésticas como industriales, es su falta de transparencia. Esto es causado en alto grado por la pre

sencia de materiales muy finos suspendidos en el agua, por sustancias coloidales, o por ambos.

Estos materiales pueden interferir con las actividades de recolección de alimentos de los peces, invertebrados y otras formas de vida, causa de la reducción de visibilidad. Las sustancias sólidas llegan a depositarse sobre las branquias de peces, anfibios e invertebrados, afectando así su fisiología. También se reduce la penetración de la luz del sol, con el consiguiente resultado sobre el crecimiento vegetal. Además las partículas muy finas recubren las plantas acuáticas hasta el extremo de llegarlas a eliminar de ciertas áreas. Esto no sólo afecta a las propias plantas, sino a los animales que de ellas dependen.

C) Temperatura

Hasta hace unos pocos años, no se tomaban en cuenta los aumentos de temperatura como una forma de contaminación. Se considera ahora como un factor muy importante en la conservación de la calidad del agua. El agua caliente no sólo contiene menos oxígeno disuelto que la fría, sino que las reacciones bioquímicas se verifican más rápidamente en agua caliente, resultando en un consumo más acelerado del oxígeno disuelto.

Las principales fuentes de agua caliente son los efluentes de muchos tipos de instalaciones de fabricación y de plantas generadoras de electricidad. Las especies de peces que son especialmente sensibles a los aumentos de la temperatura del agua llegan a perecer. Los huevos de peces pueden afectarse por una elevación de la temperatura. El calentamiento excesivo puede resultar también en crecimientos de hongos y de yerbas acuáticas nocivas.

D) Materiales en Suspensión

Las sustancias que están en suspensión en el agua son una de las formas más comunes de contaminación. Se presentan en los desperdicios domésticos y en muchos efluentes industriales, pero uno de los orígenes más comunes que generalmente no se toma en cuenta por ser de tipo natural, es la erosión de los suelos. Los materiales en suspensión pueden ser orgánicos, inorgánicos, o mezclas de ambos.

Dependiendo de su naturaleza, las sustancias en suspensión pueden formar un lecho de aluvión en la corriente, recubrir los huevos de peces, crear emanaciones de putrefacción, e incluso reventar los huevos con su peso (Patrick, 1953). Ciertos materiales en suspensión pueden ser dañinos para los peces y otras formas de vida, tal como sucede cuando los metales tóxicos se disuelven paulatinamente en el agua. La capa de lodo que se deposita impide el crecimiento y hasta la vida de los vegetales. Los animales se ven afectados por la reducción de la vida vegetal.

E) Espuma

El fenómeno de formación de espuma no es nuevo, pues la simple incorporación de mucho aire en el agua la puede causar en las zonas de cierta turbulencia, tales como las cascadas o los orillos de los lagos. Después de la Segunda Guerra Mundial, este problema se ha agravado en magnitud y en frecuencia. Esto coincide con el incremento en el uso de detergentes sintéticos.

Hasta donde sabemos, la espuma no es en sí misma directamente perjudicial a la vida animal, aunque es quizá de aspecto desagradable. Sin embargo, los detergentes sintéticos pueden causar la muerte de peces, aves y flor acuática. Las fuentes de contaminación por detergentes son muchas y bastante variadas, en incluyen orígenes domésticos e industriales.

F) Radiactividad

Siempre han existido algunos elementos radiactivos, pero no ha sido sino hasta los últimos 60 años, que el género humano se ha dado cuenta cabal de su existencia. Además, antes de la Segunda Guerra Mundial, no se conocían los efectos nocivos de naturaleza masiva que se le atribuyen hoy en día a la radiactividad. El incremento en el uso de isótopos radiactivos para investigaciones médicas, industriales y científicas en general, ha planteado serios problemas en la eliminación de los desperdicios. Además, el establecimiento y funcionamiento de plantas generadoras de energía eléctrica, ha introducido la posibilidad, no por remota menos grave, de la contaminación de grandes áreas en muchos lugares.

2.- Contaminación Química

Existen dos grupos de contaminación química. Uno de ellos se origina en sustancias orgánicas y el otro en inorgánicas.

A) Materiales Orgánicos.

Entre éstos se incluyen compuestos tales como proteínas, grasas, jabones, carbohidratos, resinas, hule, carbón, petróleo, alquitrán, colorantes, detergentes sintéticos y varios más.

Proteínas. Las proteínas aparecen en las aguas del drenaje doméstico, de las fábricas de productos lácteos, emparadoras, rastros o mataderos, curtidurías y otras instalaciones de proceso. La demanda bioquímica de oxígeno de estas aguas, el desarrollo de organismos infecciosos que propician y las emanaciones objetables, son los principales efectos contaminantes de las proteínas. Con la posible excepción del olor, éstos son efectos indirectos y, no sé, desde luego, si un pato se siente incómodo o no al existir malos olores.

Grasas. Las grasas se presentan en las aguas de desecho doméstico y en los efluentes de diversas industrias, tales como pro-

cesadoras de lana, lavanderías, producción de jabón y procesamiento de alimentos. Ha habido por los menos un caso de grasas como causas directas de la muerte de aves acuáticas (Hunt, 1963).

Jabones. Los jabones están presentes en las aguas de desecho y en el lodo de las mismas, en los desperdicios de las plantas textiles y de las lavanderías. Los jabones constituyen uno de los principales grupos de agentes humectantes y, por lo tanto, pueden causar estragos en la capacidad de flotación y de aislamiento del pelo y del plumaje de los mamíferos semiacuáticos y de las aves.

Carbohidratos. Entre los carbohidratos se incluye los azúcares simples, así como los más complejos, y están ampliamente distribuidos en todos los tipos de organismos. Existen en las aguas de desecho, en los desperdicios de las fábricas textiles y en los de la fabricación de papel. Su principal efecto sobre la vida acuática es la demanda bioquímica de oxígeno y la coloración que imparten al agua.

Resinas. Las resinas intervienen en la fabricación de pinturas, recubrimientos asfálticos para pisos, papel y textiles. Por lo tanto, pueden existir en los desperdicios de estas industrias.

Carbón. El polvo de carbón puede estar presente en forma de partículas suspendidas en y sobre el agua. Al recubrir las superficies de la vegetación y de los huevos de los peces, impiden el crecimiento y otros procesos biológicos.

Petróleo y aceites. Los restos petrolíferos pueden contaminar una extensión de agua, proviniendo de diversos orígenes, entre los cuales están los barcos, las refinerías, los ductos, las industrias metálicas y los talleres mecánicos. Generalmente son más ligeros que el agua, flotan sobre ésta, y causan daños a los animales que usen la superficie del agua. Por otra parte, los aceites "desemulsantes" son emulsificables en agua, y pueden dañar a las formas de vida en ésta o en el sustrato del fondo.

Alquitranes. Los alquitranes son materiales complejos que pueden contener hidrocarburos, fenoles, etc. Debido a éstos y a otras sustancias tóxicas que contienen, los alquitranes son peligrosos para muchas formas de vida acuática tales como peces, aves e invertebrados.

Detergentes sintéticos. Estas sustancias se han venido utilizando en cantidades enormes a partir de la Segunda Guerra Mundial. Son mucho más tóxicos para los peces que los jabones, cuando se trata de aguas duras, y algo más tóxicos que los mismos en aguas blandas. Los jabones precipitan como sales cálcicas insolubles en el agua dura, y esto disminuye su toxicidad (Klein, 1957). La vegetación acuática

tica, así como diversos animales, se afectan notablemente por la acción de los detergentes sintéticos.

B) Materiales inorgánicos.

Las sustancias inorgánicas incluyen compuestos tales como ácidos y álcalis, sales de metales pesados, y sales solubles.

Acidos. Los ácidos de tipo inorgánico aparecen frecuentemente en los desperdicios de minas, fábricas de producto químicos, acumuladores, hierro y cobre, y en las procesadoras de pulpa de papel. El daño causado se debe principalmente a la reducción del pH del agua, o a la acción fisiológica directa sobre la vida acuática.

Alcalis. Las industrias químicas textiles y de curtiduría, arrojan desperdicios alcalinos a las áreas lacustres. El efecto adverso de estas sustancias proviene de un pH del agua muy alto o de las consecuencias letales sobre los organismos acuáticos.

Sales de metales pesados. El plomo, el zinc, el cobre y el níquel, por citar unos cuantos solamente, son dañinos a muchos animales, así como a ciertas plantas. Las fuentes de estos materiales -- son los efluentes de las instalaciones industriales y de manufactura.

Sales solubles. Entre las sales solubles se incluyen bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos y fosfatos de calcio, sodio, hierro, potasio, magnesio y manganeso. Estas sales se encuentran en -- las aguas de drenaje cuando se usa sal sobre los pavimentos en invierno, en los desperdicios de las fábricas de producto químicos, -- en los drenajes de las minas de sal y en los efluentes de ablandadores de agua. El agua salobre o el agua salada que resultan de estas contaminaciones, pueden ser perjudiciales para muchos organismos de agua dulce. El agua salobre es la que contiene de 100 a 1 000 ppm -- de sales, mientras que el agua salada tiene más de 1 000 ppm (Klein 1957).

3.- Contaminación Fisiológica

La contaminación fisiológica del agua se manifiesta como sabor desagradable u olor nauseabundo. Estos olores y sabores se impregnan algunas veces a los tejidos de los peces e impiden su utilización como alimento. Claro está que las aguas pueden llegar a ser no notables debido a su olor o sabor.

Las fuentes de materiales que imparten sabor y olor al agua -- son muchas y variadas. Los brotes naturales de petróleo, las vetas salinas y ciertos microorganismos, causan malos olores y sabores, -- sobre los cuales se tiene muy poco control en lo que respecta a -- áreas grandes. Los desperdicios industriales tales como fenoles, sa

les, hierro, detergentes, amoníaco, cloro y muchos otros, son muy -- perjudiciales a la calidad del agua en algunas zonas. Los desperdi-- cios domésticos pueden tener olor nauseabundo y aspecto desagradable por lo que estoy seguro de que el agua debe tener un sabor muy poco recomendable si no ha sido previamente tratada.

4.- Contaminación Biológica

En esta categoría se incluyen varios patógenos del tipo de bacterias, virus, protozoarios, parásitos y toxinas vegetales, que son indeseables o perjudiciales debido a su naturaleza abundancia o concentración. Las aguas de desperdicio son una fuente muy frecuente de polución biológica. Otras son los drenajes de granjas de ganado y -- curtidurías, algas tóxicas y lodo.

Contaminación térmica del agua.

Los ríos, lagos y costas están recibiendo toneladas de agua caliente que la industria, las plantas eléctricas y termonucleares -- los arrojan diariamente. Esto constituye una seria amenaza para muchas formas de vida vegetal y animal.

Los problemas causados por adición térmica están aumentando y tienden a seguir incrementándose en el futuro por la demanda de electricidad para los años venideros. Se calcula que para el año 2000 la producción de electricidad en nuestro país deberá ser de aproximadamente 50 veces la de la actual producción. Si los diseños de ingeniería no evolucionan grandemente, esto supondrá un requerimiento de miles de millones de litros de agua para enfriamiento por día.

Las plantas de energía generalmente aumentan la temperatura del agua: 5 a 17°C. con respecto a lo normal, generando descargas que suelen alcanzar de 38 a 45°C.

Los efectos de la adición térmica varían notablemente con los diferentes ambientes y la temperatura de las aguas receptoras. En México la adición térmica puede causar efectos importantes dado nuestro clima y la temperatura de los mares.

Las especies acuáticas tienen diferentes niveles de tolerancia a la temperatura. Para los organismos primarios como las algas -- unos cuantos grados de exceso de temperatura son críticos. Los invertebrados, que incluyen a los crustáceos también se ven seriamente afectados por la adición térmica aún en pocos grados. En general todos los peces se ven afectados por el aumento de temperatura del agua, sobre todo si este se produce violentamente.

Irrigación con agua caliente.

Los investigadores de los problemas que puede ocasionar el calentamiento de enormes cantidades de agua en las plantas nucleares, donde el uso en volumen llega a ser del orden de 1.3 millones de litros por minuto para la producción de 1000 megawatts, estudian la posibilidad de que el agua caliente pueda beneficiar a la agricultura. Se están investigando métodos de cultivo manteniendo calientes las tierras de siembra mediante un sistema de tuberías enterradas a través del cual circula el agua caliente. Este sistema está dotado a intervalos regulares de ductos verticales para la instalación de rociadores para que, en caso de ser conveniente, se efectúe el calentamiento de la tierra e irrigación con agua caliente al mismo tiempo.

El agua caliente utilizada en la manera descrita logra enfriarse y puede formar un sistema cíclico para volver a usarse en la --

planta de donde provino; o formar un sistema no cíclico para descargarse en alguna corriente sin producirle contaminación térmica.

Aunque este sistema de uso de agua caliente en la agricultura ha originado resultados positivos en ciertos cultivos como en el maíz y las habichuelas, sin embargo no parece haber provocado ningún cambio en otros cultivos como de alfalfa, soya, alubias y otros.

Este método de aprovechamiento del agua caliente en la agricultura debe ser mejor investigado ya que no se ha determinado el comportamiento real de las cosechas con agua caliente ni la influencia del calor en los organismos e insectos que causan enfermedad a las plantas. Por otro lado se sabe que en un sistema de irrigación que usara efluentes de una planta nuclear muy probablemente conduciría a la contaminación de plantas y animales. Muchos radioisótopos activos, tales como el tritio contaminan el agua de enfriamiento durante el funcionamiento normal de las plantas nucleares. Es necesario por tanto estudiar cuidadosamente los peligros que se pueden presentar por la acumulación y concentración de radioisótopos durante el crecimiento de plantas y animales y los posibles efectos por el subsecuente consumo por el hombre.

El agua caliente para incrementar la producción de peces en aguas frías.

Algunos investigadores de Escocia han reportado el uso de las aguas calientes de una planta de energía para favorecer la producción de langostas y algunos crustáceos. Aunque no se ha experimentado lo suficiente para obtener resultados concluyentes hay un gran número de científicos que están de acuerdo en que la adición térmica debe considerarse como un recurso que, en condiciones apropiadas debe utilizarse para incrementar la producción de peces en aguas frías.

Control de la adición térmica.

La adición térmica puede evitarse usando torres de enfriamiento en donde el agua que sale de los condensadores, se enfría por medio de la atmósfera o con la ayuda de ventiladores de gran tamaño. Este método es muy usado en Inglaterra.

Las torres de enfriamiento tienen el inconveniente de que su costo de construcción y mantenimiento es muy elevado y además son de gran tamaño y antiestéticas; uno de sus diseños, de tipo de circuito abierto, implica grandes pérdidas por evaporación atmosférica provocando niebla y heladas como efecto secundario.

Indudablemente que biólogos, ecólogos e ingenieros deben trabajar coordinadamente para determinar la localización y el diseño de

plantas de energía para que al satisfacer la demanda de la misma, no pongan en peligro la vida de las plantas y animales.

La adición térmica afecta al suministro de alimentos del hombre y constituye, por tanto, un problema mundial.

La Contaminación del Agua Subterránea.-

La contaminación del agua subterránea parece ser un hecho - ineludible en el medio ambiente hidrogeológico. Los geólogos y - los hidrólogos han sido por lo general poco activos en la inclu- sión de este aspecto en los límites de sus disciplinas ya que en el pasado, muchos de los problemas de contaminación de aguas sub- terráneas parecían desarrollarse casualmente.

La contaminación del agua subterránea incluye cualquier dete- rioro de la calidad de la misma. Comprende la eliminación de des- perdicios en la tierra y cualesquiera otras acciones del hombre - que resulten en la entrada del agua indeseable en el espacio de - almacenamiento natural ocupado por el agua freática de calidad - aceptable.

Aun los problemas de contaminación aparentemente simples tie- nen ramificaciones complejas, que influyen en los aspectos de su- ministro de agua, riesgos sanitarios excesivos y costos elevados. La administración y el planeamiento son las consideraciones clave, pues la mayoría de los problemas no desaparecen por sí solos y -- tampoco pueden resolverse con simples decretos.

Existen cambios recíprocos en el almacenamiento subterráneo de aguas contaminadas y sin contaminar, y por lo general, el volu- men de agua potable está disminuyendo en muchos lugares, como re- sultado de la dispersión de desperdicios por el flujo natural de las aguas freáticas y la diseminación de las aguas contaminadas a medida que se extrae agua de los pozos cercanos.

La contaminación del agua subterránea no es una entidad sepa- rada en la cual puedan tratarse los problemas independientemente de los de aprovechamiento de los recursos hidráulicos. La interre- lación del agua subterránea y la superficial adquiere mayor impor- tancia cada día y debemos estar conscientes de la posibilidad de que el agua contaminada se transporte en cualquier dirección en- tre una corriente y los mantos adyacentes.

La evaluación de los problemas debe basarse en la comprensión de dos tendencias opuestas -la tendencia de un contaminante a des- plazarse con el agua subterránea y la tendencia a la atenuación - de la contaminación, ya sea por descomposición de los contaminan- tes o por una disminución inherente de su potencia, o bien por - sorción física o química o por dilución al dispersarse en el agua subterránea. Los contaminantes difieren notablemente en sus carac- terísticas de atenuación, lo que resulta en una distribución cro- matográfica de los contaminantes individuales en los casos de mez

Causas de deterioro de la calidad del agua subterránea.-

El agua subterránea puede contaminarse en varias formas diferentes; puede ser el resultado de métodos deliberados de eliminación de desperdicios, puede provenir de causas accidentales o no intencionales, o de origen indirecto como resultado de las actividades humanas del uso del agua y la tierra.

Contaminación y polución

Aguas negras domésticas y municipales
Desperdicios industriales
 Desperdicios orgánicos
 Procesamiento de alimentos
 Procesamiento de maderas
 Desperdicios radiactivos
 Desperdicios minerales
 Industrias de procesamiento de metales
 Industrias de minería y de extracción de minerales
 Industrias del petróleo
 Industrias químicas
 Diversos
Agua de enfriamiento
Desechos sólidos y semisólidos

Degradación

Efectos del aprovechamiento, uso y reutilización del agua
 Agua de irrigación
 Drenaje superficial
 Percolación
 Intercambio entre capas freáticas debido a pozos mal construidos, defectuosos o abandonados
 Intercambio entre capas freáticas debido a diferenciales de presión provocados por extracciones excesivas
 Condiciones de exceso de demanda o de extracción
 Penetración de agua de mar
 Penetración de agua salada
 Balance de sales
 Difusión lateral o hacia arriba de sal
 Contaminación de origen superficial debida a pozos mal --
 construidos
Causas naturales - afluentes y/o percolación de aguas juveniles de manantiales y corrientes altamente mineralizados
Otras causas - erosión acelerada
Mineralización resultante de la transpiración de plantas y/o
 Evaporación

Características hidrogeológicas en las que se presenta la --
contaminación.-

Porosidad y Permeabilidad:

Para evaluar los problemas del agua y los desperdicios, tanto los de naturaleza general como los de situaciones particulares, se requieren algunos conocimientos de la porosidad y permeabilidad de los materiales involucrados. En los materiales terrestres existe una relación directa entre la porosidad y el almacenamiento transitorio o cuasipermanente del agua, y también suele haber una relación directa entre la permeabilidad y los movimientos del agua subterránea.

Como primer paso de la evaluación de la porosidad, conviene establecer las diferencias entre dos tipos contrastantes de medios --materiales porosos granulares y rocas densas con fisuras lineales--. No solo existen diferencias entre la presencia y movimientos intersticiales del agua y los contaminantes líquidos en los materiales granulares y la presencia y movimiento acanalados del agua en las rocas densas sino que, además, la degradación de algunos contaminantes es mucho más efectiva en los materiales granulares bajo los cuales existen, a poca profundidad, rocas con fisuras lineales.

Algunos problemas de contaminación requieren cierto esfuerzo encaminado a la determinación precisa de los coeficientes hidrogeológicos de permeabilidad y almacenamiento, pero para muchos otros --casos es suficiente establecer las diferencias entre una buena --permeabilidad, una permeabilidad relativamente baja y una impermeabilidad o permeabilidad extremadamente baja. Debemos estar conscientes del hecho de que ciertas arcillas pueden tener una permeabilidad cientos de veces menor que la de algunas arenas. Otras generalizaciones pertinentes son:

1. En un examen vertical del suelo, aún los más inexpertos --pueden apreciar claramente las diferencias entre los materiales --granulares y las rocas agregadas subyacentes.

2. Las zonas de mayor permeabilidad tienden a ser paralelas o a coincidir con las separaciones de las formaciones geológicas.

3. Cuando las rocas sedimentarias interestratificadas son --planas o de poca inclinación, las variaciones de permeabilidad en sentido vertical son muy definidas y considerables.

4. Las variaciones de permeabilidad en sentido horizontal, --aunque bastante comunes, son en muchos casos más graduales que --las verticales.

Muchas de las heterogeneidades que afectan a la permeabili-

dad se prestan a generalizaciones útiles, pero otros no; lo importante es que el agua y los desperdicios que pueda contener ésta - tenderán a tomar caminos preferenciales, fluyendo fácilmente a través de zonas permeables para escapar hacia las profundidades, o fluyendo con dificultad a través de materiales relativamente impermeables.

Movimientos naturales y descarga de las aguas subterráneas.-

La comprensión de las trayectorias y las velocidades naturales de los movimientos del agua subterránea, es el punto de partida para la evaluación de aguas freáticas. En muchos casos de contaminación, el movimiento ha sido alterado por las actividades del hombre, tales como extracciones de los pozos o adición de líquidos al suelo; el conocimiento o las inferencias de las condiciones originales puede ser una buena guía para las decisiones relativas a las medidas que se deben tomar para remediar el problema, y pueden ayudar a deslindar responsabilidades en algunos casos.

Las consideraciones interdependientes que controlan el movimiento natural de las aguas subterráneas, son las características geológicas, el clima y la topografía. Es difícil hacer generalizaciones resumidas y útiles sobre las características geológicas, pero debemos recordar constantemente que las aguas freáticas fluyen por la acción de la gravedad, siguiendo la ruta más directa - desde los puntos de mayor potencial a los de menos potencial, y produciendo el gradiente de presión más pronunciado y el flujo más rápido posible; el agua tiende a fluir a través de materiales permeables evitando los relativamente impermeables, lo que se traduce en trayectorias preferentes.

La frecuencia de las precipitaciones en algunas regiones húmedas, es suficiente para mantener las capas de agua relativamente cercanas a la superficie de la tierra, y el consiguiente fortalecimiento del agua debajo de las áreas de corrientes entrelazadas causa un flujo subterráneo continuo hacia las corrientes cercanas. De esta forma, aun las personas inexpertas en hidrología pueden formarse una idea general de la dirección aproximada del movimiento de las aguas subterráneas en las regiones húmedas; sin embargo, en las zonas áridas, las áreas de descarga natural de las aguas freáticas están mucho más dispersadas y resulta más difícil discernir el movimiento del agua. En las regiones áridas, algunos tramos de la mayoría de las corrientes son afluentes - esto es, el agua y los desperdicios de la corriente pueden percolarse en la tierra; esto no sucede con el tipo de corrientes, generalmente efluentes, de las regiones húmedas en condiciones naturales, aunque, desde luego, la extracción de agua en pozos cercanos

a la corriente puede invertir el flujo natural.

Aunque es aceptable generalizar que la descarga de aguas freáticas se presenta en valles de corrientes perenes y que la recarga ocurre en las áreas de corrientes entrelazadas, la relación entre la topografía y los movimientos naturales del agua subterránea no es de exclusión mutua; por ejemplo, las precipitaciones - frecuentes e intensas tienden a acentuar la relación topográfica con el movimiento de las aguas freáticas, mientras que las precipitaciones poco frecuentes suelen atenuar esta relación; además, los aspectos de las características geológicas, tales como la distribución de los lechos permeables y relativamente impermeables, considerados con relación a las áreas de recarga y descarga, son los factores que determinarán si las condiciones topográficas locales o regionales controlarán el movimiento natural de las aguas subterráneas.

El conocimiento general de las condiciones naturales en la - dimensión vertical, es el requisito previo para la comprensión de la contaminación del agua subterránea. Uno de los principales puntos de diferenciación es la capa freática, que separa la zona de aeración de la zona subyacente de saturación. Los desperdicios tienden a quedar estacionarios en la zona de aeración, excepto cuando se solubilizan o son arrastrados hacia abajo por el agua de infiltración proveniente de precipitaciones o de la percolación de desperdicios líquidos. El control natural de la polución depende en alto grado de la zona de aeración debido a que (1) el aire destruye o atempera algunos contaminantes, (2) los materiales del suelo, especialmente las arcillas, por lo general tienen una alta capacidad de sorción con respecto a los desperdicios, y (3) la dispersión en la zona de aeración es ligera en comparación con la de la zona subyacente de saturación.

En la zona de saturación, el agua no se mueve uniformemente debido a los controles geológicos, y en muchos casos, el agua a poca profundidad se desplaza con mayor rapidez que la más profunda. En las primeras etapas de evaluación de los problemas de contaminación, es aconsejable determinar si hay un solo sistema de capas freáticas o si existen unidades artesianas subyacentes.

La influencia del hombre.-

La influencia del hombre en el régimen natural de las aguas subterráneas tiene diversos efectos adversos en lo que respecta a la contaminación.

Las aguas minerales o saladas naturales pueden redistribuir-

se o fluir hacia las capas freáticas de aguapotable. Los pozos de extracción cercanos al mar o a las costas de aguas saladas, pueden causar un influjo de agua salobre si la carga hidráulica de la capa freática de agua potable se reduce lo suficiente para provocar que el agua salada se desplace hacia el centro de bombeo. A lo largo de las costas, e incluso tierra adentro donde existen aguas saladas subyacentes a las capas freáticas de agua potable, el bombeo y la consiguiente reducción de la presión hidrostática de dichas capas freáticas pueden causar que el agua salada subyacente se mueva hacia arriba. El agua salada que resulta de la extracción de petróleo puede acumularse o descargarse en la superficie del suelo y contaminar en diversos grados las capas freáticas

Aun los más encomiables intentos de inyectar nuevamente las salmueras en las capas freáticas profundas de agua salada, pueden no evitar la contaminación debido a fugas en la tubería de revestimiento de los pozos. Las pruebas de extracción de petróleo sin entubar, así como los revestimientos defectuosos de los pozos, pueden provocar que algunas porciones del agua salada contaminen las capas freáticas potables. La irrigación en zonas áridas puede resultar en una redistribución de las sales y de las agua mineralizadas en la tierra; la evaporación del agua de irrigación ligeramente mineralizada, tiende a concentrar las sales en el suelo, que se disuelven después en el agua de irrigación y se desplazan hacia las capas freáticas en concentraciones perjudiciales.

Aun cuando se cuente con suficientes conocimientos del sistema de flujo de las aguas subterráneas, se deben tener en cuenta las modificaciones del hombre que resultan de la extracción en pozos y de la eliminación de desperdicios líquidos. La eliminación de desperdicios en forma líquida causa un fortalecimiento de la superficie piezométrica, lo que resulta en un cierto grado de flujo radial hacia el exterior y en cambios de la dirección y la velocidad del flujo de agua. Por otra parte, el cono de depresión de la superficie piezométrica causado por el bombeo, puede provocar que parte del agua contaminada converja hacia los suministros de agua potable, con las posibilidades y grado de contaminación dependiendo de las posiciones de los pozos y los centros de desperdicios, con relación a la red de flujo natural y forzado del agua. Por lo general, los cambios humanos en la superficie piezométrica tienen efectos adversos, pero bajo ciertas condiciones, puede procederse a extracciones o inyecciones de agua para desviar el agua contaminada y evitar que llegue a los puntos estratégicos.

Comportamiento de los contaminantes en el subsuelo.-

Los diversos contaminantes difieren notablemente en cuanto a

su comportamiento en el subsuelo. Muchos de ellos se descomponen o se sorben en los materiales de la tierra, y casi todos pierden parte de su potencia al diluirse en el agua subterránea. Es decir, existe una tendencia muy definida y evidente que hace que los contaminantes se dispersen al diluirse. Puesto que las concentraciones de algunos contaminantes químicos solamente disminuyen por dilución -por ejemplo, cloruros, nitratos y otros elementos menos frecuentes-, es difícil predecir las concentraciones en lugares y momentos específicos.

La contaminación con aguas mineralizadas naturales es muy común, debido a (1) la frecuencia con que existen mantos contiguos de agua potable y de agua salada, (2) que la materia mineral no puede simplemente desaparecer, (3) las sales no quedan inmovilizadas a un grado conveniente por los procesos de sorción, y (4) la dilución es probable que no sea efectiva si la acumulación de - - agua salada en la potable es progresiva. Por lo general, se considera la dispersión y la dilución como tendencias favorables, pero esto no es cierto cuando la dilución no es la adecuada para disminuir la concentración del contaminante a límites aceptables.

La potencia de muchos contaminantes disminuye con el tiempo. La de otros se reduce por aeración encima de las capas freáticas. Las concentraciones de radionúclidos disminuyen con el tiempo, dependiendo de los elementos involucrados y de sus respectivos vidas medias. La supervivencia de algunos virus es probablemente - muy corta, aunque no se ha determinado con exactitud la persistencia de los virus en el subsuelo. Muchos desperdicios bacterianos se destruyen con facilidad en la zona de aeración.

El grado de retención de los contaminantes en los materiales del suelo depende de la naturaleza del contaminante y de los materiales de retención. Muchos de los radioisótopos más objetables - son cationes que tienden a intercambiarse con los cationes de los minerales arcillosos, y se ha prestado mucha atención a la seguridad que se puede tener en el poder de retención de los suelos de arcillas y arenas con respecto a los desperdicios radiactivos. -- Por lo general, las arcillas tienen una mucho mayor capacidad de sorción que las arenas, lo que resulta en una relación inversa - entre los factores de sorción y permeabilidad. De esta forma, el agua contaminada no fluye preferencialmente a través de los materiales de mayor sorción. A pesar de la atención que se le está -- prestando a los estudios de las características de sorción de los productos de desperdicio, el aumento y la diversificación de éstos se mantiene con una buena delantera con respecto a las investigaciones y síntesis de conocimiento en este campo.

Una de las tareas hidrológicas más difíciles es la de intentar predecir con exactitud aproximada, los movimientos de los con

taminantes cuya concentraciones disminuyen por dilución y otros - medios. No contamos con los medio para evaluar colectivamente todos los aspectos de la atenuación de contaminantes.

El potencial de contaminación de un punto o una área puede - caracterizarse por medio de (1) el grado de movimiento subterrá-- neo del contaminante, (2) los posibles perjuicios para pozos o co rrientes, o (3) el grado de contaminación en ciertos puntos, por la acción directa de la fuente de contaminación; las soluciones - de estas interrogantes deben derivarse del planteamiento de pre-- guntas y problemas independientes centrados en aspectos del suelo tales como (a) la distribución de permeabilidad, (b) la distribu-- ción de los materiales de sorción (cuando reviste importancia), - (c) la velocidad del movimiento del agua, y (d) las trayectorias de dicho movimiento. Los conocimientos equivalentes en cada uno - de estos aspectos no se adquieren con la misma facilidad, y se -- puede llegar a gastar mucho dinero y esfuerzo humano en exactitud deseada. En muchos casos desarrollamos una falsa seguridad traba-- jando con gran esfuerzo en un aspecto hasta obtener un valor pre-- ciso para el mismo, quizá sin darnos cuenta que la precisión desa-- parece cuando tenemos que integrar este valor con otros que sim-- plemente se han estimado en forma aproximada. Es importante pensar en la filosofía que se debe adoptar, pues con ella se controla el enfoque para la resolución o administración del problema, la efec-- tividad del esfuerzo desarrollado para estos mismos fines, y la - viabilidad de la solución o camino a seguir que se apliquen. En - sentido cualitativo, debemos evitar, por una parte, la afectación, y por la otra, los entimientos de futilidad, y tendremos que bus-- car modestamente las mejores respuestas dentro de los límites del tiempo y los fondos disponibles.

Las personas involucradas con la contaminación del agua subte-- rránea y los problemas de suministro de agua relacionados con la misma, deben enfrentarse al dilema de salvaguardar la salud o evi-- tar las inconveniencias y los costos excesivos de las medidas an-- ticontaminantes. No contamos con una metodología específica que - nos dicte los límites hasta los cuales podemos llegar en los pro-- gramas de eliminación de desperdicios y suministro de agua sin me-- ternos en problemas. Las restricciones innecesarias pueden causar inconveniencias y costos excesivos en su implantación, mientras - que la liberalidad de límites puede no proporcionar protección a la salud.

En aras de la economía, del espacio y del tiempo, sería de-- seable conocer, por ejemplo, qué tan cerca puede estar un pozo de un centro de eliminación de desperdicios sin temor a la contamina-- ción. Sin métodos simples y precisos para obtener esta informa-- ción, tenemos que basarnos en ciertas normas arbitrarias que in--

tentan evaluar la posibilidad de contaminación y la seriedad o -- consecuencias de la misma.

Son tantos los factores interrelacionados y las contingen--cias que controlan el movimiento de los contaminantes en el sub--suelo, que pocas veces se pueden hacer predicciones precisas, y -- por lo general no se intenta. En muchos casos, la tolerancia para una exactitud aceptable tiene límites muy amplios, o también puede suceder que el único límite crítico sea solamente el superior o el inferior. Sin olvidar que las predicciones precisas sobre la dispersión subterránea de los contaminantes pueden ser costosas e inútiles, debemos propugnar por establecer cuales son los niveles de aceptabilidad para evitar los peligros a la salud.

Existe una constante lucha por la supremacía entre las perso--nas cuya principal preocupación es la reducción de los costos de vida y de desarrollo, y aquellas que consideran las normas sanita--rias como objetivo primario. Puesto que una buena parte del agua subterránea contaminada no se desplaza hacia los pozos que se es--tán utilizando en la actualidad, o bien no ha llegado a contamina--los, en algunos casos se han desarrollado filosofías del tipo -- "ojos que no ven, corarón que no siente", y "nadie se ha quejado hasta ahora". Estas filosofías han conducido con mucha frecuencia a consecuencias muy graves. No debemos esperar a que surjan las -- quejas o a obtener la comprobación de la contaminación, para co--menzar a tomar medidas al respecto. Las razones de esto son:

1. Cuando se desarrollan otras alternativas de suministro de -- aguas y eliminación de desperdicios, por lo general se intensifican los costos y las inconveniencias.

2. Es posible que resulte muy difícil evitar riesgos a la sa--lud si se espera a que exista verdaderamente una contaminación -- comprobada.

3. Una gran parte del agua contaminada que se desplaza hacia -- las capas freáticas de agua potable, constituye un proceso irrever--sible, lo que resulta en una reducción constante de las reservas de agua potable.

Los geólogos y los hidrólogos han actuado con mucha lentitud para enfrentarse a las grandes responsabilidades relativas a la -- contaminación de aguas subterráneas. No se trata simplemente de -- resolver los problemas una vez que aparecen; muy pocas veces se logran soluciones simples y permanentes. De hecho, la principal -- responsabilidad radica en prever y pronosticar los problemas de -- contaminación, para evitar que se conviertan en realidades. Nos -- enfrentamos a un dilema causado por la tendencia de las leyes hid--ráulicas que restringen y restan flexibilidad a las acciones hu--manas, y por las tendencias de las complejas condiciones hidroló--

gicas, que conducen a cambios sutiles que no permiten establecer leyes rígidas. Hay quien señala "que las realidades de la hidrología aplicada probablemente nos llevarán hacia una mediación entre los intereses individuales relativos al agua o a su uso, en áreas cada vez más amplias, pero todo parece indicar que la evolución de las leyes hidráulicas restringirán, más que ampliarán, el campo en el que será posible adoptar medidas conciliatorias".

A medida que se proyecten las leyes pertinentes o surjan los conflictos reales o potenciales entre el uso del agua y la contaminación, los geólogos y los hidrólogos deben prepararse para lograr que las mediaciones y las decisiones provisionales sean las apropiadas. Esto requiere de criterios bien fundamentados y moderados y una continua vigilancia del medio hidrológico. El progreso dependerá del interés que exista en la profesión geológica y en el desarrollo y formación de técnicos experimentados, que estudien tanto los problemas específicos como las amplias ramificaciones del problema de la contaminación.

Agua Potable

Pueden darse varias definiciones de agua potable, una de ellas de acuerdo a su etimología que considera el agua potable como la que se puede beber, ya que potable viene del latín potabilis que significa que se puede beber; Otra definición es según el reglamento sobre obras de provisión de agua potable de la SFA que establece que el agua potable es aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud para lo cual deberá llenar los requisitos siguientes:

I.- Caracteres Físicos:

De preferencia la turbiedad del agua no excederá del No. 10 de la escala de Sílice; y su color del No. 20 de la escala de platino-Cobalto. El agua será inodora y de sabor agradable. De no poderse cumplir con los requisitos anteriores se admitirán aquellos caracteres físicos que sean tolerables para los usuarios, siempre que no sean objetables desde los puntos de vista bacteriológico y químico.

II.- Caracteres Químicos:

Un pH de 6 o 8 aguas naturales no tratadas.

Para aguas tratadas o sometidas a un proceso químico, se aplicarán las normas especiales de la fracción IV.

Un contenido expresado en mg/lt. ó las comúnmente llamadas "partes por millón" (ppm) de los elementos, iones y sustancias que en continuación se expresan.

Nitrógeno Amónico (N) hasta	-----	0.50
Nitrógeno Proteico hasta	-----	0.10
Nitrógeno de nitritos (con análisis bacteriológico aceptable hasta	-----	0.05.
Nitrógeno de Nitratos, hasta	-----	5.00.
Oxígeno (O) Consumido en Medio Acido, hasta	-----	3.00.
Oxígeno consumido en medio alcalino, hasta	-----	3.00.
Sólidos totales de preferencia hasta 500 pero tolerándose hasta	-----	1000.
Alcalinidad total expresada en CaCO_3 , hasta	-----	400.
Dureza total expresada en CaCO_3 , hasta	-----	300.
Dureza permanente o de No. de carbonatos expresada en CaCO_3 , - aguas naturales de preferencia hasta	-----	150.
Cloruros expresados en Cl. hasta	-----	250.
Sulfatos expresados en SO_4 hasta	-----	250.
Ferrosio expresado en Fe. hasta	-----	125.
Zinc expresado en Zn. hasta	-----	15.
Cobre expresado en Cu. hasta	-----	5.
Fluoruros expresados en F1 hasta	-----	1.50

Pierro y Agencios expresados en Fe y Mn, hasta -----	0.30.
Plomo expresado en Pb hasta -----	0.10.
Arsénico expresado en As. hasta -----	0.05.
Selenio expresado en Se. hasta -----	0.05.
Cromo equivalente expresado en Cr. hasta -----	0.05.
Compuestos Fendílicos expresados en Fenol, hasta -----	0.001.
Cloro libre en aguas cloradas no menos de -----	0.20.
Cloro libre en aguas sobre cloradas, no menos de -----	0.20 ni más
de -----	1.00.

III.- Caracteres Bacteriológicos.

El agua estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana.

Se considerará que un agua está libre de esos gérmenes cuando - la investigación bacteriológica de como resultado final:

a) Menos de 20 organismos de los grupos Coli y Coliforme por litro de muestra, definiéndose como organismos Coli y Coliforme todos los bacilos no esporógenos gran negativos fermenten el caldo lactosa do con formación de gases.

b) Menos de 200 colonias bacterianas por cm³ de muestra, en la placa de Agar incubada a 37 grados C. por 27 horas.

c) Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, -- creoséens o fétidos en la siembra de 1 Cm³ de muestra en Gelatina - incubada a 29 grados C. por 48 horas.

En los abastecimientos de agua potable, el No. mínimo de pruebas bacteriológicas completas o confirmatorias que se verifiquen mensualmente de muestras en el sistema de distribución (con exclusión de todas aquellas que se originen de muestreos en las captaciones o en las plantas, potabilizadoras para propósito de vigilancia, será - el siguiente.:

No. de Habitantes servido.	No. mínimo mensual de pruebas bacteriológicas
2500 ó menos	1
10,000	7
25,000	25
100,000	100
1'000,000	300
2'000,000	390
3'000,000	450

Par las poblaciones con número intermedio de habitantes se requerirá el número de pruebas resultantes de la interpolación lineal entre los datos que estén más cercanos en la anterior escala.

IV.- Las Aguas Tratadas químicamente para Clarificación o blanqueamiento, satisfarán los 3 requisitos siguientes:

a) La alcalinidad de la Fenolfenoleína calculada como CaCO_3 será menor de 15 ppm, más 0.4 veces la alcalinidad total, con un límite inferior a 10.6.

b) La alcalinidad de carbonatos normales será menor de 120 ppm por lo cual la alcalinidad total, en función del pH, estará limitada según la escala siguiente:

Valores de pH	Alcalinidad total Máxima expresada en CaCO_3
8.0 a 9.6	400
8.7	340
9.8	300
9.9	260
10.0	230
10.1	210
10.2	190
10.3	180
10.4	170
10.5 a 10.6	160

c) La alcalinidad total no excederá a la dureza total en más de 35 mg/Lt. ó ppm. ambas calculadas como CaCO_3 .

Los métodos que se usen para las investigaciones físicas químicas y bacteriológicas anteriores serán las que sugiera la Organización Mundial de la Salud ó los que fije la OSA.

Impurezas en el agua.

Como se aprecia en el artículo 70. del reglamento, en el agua se hayan, o pueden hallarse, innumerables sustancias, deseadas o no, e indeseables otras. La necesidad de limitar éstas últimas a ciertas cantidades, se debe a que pueden dañar al organismo humano si simplemente no son recomendables en otros usos dentro del municipal.

Aluminio. Se hay en las aguas tratadas, en las que se usa sulfato de aluminio a base de este elemento. No se ha demostrado que cause daño ni que sea tóxico, por eso no se limita su cantidad. El contenido en las aguas de consumo se aumenta con el uso de utensilios de cerámica.

te net. 1. Mancha 1 ropa.

Arsénico. Se ún experiencias en el J pón, el uso del Arséniato de Plomo aplicado en riegos con el objeto de eliminar los gusanos en algunas granjas para el cultivo de manzanas y en contra de escorbajos en las praderas, no ha aumentado el contenido de arsénico en el agua. Más bien provienen de algunos efluentes industriales y se limitó en 1942 en USA a 0.05 ppm. El límite Británico es de 0.2 ppm. y el México no de 0.05 ppm.

En 1943 se determinó el consumo de arsénico en algunas zonas -- de los Angeles encontrándose hasta 1.0 ppm sin que sufrieran daños -- a las personas que lo consumieron. En forma concentrada es un veneno -- muy activo.

Boro. Se haya en las aguas de origen volcánico. Causa efectos fisiológicos en contenidos mayores de 30 ppm. El reglamento no indica límite. En pequeñas cantidades es de gran importancia para las -- plantas.

Calcio. Su contenido en el agua es muy pequeño en comparación -- con el que se necesita por la nutrición. El cuerpo humano requiere de 0.7 a 1.0 gr de calcio por día, por eso no se limita su cantidad.

Junto con el magnesio produce la dureza en el agua, la cual debe controlarse porque produce incrustaciones en las calderas y tuberías principalmente las que conducen agua caliente. Aument el consumo de jabón hace que los alimentos se cocen más lentamente. No afecta al organismo humano y no se ha demostrado que se relacione con el desarrollo de las arterias como se le señal. El agua con calcio no calma la sed.

Cloro. Se agrega al agua como desinfectante y tiene efectos nocivos para los peces desde 0.1 a 0.3 ppm aunque resisten hasta más -- de 1 ppm. En el cultivo de flores se admiten sin peligro hasta 10 ppm su contenido en el agua debe ser de 0.20 a 1 ppm.

Cloruros. Se hallan en aguas de las regiones costeras o en terrenos salinos. También se debe su presencia a contaminación con lixiviados o con aguas negras y es por esto que se limita su contenido a 250 ppm., aún cuando no causen efectos fisiológicos nocivos. La presencia de nitritos, nitratos y amoníaco confirman la contaminación -- del agua.

Cobre. Se halla en forma de huellas, es decir, en cantidades imperceptibles y se atribuye su aumento al contacto con tubería de este material, ó cuando se ha contaminado el agua con sales de cobre que se emplean como algicidas. Su límite se ha fijado en 3 ppm. Causa molestias cuando se ingiere en cantidades mayores de 100 mg. por día.

Sus efectos son de irritación en el aparato digestivo causando vomitos, nauseas, etc.

Cromo. Las sales de cromo hexavalente son altamente irritantes y tóxicas. No se halla en las aguas naturales; se encuentra por la contaminación de desperdicios industriales y sistemas de aire acondicionado para enfriamiento. Se admiten 0.05 ppm. El cromo trivalente no es tóxico.

Estañio. No se halla en las aguas naturales; solamente se encuentra cuando se ha almacenado por algún tiempo en sitios que los contienen. No se ha demostrado que tenga acción fisiológica; por esta causa y por lo eventual de su presencia no se limita.

Fenoles. Se presentan en el agua cuando esta se ha contaminado con desechos industriales. Son molestos por el olor que producen, sobre todo en combinación con el cloro de desinfección, por eso sólo se admiten 0.001 ppm.

Fierro. El contenido permisible se debe más al aspecto físico del agua que a los efectos nocivos. Proporciona al agua una coloración rojiza y mal olor. Se favorece la reproducción de la bacteria del fierro (crenatrix) produciendo tuberculizaciones en las tuberías su límite se fija en unión con el manganeso en 0.30 ppm. También se limita.

Fluor. Se halla en los gases volcánicos y en las rocas ígneas; por lo tanto se encuentra más frecuentemente en aguas subterráneas que superficiales. Cuando se halla en exceso produce la fluorosis que es la enfermedad que ataca el esmalte de los dientes de los niños en la época de la dentición. En el adulto los dientes y con el tiempo puede provocar caries. Su límite se establece en 1.5 ppm.

Fosfatos. No tienen acción fisiológica nociva; por el contrario, sirven como nutrientes. Se hallan por la adición de polifosfatos al prevenir corrosiones o al ablandar el agua (quitar dureza). No se limita su contenido.

Magnesio. En altas concentraciones es laxante. Produce junto con el calcio la dureza del agua. Se limita su contenido en unión con el fierro a 0.30 ppm y no es por efectos fisiológicos, sino porque producen manchas en los muebles sanitarios. Fouak descubrió que se gastan 24 gr. de jabón por cada m³ con 1 ppm de dureza en el agua.

Nitratos. Tienen importancia porque dentro del ciclo del nitrógeno son signo de contaminación con materia orgánica. En el organismo humano son los causantes, por efectos de reducción a nitritos mediante los jugos gástricos y bacterias, de la enfermedad Metemoglobinemia, que se presenta sobre todo en los bebés de menos de 6 meses.

de edad, por tener sus jugos gástricos un pH de alrededor de 4. Como nitratos el nitrógeno en el agua se limita a 5 ppm.

Plata. No causa ningún mal, no obstante haberse consumido agua en algunos sitios, con un contenido de casi 0.2 ppm. No se fija ningún límite.

Plomo. Se halla por contaminación directa con sales de plomo. También proviene del contacto con tuberías de este material. Se limita a 0.10 ppm y aunque no está comprobado parece que puede admitirse un consumo máximo de 0.3 a 1 mg por día. El peligro que representa este elemento es que no es desechable por el organismo y resulta tóxico por acumulación.

Radio. Se halla en aguas de origen subterráneo y no se limita su cantidad en el reglamento, porque de todas las aguas que lo contienen, denominadas radioactivas, se requerirán 10,000 Lts. al día y por habitante para obtener dosis medicinales. En otros países se ha fijado su límite en 3 curies por litro para radio 226.

Belenio. Se halla en las aguas que están en contacto con suelos y vegetales que lo contienen. Puede ser tóxico; pero en las poblaciones se deben sus efectos nocivos más a los alimentos que al agua. Según el reglamento se permiten hasta 0.05 ppm.

Sodio. Tiene importancia en usos agrícolas en combinación con el potasio y el magnesio, pero el organismo humano no puede soportar concentraciones hasta de 100 ppm. El sodio proviene de su uso en la eliminación de la dureza provocada por el calcio. No se indica límite.

Sulfatos. El radical sulfato (SO_4) tiene importancia en aguas altamente mineralizadas; produce efectos laxantes. Se admiten en el agua hasta 250 ppm.

Yodo. Se hallan huellas y su falta se relaciona con el bocio, entre el agua y los alimentos se deben de consumir diariamente de 0.05 a 0.1 mg. Si el agua contiene cantidades tan pequeñas como 0.0001 a 0.001 ppm; se observa estadísticamente que ocurren de 15 a 30 casos de bocio por cada 1000 personas; si contiene de 0.0014 a 0.01 ppm, se reducen los casos a 1 por cada mil. El reglamento no fija límite por este elemento. Se puede dar en dulces, si se yoda en vez de sal común, o agregar al agua.

Zinc. Su presencia se debe a la corrosión en tubos galvanizados y por eso mismo, limitándose su contenido a 15 ppm.

Alcalinidad. La producen los grupos CO_3 , HCO_3 y CO_2 que forman la dureza temporal del agua. Una gran cantidad de bicarbonatos producen efectos laxantes; cuando se usa CaO (cal viva) y NaOH (Sosa) para ablandar el agua, se produce alcalinidad cáustica. Se admiten hasta 400 ppm de alcalinidad expresada como CaCO_3 .

Sólidos Totales. Se admiten hasta 500 ppm y en aguas, altamente mineralizadas hasta 1000 ppm. Se limitan por la cantidad de minerales que se ingieren mediante el agua, que pueden causar efectos fisiológicos, sobre todo cuando se hallan sulfatos.

A.B.S. (Alquil-Bencil-Sulfonato). Debido al aumento del uso de los detergentes sintéticos el ABS ha dado origen a problemas relacionados con la posible contaminación de las aguas freáticas ya que estos disminuyen la tensión superficial del agua propiciando una rápida infiltración de las aguas negras a través del suelo hasta los pozos, cuando existen sistemas cercanos de disposición de desechos. Su presencia en las aguas es indicio de contaminación con aguas servidas y se presume que pueden arrastrar a las bacterias a mayor distancia de la que viajarían solas, pudiendo llegar todavía en condiciones de actividad. El reglamento no indica límite aunque otros países fijan 0.05 ppm como máxima.

Otros Contenidos. Los abastecimientos de agua subterránea no pueden contaminar por la infiltración de aguas que lleven desechos orgánicos, fecales o industriales. La denudación indebida de los terreros, las excavaciones para rellenos y el establecimiento de explotaciones de canteras, en gran escala, pueden contribuir y facilitar tales infiltraciones.

Para evitar en parte esta contaminación en los abastecimientos de agua, se pueden crear zonas protectoras con sistemas de vigilancia, además del establecimiento de medidas preventivas directas y de orden legal.

Desinfección.

Se entiende por desinfección la adición de agentes químicos al agua para destruir los gérmenes patógenos. Se recomienda este proceso antes de emplear el agua en usos municipales y pecuarios.

Se emplea comúnmente como agente desinfectante el Cloro, cuya aplicación se denomina Cloración.

Cloro. Es un gas de color verde-amarillo, aproximadamente 2.5 veces más pesado que el aire. En estado líquido, en condiciones apropiadas de presión y temperatura, es de color anbar, de apariencia aceitosas y aproximadamente 1.5 veces más pesado que el agua.

Cuando el cloro se agrega al agua, parte de este es consumido

en la oxidación de la materia orgánica presente, y parte actu. directamente en la destrucción de bacterias. El cloro reacciona con el agua para formar ácido hipocloroso (HO Cl) y ácido Clorhídrico (HCl)

Cal Clorada. Se puede emplear para la cloración cualquier producto a b se de cloro. Entre los m's usados se halla la cal clorada (Ca O Cl_2).

Otros Métodos de Desinfección:

Bromo. Forma parte del grupo químico de los halógenos que incluye al Fluor, Cloro y Yodo, todos ellos tienen propiedades semejantes pero el bromo se usa raras veces como desinfectante.

Ozono. Es una forma alotrópica del oxígeno: su aplicación como desinfectante se debe a su desdoblamiento en Oxígeno Normal y en Oxígeno Naciente. Es una forma segura de desinfectar, pero resulta caro debido su baja solubilidad en el agua le impide tener efecto residual.

Luz Ultravioleta. Sus rayos tienen efectos germicida; su poder máximo de penetración se ha estimado en 12 cm. Para su máxima eficiencia, el agua debe ser lo más cristalina posible. No es recomendable en aguas que tengan más de 15 ppm de color. Resulta un procedimiento caro pero muy apropiado en dispensarios, para usos quirúrgicos, y para bebida. No tiene poder residual.

Compuestos de Plata. La acción Oligodinámica de los compuestos de plata ha sido conocida desde hace más de 65 años y hace unos 30 que se ha aprovechado para la esterilización del agua.

Se ha observado que cuando se aplica Plata al agua en cantidades del orden de 0.15 ppm, el número de organismos de E. Coli decrece, pero no tiene efectos sobre otras bacterias. No se ha probado que sea mejor que otros métodos de desinfección.

Control de la contaminación de las aguas:

Nuestro país que está en desarrollo, se encuentra actualmente el complejo problema del óptimo aprovechamiento de los recursos acuáticos cuyos principales aspectos son los siguientes:

- a) La cantidad de agua disponible a costos razonables tiene un límite que en muchos casos está cercano a alcanzarse. Por ello, es cada día más imperiosa la necesidad de reutilizarla.
- b) El aumento de población demanda mayor producción de alimentos, lo que significa mayor consumo de agua para fines agrícolas, pecuarios, industriales y sanitarios.
- c) El incremento en los índices demográficos y de industrialización siempre va asociado a una elevación en los niveles de contaminación de las aguas.
- d) El desarrollo demográfico e industrial acarrea un aumento muy considerable en los costos per cápita que la administración pública debe erogar tanto para abastecimiento y purificación de agua, como para el desalojamiento y tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales.

Por lo anterior, cada vez es más palpable la necesidad de implementar programas a nivel regional que permitan mantener niveles aceptables en la calidad de las aguas compatibles con el adecuado crecimiento de la industria y demás actividades asociadas al desarrollo integral de cada país.

Estos programas regionales, en la mayoría de los casos, se basan en el estudio del potencial hidrológico de una determinada cuenca y su aplicación a la producción agrícola, pecuario, industrial - piscícola, hidroeléctrica, etc., factible de alcanzarse mediante un uso múltiple del recurso agua.

El éxito de un programa de esta naturaleza está íntimamente ligado a la implantación de leyes que permitan un reparto equitativo del recurso entre los diferentes sectores involucrados, al desarrollo y aplicación de tecnologías que conduzcan a la reutilización máxima del agua a costos accesibles y al establecimiento de reglamentos que mantengan las calidades de las aguas a los niveles mínimos aceptables.

En nuestro caso, nos ocuparemos a continuación de algunos aspectos de los reglamentos mencionados y de sus elementos de medición o parámetros.

Todos los sistemas de medición y control requieren de escalas de referencia que permitan cuantificar las variables sujetas a observación.

En forma similar, para los estudios de contaminación de aguas, se ha encontrado necesario ocurrir al empleo de varias escalas de referencia o parámetros, cuyo conjunto de valores determina el nivel de calidad de las aguas y su posible uso dentro de las actividades humanas y ecológicas.

La necesidad de recurrir a varios parámetros simultáneamente proviene de la multitud de contaminantes que pueden presentarse - en un caso dado y del hecho desafortunado de que cada contaminante puede deteriorar la calidad del agua en forma distinta a los - demás. Por otra parte, cada uso específico del agua impone res- - tricciones respecto a uno o varios contaminantes.

Otro factor que complica considerablemente el problema con- - siste en el diferente origen de los contaminantes, que pueden ser físicos, químicos, biológicos, radioactivos, etc. Esta diferencia implica el uso de técnicas diferentes en el muestreo y determina- ción de los valores de cada uno de ellos. Además, existen efectos de unos contraminantes sobre otros que pueden acentuar su nocivi- dad o modificar la capacidad de asimilación de los cuerpos recep- tores.

Mediante un largo proceso de investigación y recopilación de datos a nivel mundial, ha sido posible establecer cuales paráme- - tros son los de mayor importancia en la contaminación de las - - aguas y fijar los límites tolerables para cada parámetro de acuer- do con el uso específico a que se les destine.

Con base en lo anterior, se han elaborado en muchos países - los reglamentos para controlar la contaminación de los cuerpos re- ceptores permitiendo simultáneamente el uso múltiple del agua y - con ello el desarrollo armónico de las principales actividades hu- manas, como son: la industria, la ganadería, la agricultura, la - pesca, y la generación de servicios.

Se ha encontrado que mediante la aplicación adecuada de los reglamentos y el uso de los parámetros pertinentes, es posible -- aceptar un máximo controlado de contaminantes en un cuerpo recep- tor y emplear su capacidad natural de restauración para lograr - mantener la calidad al nivel requerido, con lo cual se reducen - considerablemente los costos y obras necesarias. Para ello es ne- cesario utilizar parámetros de control en las descargas contamina- tes y parámetros de medición en los cuerpos receptores.

Un método ideal para lograr los objetivos anteriormente des- - critos consistiría en la medición y control continuo del gasto y - composición de cada descarga contaminante y del gasto y composi- ción del cuerpo receptor con objeto de ajustar el gasto de contami- nantes a la capacidad asimilativa del cuerpo receptor. Esto no es posible en la práctica por las complicaciones técnicas y económi- cas que implica. Sin embargo, se ha encontrado que es posible lo- - grar un grado aceptable de precisión si se miden los gastos prome- dio periódicamente, tanto de las descargas como de los cuerpos re- ceptores, se controlan los valores de los parámetros de los efluen- tes y se registran los parámetros de los cuerpos receptores.

El conjunto de valores de los parámetros constituye una guía - muy útil para efectuar los siguientes trabajos:

- Medir la capacidad de dilución y autopurificación de los -- cuerpos receptores.
- Cuantificar el poder contaminante de un efluente.
- Determinar la contaminación existente en un cuerpo receptor y su posible utilización.
- Detectar el probable origen de los contaminantes.
- Seleccionar los métodos de tratamiento más adecuados en cada caso, dimensionar las plantas requeridas y estimar los costos.

Parámetros de mayor importancia.-

Con objeto de obtener un grado satisfactorio de control con - el menor costos posible, los reglamentos establecen un grupo mínimo de parámetros que es necesario controlar en los efluentes y registrar en los cuerpos receptores como primera etapa para el control de la contaminación de las aguas.

Existen otros parámetros sumamente útiles, como es el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) que permiten caracterizar con gran precisión a los efluentes y a los cuerpos receptores, pero que normalmente no se determinan en forma continua dentro de la primera etapa de los programas, debido a que aumentan en mucho, tanto el costo como el volumen de trabajo analítico, y que pueden reemplazarse satisfactoriamente mediante el cuanteo del oxígeno disuelto (O.D.)

Para países en desarrollo se ha encontrado conveniente aplicar los parámetros que se describen a continuación, en adición al registro de los gastos o caudales respectivos y sus variaciones:

Parámetros de Control para Efluentes.- En la tabla I se presentan los cinco parámetros más importantes en el control de efluentes, indicando sus efectos más dignos de consideración, los métodos analíticos actualmente empleados en su cuantificación y los orígenes más frecuentes.

Parámetros de Medición para Cuerpos Receptores.- En la tabla II se encuentran resumidos los ocho parámetros que es necesario registrar en los cuerpos receptores como primera etapa de su control, indicando la importancia que cada uno tiene para los distintos - usos del agua los procedimientos de análisis respectivos y sus orígenes más comunes.

I PARAMETROS DE CONTROL PARA EFLUENTES

PARAMETRO	EFECTOS MAS IMPORTANTES EN			METODOS ANALITICOS		ORIGENES MAS FRECUENTES
	CUERPOS RECEPTORES	PLANTAS DE TRATAMIENTO	ALCANTARILLADOS	ESTANDEES METODOS APAR. NO. 1960	OTROS	
21 SÓLIDOS SECHEABLES	<p>ORIGINAN DEPÓSITOS SOBRE LA ZONA FOTO SINTÉTICA INTERFERIENDO CON LA VIDA ACUÁTICA</p> <p>PUEDEN DISMINUIR LA CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTTO</p> <p>AUMENTAN LA TURBIDEZ DEL CUERPO RECEPTOR</p> <p>PRODUCEN AZOLVAMIENTOS QUE CAMBIAN LA GEOMETRIA DEL CUERPO RECEPTOR Y DANAN A LOS ORGANISMOS QUE VIVEN EN EL FONDO</p> <p>PUEDEN DESTRUIR LA VIDA EN LOS ARRECIFES</p>	<p>AUMENTAN LA CARGA SOBRE LOS EQUIPOS DE TRATAMIENTO</p> <p>INCREMENTAN LA CANTIDAD DE SÓLIDOS RESIDUALES POR ELIMINAR</p> <p>INCREMENTAN LOS COSTOS DE TRATAMIENTO</p> <p>REDUCEN LA CAPACIDAD DE LAS PLANTAS EXISTENTES</p> <p>AUMENTAN EL DESGASTE DE EQUIPOS DE BOMBEO, CIRIADO, ETC</p> <p>PRODUCEN AZOLVAMIENTOS EN LAS LAGUNAS DE OXIDACION</p>	<p>DESTRUYEN AZOLVAMIENTOS Y CONSTRUCCIONES</p> <p>DISMINUYEN LA CAPACIDAD DE COAGULACION</p> <p>PUEDEN DESTRUIR LAS TUBERIAS POR ABRASION</p> <p>PROMUEVEN LA DESCOMPOSICION ANAEROBICA EN LAS ATARIAS CON PRODUCCION DE GASES DE OLOR DESAGRADABLE</p>	PAG 329 FONDO DE IMHCFE		<p>POLVO, MILLIN, SÓLIDOS DE DESCHORO DE PROCESOS INDUSTRIALES RESIDUOS DE RASTROS BASURA, AGUAS NEGRAS, FABRICAS DE CEMENTO, COPAS DE CONSTRUCCION, GENIZAS, LAJAS DE AUTOPUENTES, BENEFICIO DE M. NEGALES, PAVIMENTO, TOLVANERAS, INGENIOS, ETC</p>
212 GRASAS Y ACEITES	<p>FORMAN PELICULAS SUPERFICIALES QUE IMPIDEN LA TRANSFERENCIA DE OXIGENO Y EL PASO DE LUZ</p> <p>CURREN LAS AGALLAS DE LOS PECES Y LES IMPIDEN RESPIRAR</p> <p>PUEDEN IMPARTIR OLORES Y OLORES A PECES Y MOLUSCOS</p> <p>PUEDEN DISMINUIR EL CONTENIDO DE OXIGENO DISUELTTO</p> <p>DESTRUYEN LA VEGETACION EXISTENTE A LO LARGO DE LAS ORILLAS</p> <p>AFECTAN EL USO PARA FINES RECREATIVOS</p> <p>IMPARTEN OLORES Y SABOR DESAGRADABLE AL AGUA</p> <p>AUMENTAN LA DBO</p> <p>ANIOS DERIVADOS DEL PETROLEO TIENEN EFECTOS CARCINOGENICOS</p> <p>AFECTAN LA CALIDAD PARA FINES AGRICOLAS Y PECUARIAS</p> <p>FORMAN SÓLIDOS QUE AFECTAN LA VIDA DEL FONDO DE LOS CUERPOS</p>	<p>REQUIEREN EQUIPOS Y PROCESOS ESPECIALES PARA SU ELIMINACION</p> <p>PUEDEN ORIGINAR ESPUMA EN LAS UNIDADES DE AERACION</p> <p>AUMENTAN EL CONSUMO DE ENERGIA</p> <p>DESTRUYEN LOS LECHOS DE ANENA DE LOS FILTROS</p> <p>INCREMENTAN LOS COSTOS DE TRATAMIENTO</p> <p>AUMENTAN LA DBO</p> <p>DISMINUYEN LA VELOCIDAD DE DESCOMPOSICION</p> <p>DESTRUYEN LOS SISTEMAS CIRCULACIONES DE AGUA</p> <p>ALARGAN EL TIEMPO DE DIGESTION DE LOS SÓLIDOS</p>	<p>FORMAN SÓLIDOS AL AGLUTINARSE.</p> <p>PUEDEN ORIGINAR INCENDIOS O EXPLOSIONES</p> <p>PRODUCEN ACUMULACION EN LAS PAREDES DE LOS DUCTOS</p>	PAG 281 EXTRACCION SOKLET O METODO SEMIHUMEDO		<p>DESECHOS DE REFINERIAS GASOLINERAS, TALLERES MECANICOS, FABRICAS DE ACEITES Y GRASAS, PASTOS, AGUAS NEGRAS, INDUSTRIAS ALIMENTICIAS, FABRICAS O TALLERES DE PINTURA, CANTINERIAS, DERIVADOS LACTEOS, FABRICAS DE JABON, POZOS DE PETROLEO, Y PUGAS EN SISTEMAS DE TRANSPORTE</p> <p>APARISTE POR LA LLUVIA DE HUMOS ORIGINADOS POR COMBUSTION DEFICIENTE DE MICROCARBURADOS</p> <p>LAVADO DE AUTOMOVILES, CAMIONES Y BARCOS</p> <p>INDUSTRIA DEL CARBON DE PIEDRA.</p>

II PARAMETROS DE MEDICION PARA CUERPOS RECEPTORES

(SUNAS DULCES Y SUPERFICIALES)

PARAMETRO	EFECTOS MAS IMPORTANTES EN						METODOS ANALITICOS	ORIGENES MAS FRECUENTES
	AGUA POTABLE Y USO DOMESTICO	USO RECREATIVO	PECICULTURA	RECREO	USO AGROPECUARIO	USO INDUSTRIAL		
2.21 OXIGENO DISUELTO	COMUNICA SABOR AGRADABLE INDICA AUSENCIA E CONTAMINACION ORGANICA	INDICA AUSENCIA DE CONTAMINACION ORGANICA PERMITE EL CRECIMIENTO DE FLORA Y FAUNA	PERMITE EL DESARROLLO DE LA FAUNA ACUICOLA	INDICA AUSENCIA DE CONTAMINACION ORGANICA LAS MEJORES ESPECIES REQUIEREN MAYOR O D	INDICA AUSENCIA DE CONTAMINACION ORGANICA	COMUNICA SABOR POR ROQUEAUZUFURIFICACION AL CLEURO RECEPTOR	PAG 307 METODOS ALTERNATIVOS	ORIGEN NATURAL UN MAYOR CONTENIDO INDICA MAYOR PUREZA.
2.22 BACTERIAS COLIFORMES Y OTRAS	INDICAN CONTAMINACION POR AGUAS NEGRAS IMPLICAN UN SERIO PELIGRO PARA LA SALUD REQUIEREN UN CUIDADOSO TRATAMIENTO Y CONTROL DE POTABILIZACION	INDICAN CONTAMINACION POR AGUAS NEGRAS IMPLICAN UN SERIO PELIGRO PARA LA SALUD REQUIEREN UN CUIDADOSO TRATAMIENTO Y CONTROL DE POTABILIZACION	INFECCION A MUCHAS ESPECIES QUE TRANSMITEN ENFERMEDADES HIGIENICAS AL HOMBRE	INDICAN CONTAMINACION POR AGUAS NEGRAS IMPLICAN UN SERIO PELIGRO PARA LA SALUD DIRECTO REQUIEREN UN CUIDADOSO TRATAMIENTO Y CONTROL DE POTABILIZACION	RESTRINGEN EL USO DEL AGUA PARA CULTIVOS DE CONTENCION MANO DE OBRA DIRECTO	INDICAN CONTAMINACION POR AGUAS NEGRAS IMPLICAN UN SERIO PELIGRO PARA LA SALUD REQUIEREN UN CUIDADOSO TRATAMIENTO Y CONTROL DE POTABILIZACION	PAG 494 CULTIVO EN TUBOS DE FERMENTACION	DESCARGAS SANITARIAS, RASTROS, CAMARONES DE BARRIO, FOSAS SEPTICAS, INDUSTRIA FARMACEUTICA, QUIMICAS, DERIVADOS LACTICOS, INDUSTRIA ALIMENTICIA, CEMENTERIOS, HOTELES, MUNDIFICAS, DESCARGAS DE BARCOS, ETC
2.23 SOLIDOS DISUELTOS	PUEDEN AFECTAR LA POTABILIDAD AUMENTAN EL CONSUMO DE AGUA PARA LAVAR UN EXCESO DE SALES DISUELTAS PUEDE OCASIONAR TRASTORNOS DIGESTIVOS	PUEDEN AFECTAR LA POTABILIDAD AUMENTAN EL CONSUMO DE AGUA PARA LAVAR UN EXCESO DE SALES DISUELTAS PUEDE OCASIONAR TRASTORNOS DIGESTIVOS	PUEDEN AFECTAR LA POTABILIDAD AUMENTAN EL CONSUMO DE AGUA PARA LAVAR UN EXCESO DE SALES DISUELTAS PUEDE OCASIONAR TRASTORNOS DIGESTIVOS	PUEDEN AFECTAR LA POTABILIDAD AUMENTAN EL CONSUMO DE AGUA PARA LAVAR UN EXCESO DE SALES DISUELTAS PUEDE OCASIONAR TRASTORNOS DIGESTIVOS	PUEDEN DAÑAR A LOS SUCELOS EN PROCESOS Y MODIFICANDO LAS CARACTERISTICAS DE SALINIDAD, SUCOSIDAD, ETC	AFECTAN SU USO EN PROCESOS Y MODIFICANDO LAS CARACTERISTICAS DE CALDERAS AUMENTAN LOS COSTOS DE TRATAMIENTO	PAG 328 FILTRACION Y EVAPORACION	ORIGEN NATURAL O DESCARGAS INDUSTRIALES EMPACADORAS, ABLANDADORES DE AGUA, FABRICAS DE HIELO, PRODUCTOS QUIMICOS, PURGAS DE CALDERAS, AGUAS NEGRAS, DRENAJE AGRICOLA, AGUAS SALOBRES O SALINAS, ETC.
2.24 TURBIDEZ	AUMENTA EL CONSUMO DE COAGULANTES AFECTA EL ASPECTO INCREMENTA EL VOLUMEN DE RESIDUOS POR ELIMINAR EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.	AFECTA EL ASPECTO ESTETICO Y LA TRANSPARENTIA DIFICULTA EL BUCEO	INTERFIERE EL PASO DE LUZ A LA ZONA FOTOSINTETICA Y PROMUEVE EL DESARROLLO DE ESPECIES INDESEABLES O PREDADORAS	AFECTA EL ASPECTO ESTETICO Y LA TRANSPARENTIA DIFICULTA EL BUCEO	MODIFICA LA PERMEABILIDAD Y LA TURBULENCIA AUMENTA LOS SUCELOS	REQUIERE TRATAMIENTO PARA SUPLENIR LA TURBULENCIA AUMENTA LOS COSTOS Y EQUIPOS DE TRATAMIENTO	PAG 326 TURBIDIMETRO Y NEFELOMETRO	SOLIDOS O COLOIDES Y NAMENTE SI VIVOS PUEDEN SER ANTIPLASMASTICOS O SOLIDOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES, POLVO MOLIN, CENIZAS, ENDRON DE LOS SUCELOS AGUAS NEGRAS, BENEFICIO DE MINERALES, FABRICAS DE CAL, CEMENTO, TALCO, INERTES AGRICOLAS ETC

Patrones y criterios de calidad de agua para líquidos residuales industriales.

La capacidad contaminadora del líquido que sale de una instalación industrial o de una central eléctrica está en función de la naturaleza de dicho efluente y del uso que se pretenda hacer de la corriente del agua receptiva.

Entre las diferentes aplicaciones a los recursos acuáticos existen las siguientes categorías:

- a) Suministro público de agua
- b) Agua para menesteres recreativos y estéticos
- c) Agua para la conservación de la pesca
- d) Agua para la agricultura
- e) Agua para uso industrial

La aplicación que se quiera hacer del agua determina su grado de contaminación permisible.

Los contaminantes atribuibles a los procesos industriales pueden ser:

- a) físicos
- b) químicos
- c) radioactivos

a) Contaminantes físicos:

- 1a) Color.- Puede ser producto de descargas de residuos o por vegetación y bacterias en descomposición.

El criterio que se considera como permisible para suministro público es de 75 unidades de color (patrón platino-cobalto) por un valor deseable es por debajo de 10 unidades de color.

Para eliminarlo se pueden usar métodos de precipitación química asociados a la absorción por el precipitante o floculante; puede usarse para los más difíciles, la absorción carbónica.

- 2a) Temperatura.- Se recomienda que para aguas de suministro público no exceda de temperatura a más de 30° C y es conveniente evitar los cambios de temperatura que afecten a la vida acuática, al sabor, al olor o a las reacciones químicas del agua.

- 3a) Olor y Sabor.- En términos generales, el olor del agua se debe a la presencia de gases en disolución, tales como el ácido sulfhídrico, y a la presen

cia de compuestos orgánicos volátiles. Cuando el valor umbral del olor sobrepasa a las tres unidades, basándose este criterio en las pruebas de calibración mediante alcohol n-butyl, - el olor resulta molesto. El criterio en lo que se refiere a la calidad del agua respecto del olor consiste simplemente en que éste no resulte desagradable.

El sabor es un factor muy importante, ya que - puede ser un indicador directo de sales inorgánicas de hierro, zinc, manganeso, cobre, sodio, potasio y aluminio en disolución. Ciertos componentes orgánicos e inorgánicos pueden producir la corrupción de los peces y demás organismos marinos dando al agua sabores característicos. Los hidrocarburos, los compuestos fenólicos, el pentaclorofenato sólido, los residuos de alquitrán, los residuos de las alcantarillas, la coquificación del carbón, el papel kraft y - los procesos de transformación del petróleo, entre otros, pueden contribuir a la aparición de sabores desagradables en el agua o en los peces y demás organismos acuáticos.

El olor y el sabor que pueda tener el agua que se suministra puede deberse a fenómenos naturales, tales como a vegetación en descomposición, algas, o limo bacteriano. Como ocurría en el caso de la eliminación del color, también se puede hacer lo propio con el sabor y el olor mediante procesos de tratamiento de los mismos o mediante el control de los otros componentes residuales que los provocan. Los procesos empleados en la eliminación del sabor y del olor son los de coagulación, absorción carbónica, ventilación y oxidación con cloro u otros agentes oxidantes.

4a) Turbiedad.- En muchos casos la turbiedad se debe al barro o a sedimentos en suspensión, a sustancias orgánicas en suspensión y a microorganismos.

El criterio deseable en lo que se refiere al suministro público de agua es el de que no haya virtualmente turbiedad, es decir, que haya niveles bajos y que a su vez no resulten desagradables.

Los procesos de turbiedad son la coagulación o la floculación, la sedimentación y la filtración.

Los métodos que habitualmente se utilizan para medir la turbiedad puede que no aprecien en forma adecuada las características del daño que se hace al suministro público de agua. Dado que un agua -- que tenga un grado de turbiedad determinado puede coagular más rápidamente que otra con un grado de turbiedad menor añadiéndola co-coagulantes, no ha sido posible el establecimiento de criterios de turbiedad en términos de unidades patrón.

Cuando se trata de aguas destinadas a la conservación de la vida acuática, la turbiedad debida a la descarga de residuos no debe sobrepasar a las 10 unidades de Jackson en la corrientes de aguas frías.

La turbiedad en los lagos de aguas calientes no debe ser superior a las 25 unidades Jackson, y en los lagos de aguas frías, a las 10 unidades. En relación con las aguas destinadas a faenas agrícolas, las turbiedades no deben exceder de las cinco unidades debido a razones estéticas.

b) Contaminantes Químicos:

1b) pH.- Evidentemente, si se quiere controlar el pH del líquido residual hay que introducir cambios en las concentraciones de iones hidroxílicos o de hidrógeno, lo cual se puede conseguir añadiendo álcalis o ácidos según convenga. Esos mismos reajustes se pueden obtener también empleando indirectamente ácidos o bases mediante sistemas de intercambio de iones que actúen sobre un ciclo de hidrógeno o de un hidróxilo. Se pueden utilizar sistemas de lecho continuo. Los sistemas continuos, cuando se puedan emplear, son los más eficaces.

En lo que se refiere a las aguas de recreo de contacto directo, se recomienda que el pH oscile entre 6,5 y 8,3 y que en ningún caso sea superior a 9. Tales criterios se basan, en gran medida, en la fisiología del ojo humano y especialmente en la capacidad amortiguadora de las lágrimas.

Para las aguas de suministro público el criterio permisible oscila entre 6 y 8,5.

Las aguas en las que se quiere conservar la vida acuática no deben exponerse a un pH por debajo de cero o por encima de 9. Si se trata de aguas salinas, no hay que introducir en ellas sustancias que alteren el pH en más de 0,1 unidades. En ningún momento, y para este caso concreto, el pH puede ser inferior a 6,7 ó mayor que 8,5. Se ha observado que las plantas acuáticas de más valor que sirven de alimento a las aves encuentran sus condiciones

óptimas de crecimiento.
pH oscila entre 7 y 9,2.

Las aguas destinadas a faenas agrícolas son insensibles a los cambios en el pH que no sean muy importantes, tolerando valores que pueden oscilar entre 4,5 y 9.

2b) Alcalinidad.- Cualquiera de las técnicas normales para conseguir la neutralización puede ser utilizada -- si se quiere mantener la alcalinidad dentro de -- los límites deseados.

En las aguas de suministro público, la alcalinidad debe ser suficiente para que puedan formarse flóculos, pero no debe ser tan elevada como para que resulte tóxica o para que haga corrosiva el agua o dé lugar a que se formen en ella escamas.

La alcalinidad viene determinada por la existencia de ciertas cantidades de bicarbonato, carbonato e iones de hidróxido. También está en relación con el pH y con la cantidad de calcio. En general la alcalinidad no debe ser menor de 30 mg./l., para aguas en las que haya 500 mg/l. de sólidos en suspensión y que tengan un pH que oscile entre 6 y 8,5. Los valores por encima de los 400 ó los 500 mg/l. se consideran demasiado elevados para el agua de suministro público, excepto cuando esto es lo normal en la misma fuente de donde proviene el agua. Como el control del proceso puede verse perjudicado por las variaciones frecuentes de los valores normales, tales variaciones deben reducirse al mínimo.

Con el fin de mantener el equilibrio químico que permita la conservación de la vida acuática, se recomienda no añadir, al agua que va a ser suministrada públicamente materias altamente disociadas en cantidades tan importantes que produzcan un cambio en el pH por encima o por debajo de los valores comprendidos entre 6 y 9. No se debe añadir ácido en cantidades que hagan descender la alcalinidad total, expresada como CO_2Ca , a menos de 20 mg/l. si se quiere proteger el sistema amortiguador que funciona a base de carbonato. Algunas sustancias débilmente ionizadas pueden ejercer su efecto más importante sobre la vida acuática no introduciendo modificaciones en el pH, sino dando lugar a la formación de sustancias tóxicas. Por ejemplo, compuestos ligeramente disociados, como el CN^- , el SiO^- y el SH_2 , ser tóxicos por el --

ión que se forma o porque la propia molécula no disociada es dañina.

3b) Cantidad Total de Sólidos en Disolución.- La eliminación de la cantidad total de sólidos en disolución (CTSD) contenidos en las aguas residuales exige unos procedimientos de tratamiento muy difíciles y, en muchos casos, muy onerosos. Cuando la cantidad total de sólidos en disolución coincide con la presencia de metales pesados o el agua es dura, su reducción se puede conseguir mediante operaciones de precipitación. Cuando la cantidad total de sólidos en disolución está integrada por compuestos de sodio o de potasio su reducción puede exigir la destilación o el intercambio de iones y a continuación un método efectivo para deshacernos de los residuos que se producen con el intercambio de iones.

Es frecuente deshacerse de las aguas saladas que resultan de las operaciones que se llevan a cabo en los campos petrolíferos depositándolas en pozos profundos. En muchísimas ocasiones la eliminación de la CTSD exige su descarga controlada en el cuerpo receptor.

Es aconsejable que la CTSD no sobrepase los 500 mg/l. cuando se trata de agua de suministro público. Los valores elevados de la CTSD pueden tener repercusiones económicas y fisiológicas negativas, osmóticas las últimas principalmente; pueden ser la causa también de que el agua tenga un olor y un sabor especiales. Los niveles elevados de sulfato y de cloruro aparecen generalmente asociados a la corrosión de las distintas partes del sistema de conducción del agua.

Puede decirse que la concentración de sustancias disueltas en las aguas naturales límpidas debe estar normalmente por debajo de los niveles óptimos para la conservación y el desarrollo de la vida acuática. Puede ocurrir, pues, que, al añadir sólidos en disolución al agua de suministro público, la vida acuática de la corriente receptora sea beneficiada. Sin embargo, existen límites máximos de tolerancia más allá de los cuales los efectos que se producen por ósmosis causan la deshidratación de las células de los tejidos. Por esta razón, si se quiere asegurar

el mantenimiento de la fauna, no conviene que la CTSD en una corriente de agua sobrepase los 50 milimoles, equivalentes a 1,5 galones/l. de CINA. Tal recomendación presupone que los componentes que se encuentran en disolución han de ser esencialmente inocuos. En los casos en que existe algún componente tóxico, esa cantidad debe ser rebajada en función de la toxicidad de dicho componente. Lo que es más, la CTSD no debe sobrepasar en más de 1/3 la concentración normal en la fuente de donde proviene el agua. Esta última prohibición se basa en que los recursos alimenticios de la vida acuática, como, por ejemplo, las diatomeas, pueden ser más sensitivos a las sustancias en disolución que los organismos a los que alimentan. La destrucción de los recursos alimenticios puede provocar no sólo la muerte de los organismos que se quiere conservar, sino también trastornos cada vez mayores.

En cuanto a las aguas marinas, se recomienda que los líquidos residuales industriales no alteren la salinidad de las capas de agua más de ± 10 -- por 100 de su variación natural.

Los niveles de la CTSD de las aguas destinadas a faenas agrícolas pueden oscilar entre 2.000 y 5.000 mg/l. cuando se trata de plantas cultivadas en tierras permeables y con un elevado grado de tolerancia. Normalmente se prefieren las concentraciones por debajo de 500 mg/l., ya que para estos niveles los efectos nocivos son mínimos.

4b) Amoníaco.- El amoníaco es un subproducto de muchos procesos industriales. Se produce en grandes cantidades en la destilación del carbón para obtener gas, coque y otros compuestos utilizados en la fabricación de sustancias químicas que intervienen en los procesos típicos de las industrias textil y química. En dichos procesos se procura recuperar la mayor parte del amoníaco contenida en el líquido residual que resulta de estos procesos y se eleva hasta 1 mg/l. de NH_3 . Los productos residuales consisten principalmente en amoníaco no combinado, en cianuro, en sales de tiocianato y en una variedad de compuestos aromáticos.

En el pasado, la práctica, en lo que se refiere a la separación del amoníaco de los líquidos residuales, consistía en su liberación o en la adición de limo para descomponer las sales amoniacales

les liberando a continuación el amoníaco. Es posible reducir de forma eficaz el amoníaco mediante tratamiento biológico. Las concentraciones más bajas pueden ser descargadas en una planta de tratamiento secundario donde se consume el amoníaco en el proceso biológico. En los casos en los que no existe suficiente sustancia nutritiva puede ser necesario fósforo para conseguir una reducción efectiva del amoníaco.

El criterio permisible que impera respecto de la cantidad de amoníaco que puede contener el agua destinado al suministro público se ha establecido en 0,5 mg/l. El criterio deseable es el de que contenga menos de 0,01 mg/l. Una cantidad excesiva de amoníaco exige la utilización de una mayor cantidad de cloro si se quiere conseguir una depuración eficaz.

La vida acuática expuesta a niveles de 1 mg/l. de amoníaco puede extinguirse por asfixia debido a la escasa capacidad de oxígeno de la sangre para combinarse con aquél.

Para la conservación de la vida acuática, la contaminación causada por el amoníaco debe ser estimada en relación con el organismo más sensible. Es necesario asimismo determinar las fases de la vida en que ese organismo es más vulnerable al amoníaco y entonces utilizar un factor de aplicación de 1/20 en las pruebas que se lleven a cabo con este organismo de referencia para determinar la concentración que no es dañina.

5b) Arsénico.- La contaminación por arsénico aparece a menudo asociada a la fabricación o a la utilización de herbicidas y pesticidas. Puede ser también un subproducto de las operaciones mineras.

Cuando el arsénico se encuentra presente como un contaminante junto con metales pesados, la precipitación de estos últimos permitir reducir el arsénico inicial aproximadamente en un 90 por 100. No se sabe muy bien en qué consiste este proceso, pero el resultado del mismo puede deberse a que el arsénico al precipitarse forma un compuesto con los iones de metal pesado.

El criterio permisible para el arsénico en lo que se refiere a las aguas de suministro público es de 0,05 mg/l. El criterio deseable sería

su ausencia total. La planta de tratamiento químico ejerce poco o ningún efecto sobre la concentración de arsénico en las aguas que entran en ella. El hidruro y el trióxido arsénico son especialmente tóxicos. El arseniato actúa obstaculizando la reproducción celular. Sin embargo, la cuestión no es tan sencilla, pues aun- que el arsénico es un veneno bien conocido, últimamente se fumiga el ganado con arsénico y también se añaden compuestos arsénicos en bajas dosis al alimento destinado a las aves. Cuando el arsénico sódico se encuentra presente en el agua que bebe el ganado en cantidades de 5 mg/l. sin saber por qué, reduce la toxicidad del selenio contenido en ese agua. Las aguas de riego pueden llevar hasta 1 mg/l.

Las dosis en que el arsénico resulta tóxico varía mucho según las distintas especies de animales.

Los tejidos de muchos organismos acumulan arsénico; por tanto, sus efectos dañinos pueden demorarse cuando la concentración de arsénico contenida en el agua es baja, pero a pesar de ello son mortales.

- 6b) Bario.- El criterio permisible respecto de la cantidad de bario que pueden contener las aguas públicas es de 1 mg/l.

El bario puede ejercer un efecto fisiológico dañino, formando un precipitado de sulfato de bario y disminuyendo la concentración de los iones de sulfato por debajo de las necesidades del cuerpo.

- 7b) Boro.- Desde el punto de vista industrial, la contaminación por boro se produce como consecuencia de la fabricación o utilización de compuestos sintéticos del boro. El boro puede aparecer de forma natural en concentraciones del orden de 15 mg/l., particularmente en el oeste de los Estados Unidos. El criterio permisible en cuanto a la cantidad de este metaloide que puede contener el agua destinada al suministro público es de 1 mg/l. Lo ideal es que no contenga nada.

El boro es tóxico para muchos organismos, incluso en concentraciones tan bajas como de 1 mg/l., mientras que otros organismos toleran -

niveles por encima de los 15 mg/l. El boro es un elemento nutritivo esencial cuando alcanza concentraciones por encima de 0,5 mg/l. Por otra parte, el riego con aguas que contienen más de 0,5 mg/l. ha causado la ruina de cosechas de frutas tan sensibles como las manzanas, las nueces y los cítricos. Generalmente, el agua que contiene más de 4 mg/l. de boro es perjudicial para todo tipo de cultivos.

Las concentraciones de ácido bórico por encima de 2.500 mg/l. son toleradas por muchos organismos, aunque se ha observado que se producen algunas deficiencias en su crecimiento.

8b) Cadmio.- El cadmio es utilizado ampliamente en la industria para la producción de cobre, plomo, plata y aleaciones de aluminio. También se le utiliza en el acabado de metales, en la cerámica, en la fotografía y aparece como un subproducto en el funcionamiento de los reactores nucleares. Se emplean sales de cadmio como insecticidas y como agentes parasitarios.

El cadmio puede ser separado de las aguas residuales por precipitación del metal en forma de hidróxido. En algunos casos la recuperación del metal por intercambio de iones puede resultar atractiva desde un punto de vista económico.

El criterio permisible para el cadmio en lo que se refiere a las aguas de suministro público es de 0,01 mg/l. El cadmio es especialmente peligroso, ya que se puede combinar sinérgicamente con otras sustancias tóxicas. Su influencia más decisiva sobre la vida acuática la acusan los moluscos en los que no se desarrolla la concha bivalva.

Se ha informado que existe cadmio en concentraciones del orden de 3,2 mg/l. en las aguas de Long Island, Nueva York. Tales concentraciones son el resultado de las operaciones que se llevan a cabo en los procesos textiles, químicos y de galvanoplastia.

La toxicidad del cadmio está relacionada con graves enfermedades cardiovasculares del hombre. Por tanto, basándonos en los conocimientos de los que disponemos, las aguas que se dedican a las fuentes agrícolas no deberían contener más de 0,05 mg/l., para evitar la toxicidad acumulativa de las cosechas que van a ser vendidas en el mercado.

9b) Cloruro.- Los residuos de cloruro y de sulfato aparecen más estrechamente ligados a la cantidad total de sólidos en disolución y el control de los residuos de cloruro se consigue, en gran medida, de la misma forma que el de la cantidad total de sólidos en disolución.

Se recomienda que las concentraciones de cloruro no excedan de 250 mg/l., y lo ideal es que se encuentren por debajo de los 25 mg/l.

Las concentraciones altas de cloruro pueden derivar de las operaciones que se llevan a cabo en los campos de petróleo o pueden aparecer -- contenidas en los líquidos residuales industriales de la producción de papel, de la galvanización o de la depuración del agua. Por fortuna -- este ion no es tóxico, a no ser que aparezca en concentraciones extremas, de forma que no plantea un problema importante de contaminación.

10b) Cromo.- Los componentes del cromo pueden aparecer en los residuos industriales procedentes de los torres de refrigeración, así como en los residuos derivados de una gran variedad de procesos industriales, tales como los de curtido, galvanoplastia, etc.

Los residuos del cromo sirven para la recuperación del mismo en forma de cromato, como normalmente se hace en la industria de chapado de metales. Para su eliminación final se precipita al cromo en forma de hidróxido metálico, después de reducirlo a su estado trivalente. Una práctica menos generalizada consiste en la precipitación del cromo añadiéndole sales solubles de bario.

Quando se trata del suministro de aguas públicas, el cromo, en su forma hexavalente, no debe pasar de 0,05 mg/l. y sería preferible que estuviera completamente ausente.

La toxicidad del cromo varía con el pH, la temperatura, el organismo expuesto a su acción y la valencia. En cualquier caso, el grado de toxicidad puede depender de otros compuestos.

Si el agua va a ser dedicada a fines agrícolas, su tolerancia con respecto a los iones de cromo y de cromato dependerá de la planta de que se trate. Las plantas más sensibles se ven afectadas adversamente por concentraciones de 5 mg/l.

11b) Cobre.- El control de los residuos de cobre, de hierro, de plomo, de manganeso y de zinc se lleva a cabo con mucha frecuencia precipitando dichos metales en forma de hidróxido. La precipitación generalmente se produce para un pH comprendido entre 7 y 9.

Las aguas de suministro público pueden tolerar - hasta 1 mg/l; éste sería el criterio permisible, pero, como ya se ha dicho anteriormente, lo mejor es que no contuviera nada. Normalmente, el exceso de cobre resulta altamente tóxico para las algas, las plantas marinas y los invertebrados, pero sólo es relativamente tóxico para los mamíferos. La relación entre las concentraciones de los diferentes metales pesados contenidos en el agua de suministro público es muy importante para determinar la toxicidad real del cobre. Los efectos sinérgicos positivos y negativos hacen necesaria la estimación concreta de cada situación. Con concentraciones de cobre tan bajas como las de 0,5 mg/l. se produjo la muerte del 35 por 100 de las plantas que hasta entonces habían vivido en aguas no contaminadas. Las concentraciones de cobre por encima de 0,1 mg/l. resultan ser tóxicas para las otras. Langostas que habían permanecido en tanques de aluminio, de acero inoxidable y de hierro durante dos meses murieron - en un día al ser trasladadas a tanques revestidos de cobre.

En lo que se refiere a las aguas destinadas a fuenas agrícolas, parece ser que la toxicidad del cobre afecta más a los elementos nutritivos de la planta que lleva el agua que a ésta misma. Hay -- que señalar que se ha observado toxicidad provocada por el cobre cuando éste se hallaba en concentraciones tan bajas como las de 0,1 mg/l, en aguas que servían de alimento a las plantas.

12b) Hierro.- Cuando se trata de agua de suministro público, el criterio permisible del hierro filtrable contenido en ellas es de 0,3 mg/l. Una vez más, como ocurría con los contaminantes descritos anteriormente, las plantas normales de tratamiento del agua resultan relativamente ineficaces para la separación del hierro.

En general, el hierro es uno de los contaminantes menos tóxicos. Los criterios sobre la cantidad de hierro permisible no definen de forma específica

límites superiores cuando se trata de aguas que se destinan a la conservación de la vida acuática. Las declaraciones sobre los patrones relativos a la utilización de aguas destinadas a faenas agrícolas que contienen hierro se limitan a señalar la falta de datos disponibles y a afirmar que no es probable que el hierro constituya un problema.

13b) Plomo.- El Comité de la FWPCA, que se ocupa de establecer los criterios relativos a la calidad del agua, ha recomendado que cuando se trate de aguas con destino al consumo público se permita que - contengan hasta 0,05 mg/l. de plomo, aun cuando lo deseable sería su inexistencia total. El plomo puede aparecer como un contaminante en las - aguas subterráneas, bien porque éstas lo lleven incorporado desde la propia fuente de donde emanan, bien porque sea el resultado de que esas - aguas subterráneas se hayan mezclado con líquidos residuales de la industria o de la minería. El problema principal de contaminación por plomo se debe al carácter venenoso-acumulativo de este metal. Existen diferencias considerables - en los grados de toxicidad del plomo, que dependen de la forma en que se presente este elemento. El agua que beben los animales no debe contener concentraciones de plomo que sobrepasen - los 0,5 mg/l. Cuando se trata de aguas de regadío, el límite superior que se ha propuesto es de 5 mg/l.

14b) Manganeso.- El criterio de permisibilidad para el manganeso en cuanto a las aguas de suministro público se ha fijado, a título de recomendación, en 0,05 mg/l. En general, aún no se dispone de datos elaborados sobre los efectos del manganeso en relación con la vida acuática y con la - agricultura. El ganado que toma hasta 600 m³/d. durante un período de veinte a cuarenta y cinco días no padece trastornos graves.

15b) Fósforo.- Las concentraciones altas de fósforo no naturales pueden derivar de los procesos de transformación industrial de animales y plantas, de producción de fertilizantes o de obtención de - otras sustancias químicas.

En efecto final de los líquidos residuales que contienen gran cantidad de fósforo depende de -

una serie muy compleja de factores que ha hecho imposible que, en general, se establecieran límites aceptables para todos.

Sin embargo, se puede decir, hablando desde un punto de vista amplio, que las concentraciones de fósforo por encima de los 50 mg/l. facilitan el crecimiento de las plantas de finas.

Cuando la concentración de los compuestos a base de fosfatos supera los 100 mg/l., los procesos de coagulación pueden verse afectados adversamente. Otra consecuencia de las concentraciones elevadas de fósforo es que pueden ocasionar la disminución del oxígeno contenido en una corriente de agua; ello se debe a que se necesitan 160 mg. de O_2 para oxidar completamente un miligramo de fósforo contenido en una fuente orgánica.

16b) Selenio.- El selenio, cuando aparece en compañía de otros metales pesados en una corriente residual, puede ser separado de la misma forma que el arsénico, precipitando los metales pesados. Se recomienda que se establezca como criterio permisible para el selenio contenido en las aguas de suministro público 0,01 mg/l. Pero lo deseable sería que no llevaran nada.

El selenio resulta tóxico para los animales cuando se acumula en sus tejidos en cantidades superiores a 5 mg/l. Por otro lado, es un mineral esencial para verificar contrastes y se puede administrar, generalmente, en cantidades suficientes que pueden acumularse hasta un total de 1 a 2 mg/kg.

Los límites de tolerancia, en lo que se refiere al selenio, deben fijarse atendiendo más bien a la toxicidad animal que a la de las plantas. No es infrecuente que las plantas acumulen concentraciones de selenio muy por encima de los niveles que resultan tóxicos para los animales si las aguas de riego permiten esas acumulaciones. Se ha sugerido, por tanto, que las concentraciones de selenio contenidas en las aguas de riego no sobrepasen la cantidad de 0,07 mg/l.

17b) Ion Uranílico.- El criterio sobre la cantidad permitida de ion de uranilo es el de 5 mg/l. Sería preferible su inexistencia total. El patrón sobre el ion de uranilo (UO_2), se basa más bien en --

las propiedades químicas de éste que en su radiactividad. Causa preocupación la presencia de este ion en las aguas de suministro público, ya que -- existe la posibilidad de que produzca trastornos renales.

Este ion colorea y da sabor al agua cuando aparece en cantidades de 10 mg/l. -- cantidad considerablemente inferior a la concentración que produce trastornos fisiológicos-. El patrón de 5 mg/l. se ha establecido de forma arbitraria en la mitad -- del valor en el que aparecen el sabor y el color del agua; con ello se pretende disponer de un considerable margen de seguridad.

- 18b) Zinc.- Los líquidos residuales que contienen zinc pueden ser el resultado de operaciones de elaboración -- primaria de metales y de sustancias químicas entre otros. Se recomienda que no haya zinc en concentraciones superiores a los 5 mg/l. en las aguas de suministro público. Lo ideal sería su total -- ausencia.

Existe una relación muy compleja entre la concentración de zinc, el oxígeno en disolución, la -- temperatura, el pH y las concentraciones de calcio y manganeso. Las predicciones que se han hecho en materia de toxicidad no han resultado fiables, y los estudios sobre los efectos exclusivamente -- atribuibles al zinc no reúnen suficientes datos.

Para cualquier organismo sensible dado, una concentración de 1/100 de LTM de noventa y seis horas se considera como un nivel en el que no existe peligro.

Normalmente se encuentra zinc en las aguas marinas en una concentración de 0,01 mg/l. La vida -- marina puede contener zinc en concentraciones de hasta 1,5 mg/l. Se ha comprobado, sin embargo, -- que concentraciones de 10 mg/l. producen en ciertas algas marinas la suspensión de la fotosíntesis en un 50 por 100.

Una gran variedad de plantas de aguas dulces, con las que se hicieron pruebas, manifestaron síntomas de toxicidad para concentraciones de 10 mg/l. Por esa razón, el límite de tolerancia, en lo que a las aguas de riego se refiere ha sido establecido en 5 mg/l.

- 19b) Nitratos y Nitritos.- Para las aguas de suministro pu--

blico el criterio permisible de nitratos y nitritos (determinado como N) es de 10 mg/l, pero lo deseable sería que no los hubiera. En cuanto al nitrito, porque reacciona con el oxígeno de la sangre, portador de pigmentos y de hemoglobina, produciendo un compuesto que dificulta la conducción del oxígeno por todo el cuerpo y que puede producir efectos fisiológicos muy graves.

La conversión de nitratos en nitritos en el estómago de los ruminantes puede producir el efecto que acabamos de describir (para niveles de más de 2,8 mg/l. de nitrato). La concentración elevada de nitrato puede favorecer también el crecimiento de plantas dañinas.

20b) Sulfato y Sulfito.- Los sulfuros y los productos que se producen mediante su oxidación, los sulfatos, se encuentran en el agua como resultado de procesos naturales y como subproductos de las refinerías de petróleo, de las tenerías, de las fábricas de celulosa y de papel, de las industrias textiles, de las químicas y de las operaciones de gas.

El criterio permisible para el sulfato contenido en las aguas de suministro público es de 250 mg/l. El criterio deseable es que contengan menos de 50 mg/l.

Las concentraciones comprendidas entre menos de 1 y 25 mg/l. de sulfuros pueden ser mortales en el plazo de una a tres días para una gran variedad de peces de agua dulce.

También se ha comprobado que las concentraciones de sulfato de 2 mg/l. producen el debilitamiento progresivo y la muerte del ganado.

Contaminantes Químicos Orgánicos:

21b) Extracto de Cloroformo Carbónico (ECC).- Las recomendaciones normales, sujetas a cambios debidos a la aparición de datos posteriores para los casos en los que el ritmo del flujo es lento, fijan la cantidad de materias orgánicas que puede contener el agua en 0,17 mg/l., y éste es el caso del criterio para el extracto de cloro carbónico.

Gracias a las técnicas analíticas más recientes, el nivel de 0,2 mg/l., establecido por los Patronos de calidad del agua potable, que utilizaron

métodos antiguos de medición menos fiables, no
sido revisado, quedando fijado en 0,15 mg/l.

En general, a las granjas les resulta muy difícil averiguar la cantidad de ECC contenida en las aguas que utilizan. Por esta razón podrán aceptar como válidas las cantidades estimadas por los municipios vecinos que se abastecen en las mismas fuentes.

22b) Sustancia Activa de Azul de Etileno.- El criterio permisible para esta sustancia respecto del agua es de 0,5 mg/l., pero mejor sería que el agua no la llevara en absoluto.

23b) Cianuro.- Los cianuros que se presentan en forma de ácidos cianhidridos y sus sales son sustancias químicas industriales importantes y se las encuentra por todas partes. Son tóxicos en extremo, especialmente cuando el pH es bajo. Se cree que el cianuro actúa impidiendo las reacciones de oxidación del fósforo, que son las que permiten la respiración celular. Muchos peces y animales inferiores parecen ser capaces de convertir el cianuro en ion de tiocianato, que no impide la actividad respiratoria de las enzimas. Los compuestos cianúricos que se forman por la reacción del CN- con metales pesados -- pueden ser incluso sustancias más tóxicas. Por esta serie de razones el control del cianuro contenido en las aguas residuales industriales es decisivo.

Lo mismo que ocurre con muchos de los contaminantes más arriba examinados, a los iones de cianuro no les afecta el tratamiento básico dado al agua en las plantas.

La separación del cianuro de las aguas residuales industriales se realiza frecuentemente mediante la aplicación gradual de cianuro y cloro, que progresivamente oxidan los cianuros (Fig.) convirtiéndolos en cianatos y, a continuación, en dióxido de carbono y en nitrógeno. En Europa este proceso no pasa muchas veces de la conversión del cianuro en cianato.

El criterio sobre la cantidad de cianuro que se le permite contener al agua es de 0,20 mg/l. pero lo deseable sería su total ausencia cuando se trata de aguas de suministro público, de acuerdo con las recomendaciones del Comité so-

Si lo que se pretende es conservar la vida acuática, la cantidad de cianuro será calculada mediante un análisis biológico del agua y prestando especial atención al oxígeno en disolución, a la temperatura y al PH más frecuentes.

24b) Aceites y Grasas.- La contaminación por aceite y grasa puede ocasionarla el agua contenida en las sentinas o en las cámaras de lastre, los residuos procedentes de las refinerías y de la lubricación de la maquinaria de las plantas de laminado, las gasolineras, etc.

No debe haber ni aceite ni grasa en los líquidos residuales industriales. La recomendación del subcomité de que ya no haya aceite ni grasa en las aguas de suministro público se apoya en que incluso cantidades mínimas de estas sustancias comunican al agua un olor y un sabor desagradable, dejan marcas de suciedad en las instalaciones de tratamiento del agua, en las piscinas, en los depósitos de agua, en los embalses, etc.

Una película de aceite apenas es visible en concentraciones de aproximadamente 25 galones por milla cuadrada. Cuando la concentración del aceite es de 50 galones por milla cuadrada una película de aceite de un grosor de tres millonésimas de libra puede ser vista en la superficie como una especie de brillo plateado.

Los aceites recubren los filamentos de las branquias de los peces, produciéndoles la asfixia aun en bajas concentraciones. Algunos aceites crudos contienen una preparación que es soluble en el agua y que resulta altamente tóxica para los peces. El aceite y las grasas pueden recubrir también a las algas y causar su muerte, y lo mismo pueden hacer con el planctón y los organismos que viven en los fondos marinos. Las películas de aceite pueden dificultar la aireación y la fotosíntesis y destruir la vida de los insectos acuáticos. Cangrejos de un peso de 35 a 38 gr mueren en un plazo de dieciocho a sesenta horas cuando se producen concentraciones

De aceite de 5 a 50 mg/l. Algo parecido ocurre con otros pequeños organismos marinos.

El aceite es malo, especialmente para los pájaros y otras especies de vida acuática. Corta la postura de los huevos y la incubación de los mismos e incluso destruye los compuestos normales que facilitan la impermeabilidad al agua de las plumas y la piel.

Los efectos de la contaminación del aceite se deben en gran medida a los naufragios de los petroleros. La literatura actual se halla repleta de datos sobre la toxicidad, el sabor, el color y los efectos sinérgicos de la contaminación por aceite.

25b) Pesticidas y Herbicidas.- El criterio permisivo respecto a la cantidad de pesticidas y de herbicidas que puede contener el agua de suministro público, así como el criterio de deseabilidad, varían según los componentes específicos de cada pesticida y de cada herbicida. Ambos criterios son recogidos en la Tabla A.

La necesidad biológica del oxígeno (NBO) es la cantidad de oxígeno disuelta en el agua que se requiere para que la materia orgánica se destruya en un tiempo determinado y a temperatura constante. La existencia de esa cantidad adecuada de oxígeno en disolución es uno de los requisitos principales para el mantenimiento de la vida acuática. También es un elemento a tener en cuenta en la corrosividad, septicidad y actividad fotosintética del agua.

La necesidad química de oxígeno (NQO) es una parte de la NBO y puede ser determinada independientemente en un experimento para el que se requiere únicamente una muestra de agua y la intervención de un agente oxidante, el bicromato potásico. La determinación de la NBO es ya un índice importante de la contaminación industrial provocada al arrojar la materia orgánica contenida en los residuos industriales a la corriente receptora. De hecho, la materia orgánica considerada por separado es el componente más importante de la contaminación industrial provocada al arrojar la materia orgánica contenida en los residuos industriales a la corriente receptora. De hecho, la materia orgánica considerada por separado es el componente más importante de los residuos industriales.

Los factores principales que determinan que una corriente residual tenga una NBO elevada son:

TABLA A Criterios corrientes sobre algunos pesticidas y herbicidas contenidos en el agua de suministro público

Compuesto	Criterio sobre cantidad permisible en mg/l	Cantidad sobre cantidad deseable
1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahidro-1,4,5,8-dimetanonaphtaleno (Aldrin).....	0,017	Ausente
1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metanoindano (clordano).....	0,003	Ausente
1,1,1-tricloro-2,2-bis (paraclorofenil) etano (DDT).....	0.042	Ausente
1,2,3,4,10,10-hexacloro-6,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-endo-exo-octahidro-1,4,5,8-dimetanonaphtaleno (Dieldrin).....	0.017	Ausente
Lo mismo que el anterior, excepto endo-endo (Endrin).....	0,001	Ausente
1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano..... (Lindano).....	0,056	Ausente
1 (o 3a),4,5,6,7,8,8-heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metanoindano (Heptacloro).....	0,018	Ausente
1,1,1-tricloro-2,2-bis (parametoxifenil) etano (Metoxicloro)...	0,035	Ausente
Fosfato orgánicos más carbonatos.....	0,1	Ausente
2,4-D más 2,4,5-T más 2,4,5-TP (herbicidas).....		

1. La materia orgánica carbónica normalmente degradada por la acción de los microorganismos aeróbicos, que es el componente más importante de las aguas residuales, si no el único - que necesita oxígeno.
2. Nitrógeno oxidable en forma orgánica o inorgánica.
3. Ciertos compuestos químicos reductores, tales como los ferrosos, los sulfitos y los sulfuros.

Los problemas serios pueden surgir cuando las aguas residuales industriales con una NBO alta entran en una planta municipal de residuos. La obstrucción o la corrosión de los sistemas de alcantarillado, la sobrecarga hidráulica del equipo y de las cámaras para el tratamiento de las aguas negras o de los tamices y trituradores constituyen algunos de los problemas que cabe esperar. Los residuos industriales pueden reducir la eficacia de los tanques de sedimentación y de separación de los sólidos; pueden plantear también problemas de suciedad debido al aceite y a las grasas que contienen. Además de estas dificultades que tienen origen mecánico, ciertos residuos industriales tóxicos destruyen a los organismos microbiológicos que son necesarios para la degradación de los desechos.

El criterio permisivo, en cuanto a la cantidad de oxígeno en solución que pueden contener las aguas de suministro, es el de que dicha cantidad sea mayor o igual a cuatro como promedio mensual, aunque el criterio de deseabilidad sea casi la saturación. La NBO media de los desechos domésticos oscila aproximadamente entre 100 y 300 mg/l., y las corrientes receptoras de residuos industriales no deben tener una NBO superior a los 100 mg/l., si se quiere que el sistema no se sobrecargue excesivamente.

A continuación presentamos una tabla que recoge la lista de la NBO de los residuos industriales típicos basándose en unidades de producción para cada industria escogidas arbitrariamente.

TABLA

NBO de residuos industriales típicos.

Industria	Unidades Producidas	NBO mg/l por unidad producida
Envasado de alimentos	Un cerdo	1,048
Leche	1,000 libras de leche cruda	570
Agua utilizada en el proceso de obtención del azúcar de remolacha	Tonelada bruta de re- molacha	1,230
Cervecería	bbl de cerveza	1,000
Fábricas de papel	Tonelada de papel	300
Fábricas de pulpa (sulfito)	Tonelada de pulpa	443
Curtido (vegetales)	100 libras de cuero	1,200
Lavandería	100 libras de vestidos	320
Refinerías de petróleo	bbl de crudo	

A) Legislación Francesa

1.- Patrones para el agua potable.- La legislación francesa establece las concentraciones máximas de cada componente específico del agua en las cantidades indicadas en la tabla siguiente.

El color del agua no debe pasar de las 20 unidades (escala - colorimétrica platino-cobalto), y la turbiedad no debe exceder de 15 gotas de una solución alcohólica de goma de mastique al 1 por 100 en condiciones normales.

TABLA Concentración máxima permitida de los componentes específicos del agua

Componente	Concentración máxima permitida, mg/l.
Plomo (como Pb)	0,1
Selenio (como Se)..	0,05
Fluoruros (como F).	1,0
Arsénico (como As).	0,05
Cromo (como Cr ⁶⁺)..	Indetectable
Cianuros	Indetectable
Cobre (como Cu)	1,0
Hierro (como Fe)... ..	0,2
Magnesio (como Mn).	0,1
Zinc (como Zn)	5,0
Fenoles	Nada
	Criterio deseable,
	ppm
Magnesio (como Mg).	125
Cloruros (como Cl).	250
Sulfatos (como So ₄)	250
Nitratos:	
(Como N)	2-5
(Como NO ₃ As)	9-22

El código permite turbiedades hasta de 30 gotas de mastique en 50 ml. de agua ópticamente clara durante un período de tiempo limitado. Los líquidos en suspensión no deben de sobrepasar las 0,1 unidades al realizar la prueba de Baudrey, En esta prueba se hace pasar una muestra de agua a través de un filtro de tejido fino que tiene una superficie de un centímetro cuadrado; el agua es arrojada desde una altura constante de 10 cm. El volumen de agua - que pasa a través del filtro se recoge hasta que deja de caer en forma continua para hacerlo en forma discontinua. Se alcanza en este momento el punto de obturación, y de este modo se puede obtener

un indicativo de los sólidos en suspensión sirviéndonos de unas curvas patrón.

El contenido total de minerales de cualquier agua potable no puede pasar los 2 g/l. y el agua debe estar libre de todo color o sabor desagradable.

Después de una enmienda reciente se han establecido criterios adicionales exigiendo un bajo contenido en nitrato, la no corrosividad y una cantidad de sulfatos inferior a niveles para los que los elementos que componen la red de distribución del agua puedan verse afectados.

La dureza total del agua debe ser inferior a los 30 grados F. (300 ppm), y es preferible que se encuentre entre los 12 y los 15 grados F. (135 ppm). El agua potable bajo ninguna circunstancia debe contener más de 2 mg/l. de pentóxido de fósforo.

Generalmente, la legislación francesa dispone que ninguna descarga o líquido residual entre directa o indirectamente en una corriente de agua, y de ahí que el dañar o destruir a los peces o a sus recursos alimenticios pueda comportar sanciones civiles, como multas de hasta 5.000 francos franceses y condenas de hasta cinco años.

2.- Residuos industriales.- En relación con las técnicas preliminares para la eliminación de los residuos industriales en general, se han establecido las disposiciones a las que nos referimos a continuación. Todos los líquidos residuales deben ser neutralizados hasta alcanzar un pH cuyo valor esté comprendido entre 5,5 y 8,5. Cuando la neutralización se consigue a base de cieno, el límite superior puede ser de 9,5.

El líquido residual debe ser reducido a una temperatura que no sobrepase los 30 grados C. (86 grados F.)

Las descargas de compuestos cíclicos o hidrosilados o de sus derivados halógenos están prohibidas.

Cualquier descarga que contribuya a la aparición de un olor, sabor o color anormal en las aguas que son utilizadas para el suministro público está igualmente prohibida. Un líquido residual industrial no puede contener ningún producto del que puedan emanar gases o vapores tóxicos o inflamables. Las aguas residuales no pueden contener materia flotante o sustancias que puedan ser dañinas para los peces o para sus alimentos.

B) Patrones y Criterios de la Organización Mundial de la Salud

Estos patrones recogen en general el consenso de la opinión mundial. La tabla nos ofrece los criterios y las concentraciones permitidas en relación con los principales elementos contaminadores del agua.

TABLA Patrones de la Organización Mundial de la Salud para el agua potable.

Componente		Criterios
Plomo (como Pb)...	0,1 mg/l.	Concentración máxima permitida
Selenio (como Se)...	0,05 mg/l.	
Arsénico (como As)...	0,2 mg/l.	
Cromo (como Cr ⁶⁺)...	0,05 mg/l.	
Cianuro (como CN ⁻)...	0,01 mg/l.	
	Permitida	Excesiva
Cantidad total de sólidos ...	500 mg/l.	1500 mg/l.
Color ...	5 unidades	50 unidades
Turbiedad ...	5 unidades	25 unidades
Sabor ...	No molesto	--
Olor ...	No molesto	--
Hierro (Fe)...	0,3 mg/l.	1,0 mg/l.
Manganeso (Mn)...	0,1 mg/l.	0,5 mg/l.
Cobre (Cu)...	1,0 mg/l.	1,5 mg/l.
Zinc (Zn) ...	5,0 mg/l.	15 mg/l.
Calcio (Ca)...	75 mg/l.	200 mg/l.
Magnesio (Mg) ...	50 mg/l.	150 mg/l.
Sulfato (SO ₄) ...	200 mg/l.	400 mg/l.
Cloruro (Cl) ...	200 mg/l.	600 mg/l.
pH ..	7,0-8,5	6,5-8,2
(K ⁺ + Na) SO ₄ ...	500 mg/l.	1.000 mg/l.
Fenoles ...	0,001mg/l.	0,002mg/l.
Cuerpos emisores de partícu...		
las a ...	10 ⁻⁹ c/ml.	--

El tratamiento del agua residual, ya sea de origen industrial o doméstico, se lleva a cabo mediante ciertos procesos básicos. La aplicación de uno u otro varía en función de las características del agua residual, que es lo que determinan los criterios conforme a los cuales se hará el diseño. Una vez que ha sido analizado el problema del tratamiento, se puede proceder a la selección del proceso que más convenga y del equipo que sea más adecuado para llevarlo a cabo de la forma más eficiente.

El equipo que existe en el mercado es fruto de las ideas de los fabricantes en base a su experiencia y a conocimientos muy especializados. En otras palabras, los diseños se piensan y se comercializan para procesos concretos. En consecuencia, el técnico que diseña el equipo debe decidir primero qué procesos son los que convienen; luego debe averiguar cuál es el equipo existente en el mercado que permitirá llevar a cabo el trabajo de forma más satisfactoria, y si es necesario dotarlo de alguna u otra característica específica. Esto exige frecuentemente el diseño de estructuras de dimensiones adecuadas que se ajusten a las de la maquinaria. El equipo se puede acoplar luego a la estructura, estando incluida la operación en el contrato de compra del equipo. No siempre es posible, por ejemplo, diseñar un estanque de floculación con unas dimensiones específicas y encontrar luego las paletas y los agitadores que funcionen en la forma adecuada. La fase del diseño del equipo exige una estrecha colaboración entre el técnico diseñador y el fabricante del equipo para tener la seguridad de que funcionará como se pretende una vez que esté construido.

I. Transporte del Agua Residual

A) Sistemas de Tuberías

Cuando se soluciona el sistema de cañerías o conductos hay que tener en cuenta las características del agua residual que va a ser sometida a tratamiento. Si el agua residual es de tipo ácido algunos de los materiales de construcción podrían verse afectados. Si se utiliza cemento, acero, hierro colado o aluminio hay que emplear algún revestimiento tal como pinturas epóxicas o esmaltes de alquitrán de carbón. El cloruro de polivinilo u otros plásticos sequejantes, la arena y, hasta cierto punto, los cementos asbésticos son materiales muy resistentes que no se deterioran fácilmente. Por otra parte, el PVC no se puede emplear cuando coinciden temperaturas y presiones altas. Se fabrica una tubería de fibra bituminosa con revestimiento epóxido de cemento asbéstico especial para aplicaciones industriales. Las tuberías con revestimiento de vidrio o plástico minimizan la acumulación de grasa cuando esto constituye un problema.

El tamaño del conducto y la cantidad de flujo son también fac

tores a tener en cuenta en la selección de los materiales. Las tuberías de hierro colado, de arcilla, de cemento asbéstico y de PCV tienen limitaciones en cuanto al tamaño. La cantidad de agua residual también es un factor con el que hay que contar al elegir los materiales. Los que no son resistentes no se pueden utilizar indistintamente para conducciones en los edificios y para cunetas en las carreteras. La capacidad de las tuberías para resistir la presión y la cantidad de agua residual viene explicada en los manuales que distribuyen las asociaciones de productores, pudiendo resultar de gran ayuda para los diseñadores, que así podrán dotarlas de las características especiales requeridas.

B) Bombas

Las bombas que se utilizan para mover residuos industriales son de dos tipos: centrífugas para el flujo principal, y de vaivén de émbolo, de tornillo o de diafragma para los sólidos sumergidos o para el lodo. Sin embargo, algunas bombas centrífugas están diseñadas para tratar lodos, arenillas y otras corrientes con elevado contenido de sólidos. Tanto en éstas como en todas las demás bombas centrífugas utilizadas en aplicaciones relacionadas con aguas residuales, la característica decisiva es el diseño del impulsor.

Las ventajas económicas y la ausencia de obturaciones dependen en gran medida de la forma del mismo, de como esté encajado y de la distancia entre las aspas. Cuando se están tratando aguas residuales que contienen sólidos de gran tamaño o sustancias fibrosas, las aspas del impulsor deben tener una separación tal que todos los objetos que entren en la bomba puedan pasar hasta la cámara de descarga. Algunos diseñadores están dotados de una portezuela en la estructura que envuelve el impulsor de forma que se facilite la retirada de las sustancias obturantes. Otros diseños consisten de un sistema integrado de cribado y bombeo. Uno de los tipos de bombas centrífugas tiene un impulsor ranurado que transmite la energía, como en el caso de los convertidores de corriente para fluidos, que actúa por torsión.

Puede bombear el lodo, así como la corriente principal, aunque con menos eficiencia que las bombas centrífugas convencionales. Cuando mayor es la abertura del impulsor menor es generalmente la eficiencia de la bomba, y hay que buscar el equilibrio entre la ventaja económica relativa que supone utilizar impulsores de bombas abiertos o diseños más convencionales combinados con tamices colocados corriente arriba a partir del punto de bombeo.

Puede que las especificaciones exijan que las piezas giratorias estén fabricadas con gran precisión de forma que permitan un equilibrio rotativo casi perfecto, evitando además que se produzcan sedimentos a velocidades normales. La selección de las bombas centrífugas se debe hacer también teniendo en cuenta la capacidad de carga que corresponderá a su vez a las condiciones a las que haya

que hacer frente. Las curvas de capacidad de carga habrán de soportar cualquier contingencia incluidas las pérdidas máximas y mínimas por fricción. La velocidad máxima viene determinada por la succión neta positiva de carga de que se dispone en la bomba por la cantidad y por la carga total. La velocidad a la que una bomba debe funcionar tiene que ser contrastada con los patrones del Instituto Hidráulico, que establecen los límites en materia de succión. Como los flujos de aguas residuales son muy variables, los mecanismos de impulsión a distintas velocidades ofrecen grandes ventajas, principalmente económicas, con respecto a los pozos húmedos, aunque se emplean con más frecuencia instalaciones de bombas múltiples provistas de un interceptor de puesta en marcha.

Las bombas aspirantes que se utilizan en el tratamiento de flujos, que tienen una cantidad elevada de sólidos, llevan de uno a cuatro pistones, cuyo recorrido es adaptable. Se utilizan válvulas esféricas dispuestas de tal forma que resulten fácilmente accesibles para poder retirar las sustancias que producen obturaciones. Las bombas de diafragma también están provistas de estas válvulas esféricas de diseño único y doble y con recorrido adaptable. Ambas bombas están propulsadas por correas o por cadenas y movidas generalmente por motores eléctricos. Es importante protegerlos contra posible escapes, y esto se consigue seleccionando un material de relleno adecuado. Resulta aconsejable el material resistente a los ácidos, a los álcalis y a las aguas saladas, según sean las características de los residuos.

II. Separación de los Sólidos

La descarga de efluentes que contengan una cantidad apreciable de sustancias en suspensión constituye una violación de la mayoría de los patrones de calidad del agua y, por tanto, hay que separar tres sustancias. Los sólidos contenidos en los efluentes pueden consistir en sustancias filtrantes, sustancias pesadas (de gravedad específica elevada) o partículas finamente divididas. Las dos primeras categorías están integradas por sustancias que tienen que ser separadas de las aguas residuales, tanto para proteger el equipo utilizado en su tratamiento como para evitar la contaminación.

Los sólidos flotantes de gran tamaño están formados de cuantos que se pueden separar fácilmente cribándolos y que pueden variar desde trozos de tela y lana hasta derrames procedentes de operaciones de enlatado. A los sólidos pesados generalmente se les conoce por el nombre de arenillas y pueden consistir en arena, cascarilla de las siderúrgicas, cenizas ligeras, pedanos de coque y una gran diversidad de sustancias abrasivas. Los sólidos finamente divididos son aquellos que se sedimentan lentamente y que son denominados minúsculos para ser separados cribándolos.

Generalmente, si todas estas sustancias se encuentran presentes, los pasos que suelen seguirse son los siguientes: cribado, separación de arenillas y sedimentación o flotación. Si los sólidos son floculantes o se les puede precipitar mediante sustancias químicas, la floculación debe preceder a la sedimentación.

A) Tamices

Los sólidos flotantes de gran tamaño deben ser separados de la corriente residual mediante rejillas de barras dispuestas verticalmente, conocidas como tamices de barras, que se colocan en los canales, formando con la horizontal ángulos comprendidos entre los 10 y los 45 grados y estando el ángulo agudo orientado aguas abajo. Pueden ser limpiados mecánica o manualmente, la separación entre las barras es normalmente de una a dos pulgadas. El canal tiene que tener una configuración que permita una velocidad mínima de una pps para evitar la sedimentación, y máxima de tres pps para que no haya posibilidad de que los sólidos atraviesen las rejillas. Cuando el tamiz se limpia mecánicamente, unos rastrillos se mueven sobre y entre las barras, empujando a las sustancias retenidas hacia una plataforma situada en la parte superior de la estructura. Los rastrillos son movidos por motores eléctricos protegidos normalmente de alguna forma contra los sobreflujos. Algunos tamices están provistos de barras curvas, que se limpian mediante rastrillos giratorios. El funcionamiento de los rastrillos, y, en consecuencia, la frecuencia de la limpieza, puede controlarse por cronómetro o por un aparato flotante de control accionado por la carga diferencial.

Para separar las partículas finas de las no floculantes y de las coloidales se pueden utilizar tamices de disco o de tambor. En ellos el tamiz gira sobre un eje horizontal que se le limpia continuamente mediante chorros de agua pulverizada, agua en cascada, etc. Los alambres del tamiz son generalmente de acero inoxidable, de bronce de manganeso o de una aleación y su entramado es de 60 retículas en los de disco y más tupido en algunos de tambor, pudiendo tener aberturas tan pequeñas como de 20 micras.

También se dispone de tamices vibradores que resultan especialmente prácticos cuando las sustancias cribadas tienen que ser deshidratadas antes de su eliminación, o para la recuperación de sustancias que serán utilizadas de nuevo, o para la elaboración de subproductos.

Otro de los tipos de tamices de que se dispone tienen una superficie en forma de curva que consiste en una serie de alambres separados en forma de cuña y formando ángulo recto con la dirección del flujo. Las sustancias que van a ser cribadas se hacen llegar tangencialmente hasta el tamiz a través de una esclusa de forma parabólica. El tamiz se limpia por sí solo. Las sustancias de gran tamaño se desplazan a lo largo de la superficie del tamiz y son desechadas por uno de los extremos. El líquido junto con las particu-

las finas pasan a través del tamiz, siendo descargados por un conducto distinto.

B) Trituradores

En algunos casos es aconsejable la utilización de trituradores que reduzcan el tamaño de los sólidos grandes, convirtiéndolos, en partículas más pequeñas, antes de proceder al tratamiento de la corriente residual.

Esto se puede conseguir triturando los sólidos contenidos en la corriente residual sin haberlos separado previamente o triturándolos después de su separación y volviéndolos a arrojar a la corriente residual. El primer método implica la utilización de un tamiz de tambor con ranuras horizontales, giratorio y dotado de cuchillas montadas en un peine fijo también provisto de elementos cortantes. La corriente residual atraviesa el tambor ranurado y sale por la parte inferior de la unidad. Las partículas de gran tamaño detenidas en la superficie del tamiz son cortadas en trozos pequeños hasta que puedan pasar también ellas a través de las ranuras. Otros aparatos están provistos de un tamiz fijo de barra semicircular, colocado en forma horizontal y equipado con cuchillas. Los sólidos de gran tamaño son cortados por la acción de un aparato oscilante, parecido a un peine, provisto de elementos cortantes.

El segundo método implica el empleo de tamices que se limpian automáticamente y de aparatos cortantes separados, tales como bombas cortantes o partillos oscilantes. Algunas de estas bombas permiten el tratamiento de grandes cantidades de sustancias muy pesadas y también son capaces de bombear una carga hidráulica considerable. Una unidad de este tipo utiliza un disco ranurado y un disco impulsor montado en ángulo oblicuo. Las ranuras se engranan en las estrías de los revestimientos. Este tipo de bombas cortantes son especialmente útiles cuando las sustancias cribadas van a ser transferidas a un digestor anaeróbico o cuando el lodo primario tiene que ser espesado antes de pasar a la centrifugadora para su posterior deshidratación.

C) Separación de la arenilla

La arenilla no constituye normalmente un problema en el tratamiento de las aguas residuales industriales. Cuando aparece arenilla, se la separa por sedimentación diferencial. La reducción de la velocidad de la corriente, aproximadamente una pps, en la zona adecuada permite que los sólidos de gravedad específica elevada se depositen y que los restantes puedan ser transportados a otras unidades de tratamiento.

En el diseño de una cámara de depósito de arenillas, lo que hay que prestar la máxima atención es a la superficie; la capacidad es directamente proporcional a la superficie, independientemente de la anchura, de la profundidad y de la velocidad. Por ejemplo

en un tanque cuadrado se puede utilizar la tabla 1 para determinar el tamaño de la cámara de sedimentación para la separación de las partículas que tengan un tamaño determinado (partículas que tengan una gravedad específica de 2,65).

Se pueden utilizar también canales rectangulares, cuadrados o recipientes circulares. Cuando se emplean canales, hay que tomar precauciones para mantener la velocidad adecuada, lo que se puede conseguir mediante esclusas Jutro o canales de Parshall. La retirada mecánica de la arenilla resulta aconsejable cuando se trata de un flujo continuo, para lo que se puede utilizar una cadena transportadora dotada de barras o paletas rascadoras.

TABLA

Mallas de la arenilla que separan	Ritmo de rebaje, en galones/pie ² /día
35	73.000
48	51.000
65	38.000
100	25.000

En las cámaras cuadradas o circulares, unas paletas giratorias hacen llegar los sólidos a un pozo de recogida donde actúa un sistema de transporte que permite retirar los sólidos para que se tujan por lavado. En estos aparatos, los sistemas de transporte o de clasificación se mueven en sentido contrario al flujo para separar la arenilla que forma parte de la corriente residual en los lugares en que se pueden aplicar chorros de agua atomizada.

Las cámaras de sedimentación de arenillas pueden estar irredondas, lo cual contribuye a limpiar los sólidos pesados y a menudo se puede aplicar para la separación del aceite, la grasa y la arenilla combinadamente, quedando los dos primeros depositados en la superficie. Otro método para separar y limpiar la arenilla consiste en emplear un ciclón provisto de un entrador tangencial. La fuerza centrífuga comunicada a los residuos al entrar produce la separación de la arenilla y de las sustancias orgánicas.

D) Separación del aceite y del Agua

Cuando el aceite flotando se le puede separar dirigiendo el flujo de agua hacia un recipiente donde se le retiene al menos por un período de una hora y donde la velocidad no es superior a dos ppm. El aceite se recoge de la superficie mediante un mecanismo que se sirve de una espumadera, similar al utilizado en los clasificadores y que se describirá más adelante al hablar de estos aparatos. Generalmente se lleva a cabo la operación en dos fases.

Si el aceite está emulsionado se tiene que romper la emulsión utilizando medios físicos o químicos. El Instituto Americano del Petróleo proporciona información sobre el diseño de los separadores y la ruptura de la emulsión.

F) Floculación

Esta fase a menudo se combina con la de sedimentación cuando los sólidos son ligeros y tienden a unirse o cuando se añaden sustancias químicas para producir partículas floculantes. El proceso se desarrolla en un recipiente dotado de medios que permiten una agitación o movimiento lento, que haga que los sólidos más pequeños sean atraídos por las partículas mayores por colisión mecánica o por fenómenos electroquímicos. Con la concentración de la materia en suspensión para formar partículas más densas, aumenta la velocidad de sedimentación.

El medio de agitación utilizado puede consistir en paletas o deflectores dispuestos vertical u horizontalmente que giren en medio de la corriente residual o en aletas o barras que se muevan vertical u horizontalmente accionadas por un mecanismo excéntrico y alternativo. Los elementos móviles son impulsados por motores eléctricos que funcionan mediante reductores de la velocidad engranados. Los deflectores o las paletas que giran sobre un eje vertical están directamente impulsados desde una unidad energética montada sobre un puente construido sobre el tanque. Los elementos que giran sobre el eje vertical pueden estar impulsados directamente mediante cadenas o ruedas dentadas o mediante correas trapecoidales. Cuando son movidos directamente, las unidades energéticas se deben colocar en un pozo seco adyacente. Hay que utilizar una sola unidad energética para impulsar los mecanismos de floculación en tanques adyacentes paralelos, con una clavija que permita que funcionen unos sin que lo hagan los otros. Las velocidades periféricas de los elementos giratorios normalmente no deberán sobrepasar 1,75 pps.

Las unidades montadas horizontalmente están diseñadas para que se las utilice en tanques rectangulares, mientras que aquellas en las que los elementos móviles aparecen suspendidos verticalmente se emplean en los tanques circulares. Algunos fabricantes facilitan una combinación de floculador y clarificador o recipiente de sedimentación. Son de forma circular y el floculador se encuentra en una cavidad central en la parte superior del tanque.

Hay que tener cuidado al hacer el diseño para no dificultar el paso del flujo de agua desde el recipiente de floculación al de sedimentación, ya que un aumento apreciable de la velocidad resaca el floculo. Hay que evitar que la velocidad sea superior a una o dos pps. Si se utilizan sustancias químicas hay que instalar un recipiente preliminar de mezcla instantánea. En este caso se consigue la mezcla de las sustancias químicas con los residuos mediante un mezclador de turbina de gran velocidad o de hélice colocados en

un tanque cuadrado o circular situado delante del recipiente de flocculación. Resulta suficiente un período de retención de diez a treinta segundos con agitación rápida. Una detención mayor puede provocar la rotura de los floculos. La proporción entre la anchura y la profundidad es de dos a una. Las sustancias químicas se añaden en una dosis previamente determinada, medidas en seco y luego disueltas o en suspensión, teniendo en cuenta el volumen o el peso. La mayoría de las sustancias químicas floculantes se pueden obtener en forma líquida, en cuyo caso se añaden a la corriente residual mediante bombas dosificadoras.

F) Clarificadores

La separación de las partículas en suspensión o de los sólidos floculantes se lleva a cabo mediante clarificadores (también llamados estanques de sedimentación y tanques de depósito). En ellos se hace disminuir la velocidad de la corriente residual a una ppm o menos, por dispersión, en tanques de gran superficie transversal y allí se retiene la corriente durante dos o más horas, como regla general. Con algunos residuos es posible un período de retención menor, que puede ser determinado en plantas piloto o en estudios de laboratorio. Los tanques pueden ser circulares con una entrada central y una salida periférica, o a la inversa. Si los tanques son rectangulares, el flujo va desde uno de los extremos estrechos hasta el otro, si bien hay algunos tipos en los que el flujo corre en sentido vertical y el tanque aparece dividido en departamentos, cada uno de ellos con su propia esclusa de salida. También se hacen clarificadores con entrada central y salida periférica. La profundidad del agua está comprendida entre los 12 y 14 pies, y cuando se trata de estanques rectangulares la proporción entre la longitud y la profundidad es de cinco a una. Otros factores a controlar son la cantidad de agua rebosada y la carga de la esclusa. La cantidad de agua rebosada recomendable varía entre los 500 y los 1.200 gpd/pie² de superficie para los residuos de origen doméstico, y lo mismo para la mayoría de los residuos industriales.

En las plantas modernas se ha mecanizado la retirada del lodo. Los estanques rectangulares están equipados con una tolva colocada en el fondo, en el extremo de salida, para que sirva de depósito del lodo. De allí es retirado el lodo mediante una cadena provista de barrederas y movida por un motor eléctrico dotado de reductores de velocidad engranados. El dispositivo frecuentemente permite el movimiento de las barrederas por la superficie y por el fondo para recoger también la espuma. El sistema colector se mueve muy lentamente a velocidad no superior a dos ppm. El fondo del estanque tiene una inclinación hacia el canal de recogida de aproximadamente un 1 por 100 ó más. En algún diseño para tanques rectangulares hay un carrito motorizado en el que se apoya una única cuchilla que se desliza con movimiento de vivén por el borde del tanque.

En los tanques circulares, la cavidad de recogida de lodo se

encuentra situada en el centro, con cuchillas rascadoras girando sobre un eje central o impulsadas por un mecanismo de tracción y que se desplaza a lo largo del borde exterior. En el último caso, las barrederas se encuentran suspendidas de un armazón. Como en los estanques rectangulares, el suelo se encuentra inclinado hacia la cavidad de recogida. Cuando el lodo es pesado y requiere mayor fuerza para su retirada, se recomienda el uso de mecanismos de gran potencia.

La retirada del lodo se lleva a cabo mediante bombas, y se puede controlar la concentración del lodo utilizando densímetros para evitar así que se bombee demasiado líquido con los sólidos.

Cierto tipo de mecanismo colector, especialmente adaptado al proceso de lodo activado (utilizado cuando se trata de residuos orgánicos), se basa en un principio hidráulico. Los conductos se encuentran suspendidos sobre un armazón o se emplea un brazo único, en forma cónica, con orificios.

G) Unidades de Flotación

Algunos sólidos que flotan porque tienen una gravedad específica baja o porque son de naturaleza fibrosa son separados más fácilmente por flotación. También se aplica este método en la separación de la grasa. Consiste en la aplicación del aire para que las burbujas puedan transportar el aceite hasta la superficie del líquido de donde son retiradas por espumaderas. Generalmente se emplean dos métodos: aireación por presurización y por vacío. En el primer caso se inyecta a la corriente residual aire a una presión que puede ser superior a las 25 libras por pulgada². Se hace descender la presión al llegar la corriente a una cámara de flotación, y el aire en disolución forma burbujas que arrastran a las sustancias en suspensión hacia la superficie. En las unidades que funcionan por vacío se hace pasar la corriente aireada de residuos a una cámara cerrada, en la que mediante el vacío se fuerza al aire a subir a la superficie.

El lodo se puede espesar por este método y se recomienda la utilización de polielectrolitos para aumentar la producción del mismo. Los criterios de diseño generalmente vienen expresados en libras por pie² de superficie y día y oscilan entre 4 y 20.

Se pueden utilizar tanques de acero inoxidable ya fabricados o también se pueden construir las unidades sobre el terreno a base de acero o de cemento, ya sean de forma rectangular o circular y provistas de espumaderas mecánicas. También se dispone de unidades combinadas de floculación y de clarificación.

III. Tratamiento de Sólidos

A) Espesadores

Es probable que los lodos bombeadores desde los clarificadores arrastren un elevado porcentaje de agua. Para que se pueda eliminar el agua mediante digestión anaeróbica o para que se pueda proceder a la deshidratación mediante filtración o centrifugación, el contenido sólido no debe ser inferior al 50 por 100.

Algunas veces esto se puede controlar utilizando densímetros - para mover las bombas en el proceso de retirada del lodo. Sin embargo, esto normalmente se hace empleando espesadores.

La flotación se puede utilizar para espesar, como se ha descrito en la sección anterior, o bien se pueden emplear métodos basados en la gravedad. En las unidades que funcionan en base a la gravedad se hace pasar el lodo a un tanque, generalmente de forma circular, en el que tiene lugar la sedimentación. Unas raquetas mueven el lodo suavemente, sueltan el agua, el aire y el gas y empujan el lodo concentrado hacia una cavidad central de recogida. Se pueden emplear centrifugadoras que según descritas en el apartado dedicado a la deshidratación del lodo.

Cierto tipo de tanques rectangulares para espesar el lodo se sirven de palas helicoidales que giran sobre un eje transversal. -- También se dispone de clasificadores y de espesadores combinados.

B) Aparatos para la Digestión Anaeróbica

Tienen una aplicación muy limitada cuando se trata de efluentes industriales, pero si el agua residual es de naturaleza orgánica, el lodo se puede estabilizar anaeróbicamente. Generalmente, si los residuos tienen una NBO igual o superior a 1.000 mg/l., se puede aplicar este método. Las sustancias tóxicas pueden presentar graves inconvenientes y no se debe intentar aplicar este método si existen en una concentración importante. El lodo se mata en tanques cerrados, donde permanece durante un largo período de tiempo que puede oscilar entre varios días y varios meses, dependiendo la velocidad de la digestión de la naturaleza de los residuos. Los tanques circulares y hechos de cemento están equipados con aparatos para mezclar continuamente el contenido. Tiene lugar una licuefacción de los sólidos orgánicos y se producen gases. Tiene que mantenerse una temperatura óptima de 90 a 100 grados F., recurriendo a la calefacción si hace falta.

Normalmente el gas que se produce es inflamable, y su tratamiento exige mucho cuidado; se le puede hacer arder en un quemador de gases residuales o se le puede utilizar para generar energía o calor. Las líneas de recogida están equipadas con sopaplanas y colectores del condensado.

El digestor puede estar dotado de serpentines, a través de los que se hace circular el agua caliente. También se pueden utilizar quemadores sumergidos de gas. Los calentadores externos pueden transferir más calor por unidad de superficie de intercambio que los calentadores internos. En éstos se hace volver a circular al lodo del

de el digestor a través de un intercambiador de calor.

La mezcla en el digestor también se puede llevar a cabo mediante un motor eléctrico que impulse a unos propulsores o turbinas y que facilite la mezcla del gas que se produce en muchos puntos del tanque.

El diámetro y la profundidad de los digestores vienen en gran medida determinados por el equipo de que se dispone y por el aspecto económico de su construcción. Es corriente que tengan una profundidad de 20 pies. Pueden tener un diámetro igual o superior a los 100 pies.

C) Digestión Aeróbica

Una intensa ventilación del cieno durante un largo período de tiempo tendrá como resultado el que las sustancias orgánicas se hagan más espesas y se mineralicen por la oxidación de los sólidos volátiles. El tiempo de retención es aproximadamente el mismo que para la digestión anaeróbica, pero la digestión puede tener lugar en tanques abiertos y no se necesitará equipo de calentamiento ni de recogida de gases.

Los sólidos se espesan y se desecan rápidamente, y la parte líquida puede ser que necesite o no tratamiento posterior. En el primer caso se le puede hacer volver de nuevo a una unidad de tratamiento biológico. El aire se puede suministrar mediante inyectores y ser dispersado utilizando difusores colocados a lo largo de uno de los laterales del tanque, lo que comunica al contenido de este movimiento de rotación, como ocurre en el tratamiento del lodo activado. También se pueden utilizar aparatos mecánicos de aireación, que pueden consistir en mezcladores de turbina o dispositivos de agitación superficial movidos por motores eléctricos. El equipo utilizado es el mismo del proceso de lodo activado y se describirá con más detalle al comenzar este punto.

D) Deshidratación del Lodo

La deshidratación es generalmente un proceso intermedio entre los procesos de separación de sólidos y su eliminación final, incinerándolos o enterrándolos. Esto se puede conseguir mediante desecación aérea sobre lechos de arena o utilizando filtros de vacío, presas filtradoras o centrifugadoras.

Un filtro de vacío tiene la forma de un tambor suspendido en el tanque que contiene el lodo. Se encuentra cubierto con un medio filtrante que puede ser de fibra natural o sintética, de malla de acero inoxidable o de muelles en espiral. Unas separaciones radiales dividen el tambor, el lodo se acumula sobre la superficie del filtro y el vacío separa el agua. Cuando el tambor se aproxima al punto de inmersión, se rompe el vacío y se descarga la masa de lodo mediante aire comprimido algunas veces y con la ayuda de una barredora.

ra. En los filtros de muelle en espiral se quitan éstos del tambor lo que permite descargar la masa de lodo. Del mismo modo, en los filtros de correa se retira el tejido que cubre el tambor y se le hace pasar sobre un pequeño rodillo auxiliar para que sea descargado el lodo. Otro tipo de filtro es el que se sirve de cordeles colocados alrededor del tambor para provocar la descarga. El vacío es u proxímadamente de unas 20 a 26 pulgadas de mercurio.

Con la inmersión del tambor en el tanque queda cubierto normalmente el 25 por 100 del diámetro del aquél, pero esto puede variar, afectando, eso sí, el grado de inmersión a la formación de la masa de lodo. El tanque está provisto de agitadores para mantener el lodo en suspensión y evitar su concentración.

En el caso de algunos lodos es preciso añadir ciertas sustancias químicas que facilitan la deshidratación. Dichas sustancias -- pueden consistir en cloruro férrico y en cal o polímeros.

El rendimiento de un filtro de vacío se mide por la relación existente entre la cantidad de sólidos secos obtenidos y la superficie, y puede variar entre 1 y 8 lpc/hr (1).

Las prensas filtrantes constan de una serie de placas apoyadas sobre una estructura de sostén en posición vertical, cada una de -- las cuales está cubierta por un medio filtrante de tejido. El lodo se bombea hasta los espacios existentes entre las placas, obligando a pasar el líquido a través del tejido. Otros tipos se sirven de -- bolsas colocadas en una estructura de sostén, unas frente a otras, entre láminas de drenaje. Se obliga al agua a atravesar las bolsas mediante presión aplicada por platinos. Por lo general, las prensas filtradoras solamente se utilizan en caso de que se trate de lodo que no puedan deshidratarse rápidamente por medio de filtros di continuos. Normalmente resultan adecuados para un funcionamiento di intermitente; sin embargo, por lo menos se emplea uno de este tipo en funcionamiento continuo en los procesos de tratamiento de residuos. En este caso el lodo que ha sido espesado pasa entre unos rotos -- estendo provisto el fondo de uno de ellos de un tambor ranurado.

Se utilizan centrifugadoras de flujo continuo, tanto para espesar como para deshidratar.

La centrifugadora en forma de cubilete ha resultado ser la más adecuada para la deshidratación del lodo residual. Funciona girando sobre un eje horizontal y consiste en un recipiente en forma de cubilete con una espiral o tornillo transportador que gira a una velocidad ligeramente superior a la del cubilete. El lodo entra por el eje del transportador, y los sólidos van depositándose al pasar por unos recipientes que contienen líquido y se pe -- en contra de las paredes del cubilete. El líquido fluye hacia el extremo de éste y rebota una presa reguladora, pudiendo ser retirado por acción de la gravedad o mediante bombeo. La fuer. de fricción de los sólidos sobre el transportador les empuja desde el recipiente a una cavidad de drenaje

trifugas desarrolladas varían entre 3.000 g., en donde

$$g = 1,42 \times 10^{-5} (2 r) \quad (\text{rpm})^2$$

y r es el radio del cubilete.

La cantidad de líquido se mantiene mediante una esclusa inferior y se regula el tiempo de retención, que varía aproximadamente entre un cuarto de minuto y minuto y cuarto. El aumento del tiempo de retención se traduce en una mayor claridad, pero también en una mayor humedad del lodo. El aumento de la velocidad en el cubilete aumenta la recuperación de las sustancias y produce sólidos más secos. La disminución de la velocidad del transportador da lugar a resultados parecidos. La recuperación también mejora disminuyendo la velocidad con que se suministra lodo, aumentando la consistencia del mismo y añadiendo sustancias flocculantes. Cuando los sólidos son más secos se puede aumentar la velocidad a que se suministra lodo, reducir su consistencia y la cantidad de flocculantes que es preciso añadir. El aumento de la temperatura repercute favorablemente tanto en la recuperación como en los sólidos.

E) Eliminación del Lodo

La pasta de lodo que resulta del proceso de filtración o de la centrifugación todavía contiene una cantidad considerable de humedad. Cuando el lodo es de naturaleza orgánica y tiene un valor como fertilizante es necesario proceder a su desecación para reducir aún más la humedad. Para cada libra de agua se requieren 1.222 Btu a una temperatura ambiental de 60 grados F. La pasta de lodo debe ser rota para que la desecación sea más rápida y eficiente, y para ello se utiliza un triturador de arcillas de muela o de tambor. Un secador giratorio hace posible un funcionamiento continuo. Este aparato consiste en un tambor que gira mecánicamente a través del cual se hace pasar el lodo y el aire caliente procedente de un horno situado en uno de los extremos y puesto en movimiento mediante un ventilador. Uno de estos tipos de aparatos tiene dos armazones, de forma que los gases calientes y el lodo pasan a través del interno, y los gases vuelven por el espacio anular que queda entre los dos armazones. En los secadores instantáneos se hace pasar el desintegrador de tambor y los sólidos quedan en suspensión en una corriente de gases calientes. Se utiliza un ciclón para separar el vapor de agua del cieno.

La destrucción total del lodo contenido en los residuos orgánicos es el método de eliminación más recomendable. Esto se consigue mediante la incineración de los sólidos volátiles, quedando sólo la ceniza estéril.

Generalmente se emplean dos tipos de métodos de incineración para conseguir este objetivo. En uno de ellos se introduce el lodo

poco profundos (entre dos y medio y cinco pies), para que las algas puedan crecer por todo su fondo, la cantidad que se recomienda es de 10 a 50 libras de NBO por acre y por día, tratándose de residuos domésticos. La cantidad adecuada en el caso de los residuos industriales debe venir determinada por la experimentación. Los residuos no tratados todavía y con un contenido bajo de sólidos deben tratarse de este modo, sin proceder previamente a la separación de dichos sólidos. En las zonas en las que la percolación a través del suelo puede constituir un problema, hay que revestir los estanques de asfalto o de sustancias plásticas.

Con frecuencia se utilizan series de celdillas situadas paralelamente para que el funcionamiento tenga mayor flexibilidad, para evitar fugas de sólidos y para que con el avance de la oxidación los sistemas de organismos vivos se encuentren en las condiciones adecuadas. La profundidad del estanque deberá ser de tres pies más para prevenir la subida del nivel debido a la congelación. Hay que construir un dique con una pendiente interior comprendida entre 1:4 y 1:7, y una inclinación exterior de 1:4. En los diques se debe plantar césped que tenga raíces cortas. La configuración de los estanques debe evitar la formación de islas, penínsulas o ensenadas. La entrada del efluente normalmente es a la altura o menos de un pie del fondo.

La capacidad y la profundidad de un estanque durante el invierno es un elemento a considerar, de forma que sólo se necesite de una quinta a una décima parte de terreno. Entre los equipos de aireación se puede contar tanto a los aparatos mecánicos superficiales como los sistemas difusores de aire. Los aparatos mecánicos de aireación pueden estar apoyados sobre puentes o columnas o montados sobre elementos flotantes amarrados mediante cables. Los sistemas convencionales para la difusión de aire, que han sido examinados en el epígrafe titulado lodo activado, pueden utilizarse cuando la configuración del estanque lo permite. Un sistema diseñado específicamente para estos estanques implica la utilización de una tubería perforada de plástico que se extiende transversalmente por todo el fondo del estanque, de manera que se produzcan una serie de compartimentos separados por cortinas de burbujas de aire.

B) Filtros Percoladores o de Goteo

En ellos se cultivan bacterias y otros microorganismos especiales para los residuos que se vayan a tratar. Los aparatos consisten en lechos que contienen piedras o escorias de un tamaño comprendido entre dos y siete pulgadas, sustancias plásticas especiales o estacas de pino silvestre. Se distribuyen los residuos de forma homogénea sobre la superficie del lecho mediante un mecanismo inyector. Los distribuidores pueden estar movidos por motor o hidráulicamente. El lecho se apoya sobre un piso diseñado de manera que permita el libre drenaje del efluente y el paso del aire en todo momento. Generalmente, la estructura del sistema es de cemento armado, pero tam-

deshidratado en un lecho fluidificado hecho de arena en suspensión en aire que se calienta a temperaturas de 1.400 y 1.500 grados F. Se depura el efluente que sale de la planta de los gases que contiene, y los sólidos que arrastra se separan y se deshidratan en el depurador, haciéndoles pasar a continuación por un ciclón.

En el segundo tipo se introduce el lodo deshidratado en un incinerador de soleras múltiples que consiste en una armadura de acero revestida de material refractario y que contiene cuatro o más soleras o placas. Unas paletas o restrillos giratorios rueven el lodo en cada solera hasta los escotillos de descarga de forma que el lodo pase por todas las soleras durante el proceso de incineración. Hay que mantener la temperatura a unos 1,350 grados F., para evitar que se produzcan olores. Como en el caso del sistema de lecho fluidificado, los gases de escape se depuran para evitar la contaminación del aire.

Otro método utilizado en la eliminación del lodo es el proceso de oxidación húmeda, mediante el cual se oxida el lodo húmedo en un reactor a una temperatura aproximada de 500 grados F. y a presiones relativamente altas (entre 350 y 3.000 lpc). Se emplean intercambiadores de calor para transferirlo desde los materiales utilizados en el proceso al lodo que entra.

Un cuarto proceso se sirve de un reactor vertical en el que el lodo espesado es atomizado y calentado hasta alcanzar temperaturas comprendidas entre los 1.000 y los 1500 grados F. El agua que arrastra se convierte instantáneamente en vapor, y las partículas de lodo caen a través del reactor, entrando en contacto con el aire introducido por la parte media del aparato, produciéndose la combustión de este proceso.

IV. Separación de las Sustancias Orgánicas en Disolución

Los residuos orgánicos, una vez que se ha llevado a cabo la separación de los sólidos, deben recibir un tratamiento posterior que permita retirar los componentes disueltos que son inestables. Esto se puede conseguir mediante oxidación biológica, en la que actúan a las sustancias orgánicas cultivos de microorganismos para que las destruyan. Se emplean tres procesos básicos: 1) estabilización en grandes tanques; 2) paso de los residuos a través de medios compuestos de materiales gruesos, conocidos como filtros de goteo o percoladores, y 3) ventilación intensiva de los residuos, conocido como proceso de lodo activado.

A) Estanques de Estabilización

Consisten en lagunas de tierra y de poca profundidad en las que se retienen los residuos durante varias semanas. El sistema biológico puede montarse a base de algas que produzcan oxígeno -- por fotosíntesis para llevar a cabo la oxidación. Los tanques son

bién se puede utilizar: cero o bloques huecos.

El cultivo de microorganismos, que suele revestir la forma de légamo, se incorpora al medio percolante. A medida que los residuos se filtran a través del medio en pequeñas películas, el cultivo de microorganismos se alimenta con la materia orgánica, reduciéndola a compuestos estables de carbono y nitrógeno.

Los filtros a base de medios de rocas, escorias o madera de pino silvestres tienen una profundidad que varía entre tres y diez - pies. Los filtros con medio a base de plástico, al permitir que el aire pase más fácilmente y al tener un peso muy ligero, pueden ser mucho más profundos, con lo que resultará menor la cantidad que se necesita de terreno.

En los filtros de madera de pino silvestre se unen estaquitas - en forma de sierra, dejando una separación entre ellas de unos 0.7 - pulgadas. Los medios filtrantes de plástico están hechos de láminas onduladas de poliestireno o de cloruro de polivinilo, que aparecen - formando conjuntos para ser colocados en filtros.

La cantidad de residuos más recomendable se expresa en libras - de NBO por día y por unidad de volumen y oscila entre las cinco y - las 300 libras por cada 1,000 pies cúbicos. La cantidad efectiva varía según sea el tipo de residuos que se vayan a tratar. El medio - filtrante debe mantenerse húmedo en todo momento. Hay que prever la posible recirculación del efluente para compensar los flujos bajos. La recirculación en cualquier momento es ventajosa porque con ella se consigue un mayor grado de separación de las sustancias orgánicas. Algunos humus de los que se producen en el filtro y que contienen - las células bacterianas muertas tienen que ser separados por medio - de un tanque de sedimentación.

C) Proceso de Cieno activado

Este método es el que proporciona el grado más elevado de trata- miento de todos los procesos de oxidación biológica, pero su funcio- namiento es muy delicado y tiene que ser llevado a cabo con cuidado e inteligencia. Por estas razones algunas veces se prefieren los es- tanques de sedimentación y los filtros percoladores.

La reacción tiene lugar en tanques equipados con difusores, a - través de los cuales se suministra aire mediante inyectores, o equi- pados con aparatos de aireación superficial mecánicos o de turbina - movidos por motores eléctricos. Cuando el aire se suministra por di- fusión, los difusores se encuentran situados en o cerca de la parte superior o del fondo, de manera que la liberación del aire imprima un movimiento giratorio al contenido del tanque. Esto mantiene a los sólidos en suspensión y permite la absorción de oxígeno atmosférico. - Los difusores pueden estar hechos de cerámica porosa, de acero inoxi

dable, de tubos envueltos con saram, de tubos con cabezas inyectoras o simplemente de tuberías perforadas. Los inyectores pueden ser centrífugos o de desplazamiento positivo, diseñados para funcionar a presiones comprendidas entre ocho y diez lpc, aunque ello se ve afectado por la profundidad del tanque, que generalmente varía entre 10 y 20 pies. Los tanques pueden tener una anchura igual o superior a los 30 pies. Cuando se emplean difusores que producen burbujas muy finas hay que filtrar el aire.

Hay varios tipos de aparatos mecánicos de aireación, entre los que son más comunes el de superficie, el de tubo de aspiración con turbina y el de turbina con inyección de aire. El de superficie es un aparato que tiene rueda o cepillo de palas que se encuentran suspendidos verticalmente y sumergidos parcialmente. El de tubo de aspiración consiste en un propulsor suspendido verticalmente que se encuentra generalmente montado sobre un tubo vertical. Los residuos suben y bajan por el tubo, realizándose así su mezcla y aireación. Un variante de este modelo consiste en una turbina suspendida verticalmente y equipada con un anillo rociador para la dispersión del aire inyectado mediante difusor. Los aparatos de aireación superficial pueden ser de corriente aérea ascendente o descendente. Los aparatos mecánicos de aireación se regulan teniendo en cuenta las libras de oxígeno consumidas por caballo de vapor y hora, y suelen oscilar entre tres y media y cuatro y media para aparatos que varían entre 1 y 150 CV.

El cultivo de microorganismos se encuentra en suspensión entre los residuos, y como éstos se ponen en circulación varias veces hay que instalar un tanque final de sedimentación. Existe un contenido óptimo de sólidos que conviene mantener en el tanque de aireación, y, en consecuencia, hay que controlar la cantidad de cieno que retiene del tanque de sedimentación final.

Existen tres variantes del proceso de cieno activado, generalmente denominadas "convencional", "aireación prolongada" y "estabilización por contacto". En el proceso convencional, el período de aireación es de dos a seis horas. En la aireación prolongada es superior a las veinticuatro horas.

En el proceso de estabilización por contacto, el cieno es aireado durante un período prolongado de tiempo antes de mezclarlo con los residuos que entran. La corriente principal de residuos se airea y la mantiene en contacto con el cieno durante treinta minutos. El proceso necesita un tanque de aireación para la corriente residual principal, un tanque de aireación del cieno y un tanque de sedimentación final.

Los procesos de cieno activado convencional y de estabilización por contacto generalmente se aplican a residuos clarificados, y el de aireación prolongada, a los residuos que no han recibido ningún

tratamiento previo. El proceso de aireación prolongada produce muy poco cieno, y el que produce es orgánicamente estable. Por ello tiene ventajas sobre los otros dos métodos en los que intervienen cantidades importantes de cieno inestable.

Los criterios para el diseño tienen en cuenta las relaciones existentes entre la NBO de los residuos a tratar, el volumen del tanque y la aireación que se facilita. Para el proceso convencional de cieno activado, la NBO oscila entre 25 y 300 libras de NBO/(día)(--- 1,000 pies³). Las necesidades de inyección de aire por difusión son de 900 a 1.100 pies³/libra de NBO. Para la estabilización por contacto, la necesidad de aire es de 1.600 a 1.700 pies³/libra de NBO. El tanque de aireación del cieno en la estabilización por contacto debe tener una capacidad de almacenamiento de dos horas y media para flujos medios, y el tanque de mezcla o de la corriente principal residual debe tener una capacidad de treinta minutos. En las plantas de aireación prolongada, la necesidad de aire oscila entre 1.500 y 3.500 pies³/libra de NBO. La NBO de los residuos varía entre 12,5 y 25 libras de NBO/1.000 pies³.

V. SEPARACION DE LOS SOLIDOS EN SUSPENSION

Aunque han sido previstos para la desmineralización de las aguas salinas, los procesos de desalinización se pueden emplear para separar tanto las sustancias orgánicas como las inorgánicas en disolución. Estos métodos resultan costosos en comparación con otros procedimientos para el tratamiento de residuos y no están justificados económicamente más que cuando se precisa un alto grado de tratamiento o si los elementos nocivos no pueden ser separados por ningún otro método. Un ejemplo de posible aplicación lo encontramos cuando hay que convertir el agua residual en agua potable o hay que tratar el agua porque no existe otra fuente que pueda proporcionar agua utilizable. Es necesario, para que los resultados sean eficientes, obtener un afluyente libre de sólidos y -para algunos métodos- de bacterias.

El proceso se lleva a cabo por destilación, electrodiálisis y ósmosis inversa. En la destilación, parte o la totalidad del agua residual es evaporada y a continuación recuperada como agua utilizable mediante condensación. Su economía depende del costo del suministro de energía. El mecanismo del ciclo evaporación-destilación varía mucho en la práctica, pero en general se utilizan tres métodos: destilación instantánea en fases múltiples, evaporación de efecto múltiple en grandes tubos verticales y compresión del vapor. En cierta medida se ha utilizado la destilación solar para desmineralizar aguas salinas y también puede tener aplicación en el tratamiento de residuos.

En la destilación instantánea en fases múltiples el agua calienta hasta alcanzar los 200° F. y se hace entrar rápidamente en un eva

porador a baja presión. El vapor que se produce se condensa para convertirlo en agua. El concentrado residual pasa a través de evaporadores adicionales, cada uno a menos presión que el anterior y cada uno de ellos produce agua.

El proceso de destilación de efecto múltiple en tubos largos basa en un principio semejante de evaporación sucesiva. Cada evaporador consta de unos tubos largos verticales a través de los cuales cae el efluente previamente calentado, hirviendo en su caída. El vapor y el agua caliente se recogen en el fondo del evaporador. El agua caliente se bombea hasta los tubos del segundo evaporador, donde se repite el proceso. Se instala el número necesario de evaporadores para conseguir el grado de eficiencia que se desea. Como fuente inicial de calor se utiliza vapor, que se pasa de un aparato a otro. Se recoge el condensado que se produce en cada evaporador.

En la destilación por compresión del vapor el efluente se evapora por presión atmosférica. El vapor que resulta se comprime y se hace volver para que caliente el evaporador. La diferencia de temperatura entre el vapor comprimido y el efluente que entra en el evaporador hace posible la condensación. Este proceso tiene una ventaja sobre otros métodos que consiste en que no se necesita agua de refrigeración por llevar a cabo la combustión.

El procedimiento de electrodiálisis consiste en hacer pasar el efluente a través de capas alternativas de membranas permeables aniónicas y catiónicas que separan de forma selectiva los sólidos en solución que proceden de compartimientos alternos y el concentrado que viene de los otros compartimientos. El elemento energético es la electricidad y se utilizan voltajes altos.

La ósmosis inversa también se sirve de membranas, pero de un tipo tal que solamente los sólidos en suspensión o ciertos iones moleculares las pueden atravesar, dependiendo del grosor de la membrana. Pico grosor también determina el flujo que se puede permitir por una presión de funcionamiento determinado. Cuando se utilizan membranas para tratamiento secundario o terciario en los sistemas de tratamiento de residuos, las capacidades son del orden de 10 galones/(pie²)(día) a una presión de aproximadamente 50 libras por pulgada cuadrada. La estructura de la membrana debe ser de tal forma que pueda retener todos los sólidos que tengan un peso molecular superior a 10.000. En éste están incluidas todas las sustancias que conservan su origen.

En todos los procesos de ósmosis inversa queda un concentrado residual que tiene que ser eliminado.

A) Intercambio de Iones

Resulta útil para la recuperación, tanto de las sustancias químicas empleadas en los procesos, como para la separación de los ele

Los nocivos. El efluente no debe contener sólidos. No resulta competitivo comparado con otros métodos para la desmineralización de aguas saladas.

El mecanismo es químico y se sirve de resinas que reaccionan con los cationes y los aniones. Se utilizan dos resinas que puedan colocarse en receptáculos separados o en el mismo (lecho mezclado). El receptáculo es normalmente de acero, está totalmente cerrado y funciona a presión. Se hace que el agua le atraviese como si se tratara de un filtro. La resina se empobrece después de pasado cierto tiempo y tiene que ser regenerada o evacuada. Las resinas catiónicas se regeneran con ácido, y las aniónicas, con sosa cáustica. Los lechos tienen una capacidad de funcionamiento que oscila entre seis y ocho gpm/pie² de superficie filtrante.

La cantidad de minerales que pueden ser separados sin regeneración del lecho depende de la capacidad de la resina y de la concentración del efluente. Hay que controlar las unidades para tener la seguridad de que no se sobrepasa la capacidad de la resina. Esto se puede hacer automáticamente empleando una cédula de conductividad en el circuito de control.

Hay que tomar medidas para la eliminación de los productos que se derivan de la regeneración, que pueden estar más concentrados que los residuos originales. El agua de enjuagado también puede plantear un problema en lo que se refiere a su eliminación.

B) Tratamiento Químico

Muchas aguas residuales son demasiado ácidas o demasiado alcalinas para que puedan ser evacuadas directamente en una corriente y, por tanto, es necesaria su neutralización. Otras, como las procedentes de las operaciones de chapeado a base de cromo, contienen elementos que tienen que ser separados haciéndoles reaccionar con sustancias precipitantes específicas.

La neutralización o la corrección del pH implica la adición de ácidos o de álcalis. Esto exige la mezcla de las sustancias añadidas a la corriente de agua residual.

Para conseguir la mezcla que permite el control del pH se necesita un estanque relativamente pequeño dotado de mecanismos de agitación, tales como paletas o impulsores suspendidos verticalmente. A veces se suministra aire mediante compresores que se dispersa por difusores. Bajo el título "Floculación" se trató del diseño de los estanques de mezcla.

Los ácidos, las sustancias cáusticas líquidas o cualquier otra solución se puede incorporar a la corriente residual por medio de un diagrama o de una bomba inyectora. Estos aparatos se pueden controlar

mediante un motor de velocidad variable o ajustando el recorrido del pistón de la bomba.

Las sustancias químicas secas, tales como la cal, el alumbre y otros coagulantes, tiene que ser añadidas a la corriente mediante aparatos gravimétricos o volumétricos. Estos aparatos disponen normalmente de un tanque de solución o de cieno de forma que se pueda conseguir la fluidez necesaria. El aparato gravimétrico está dotado de un mecanismo que permite añadir las sustancias químicas que se añaden, teniendo en cuenta el espacio ocupado por ellas. Este último, naturalmente, es el más aconsejable para lograr precisión en el tratamiento.

VI. CLORACION

La mayoría de las corrientes industriales residuales no arrastran microorganismos patógenos. Sin embargo, se lleva a cabo en numerosas ocasiones la cloración de dichas aguas por otras razones, entre las que se pueden citar la eliminación de olores, la reducción de la DBO, el control de los microorganismos, la reducción del color y la incorporación de esta sustancia como reactivo específico.

El cloro se puede añadir en su forma elemental, que es almacenado y transportado bajo presión en estado líquido en cilindros de acero. También se le puede añadir como una solución de hipoclorito, ya sea de hipoclorito de calcio o de sodio. Una tercera posibilidad consiste en utilizarlo en forma de dióxido de cloro.

El cloro elemental en estado líquido se incorpora a los residuos mediante un aparato que mide y controla la cantidad de cloro que sale de los cilindros en forma de gas. Por razones de seguridad se puede llevar a cabo la operación utilizando la presión negativa en lugar de la positiva o directa. En ambos casos, el flujo de cloro se regula ajustando la presión diferencial a través de un orificio fijado en el tercio del orificio. Cuando se utiliza el vacío (presión negativa), éste se crea mediante un inyector de agua que, además de transportar la sustancia química del cilindro, la incorpora a la solución. A 20°C., un volumen de agua disuelve 2,3 volúmenes de cloro gaseoso.

Esta sustancia química es muy tóxica, y como se pueden producir escapes, el equipo debe estar instalado en un cuarto apartado bien cerrado y ventilado, que conviene que esté equipado con un sistema de alarma. Se debe calentar este cuarto para que alcance los 70°F. de temperatura. Se puede disminuir la cuantía de los escapes instalando aparatos especiales de calefacción.

El hipoclorito de calcio se puede obtener en polvo, granulado o en tabletas y contiene aproximadamente el 75 por 100 del cloro dis-

nible. Se le disuelve de forma intermitente en tanques de solución, que generalmente son de plástico. El hipoclorito sódico se puede comprar en concentraciones que tienen un 15 por 100 de cloro disponible y se le puede añadir directamente en tales concentraciones. Ambas formas necesitan diafragmas o bombas dosificadoras de desplazamiento positivo para que incorporen la solución de forma controlada a la corriente residual.

El bióxido de cloro, preparado a partir del clorato sódico y -- cloro, es un gas y se le añade mediante un gasómetro de tipo de los inyectores de agua. La solución de bióxido de cloro se debe añadir directamente a la corriente residual mediante una bomba dosificadora para sustancias químicas sin diluirla previamente.

VII. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LOS PROCESOS

Sobre todo cuando se aplican sustancias químicas, hay que tener en cuenta las consecuencias económicas que se derivan de la instalación de equipos de control. Con ellos se puede reducir el costo de la mano de obra, y las sustancias químicas se añaden precisamente en la proporción deseada independientemente de las variaciones en el flujo o de la concentración de la corriente residual. El sistema básico de control consta de un aparato base, un detector o sensor, de un transmisor y de un receptor.

A) Aparato base o primario

Este aparato produce una presión diferencial y proporciona así un medio para medir el flujo. Un tubo Venturi, un inyector Venturi, un tubo Dall, un orificio concéntrico, un canal de Parshall, una esclusa o un tubo pitot pueden resultar suficientes. Para el control del funcionamiento de una planta, o de parte de ella, se coloca el aparato básico de control en medio de la corriente residual principal, -- actuando como indicador del aparato detector o sensor de la corriente.

B) Detectores o Sensores

Además de la velocidad de flujo, de la presión, del nivel y de las características físicas o químicas, hay otros elementos cuya determinación puede ser necesaria para poder controlar un proceso. El nivel del líquido se puede detectar mediante flotadores, electrodos, sondas sensibles a la temperatura o sistemas de aire comprimido.

Los flotadores están enganchados mecánicamente a un cable y a un tambor, cuyo eje se encuentra conectado a un transmisor que acciona unos interceptores de mercurio para que hagan funcionar una bomba o una válvula que produce una señal determinada. El agua que conten-

ga cualquier cantidad apreciable de minerales en disolución transportará una corriente eléctrica. Por ello, cuando se introduce en el flujo de la corriente, ésta puede ser detectada. Cuando los controles se llevan a cabo mediante bombas, se utilizan dos: de los cuales uno se coloca en el fondo del recipiente para que haga funcionar la bomba, y el otro, en la parte superior para que detenga su funcionamiento. Las sondas de temperatura detectan la diferencia entre la temperatura del aire y la del líquido. Los sistemas de aire comprimido implican la producción de burbujas, que formen una bolsa de aire en una tubería o campana. El retroceso en la presión de la línea de aire debido al aumento del nivel del líquido es detectado por fuelles que accionan interruptores.

Los aparatos para detectar la presión consisten generalmente en tubos de bordón, fuelles o diafragmas. Estos se colocan directamente en la línea de aire sin que intervenga ningún otro aparato. Los tubos de bordón se pueden usar en válvulas de gas y pueden necesitar un enganche mecánico para que accione el finidor de un transmisor, produciendo una señal que varía en proporción directa con la presión. Los fuelles y los diafragmas funcionan de acuerdo con un principio semejante.

La turbiedad, la temperatura, la conductividad, el pH, el oxígeno disuelto, la reducción potencial por oxidación y otras características se pueden determinar continuamente mediante aparatos de medición diseñados a tal efecto. De hecho, cualquier característica química que pueda ser detectada por medio calorimétricos puede ser automáticamente medida con el fin de registrarla y controlarla. Los turbidímetros y los aparatos sensibles al calor implican la realización de circuitos. Otros utilizan electrodos y sondas.

C) Transmisión y Recepción

El sensor o aparato básico mide una variación en la cantidad de la sustancia a un punto de observación o de utilización, donde es recibida por un aparato apropiado. Se pueden utilizar la corriente eléctrica, las señales electrónicas o las señales neumáticas. Los sensores neumáticos sólo transmiten a una distancia límite de aproximadamente 1,000 pies. Se basan en una variación de la presión del aire que actúan en un circuito cerrado presiones que varían entre 3 y 15 libras/pulgada². Un aparato integrado dosifica la presión del aire según el orden de la variación en la cantidad medida. La presión del circuito hace funcionar un receptor, que generalmente consiste en un indicador o en un registro.

Los sistemas de control eléctrico utilizan un método alébrico de corriente continua, y la corriente se envía en forma de pulsaciones, cuya duración es proporcional a la cantidad medida. También se pueden utilizar ondas sonoras, lo que implica el empleo de transmi-

res y receptores electrónicos. En estos casos, la variación de la pulsación se transmite en forma de tonos por un equipo AM (modelo de amplitud). Además, también se pueden utilizar equipos FM o que actúen por cambio o por desviación de la frecuencia.

El primero tiene la ventaja de que es capaz de transmitir dos señales por el mismo canal y de proporcionar una transmisión muy fidedigna bajo condiciones adversas por el circuito de transmisión.

D) Control de Supervisión

Cuando las señales se transmiten a un punto central para su conocimiento y registro y se desea controlar el funcionamiento de otro punto, se dota al sistema de mecanismos que den órdenes para conseguir así su funcionamiento automático.

Con la transmisión automática de las pulsaciones se utilizan interruptores exploradores en los receptores accionados por motores eléctricos; dichos interruptores se encuentran instalados tanto en el punto de transmisión como en la estación central. Hasta veintiocho funciones de control o de alarma pueden ser realizadas a través de un solo par de hilos. Cuando se trata de transmisión electrónica se aplican los mismos principios. El control se consigue mediante dispositivos que bajo determinadas condiciones ponen en marcha o paran las bombas o abren o cierran las válvulas. Un ejemplo lo constituye el control del pH. Este se mide mediante el sistema de electrodos y las señales se transmiten al punto de control.

Si hay que actuar para corregir una situación de acidez, el receptor detecta un pH por debajo del nivel deseado y pone en marcha un aparato que suministra una sustancia alcalina y que se mantiene en funcionamiento hasta que se haya alcanzado el nivel previamente fijado.

El último paso lo constituye el control por computadora, mediante el cual se registran, por ejemplo, las variaciones en el flujo y la cantidad del agua residual. La computadora es programada para que la dosis de sustancias químicas sea la adecuada según estas radiaciones y para que haga actuar a los controles oportunos para que lleven a cabo los ajustes que convenga. Para ayudar al operador de la estación central a controlar el funcionamiento de la planta se utilizan indicadores y registros, así como luces que indican si las diversas piezas del equipo están en marcha o no, y alarmas que señalen cuando algo no funciona bien. Hay que diseñar sistemas de control a prueba de fallos para evitar todo daño, y todo mecanismo automático debe tener interruptores manuales que permitan su funcionamiento.

Los diversos indicadores y luces deben estar montados sobre un panel al que se haya incorporado un diagrama de la planta. Esto ayuda al operador a determinar de una vistazo las condiciones de funcionamiento de cada elemento.

VIII. Equipo Tratante

A) Plantas de Embalaje

Cuando los residuos son susceptibles de oxidación biológica se pueden conseguir plantas completas prefabricadas y listas para su instalación, no necesitando se construya más que las cañerías y se realicen las conexiones eléctricas. Dichas plantas utilizan unidades de oxidación prolongada, de estabilización por contacto y de percolación. Los trituradores, los recipientes de reacción y de sedimentación o los filtros se encuentran encerrados en armazones cilíndricos o rectangulares, generalmente de acero protegido catódicamente. La capacidad normal de las unidades prefabricadas es aproximadamente de 100.000 gpd. Sin embargo, las unidades construidas sobre el propio terreno pueden alcanzar una capacidad hasta de 1.000.000 gpd. Generalmente éstas están dedicadas al tratamiento de residuos de aceites, pero también se le puede hacer de tamaño adecuado para el tratamiento de efluentes industriales, teniendo en cuenta el flujo y la CBO.

B) Tratamiento terciario

Este es el nombre que se da al tratamiento más avanzado de los residuos y se basa en la suposición de que el tratamiento primario consiste en la separación de los sólidos en suspensión y el tratamiento secundario en la oxidación de las sustancias orgánicas en disolución. Una unidad terciaria de tratamiento actúa sobre el efluente procedente de una unidad secundaria. Los procesos corrientemente utilizados para la oxidación biológica y la separación de los sólidos generalmente no pueden producir efluentes con menos de 10 mg/l. de DBO y 20 mg/l. de sólidos en suspensión, y la reducción obtenida de los característicos que tienen la corriente residual entre de 10 a 20 por ciento superior al 95 por 100. De esta forma los efluentes residuales que antes de ser tratados tenían valores iguales o superiores a 1.000 en los parámetros anteriormente indicados, todavía, contendrán al final de estos tratamientos 50 mg/l.

El aparato de tratamiento terciario más frecuentemente utilizado es el estanco de estabilización, posiblemente porque es el más barato, con frecuencia resulta menor costo. Otros aparatos consisten en filtros intercambios de iones, filtros rápidos de arena, rieles de adsorción activada y de dióxido de manganeso (electrodialisis u ósmosis inversa) e intercambiadores de iones. El efluente también se puede depositar sobre la tierra pulverizándolo. Un cierto número de industrias utilizan la irrigación atomizada como único medio de eliminación, pero para ello se necesitan cantidades enormes de terreno.

En otra sección ya se trató del diseño de los estanques de estabilización. Como aparato de tratamiento terciario, los criterios de diseño son los mismos. Sin embargo, existen un problema plantado por el profuso crecimiento de algas que dan lugar y que hace

que el efluente no se puede volver a utilizar inmediatamente. Los filtros intermitentes de arena se diseñan sobre la base de que se van a tratar 0,1 millones de galones/(acre)/(día) o que la TBO es de 50 a 100 libras/(acre)/(día). El lecho de arena es poco profundo de tres a cuatro pies, y está dotado de un buen drenaje. Su función es tanto bioquímica como física. Las capas superficiales de arena se recubren de una película gelatinosa de bacterias oxidantes y nitrificantes y el resto del lecho de arena actúa como un filtro giratorio. Hay que disponer de más de un lecho para que puedan alternar. Durante los períodos de no funcionamiento el aire puede entrar entre los granos de arena para mantener las condiciones aeróbicas. Los filtros se inundan por medio de tanques dosificadores que están dotados de sifón o por medio de un coje de distribución con válvulas. Se construye un revestimiento de cemento armado para proteger contra la erosión a la zona del lecho que se encuentra alrededor de la salida.

Los criterios sobre el diseño y funcionamiento de los filtros intermitentes de arena están bien establecidos, pero los aplicables a los filtros rápidos de arena, como aparatos de tratamiento terciario, están sujetos a muchos experimentos todavía. Es esencial la coagulación de los residuos antes de la aplicación de este tratamiento. Se ha obtenido algún éxito en la utilización de lechos o lechos de diferentes medios. Es en estos filtros en donde las capas se gradúan de arriba abajo empezando por los materiales más gruesos y acabando con los más finos, o viceversa, empezando por los materiales que tienen un gravedad específica determinada, de manera que cuando se lleva a cabo el lavado a contracorriente el filtro puedan recuperar la producción original. El flujo tratado puede ser superior hasta en 5 gpm/pie² al recomendado por la filtración del agua. El mecanismo de depuración consiste principalmente en la separación de los sólidos, con escasa reducción de las sustancias orgánicas en solución.

Probablemente, los sólidos pueden ser también separados mediante microfiltros giratorios. Estos son bombas equipados con un lecho filtrante de acero inoxidable de alta porosidad, de 10 a 40 micrómetros. Se llevan con una pulverización, de forma que su funcionamiento es continuo. Se pueden utilizar también filtros de diatomas. Son de alambres recubiertos de sílice o de cerámica y están revestidos con tierra de diatomeas o de tripoli. Se encuentran encerrados en recipientes a presión o en tanques abiertos. En el último caso se hace el vacío. Durante el funcionamiento, los elementos son revestidos previamente con tierra de tripoli utilizando un aparato suministrador de lodo, y la sustancia coadyuvante a la filtración se puede ir añadiendo continuamente. El lavado a contracorriente se lleva a cabo disminuyendo la presión en los recipientes a presión o el vacío en los tanques abiertos. El diseño se hace para capacidades que van de 1 a 2 gpm/pie² de superficie de filtro.

Mediante un filtro de carbono granulado activado es posible -

la separación de las sustancias en suspensión de los efluentes que contienen pocos sólidos. El carbono se puede reactivar periódicamente en un horno.

IX. Selección del Proceso

Los estados han adoptado patrones de calidad del agua de la corriente que exigen como mínimo tratamiento secundario de los efluentes industriales para la mayor parte de las aguas. Estos patrones se basan en los criterios promulgados por la Administración Federal de los Estados Unidos para el Control de la Contaminación del Agua, Ministerios del Interior, en cumplimiento de las provisiones de la Federal Water Quality Act (Ley Federal sobre la Calidad del Agua) de 1965.

Los patrones mínimos adoptados por Indiana para la cuenca del río Maunce son típicos:

1. Exclusión de todas las sustancias atribuibles a descargas municipales, agrícolas o de otro tipo que puedan sedimentar formando depósitos de lodo putrefacto o de cualquier otro tipo que resulte nocivo.
2. Exclusión de todo desperdicio flotante, aceite, espuma o de cualquier otra sustancia del mismo estilo atribuible a descargas municipales, industriales, agrícolas o de otro tipo en cantidad suficiente para resultar visibles o dañinas.
3. Exclusión de las sustancias atribuibles a descargas municipales, industriales, agrícolas o de otro tipo que producen color u otra característica de tal naturaleza que cause molestias.
4. Exclusión de las sustancias atribuibles a descargas municipales, industriales, agrícolas o de otro tipo en concentraciones o combinaciones que resultan tóxicas o dañinas para el hombre, los animales, las plantas o la vida acuática.

Además, se aplican patrones más estrictos a las corrientes en los puntos en los que hay tomas de agua para su suministro como potable. Estos especifican un porcentaje máximo de bacteria, umbral de olor, contenido de sólidos en disolución, concentración de sustancias radioactivas y componentes químicos de naturaleza tóxica. Los patrones aplicados a los puntos de toma de agua para procesos industriales exigen una cantidad mínima de oxígeno en disolución, una acción de pH y específica tanto una temperatura máxima como un contenido mínimo de sólidos en disolución. Hay todavía otros patrones previstos para el mantenimiento de la vida acuática, para el mantenimiento de la calidad del agua dedicada a fines recreativos y para el agua utilizada en la agricultura.

También se han adoptado medidas por los estados para la puesta en vigor de estos patrones, que consisten generalmente en la notificación a los que producen contaminación y en el establecimiento de

un plano para que se adapten a los patrones.

A todos los estados han clasificado las corrientes de agua según el uso a que se destinan, pero, por lo general, la intención de la ley de 1965, según ha sido interpretada por la Administración Federal para el Control de la Contaminación del Agua, es exigir a los municipios un tratamiento secundario para los residuos y su equivalente a las industrias.

El tratamiento secundario equivalente no ha sido definido, pero este término implica la separación de los sólidos, la separación de las sustancias flotantes y la obtención de un efluente que contenga pocos o ningún componente orgánico o tóxico en disolución. Además, el pH debe ser neutro. Antes de que las instalaciones sean planeadas tienen que ser examinadas sus características por el organismo regulador del estado. La mayoría de los estados exigen que sean sometidos a la consideración y aprobación del organismo competente los planos de las instalaciones antes de que sean construidas, y muchos exigen un permiso para que se puedan descargar los residuos en las corrientes.

Para hacer cualquier plan sobre los residuos, las industrias han de tener en cuenta los usos actuales y futuros de la corriente de agua. La A. W. C. C. A. (Administración Federal para el Control de la Contaminación del Agua) ha insistido en que hay que incorporar disposiciones antidegradación a los patrones de todos los estados, y ello con las siguientes palabras:

Las aguas que tienen actualmente una calidad superior a la establecida por los patrones en el momento de su entrada en vigor deberán conservar esta mejor calidad. Estas y las otras aguas de estado no deberán rebajarse en calidad al menos y hasta que se haya demostrado positivamente ante el organismo del estado encargado del control de la contaminación del agua y ante el Ministerio del Interior que tal cambio está justificado como consecuencia del desarrollo económico y social y que no resultará contraproducente para ningún uno de los usos a los que se dedican las aguas en el presente o se dejarán en el futuro. Esto exigirá que cualquier proyecto industrial público o privado o cualquier ampliación que constituya una nueva fuente de contaminación o un incremento de la contaminación que dañe la alta calidad de las aguas necesitará, como parte del diseño del proyecto original, proporcionar el grado más avanzado y más elevado de tratamiento residual disponible a la luz de la tecnología existente, y que, como se trata al mismo tiempo de patrones federales, estos requisitos sobre tratamiento de residuos serán desarrollados cooperativamente.

Una interrupción estricta de tal mandato consiste en que, para que la calidad de una corriente mejore, dichas mejoras se tienen que llevar a cabo en las plantas de tratamiento. De esta forma se concibe perfectamente que tengan que ser empleados métodos adicionales de tratamiento.

Utilizando la tecnología actual, por ejemplo, los residuos orgánicos que contengan sólidos en suspensión tendrían que ser tratados efectuando los siguientes pasos: clarificación, eliminación de sólidos, oxidación biológica, precipitación química, filtración de las sales y filtración mediante carbono activado.

X. Consideraciones Economicas

A) Proyecto de Futuras Ampliaciones

A medida que aumentan las operaciones de fabricación aumenta también el flujo de residuos. Más aún: existe la probabilidad de que las disposiciones sobre el control de la contaminación y las medidas para su puesta en vigor se hagan cada vez más estrictas. La planta de tratamiento, por ello, debe diseñarse originalmente teniendo en cuenta dichos factores, y el diseñador debería proyectar una planta a gran escala a gran escala de forma que permita su ampliación ordenada.

Un problema que se planteará en el futuro es el de la disposición de tierra, y la disposición de ésta frecuentemente limita las operaciones de producción. Considerando globalmente estos factores, tiene que resultar posible determinar la superficie de la planta de tratamiento que se necesitará para hacer frente a la última ampliación de las operaciones de fabricación.

La planta de tratamiento debe diseñarse de forma que se la pueda construir en fases, para que se la pueda ampliar ordenadamente a medida que aumente el flujo residual. Si la cantidad de agua residual es relativamente pequeña, las fases de la construcción pueden llevarse a cabo mediante la erección de plantas prefabricadas; en caso contrario cada fase puede necesitar de una o más plantas. Cuando es necesario llevar a cabo la construcción de las plantas sobre el terreno, las plantas deben hacerse de forma que se puedan, al menos en un principio, las unidades de tratamiento primario y secundario con cada fase. En el caso de muchos residuos, la fase de tratamiento de los sólidos es la que resulta más cara. En consecuencia, estas instalaciones tienen que ser de mayores proporciones que el resto de la unidades de la primera fase.

Un recurso que se le ha utilizado le ha consistido en aprovecharse de las diversas modificaciones del proceso de lodo activado. La planta inicial puede ser del tipo de los que utilizan la oxidación prolongada, es decir, que el tiempo de retención para la oxidación es de varias horas. Cuando aumenta el flujo residual se pueden introducir modificaciones en el proceso que exijan aproximadamente la misma superficie, con escasos cambios de estructura. Conversiones para las que se pueden hacer pasando de la simple sedimentación a la coagulación mediante sustancias químicas y también se puede comenzar con una planta de filtros percoladores y suplementarla después con unidades de lodo activado.

El diseño de la planta debe incorporar emplazamientos y gradientes hidráulico que permitan la incorporación de aparatos de tratamiento terciario en caso de que sea necesario.

B) Vida del Equipo y Materiales de Construcción.

Como en cualquier tipo de instalación utilizado por la industria la inversión en equipo para el tratamiento de residuos tiene que ser contrapesada teniendo en cuenta la vida útil estimada de dicho equipo. Al cambiar los procesos internos de la planta también varían los procedimientos de tratamiento de los residuos. De esta forma, una instalación de tratamiento proyectada para durar treinta años, como en el caso del tratamiento de los residuos de origen doméstico, puede envejecer prematuramente, resultando obsoleto. El conocimiento de la experiencia pasada de otras industrias que utilizaban procesos parecidos de producción y de la inversión capaces de cambiar los métodos de producción puede servir de gran ayuda.

La vida del equipo también depende del uso que se hace de él. Un motor eléctrico de una capacidad de 100 CV. Durará más tiempo si funciona a 95 CV. que si lo hace a 115 CV. Ciertos tipos de bombas funcionando continuamente tendrán una vida más larga que las de funcionamiento intermitente. El y que prestar también atención a la corrosividad de los residuos. El hierro fundido y el acero no son tan resistentes como la bronce o el plástico. El cloruro de polivinilo y otros plásticos, cuando pueden ser utilizados, son probablemente los materiales más recomendables si hay que tratar sustancias corrosivas. El uso de revestimientos especiales y la aplicación de protección catódica sobre las superficies sumergidas ampliará considerablemente la vida del equipo hecho de acero y los tanques de acero y concreto. El manual práctico número 17, publicado por la Federación para el Control de la Contaminación del agua, describe detalladamente la aplicación de diversos tipos de revestimientos.

CONTAMINACION DEL AIRE

CAPITULO IV

Importancia del aire para el hombre

Se calcula que nuestro planeta tiene 6 mil billones de Ton. de aire. El aire es un elemento vital e indispensable para el hombre, y para todo ser viviente.

El hombre requiere aproximadamente 14000 litros de aire cada día, (15 Kg.) solo puede soportar cinco minutos sin la cantidad necesaria de aire.

El aire que respira el hombre solo puede ser impuro hasta cierto grado y fuera de éste le produce envenenamiento. En la función respiratoria de los seres vivos el cuerpo inhala el aire a través de sus pulmones, lo mezcla con el combustible de los alimentos y lo que ma, a fin de proporcionarse energía para el funcionamiento de su organismo. Esta es la función respiratoria de los seres vivos.

El tórax es la cavidad, para que se lleve a cabo la función respiratoria principal.

Antes de los pulmones está la tráquea, que baja de la garganta y se divide para formar los bronquios, que también se subdividen en los bronquiolos para terminar en los alveolos.

El oxígeno del aire puede atravesar las paredes de los alveolos para combinarse con la hemoglobina, que es una sustancia de la sangre.

Al quemar el cuerpo su combustible, desecha el bióxido de carbono, que pasa de la sangre por las paredes de los alveolos y es eliminado por los pulmones al exhalar.

La sangre, con su nueva provisión de oxígeno, fluye a todos los órganos y tejidos del cuerpo, a los que proporciona este elemento y de los que recoge bióxido de carbono. El ciclo, al repetirse, forma la función primordial para la vida.

Los pulmones están protegidos contra cierta cantidad de aire sucio, pero no contra un ataque de gran importancia. Piles de vellocidas, llamadas cilios, revisten las superficies internas de los pulmones y expulsan continuamente hacia afuera la materia extraña. Esta superficie interna pulmonar también segrega moco, que contribuye a la limpieza, y cuando los pulmones se irritan aumenta la secreción que se expulsa al toser. Las partículas más pequeñas de

Contaminación del Aire

Por contaminación del aire puede considerarse como la adición a la atmósfera de cualquier material que tenga un efecto perjudicial en los seres vivos de nuestro planeta. Este material puede ser:

Un hidrocarburo tóxico gaseoso, una partícula irritante, radiación atómica, etc.

La indentificación de olores desagradables, de partículas de polvo que ensucian nuestras pertenencias, la irritación de las membranas mucosas y la disminución de visibilidad, constituyen las molestias iniciales originadas por la contaminación del aire.

Se entiende por contaminante algo que al ser introducido en la atmósfera, reduce el contenido de oxígeno o cambia la composición del aire.

Fuentes de contaminación del aire.

Las principales fuentes de contaminación del aire son:

- 1) Transporte
- 2) Producción de energía eléctrica
- 3) Combustión de las industrias y emisiones debidas a los procesos de las mismas.
- 4) Otros como: Calefacción doméstica, incineración de desechos incendios, contaminación producida por las partículas de humo le quemado de las llantas de vehículos, los compuestos orgánicos de los perfumes, lociones, desodorantes, etc., la construcción, el humo del tabaco, el polvo cósmico, el sulfuro de hidrógeno de fuentes naturales, el uso de aerosol, la descomposición de la vegetación de los bosques y pantanos, el tiercol de una granja, el desgasta del hule o cuero de las suelas de los zapatos, etc.

La contribución en por cierto, aproximadamente de cada fuente es la siguiente:

Vehículos de combustión interna y de motor de turbina-60%.

Producción de energía eléctrica 10%.

Industria 20%.

Otros 10%.

Contaminación por Transporte.

Los vehículos de motor, cuya densidad en las regiones muy urbanizadas es muy alta generalmente son los que contribuyen en mayor porcentaje a la contaminación del aire.

Esta contaminación se debe a que un automóvil emite a la atmósfera

fera: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburo, plomo, y partículas sólidas. Estas sustancias contribuyen a la formación, - en las grandes ciudades, del llamado smog.

La emisión de contaminantes de un vehículo de combustión interna proviene de: el tanque de gasolina, el carburador, el carter o caja del cigüeñal y el escape de la máquina; esta última es la más importante.

El carburador es el dispositivo que recibe un poco de gasolina, la mezcla con mucho aire y envía los vapores a los cilindros. En éstos, los gases son comprimidos por los pistones y explotan con las chispas de las bujías. Esta explosión proporciona la fuerza que mueve las ruedas. Tal tipo de motor se llama combustión interna, porque el combustible se quema dentro de los cilindros. El carburador siempre contiene algo de gasolina, lo mismo que el depósito. Ambos dispositivos tienen aberturas de seguridad, para evitar que la presión suba demasiado al evaporarse la gasolina.

Por estas aberturas de ventilación, no escapa mucha gasolina -- cuando el automóvil está en marcha, pero cuando se para el motor, -- también se detiene el ventilador de enfriamiento y permite que se retenga el calor. Esto hace que se evapore la gasolina y escape por -- las aberturas de ventilación, especialmente las del carburador. Esta evaporación se llama "perdida por calentamiento" y constituye aproximadamente el 15% del total de los hidrocarburos que desprende el coche.

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

El 65% restante se expulsa por el tubo de escape. Es una mezcla de carbono, monóxido de carbono, gasolina sin quemar (hidrocarburos) vapor de agua, óxidos de nitrógeno y otros productos de combustión. Este residuo es lo que se queda después de que la mezcla de gasolina con el aire explota en los cilindros.

En los Estados Unidos, los coches envían la aire anualmente, unos 12 millones de toneladas de Hidrocarburos, 6 millones de Oxidos de Nitrógeno, 150 mil toneladas Aldehídos y 500 de compuestos de azufre y otros muchos de ácidos y partículas. En otras palabras, de -- los 142 millones de toneladas de impurezas que los norteamericanos vierten en el aire cada año, los automóviles son responsables del - 50% de estos componentes.

Los Principales Contaminantes del Aire

	Vehículos Diesel	Vehículos Gasolina	Plantas Est	Industria	Calef.	Depósitos basura
Monóxido de Carbono	0.1	66.0	1	2	2	2
Compuestos de Azufre	0.1	0.9	12	9	3	1
Materiales Orgánicos	0.2	12.0	1	4	1	1
Oxidos de Nitrógeno	0.4	5.0	3	2	1	1
Partículas	0.1	0.9	3	6	1	1
Total	0.9	85.8	20	23	8	5

Desgraciadamente, la fuente peor de contaminación, el automóvil, es uno de los más difíciles de controlar. A los fabricantes de coches se les exige que instales un equipo en los vehículos, para captar la gasolina que se escapa y devolverla del cárter al motor. De acuerdo con la Ley Federal, los nuevos modelos llevan estos sistemas en los motores, que rebaja a más de la mitad la cantidad de Monóxido de Carbono e Hidrocarburos del gas del escape. Las pérdidas por evaporación del depósito de gasolina y del carburador fueron también menores a partir de los modelos de 1971.

Pero incluso con estas medidas, el número de automóviles aumenta tan rápidamente y hay todavía coches viejos sin dispositivo de control de contaminación, que aún no se logra un adelanto significativo en la solución del problema, en lo que concierne a los automóviles. Para empeorar las cosas, los mecanismos de control que instalan actualmente los fabricantes, tienen que ser revisados periódicamente por un mecánico para tener la seguridad de que todavía trabajan en forma adecuada. Muchos propietarios de automóviles quizá no se toman la molestia de llevarlos a revisar con regularidad. Veamos cuales son los diferentes sistemas de control que se pueden utilizar en los coches.

La forma ideal para suprimir el Monóxido de Carbono y los Hidrocarburos de los gases del escape, sería asegurarse de que la combustión de los mismos es completa y que se convierten en Dióxido de Carbono y vapor de agua. Es sin embargo difícil, y si se ajusta el motor para que se lleve a acabo, se puede afectar el funcionamiento del mismo, o hacer que se produzcan más Oxidos de Nitrógeno. De todos modos, éste es uno de los métodos de control empleados y está adquiriendo mucha popularidad entre los fabricantes, porque es una forma barata de atacar el problema.

Otra manera consistiría en bombear más aire hacia el gas de escape, cuando éste sale de los cilindros. Así también se quemar el Monóxido de Carbono y los Hidrocarburos. Otro procedimiento más, -- consiste en instalar en el tubo del escape un dispositivo llamado quemador de gases residuales, para quemar los contaminantes. El inconveniente del primer método, es que hay que instalar otra bomba adicional en el motor para bombear aire en el interior del escape. El inconveniente del quemador de gases residuales, es que los componentes de automóviles utilizan ahora uno u otro método y están haciendo investigaciones para perfeccionarlos.

La contaminación atmosférica urbana, difiere en composición según el clima, la topografía del Distrito, la clase de combustible utilizado y el tipo de operaciones Tecnológicas. La contaminación puede describirse como la alteración desfavorable del medio que nos rodea, ocasionando problemas que tienden a trastornar la dinámica de salud, de la economía y de los caracteres sociales del ser humano

La formación del Benzopireno (compuesto policíclico del carbono), es el resultado de la luz solar que activa las reacciones de Hidrocarburos y Oxidos de Nitrógeno. El Benzopireno se le considera una sustancia cancerígena.

En la ciudad de México la presión atmosférica es de 585 mm. de mercurio y al nivel del mar es de 760 mm. de mercurio, lo que representa un aumento en la densidad del aire de un 14%.

La emisión de los contaminantes aumenta por el efecto de la altura, por estas circunstancias, en la ciudad de México los hidrocarburos con el monóxido de carbono tienen niveles de concentración mucho más altos que en otras ciudades localizadas en niveles más bajos.

En el Valle de México, la concentración del Dióxido de Nitrógeno es relativamente bajo, si se compara con las ciudades norteamericanas, en cambio la concentración de plomo y azufre en México es superior a la concentración de plomo y azufre en las ciudades de Estados Unidos, debido a que nuestras gasolinas contienen los porcentajes más altos de plomo y azufre, y en especial Pemex 100 supera el contenido de plomo a todas las gasolinas del mundo, excepto la que se expide en Jordania y en las Islas Falkland.

Indiscutiblemente que los vehículos automotores producen, por lo menos el 50% de la contaminación atmosférica, y desgraciadamente es la fuente contaminante más difícil de controlar. Sin embargo, -- puede hacerse bastante para disminuir este tipo de contaminación -- con los medios que disponemos en la actualidad. Los sistemas más efectivos para combatir la contaminación ambiental producida por los automóviles son:

1.- El exhaust device, que sirve para combatir la contaminación ambiental producida por el escape del automóvil.

2.- El crankcase device que sirve para combatir la contaminación producida por las emisiones del cárter.

Dispositivos para el Control de las Emisiones del Tubo de Escape.

El principio de estos aparatos es que modifican el tiempo de ignición, retardando la chispa del encendido. Requiere ajuste de la mezcla del motor. El consumo de gasolina aumenta con algunos equipos y disminuye con otros de un 2 a un 10%, pero se obtienen los siguientes beneficios.

Dispositivos para el Control de las Emisiones por el Cárter

Durante el proceso de combustión en el motor de gasolina, los gases regresan por medio de pequeños escapes al cárter, los cuales normalmente son emitidos fuera del motor a través del tubo que sirve para alimentar de aceite el cárter.

El sistema de emisiones de contaminantes del cárter controla estos gases reuniéndolos y volviéndolos a circular a través del carburador, para ser quemados nuevamente. Obteniendo de esta manera una reducción en las emisiones de Monóxido de Carbono, de Hidrocarburos y de Oxidos de Nitrógeno, en una forma bastante considerable.

El exhaust device en combinación con el crankcase device, reduce, en los carros nuevos y bien ajustados un 62% de los Hidrocarburos y 58% de Monóxido de Carbono.

Sería de gran trascendencia empezar una labor educativa, a nivel nacional, de todos los automovilistas, para que comprendan este problema y cooperen a disminuir la contaminación, teniendo cuidado de tener afinado su automóvil, cambiarle con determinada frecuencia las bujías, usar gasolina del más bajo octanaje. y colocando dispositivos de control en los vehículos.

Emisión de contaminantes del aire.

En 1972, en el país había registrados casi 2 y medio millones de vehículos automotores de los que 956,909 se localizaban en el Valle de México y de estos un 77% eran automóviles y el 88% circulaban en el Distrito Federal.

En el mismo año, en el Distrito Federal se generaron, diariamente, utilizando los distintos medios de transporte superficial, alrededor de 12 millones de viajes persona, de los que 1.75 millones, se hicieron en vehículos no contaminantes como el ferrocarril metropolitano, trolebuses y tranvías. El motivo de la transporta-

ción superficial de las personas fue, en un 82%, por razones de trabajo de educación y el resto para hacer compras, para recreación y para otros objetivos.

Durante 1972 se efectuaron, en promedio mensual, 13,380 operaciones de llegada o salida de aeronaves en el aeropuerto internacional de la ciudad de México.

En el Valle de México, operaban en 1972, un total de 120 locomotoras que consumían diariamente, de acuerdo con las horas de servicio, caballaje y gramos de combustible utilizado 250 toneladas de combustible diesel.

En el país, la producción anual de petróleo es del orden de 30 millones de m^3 , de los que cerca de 1.6 se vierten a la atmósfera durante el tratamiento del mismo. Entre gasolinas y kerosinas refinadas se producen 25 millones de m^3 al año.

En el Valle de México, el consumo de energéticos del petróleo, durante el año de 1971, fue superior a los 3 millones de m^3 de gasolina, a los 400 mil m^3 de diesel, casi 1 millón de m^3 de combustóleo y más de 1,700 millones de m^3 de gas, lo que representó, estimativamente y utilizando factores de emisión norteamericanos, adaptados a las condiciones de altura de la ciudad de México, la emisión diaria de 4,600 toneladas de contaminantes, dentro de los cuales la mayor cantidad fue de monóxido de carbono, siguiendo luego los hidrocarburos, el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, partículas, ácidos orgánicos, aldehidos y el plomo. Para 1972, los consumos de combustible en el Valle de México hasta el mes de septiembre, originaban estimativamente una emisión diaria, calculada en las condiciones ya anotadas, de 4,900 toneladas de contaminantes, en proporción y orden similar a la señalada en el año anterior. Hemos de apuntar que los factores de emisión de contaminantes para vehículos, que se usaron de los calculados en Norteamérica, nos permiten aseverar, tomando en cuenta las condiciones de antigüedad, operación y tránsito de los vehículos en el Valle de México que la cifra de 4,900 toneladas diarias de emisión de contaminantes en el Valle de México es bastante conservadora.

Petróleos Mexicanos distribuyó en el Valle de México a particulares en 1971, un total de 240,000 m^3 de combustóleo, de los cuales el 65% se vendió en la zona de Nonoalco y en 1972 hasta el mes de agosto, la distribución era de 191,194 m^3 de combustóleo, correspondiendo el 69% a la misma zona de Nonoalco. La distribución en el Valle de México de combustóleo por Petróleos Mexicanos para termoeléctricas e industrias en 1971 alcanzó la cifra de 750,000 m^3 y hasta agosto de 1972 se habían distribuido para este mismo propósito 435,000 m^3 .

En el País se generan alrededor de 32,000 millones de kilowatt

hora de energía eléctrica. Solo un generador de vapor de una planta de 300,000 kilowatts, consume 70,000 litros por hora de combustóleo o 71,000 m³ de gas natural, vertiendo por tal concepto 20,000 m³ -- por minuto de gases con contaminantes como partículas y óxidos de azufre y óxidos de hidrógeno, productos de la combustión.

La fabricación anual en el País de 7.2 millones de toneladas de cemento gris, conservadoramente representa el vertimiento de -- 700,000 toneladas de contaminantes principalmente partículas, y la producción de 4 millones de toneladas de fierro contamina el aire, con 15,000 toneladas de partículas cuando menos, además de óxidos metálicos diversos.

Otros contaminantes se vierten al aire: en el consumo de 2,300 millones de cajetillas de cigarrros, que se producen al año, que representa la mas generalizada y grave fuente individual volitiva de contaminación del aire; en la producción de 70,000 metros cúbicos de pinturas, barnices, esmaltes y lacas cuyos materiales solventes, cuando se usan estos productos, se incorporan en su totalidad a la atmósfera y los contaminantes resultantes del encendido de cerillos y fósforos de los que al año se producen 52,000 millones de luces.

En 1970 la producción minerometalúrgica del país alcanzó 10 millones de toneladas entre metales preciosos, industriales no ferrosos, minerales siderúrgicos y minerales no metálicos, la producción petroquímica se elevó a 1,500,000 toneladas y la producción de solventes y aromáticos en el mismo año fue de casi 30,000 toneladas, todo lo cual representa grandes cantidades de diversos contaminantes que se vierten al aire.

Las plantas de concreto asfáltico, las aldrilleras, las fábricas de yeso y de cal, son eminentes productoras de partículas que contaminan el aire de nuestro país. La fabricación de fertilizantes representa una anual de 2,000 toneladas de contaminantes particulados.

La producción de azúcar, algodón, fibras textiles y alimentos, la reducción y proceso de productos animales, junto con las fábricas de papel, de vidrio, de llantas y la industria química producen y liberan al aire contaminantes.

Más de 1,500 incendios al año de empresas y casas y los incendios forestales, las incineraciones de desechos y basura de las que se colectan 8,000 toneladas en el Valle de México diariamente y la quema de combustibles diversos en los calentadores domésticos de agua para el baño, de los que estimativamente hay 1.5 millones en la ciudad de México y empresas como baños, hoteles, tortillerías, tintorerías, restaurantes, producen y vierten humo y otros contaminantes del aire.

Las industrias que más contribuyen a la contaminación del aire son: Refinamiento de petróleo
Fundidoras
Fundición bruta de moldeo de hierro
Kraft, pulpa y molinos de papel
Limpieza y desecho del coque
Coque
Fábricas de hierro y acero
Molinos de grano y fábricas de productos derivados.
Fábricas de cemento
Fábricas de fertilizantes fosfatados

Clasificación de los principales contaminantes de la atmósfera.

Una adecuada clasificación de los contaminantes del aire puede ser la que considera cinco tipos: (tres específicos y dos generales)

- Específicos: 1.- Monóxido de carbono y gas carbónico.
2.- Óxidos de azufre
3.- Óxidos de nitrógeno
Generales: 4.- Hidrocarburos
5.- Partículas

La mayoría del monóxido de carbono procede del motor de combustión interna. La mayor parte de los óxidos de azufre (anhídrido sulfuroso, SO_2 y anhídrido sulfúrico SO_3) se originan en las plantas termoeléctricas que utilizan combustibles fósiles y en la industria. La proporción mayor de óxidos de nitrógeno también procede del motor de combustión interna, siguiendo en importancia el quemado de combustibles. El mayor porcentaje de partículas y de emisiones de hidrocarburo también procede de la máquina de combustión interna, aunque un porcentaje elevado se origina en procesos de fabricación y otras operaciones industriales similares, mientras que la emisión de partículas proviene principalmente de la combustión de derivados del petróleo y de reacciones químicas de procesos industriales.

Estas cifras indican que la principal tarea de la industria en la actualidad consiste en mejorar todas sus operaciones de combustión y valorar cuidadosamente el potencial de contaminación de sus diversos procesos.

Además de los contaminantes que tienen su origen en algún paso de fabricación, hay consecuencias más graves de la contaminación que no procede necesariamente de la industria en sí, sino de productos fabricados por la industria para uso comercial y doméstico.

Un ejemplo de este tipo de contaminantes es el DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), que es un hidrocarburo clorado producido por una serie de compañías para utilizarlo como plaguicida. El DDT se ha estado utilizando y produciendo durante bastantes años. Su u-

so constituye hoy un grave problema, aproximadamente 25 años después de su introducción en el mercado en cantidades considerables.

El gobierno federal norteamericano ha prohibido la fabricación y el uso del DDT.

Otros defensores del movimiento ecológico están condenando el uso del Tetraetilo de plomo como aditivo antidetonante de la gasolina, partiendo de la premisa de que la cantidad de plomo que se está distribuyendo en la fase de la tierra, con el motor de combustión interna, ha alcanzado enormes proporciones y que el plomo es tóxico y daña a la vida humana y animal.

La contaminación del aire procedente de la industria debe tener en cuenta no solo las emisiones actuales de las fábricas, sino que además ha de invertir en investigaciones adecuadas y en el desarrollo de nuevos productos que, si llegaran a adquirir un uso generalizado comercial o doméstico, pudieran contribuir de una manera bastante seria a la contaminación grave del aire en el futuro.

Efectos de la contaminación del aire.

Se han establecido abundantes pruebas de que la contaminación del aire daña la vegetación, acelera el deterioro de los materiales, perjudica las construcciones, afecta el clima, disminuye la visibilidad y la radiación solar, agrava las relaciones públicas, hace aumentar los costos de producción, contribuye a provocar riesgos, interfiere en el gozo cómodo de la vida y de la propiedad, y es un factor evidente de la morbilidad y mortalidad humana y animal.

Los principales efectos de la contaminación del aire se pueden agrupar en los siguientes tipos: Efectos nocivos en la salud

Cambios ecológicos en los animales

Cambios ecológicos en las plantas

Cambios meteorológicos

Efectos nocivos en la salud.

El monóxido de carbono contribuye en forma definitiva a las enfermedades cardíacas. Produce degeneración adiposa de los vasos sanguíneos en concentraciones moderadas en los animales de experimentación y, por lo tanto se supone que tiene un efecto similar en el cuerpo humano. Las cuatro fuentes principales de monóxido de carbono para el hombre son: Fumar

El escape de los automóviles

El quemado de combustibles fósiles

Otros tipos de calefacción doméstica.

El monóxido de carbono es, con gran diferencia el mayor conta

minante del aire y quizá el más difícil de eliminar.

El monóxido de carbono tiene efectos perjudiciales en el sistema nervioso central desde concentraciones tan bajas como de 10 partes por millón. Esta tasa corresponde a la formación aproximada de 2% de carboxihemoglobina en la sangre después de una exposición prolongada de más de 8 horas. Existen pruebas de que el transporte de oxígeno en la sangre se altera cuando esta concentración de carboxihemoglobina es mayor de 5%, que se puede alcanzar con una concentración de monóxido de carbono de 30 ppm en el aire. Los niveles de monóxido de carbono a menudo llegan a 50 ppm., y pueden alcanzar hasta 140 ppm. cuando el tránsito de automóviles es muy denso. Al fumar cigarrillos, se puede producir hasta el 15% de carboxihemoglobina en la sangre.

Los óxidos de azufre (el anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre y el anhídrido sulfúrico o trióxido de azufre) que generalmente se produce al quemar combustibles fósiles de alto contenido en azufre, aportan millones de toneladas anuales a nuestro problema de contaminación del aire. El límite umbral normal de exposición al anhídrido sulfuroso durante un período de 8 horas es aproximadamente de 5 ppm, lo que puede ser comparable con la mayoría de las operaciones que se realizan quemando combustibles, especialmente cuando se emplean chimeneas altas para la dispersión. En las fundidoras esta concentración puede alcanzar hasta 30 o 40 veces más de la cifra umbral, en cortos períodos y si una alta concentración de dióxido de azufre queda atrapada por un fenómeno de inversión, los resultados son graves. Las altas concentraciones de dióxido de azufre son tóxicas para el cuerpo humano, pero generalmente solo son mortales cuando existe una enfermedad respiratoria anterior, como el enfisema, y afectan más a las personas de edad avanzada que a los jóvenes sanos. Las concentraciones elevadas de dióxido de azufre se pueden medir con facilidad, pero como su origen es primordialmente la combustión de petróleo y similares, las medidas correctivas son caras en cuanto a planeamiento y aplicación.

Los óxidos de Nitrógeno contribuyen aproximadamente con 10 millones de toneladas anuales a la contaminación del aire en nuestro país. Por lo general se encuentran concentraciones muy inferiores a las del monóxido de carbono o el dióxido de azufre. Aunque no se entiende todavía bien el efecto que tiene en la salud humana, se sabe que irrita las vías respiratorias y los ojos. Constituyen una de las principales causas de la formación del smog. debido a las reacciones fotoquímicas de la atmósfera.

Como hay cientos de vapores de hidrocarburos que ingresan a la atmósfera procedentes de actividades industriales y comerciales, resulta difícil generalizar su efecto en el cuerpo humano. A pesar de

todo se sabe que los hidrocarburos perjudican la salud humana. Algunos afectan a la actividad de determinados órganos cuando se ingieren en muy pequeñas cantidades, mientras que otros tienen un nivel umbral relativamente alto.

Se cree que muchos hidrocarburos son cancerígenos porque algunos compuestos orgánicos cíclicos han producido cáncer en ratas y ratones y, por lo tanto, se opina que pueden tener el mismo efecto en el hombre. No se debe inhalar ni ingerir de otro modo ningún vapor de hidrocarburos durante un periodo determinado, a menos que se cuente con consejo toxicológico experto autorizándolo.

Las partículas de diferentes tipos son perjudiciales para el sistema respiratorio de los animales y de los seres humanos. Es posible que sean tóxicas o no, según el origen. La ingestión de materiales finamente divididos como los vapores o compuestos mercuriales producen algunas reacciones bioquímicas directas en el organismo. El tipo más común de materia en partículas que se encuentra en la atmósfera es de inorgánica y no es tóxica. Este material penetra por la nariz y se deposita en los pulmones, donde se acumula en la mucosa. La silicosis es una enfermedad en determinados tipos de trabajos minería y de los molinos de cemento. Entre los obreros de las minas de carbón abunda la enfermedad llamada pulmón negro. En estos casos, el material en forma de partículas depositado en los pulmones disminuye la capacidad de transporte de oxígeno al torrente sanguíneo y provoca insuficiencia respiratoria, a menudo seguida de un esfuerzo cardíaco y muerte prematura.

Cambios ecológicos en los animales.

Si se acepta que prácticamente todos los contaminantes del aire más conocidos tienen un efecto perjudicial en la salud y la vida humanas, se puede suponer que también dañarán a otros animales que tienen una constitución fisiológica semejante. Los animales no son más resistentes sino que en algunos casos son más susceptibles que las personas en igualdad de condiciones.

Otros cambios ecológicos que van unidos al ambiente humano probablemente tienen también una gran influencia en que la población de animales silvestres sea mínima en las ciudades.

Quizá sea más importante para la vida animal el uso indiscriminado de mortales insecticidas. Evidentemente los animales pequeños tienen un nivel de tolerancia inferior al del hombre en lo que se refiere a estos compuestos, lo que se debe sencillamente, al peso total del cuerpo, al contenido de sangre, etc. La mayoría de estas sustancias tóxicas se ingieren en la cadena alimenticia. El problema de los plaguicidas en último término es un problema de contamina

ción del agua, pero a menudo empieza en el aire porque el insecticida se extiende en una zona determinada pulverizándolo. Se encuentran en fases de aerosol y de vapor e indudablemente también los mamíferos y aves pueden ingerirlos además de en la cadena alimenticia, cuando respiran el aire que contiene estas suspensiones.

En la mayoría de los casos los animales silvestres huyen de las zonas muy contaminadas porque no tienen ninguna razón económica, como el hombre, para permanecer allí y sufrir las consecuencias, pero es indudable que la contaminación del aire, de cualquier tipo que sea, influye en el patrón y en la longevidad del rino animal.

Cambios ecológicos en las plantas.

En los últimos años cada vez se ha observado con mayor claridad que la contaminación del aire afecta a la vegetación, por lo menos hasta el mismo grado en que influye en la vida animal y humana.

El efecto en los vegetales puede ser de dos clases: la frecuencia de una contaminación del aire elevada ocasiona daños visibles pero también las concentraciones crónicas, subletales de contaminantes en el aire provocan con el tiempo la destrucción de los procesos fisiológicos de las plantas y afectan el crecimiento, la productividad y la calidad de la vegetación. A la planta la perjudican el grado de contaminación y duración de su permanencia en un ambiente contaminado, así como también los factores meteorológicos.

Los contaminantes aéreos de los vegetales se pueden clasificar en dos tipos: los contaminantes primarios que son mortales para las plantas tal como salen de su fuente de origen, y los contaminantes secundarios que se forman por reacciones posteriores a su emisión. Esta reacción puede tener lugar en el punto de origen o en lugares lejanos, según la velocidad de reacción de los compuestos incluidos.

Los principales contaminantes primarios son el dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso y el fluoruro de hidrógeno. Los secundarios más importantes son el ozono y el nitrato de peroxiacetilo.

El daño producido por el anhídrido sulfuroso a la vegetación puede ser agudo o crónico. El primero se presenta cuando el contaminante es absorbido por la planta rápidamente y el segundo cuando la absorción es lenta y duradera aunque sea a niveles subletales. También afectan a las plantas las concentraciones de anhídrido sulfuroso superiores a 0.5 ppm. En las zonas donde existen industrias fundidoras en las que la concentración de este compuesto es más elevada, a menudo se destruye toda la vegetación. De hecho, en la vecindad de la mayoría de las fundidoras casi no existe vegetación.

Los fluoruros que proceden de una gran variedad de fuentes, pero predominantemente de la fabricación de fertilizantes fosfatados y de procesos de reducción del aluminio, tienen un efecto tóxico acumulativo en las plantas.

El ozono es un contaminante secundario típico. Está normalmente en la atmósfera y lo generan las tormentas. El origen principal de las concentraciones altas de ozono en la parte inferior de la atmósfera es la reacción fotoquímica de los óxidos de nitrógeno y de los hidrocarburos emitidos por los automóviles y la industria. El bióxido de nitrógeno reacciona en presencia de la luz solar para formar óxido nítrico con desprendimiento de oxígeno atómico. Este se combina con el oxígeno molecular en presencia de la luz, para formar ozono. La tasa de formación de ozono depende del tipo de hidrocarburo y de su concentración en la atmósfera y también de la concentración del óxido de nitrógeno y del tiempo que está expuesto a la luz. El ozono machita las células vegetales en una forma semejante a la del bióxido de azufre.

El perjuicio a los bosques, granjas y campos de nuestro país es una consecuencia alarmante de nuestra incapacidad para controlar la contaminación del aire.

Efectos Meteorológicos.

Aunque nuestra atmósfera parezca de enormes proporciones, es en realidad una piel relativamente delgada que cubre este hogar llamado tierra. Nuestro "océano de aire" se extiende técnicamente 1,609 kilómetros. Sin embargo, la atmósfera al alejarse de la tierra se va haciendo más ligera tan rápidamente que después de unos 5.6 kilómetros la mitad en peso queda por debajo. Al volar de una ciudad a otra en el aviación actual de retropropulsión a una altura de 9,000 a 10,000 metros quedan de 6 a 7 décimas partes de la atmósfera por debajo. A este nivel el cielo ha perdido una gran parte de su color y parece muy oscuro debido a la falta de aerosoles y gases que dispersan la luz azul hacia nuestra línea de visibilidad.

Si toda nuestra atmósfera tuviera una concentración y una densidad como la del nivel del mar nos quedaríamos sin aire antes de llegar a los 9,000 metros. Durante millones de años, hasta la revolución industrial, la atmósfera probablemente no había cambiado en forma apreciable. Durante los últimos 200 años el hombre ha empezado a envenenarla a una velocidad cada vez mayor: chimeneas de las fábricas, tubos de escape, explosiones atómicas, aviones de retropropulsión que vuelan a grandes alturas, etcétera, siguen vertiendo en la atmósfera extraños contaminantes. Estas impurezas quizá todavía no sean una amenaza para nuestras vidas, pero tenemos que estar en guardia. La existencia del hombre está en peligro y no podemos tomar a la ligera esta amenaza.

Efectos de la contaminación global del aire

El factor que influye principalmente en el clima mundial es el equilibrio del calor de la Tierra. Las cantidades de calor recibido retenido y reflejado por la Tierra y su atmósfera determinan el estado de este delicado equilibrio ecológico del cual depende la salud y el bienestar de los pueblos de la Tierra. Los fenómenos climatológicos como el viento, las tormentas, las nubes, la lluvia y la nieve y los cambios de energía asociados a ellos dependen en gran parte de este equilibrio del calor. El hombre influye en él al añadir dióxido de carbono (CO_2) y aerosoles a la atmósfera.

El CO_2 es casi transparente a la luz visible pero es un fuerte absorbente de las radiaciones infrarrojas que además refleja, especialmente en las longitudes de onda de 12 a 19 micras. En consecuencia, un aumento del CO_2 atmosférico podría actuar como el vidrio de un invernadero y elevar la temperatura de la capa atmosférica inferior.

Se calcula que la concentración promedio de CO_2 de la atmósfera era de 290 ppm a principios del siglo. El aumento de 30 ppm que ha tenido lugar en ese periodo produciría un aumento correspondiente de aproximadamente 0.275 grados C. El aumento anual promedio del contenido atmosférico de CO_2 es actualmente de unas 0.7 ppm. Este ascenso tiene lugar a pesar de la absorción de CO_2 de la biosfera y los océanos. La fotosíntesis toma CO_2 atmosférico y forma materia orgánica que cae a la tierra al morir y se transforma en humus. La mayor proporción del carbono procedente del CO_2 atmosférico se deposita en el mar en forma de organismos marinos muertos que han absorbido en vida el CO_2 disuelto en la superficie de los océanos.

Las fuentes de CO_2 atmosférico son la oxidación de materiales orgánicos que llevan a cabo plantas y animales, la putrefacción de la materia orgánica y la quema de los combustibles orgánicos. Hasta hace poco existía un estado de equilibrio entre el desprendimiento de CO_2 y su consumo por las plantas en la fotosíntesis y por la formación de carbonato de calcio. Este equilibrio se ha alterado debido a un desprendimiento adicional de CO_2 hacia la atmósfera por que cada vez más combustibles fósiles.

Se calcula que, proporcionalmente, las emisiones de CO_2 en el año 2000, procedentes de los combustibles orgánicos, serán tres veces mayores que las de 1965. Se cree que las emisiones totales del periodo 1965-2000 será suficiente para hacer subir el contenido en CO_2 atmosférico a 370 ppm a principios del siglo próximo, con un correspondiente aumento de la temperatura mundial promedio de 0.49 grados C.

La turbidez atmosférica también es un importante factor en el

balance del calor del sistema atmosférico de la Tierra y quizá ejerza actualmente una influencia mayor en el clima terrestre que el aumento del contenido en CO₂ del aire. El aumento de la turbidez que se ha observado durante las últimas décadas quizá tenga un papel de suma importancia en la disminución de la temperatura que se ha observado en todo el mundo desde 1940 como consecuencia de un mayor coeficiente de reflexión del planeta. Se ha demostrado que la interceptación de la radiación de la Tierra por las finas partículas de polvo es insignificante en comparación con la interrupción de los rayos solares que vienen hacia el planeta.

El efecto neto de aumento de la turbidez quizá haga ascender el coeficiente de irradiación del planeta y descender la temperatura media del sistema tierra-atmósfera. Este efecto sería el opuesto al ocasionado por un aumento en el CO₂. Se ha afirmado que la tendencia en gran escala al enfriamiento observado en el hemisferio norte, desde aproximadamente 1955, se debe a la alteración del equilibrio de radiación a causa de las finas partículas y este efecto ya ha invertido cualquier tendencia a un ascenso de la temperatura debido al aumento del CO₂.

Otros factores que pueden ocultar el efecto de "invernadero" del CO₂ en la atmósfera son el vapor de agua y la cantidad de nubes.

Aunque al parecer no se sabe con seguridad si los contaminantes "enfriadores" aventajan o no a los "Calentadores", no hay duda que el peligro potencial en el conjunto de nuestro ambiente total podría ser grave. Tanto si se escoge la teoría del ascenso de la temperatura y el efecto de invernadero, de Revelle y colaboradores, o la nueva hipótesis de enfriamiento debido a la turbidez atmosférica emitida por McCormick y Ludwig, las perspectivas futuras deben preocuparnos. No hay que ganar batallas locales para perder la guerra total. No sólo tenemos que ocuparnos de los efectos dañinos locales de la contaminación del aire en altas concentraciones, de un total pequeño, sino que debemos tener en cuenta los efectos ecológicos totales de los contaminantes que abundan más: el CO₂ y las partículas inertes menores de una micra.

Efectos de la contaminación del aire en los climas urbanos

El clima urbano sufre la influencia de muchos factores que no afectan al campo que rodea a las ciudades. Entre estos factores que influyen en el clima urbano diferenciándolo de sus alrededores, están:

1. La diferencia entre los materiales superficiales.
2. Una variedad mucho mayor de formas y orientaciones de las estructuras de la ciudad que las de los paisajes naturales de las zonas rurales.

3. La enorme producción de calor, especialmente en invierno, - cuando funciona la calefacción.
4. La rápida eliminación de la precipitación pluvial del medio urbano.
5. La pesada carga de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos que tiene el aire de las ciudades.

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

Radiación:

Total en superficie horizontal	15-20% menos
Ultravioleta, invierno	30% menos
Ultravioleta, verano	5% menos

Turbidez:

Nubes	5-10% más
Niebla, invierno	100% más
Niebla, verano	30% más

Precipitación:

Cantidades	5-10% más
------------	-----------

Efectos en la Niebla

Las características de la niebla como función de la condensación son:

1. La densidad de la niebla en el momento de la formación inicial de núcleos de formación aumenta rápidamente desde limpia (1,000/ml) a moderadamente contaminada (70,000/ml), pero un aumento ulterior de núcleos de formación no hace que la niebla se vuelva más densa.

2. La duración de la niebla aumenta continuamente al aumentar la concentración de núcleos. Esto se atribuye a un tamaño inicial más pequeño de las gotitas y a una menor proporción de coalescencia para las concentraciones más altas de núcleos puesto que en la cámara se disipa la niebla por asentamiento gravitacional.

Las nieblas más duraderas de las zonas urbanas están relacionadas con la superabundancia de núcleos de condensación, que producen una niebla de gotitas de menor tamaño. La composición química de los núcleos de condensación y las gotas también pueden tener un papel importante.

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

Efectos en la precipitación

Es más difícil determinar una relación entre la contaminación y la precipitación que en el caso de la primera y la niebla. Primero - porque el mecanismo de la lluvia no se puede reproducir fácilmente - en el laboratorio ni estudiarlo como una función de parámetros variables. Segundo, el mecanismo de la formación de lluvias es muy complejo y una ciudad puede influir en él en formas significativas que no están relacionadas con la contaminación del aire. La mayoría de los factores urbanos tienden a aumentar la precipitación pluvial, y las causas son:

1. Adición de vapor de agua procedente de las combustiones y de las fábricas.
2. Corrientes térmicas de tiro ascendente procedentes del calentamiento local.
3. Corriente de tiro ascendente procedentes de un aumento de la turbulencia por fricción.
4. Mayor número de núcleos de condensación que hacen que se formen más nubes.
5. Núcleos de condensación adicionales que posiblemente actúen como centros de congelamiento para las partículas de niebla poco enfriadas.

El efecto de la contaminación industrial en la precipitación -- también ha sido estudiado. Se descubrió que el humo de los hornos de acero era una fuente prolífica de núcleos de congelación y que aumentaba la cifra con un factor de 50 en comparación con el aire limpio cercano. Se llegó a la conclusión de que debería haber un aumento -- de la precipitación pluvial en las localidades que se encontraran en la ruta de los vientos que pasaban por dicha instalación.

En resumen, se puede decir que aunque el total de la evidencia disponible no es concluyente, parece que los patrones de la precipitación pluvial en las ciudades estudiadas indica que hay pequeños aumentos de precipitación en las localidades que se encuentran en las rutas de los vientos procedentes de las ciudades y que la siembra de las nubes con el aerosol de los contaminantes es por lo menos una -- parte de la causa de este aumento

Efectos en la penetración de la radiación solar

La capa de materia en particular que cubre la mayoría de las -- grandes ciudades hace que la energía solar que llega al complejo ur-

bano sea significativamente menor que la que se observa en las zonas rurales. Las partículas son más eficaces como atenuantes de la radiación cuando el ángulo del sol es bajo, puesto que la longitud del trayecto que tienen que pasar las radiaciones a través de las partículas depende de la elevación del sol. Así, para una cantidad dada de materia en partículas, la radiación solar disminuirá al máximo en las ciudades de una latitud y durante el invierno.

Los estudios realizados indican que existe una aproximación bastante exacta de la asociación entre la concentración de aerosol en la atmósfera y los niveles relativos de radiación solar, como se muestra en la tabla.

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

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

Las radiaciones más afectadas son las ultravioleta y las menos interrumpidas las infrarrojas. En un hecho importante debido al efecto bactericida de las radiaciones ultravioleta. Las reducciones de la intensidad de la radiación solar o los cambios en sus distribuciones del espectro tienen importancia en la fotosíntesis de la vegetación, la distribución de las plantas y los animales en la Tierra, el deterioro de los materiales naturales y artificiales y el goce y el bienestar físico.

La modificación "inadvertida" de la atmósfera por los contaminantes artificiales del aire es un asunto peligroso. Hay que seguir observando los cambios meteorológicos de la atmósfera para no alterar en forma desastrosa los sistemas climáticos del mundo.

Visibilidad

La disminución de la visibilidad es probablemente uno de los efectos más comunes de la contaminación del aire que percibe el individuo común. Por lo tanto, es algo de lo que se quejará y, a su vez, culpará a las emisiones que pueda ver.

La visibilidad disminuida crea una carga económica en muchas actividades. El transporte y el bienestar general se perjudican. La reducida visibilidad retrasa la frecuencia de aterrizajes y salidas de los aviones en los aeropuertos. Los individuos se ven obligados a aceptar peligros que pueden terminar en muerte, daños personales y/o

daño a la propiedad. El tránsito automovilístico se vuelve más lento debido a las deficiencias en la visibilidad atmosférica. Si la visión del conductor disminuye, aumentan los accidentes y, por lo tanto, -- las heridas, muertes y daños a la propiedad. También los barcos en -- las bahías tienen dificultades semejantes.

Una menor visibilidad obliga a aumentar los medios de transporte para cubrir las demandas normales de tránsito. El dinero necesario para estas construcciones saldrá, en último término, de los ciudadanos, así como el costo más elevado de las pólizas de seguro, con secuencia de un mayor número de accidentes.

Quizá incluso haya que aumentar el uso de la electricidad para compensar la falta de luz natural y un ambiente sucio no es conveniente para producir una sensación de bienestar en el hombre.

La gente necesita y desea medios de transporte de confianza y seguros. Quieren viajar sin peligros extraordinarios ni retraso. Además la mayoría también desea tener acceso a un paisaje agradable con aire limpio y buen tiempo. La contaminación del aire a menudo puede obstaculizar estos deseos, haciendo que disminuya la visibilidad, bloqueando el sol e intensificando la niebla. Todo esto se deduce de las experiencias, pero lo que no es tan evidente, sin embargo, es la magnitud económica de los daños ocasionados.

Contaminación por humos y polvo.

Los humos y polvos están constituidos por partículas sólidas o líquidas que son amcudo insolubles.

Las características de estos contaminantes son: acumulación y agresividad.

Los productos y desechos deben satisfacer los siguientes -- requisitos: 1.- Ser asimilables e incorporables por la naturaleza en un tiempo razonable

2.- Tener escasa actividad.

3.- Ser dispersados en volúmenes o áreas suficientemente grandes para que no causen problemas debidos a su concentración.

Un recurso para eliminar residuos y desechos consta de las siguientes operaciones:

1.- Eliminación de la parte orgánica por incineración y calcinación en combustión completa. Esta puede estar o no precedida de un tratamiento de desintoxicación biológica. En tal forma se restituye el bióxido de carbono y el agua, que básicamente son nutrientes de las plantas y generadores de oxígeno, al tiempo que se libera calor utilizable en múltiples aplicaciones. El tratamiento o absorción de otros gases como bióxido de azufre debe considerarse por separado.

2.- Captación de las cenizas resultantes de la combustión completa transformando así el problema en uno de recolección de polvos y humos incombustibles.

3.- Dispersión de las cenizas, o realización de rellenos con ellas, para restituir al suelo los componentes que de él salieron.

Obviamente el lugar y la forma de realizar estas operaciones deberán seleccionarse de modo que no se provoquen acumulaciones que constituyan nuevos motivos de contaminación. La contaminación por humos y polvos puede algunas veces ser controlada con relativa facilidad, ya que en muchos casos no se trata tanto de pocos o equipos inadecuados sino de deficiencias en la capacidad o en la operación de los mismos. Tal es el caso de humos y polvos que provienen de combustiones incompletas originadas generalmente por una o varios de las siguientes razones:

1.- Cámara de combustión demasiado pequeña - Falta tiempo de reacción .

2.- Temperatura demasiado baja. - Velocidad de reacción lenta.

3.-Atomización o dispersión deficientes. - Contacto deficiente con el aire debido a la alta viscosidad del combustible o a quemadores inadecuados.

4.-Enfriamiento prematuro de los gases. - Falta tiempo de reacción.

5.- Cantidad de aire insuficiente. - Escasez o mala distribución del aire.

Es importante recordar que los humos y polvos están constituidos por partículas sólidas o líquidas que presentan siempre una superficie exterior y que al chocar tales partículas pueden aglomerarse en otras de mayor tamaño, susceptibles de ser separadas con más facilidad. La adición de líquidos aumenta frecuentemente la cohesión de las partículas y sirve además para retirar gases solubles.

A continuación se mencionan algunos métodos para reter partículas, indicando en cada caso el tamaño mínimo de partículas que puede generalmente ser retenido.

Para eliminar partículas en seco.

Método	Partículas mayores de
Separador Browniano	0.01 a 0.05 micras
Filtración con bolsas	0.1 micra
Filtros o precipitadores electrostáticos	0.2 a 0.5 micras
Ciclones	10 a 15 micras
Colectores de pantallas	5 a 20 micras
Cámaras de asentamiento	40 micras

Para eliminar gases y partículas con ayuda de líquidos

Método	Partículas mayores de
Torres con rociadores	10 a 20 micras
Ciclones húmedos	3 a 5 micras
Lavadores Venturi	0.1 micra
Torres empacadas	3 a 10 micras
Charolas perforadas	1 micra
Lavado por condensación sobre paquetes de tipo fibrilar	0.01 micra
Contactores de esferas flotantes en líquidos	1 a 5 micras
Filtros húmedos	Semejante a los filtros secos.

Tratamiento de Aire Contaminado con Partículas Sólidas

Para diseñar sistemas de tratamiento de aire contaminado con partículas sólidas es necesario tener en cuenta tres puntos.

- 1.- Como se van a captar esos contaminantes
- 2.- Como se les va a transportar
- 3.- Qué tratamientos y acondicionamientos se les va a dar.

En nuestros días el control de la limpieza del aire no es un problema de carácter técnico, ya que los contaminantes de diversa índole pueden ser reducidos a niveles aceptables en cualquier caso. El problema principal es de carácter económico.

Un procedimiento general aconsejable para solucionar problemas de contaminación de polvos puede ser el siguientes:

- 1.- Analizar si se trata de una emisión standar o especial.
El tipo de emisión determinará la eficiencia de colección.
- 2.- Desidir entre las alternativas del equipo de control:
Filtros de tipo bolsas.
Precipitadores electrostáticos.
Colectores en húmedo.
Colectores mecánicos.
Incineradores, absorbedores, y cõndesadores.
- 3.- Establecer las características de la corriente de gases:
Volumen.
Temperatura.
Contenido de humedad.
Corrosividad.
Olor.
Viscosidad, presión y peligro de Explosión.
- 4.- Determinar las características de las partículas:
Punto de ignición, distribución de tamaño, abrasividad, naturalaleza higroscópica, propiedades eléctrica, carga de polvo, densidad, forma y propiedades físicas.
- 5.- Analizar los recursos disponibles de la planta:
Reproceso de desperdicios.
Manejo de materiales.
Restricciones de espacio.
Recuperación de producto.
Disponibilidad de agua y energía.
Recuperación de calor.
- 6.- Consideración del costo de control de la emisión:
Estudios de ingeniería.
Terreno.
Equipo auxiliar.
Estructura soporte.
Instalación y arranque del sistema.
- 7.- Análisis de los costos de operación:
Consumo de agua.

Potencia.
Materiales.
Acondicionamiento del gas.
Mano de obra.
Compuestos.
Seguros.
Amortización de la inversión.
Aprovechamiento del material colectado.

Características de algunos aparatos para controlar emisiones:
Colectores de Polvo del Tipo de Bolsas.- Estos equipos son de alta eficiencia y de un costo medio. Se usan ampliamente en la industria para una gran cantidad de aplicaciones. En ocasiones el manejo de materiales puede originar un problema secundario de producción de polvo.

Existe una gran variedad de medio filtrantes, ya sea del tipo tejido o de fieltro que se pueden adaptar a cualquier aplicación - específica. Se cuenta con varias clases de equipo, pudiéndose mencionar en forma general, los de sacudimiento mecánico intermitente y de sacudimiento continuo a base de aire comprimido.

Los colectores de bolsas están limitados a las condiciones de aire seco para prevenir condensación sobre la superficie filtrante siendo una limitación también la temperatura de la corriente de gases. Con materiales higroscópicos o pegajosos o materiales de muy baja densidad se deberá tener un cuidado especial para su aplicación, ya que se pueden presentar problemas de manejo de materiales principalmente. El rango de flujo a través del medio filtrante varía con el tipo de colector, la aplicación, concentración de polvo, temperatura y tipo de material. Generalmente los colectores se seleccionan de modo que la caída de presión no exceda de 150 mm de columna de agua.

Precipitador Electroestático.- El precipitador electrostático de alto voltaje es un colector que cae dentro del grupo de equipos de alta eficiencia y alto costo.

El principio de colección descansa sobre la habilidad para impartir una carga negativa a partículas en la corriente de gas provocando con ésto que se muevan y adhieran a las placas colectoras cargadas positivamente. Las velocidades a través de este equipo son en el rango de 0.75 al 1 ft/Seg. En la mayoría de los diseños, la diferencia de voltaje entre electrodos y placas es en el rango de 50,000 a 75,000. El mecanismo de limpieza puede ser por medio de raspadores, vibradores o por medio de agua en el caso de los precipitadores electrostáticos húmedos. La caída de presión es prácticamente despreciable. El espacio necesario es relativamente grande y el costo es alto cuando se aplica a volúmenes menores a 1400 m³/min.

La eficiencia se mejora con el contenido de humedad en la co-

riente del aire, ya que se lleva a cabo un cambio en la propiedad dieléctrica del polvo. Cuando las concentraciones de polvo son altas, se recomiendan colectores primarios.

Colectores en húmedo.

Los colectores en húmedo están disponibles en diferentes diseños. Este tipo de colectores tienen la habilidad de manejar gases de alta temperatura y humedad. La colección de polvo en una forma húmeda elimina problemas secundarios de producción de polvo por el material colectado, sin embargo deberá considerarse un tratamiento especial para la recuperación del sólido y reacondicionamiento del agua de lavado.

Los requerimientos de espacio son moderados y las caídas de presión y la eficiencia varían ampliamente de acuerdo con el diseño. En términos generales la eficiencia es una función de la energía total aplicada por unidad de volumen, ya sea que esta energía sea suministrada al aire o al agua. Esta afirmación se aplica solamente cuando la energía se utiliza en el proceso de contacto gas-líquido.

Los colectores en húmedo cuentan con una habilidad inherente que es la de humidificar el gas. Este proceso de humidificación puede ser ventajoso o desventajoso, dependiendo de cada aplicación.

Colectores mecánicos.

Son de los primeros utilizados en la industria, siendo sus dos tipos básicos, el ciclón de entrada tangencial y el colector de entrada axial. Otros colectores mecánicos son las cámaras de asentamiento gravitacional y separadores de choque. Deberá darse especial atención a la aplicación de estos equipos, ya que están limitados para manejar partículas abajo de 20 micras.

Control de gases y Vapores.

Los dispositivos usados para purificar las emisiones de gases y vapores contaminantes caen dentro de cuatro clasificaciones generales:

- 1.- Incineración catalítica o de flama directa.
- 2.- Equipo de absorción.
- 3.- Equipo de adsorción.
- 4.- Condensación de vapores.

La selección de un equipo de limpieza para gases o vapores en forma similar a lo indicado para el tratamiento de corrientes de gases con polvo, deberá basarse en las características del contaminante y en las características de la corriente. Si es que no -

existen experiencias previas en un problema determinado, se recomienda una comunicación estrecha entre usuario y proveedor de tal equipo a fin de analizar y determinar el diseño y selección más apropiado.

Aspectos del Control de la Contaminación del Aire por la Industria.

Para el control de la contaminación del aire originado por la industria es indispensable precisar los siguientes aspectos:

1. Naturaleza de la contaminación.

Para establecer la naturaleza de la contaminación es necesario conocer:

- a) Origen de los contaminantes del aire.
- b) Hay que conocer tanto las características químicas como las físicas de las partículas para elegir el colector apropiado. El origen de las partículas puede proporcionar la clave sobre si el contaminante consiste en humo, polvo o niebla o es simplemente un gas molesto. Las partículas formadas por desintegración mecánica, generalmente formarán parte del grupo submicroscópico. Las partículas originadas por desintegración gruesa, tales como las que resultan de serrar, de utilizar trituradoras o de desarenar en tambores rotatorios, pueden tener un tamaño superior a las quince micras.

Las partículas que se producen de un cambio físico de estado o por haber estado sometidas a un calor intenso y las que resultan de las operaciones de fundición, generalmente son de tamaño submicroscópico.

En los hornos generalmente se producen gases de escape o de combustión que contienen emanaciones metalúrgicas microscópicas.

Dos operaciones productoras de emanaciones metalúrgicas de tamaño pequeñísimo son: la inyección de oxígeno, para aumentar la temperatura de fundición a velocidad creciente y el horno eléctrico para alcanzar temperaturas superiores a los 1000 grados F.

2. Información que se necesita disponer antes de llevar a cabo la elección del equipo.

Como cada problema de contaminación del aire es diferente se necesita conocer previamente en forma exacta los contaminantes para elegir el equipo adecuado. Entre los principales factores están el tamaño de las partículas, la temperatura del gas y la corrosividad de los componentes.

a) Análisis de las corrientes del aire contaminado.

i) Distribución del tamaño de las partículas.

La distribución de las partículas generalmente se mide en la concentración total de la masa de partículas transportadas por el aire, expresándolo en granos por pie cúbico

normalizado (60 grados F.).

Las técnicas para el análisis de las partículas utilizan. El microscopio fotoeléctrico, el análisis mediante aparatos de choque en cascada.

ii) Análisis del polvo, de las emanaciones y de las partículas de materia.

Para este análisis pueden utilizarse:

El método a base de manguitos ensamblados

El aparato de Smith-Greemberg.

iii) Determinación de los contaminantes gaseosos.

iv) Determinación del volumen del gas.

Este factor es muy importante que se tome en cuenta y exige que se determine la velocidad del gas en el punto del conducto en el que el gas se desplaza de manera uniforme -- siguiendo una línea recta.

El análisis mediante tubos de pitot dotados de un manómetro inclinado es relativamente sencillo y tiene bastante aceptación.

Si los gases se trasladan por medio de un ventilador o de un inyector, resultará útil la utilización de las curvas -- que describen el funcionamiento del ventilador.

v) Determinación de la densidad del gas.

Esto exige determinar si existe humedad o si el peso molecular del gas es distinto del que tendría en condiciones normales.

vi) Determinación de los componentes de las nieblas de los polvos y de los compuestos gaseosos.

b) Objetivo del equipo de control.

La recuperación en muchos casos resulta económicamente ventajosa, como ocurre en la industria de fertilizantes, que puede volver a utilizar el amoníaco recuperado. En la industria del acero, los altos hornos producen óxido de hierro que se recoge y se devuelve a la planta de sinterizado para que se utilice de nuevo, mientras que la corriente de gas purificada que contiene mucho CO se utiliza aprovechando su poder calorífico.

i) Factores que intervienen en la recuperación de las partículas de materia.

Lo primero que hay que hacer es determinar si estas partículas se tienen que devolver al proceso en forma húmeda o -- seca. Cuando existe un contenido excesivo de humedad, las sustancias pueden que tengan que ser filtradas y secadas. -

Las partículas de materia seca sumamente finas pueden ser sometidas a un arrastre continuo.

Si no se pueden devolver los contaminantes al proceso, es preciso determinar si pueden ser vendidos de forma inmediata en el mercado. Esto puede exigir que se les envase en algún recipiente para polvos secos finos o para líquidos.

Existen tres métodos básicos de recuperación: depuradores húmedos, colectores de tejido y precipiadores electrostático.

ii) Factores que intervienen en la eliminación.

Cuando los componentes orgánicos no son recuperables se les debe eliminar mediante su combustión. La combustión es un método positivo para conseguir eliminar el olor de las sustancias, ya que se convierten en dióxido de carbono y en vapor de agua, que son gases de escape inocuos. Se utiliza una variante de aparato catalítico que permite que la temperatura del gas sea más baja para alcanzar los niveles de combustión, y en algunos casos sin ningún consumo de combustible para que el gas alcance una temperatura bastante alta.

La eliminación de los sólidos recogidos no recuperables puede consistir simplemente en bombearlos hasta un estanque, y en algunos casos se permite verterlos en las alcantarillas para residuos de origen doméstico. Ello depende de las instalaciones de que disponga el municipio y de las ordenanzas, pero, sin embargo este tipo de eliminación puede presentar problemas. Cuando las sustancias recogidas se bombean hasta un estanque de sedimentación, el cielo se debe retirar periódicamente de dicho estanque, y la frecuencia con que esto se haga dependerá del lugar en que se encuentre el estanque y de la cantidad de sustancia que allí va a parar. También se puede dejar que sedimenten los sólidos recogidos y utilizarles como material para la nivelación de terrenos.

iii) Eliminación de los sólidos secos.

En aplicaciones que forman parte integrante de un proceso industrial, el transporte neumático tiene numerosas ventajas económicas sobre el transporte mecánico de las sustancias granuladas, en forma de flúculos o de polvo.

Tanto en el caso del transporte neumático a alta presión como a baja la compresibilidad es el punto más importante que hay que tener en cuenta al hacer los cálculos sobre el flujo.

a) Los sistemas de transporte a presión positiva utilizan -

la alta presión del aire crada por un inyector situado en la estación de carga de la sustancia. Estos sistemas vienen determinados por la relación existente entre el aire y la sustancia, cuya cifra se recomienda que se elve a 12 pies cúbicos por libra para conseguir un funcionamiento eficiente.

b) Los sistemas de transporte a presión negativa (bajo presión), por otro lado, utilizan la succión, consiguiendo -- virtualmente separar el 100 por 100 de las partículas de materia en el aire o en el gas.

En el caso de estos sistemas, la presión del sistema de -- transportes es inferior a la de la atmósfera circundante -- del espacio comprendido entre la estación de toma de las -- sustancias y el punto de descarga.

Los aparatos de transporte a base de succión del aire se -- sirven de cuatro elementos básicos: tobera de arrastre de -- partículas o aparato de alimentación, tubería de transporte aparato receptor-separador y salida de gases.

Aunque los diseños de las toberas de toma de partículas varían según aquello para lo que vayan a ser aplicados, se -- sirven de los mismos principios aerodinámicos básicos para conseguir la aceleración de lo que entra en el aparato de -- transporte sin que se produzca la sedimentación de las sustancias en el recorrido. A menos que intervenga la abrasión unas paredes de un grosor de 0,000016 de pulgada son suficientes para persistir la liger presión que se produce en los conductos del aparato de transporte. Es absolutamente -- necesario que no se produzcan escapes por las juntas, ya -- que se necesita virtualmente la recuperación o la separación del 100 por 100 de las sustancias transportadas. Los receptores constan de un separador mecánico primario seguido de -- una unidad a base de filtros de tela o de un filtro del tipo de los que se utilizan para la retención de polvos. Para man tener una velocidad constante en las tuberías se debe utilizar un filtro de tejido de chorro de aire invertido). Se necesitan cabinas de alojamiento fuerte para que resistan la -- presión.

Normalmente se usan extractores de gases centrífugos de fase única, a menos que la velocidad del flujo del gas sea infe-- rior a 250 pcm y haya necesario la elección de un extractor de desplazamiento positivo. Hay que evitar el empleo de ex-- tractorres que funcionen a presión constante, o en caso con-- trario, las líneas del aparato de transporte se verán obs-- truidas en el momento en que se produzcan ligeras sobrecar-- gas.

c) Flexibilidad del aparato de transporte del aire. La felxi-- bilidad en el sistema de succión se limita a la parte final

de la toma de sustancia, ya que el receptor es una instalación fija y consta de un colector de polvo y de un extractor. De esta forma, las sustancias únicamente pueden pasar a una sola estación aunque el enchufe de otro dispositivo puede hacer posible que éstas lleguen a distintos lugares. Lo contrario es cierto en el caso de un aparato de transporte a base de presión positiva, en el que el inyector se encuentra permanentemente situado en la estación de carga de la sustancia. También se dispone de otros sistemas más complicados, que ofrecen una mayor flexibilidad en ambos extremos mediante combinaciones de sistemas de presión y de vacío

- iv) Limitaciones del aparato neumático de transportes. Esigen más energía y son sensible a la sobrecarga.
 - v) Ventajas del transporte neumático. Su mantenimiento se limita al colector de polvo.
- c) Determinación de las características apreciadas de los diversos tipos de equipo colector.

Los fabricantes deben tener en cuenta muchos factores al seleccionar el método adecuado para tratar un problema específico de contaminación del aire.

Cada equipo de control implica ciertas particularidades en su diseño que pueden influir sobre la instalación, mantenimiento y la eficiencia.

El fabricante también tiene que sopesar los procesos que se hayan en relación y los factores ambientales. Con frecuencia, la solución que se quiera dar a uno o más problemas conectados puede hacer deseable la elección de un equipo distinto del que parecía aconsejable a primera vista. Así, el equipo colector finalmente elegido supone a menudo un compromiso, el más ventajoso. Por otra parte, una combinación de distintos equipos puede ser la solución adecuada.

Factores que afectan a las características que tiene que reunir el equipo.

a) Localización. La proximidad del colector de gas a la fuente productora de gas puede determinar el tratamiento que se necesita. -- Por regla general, una localización razonablemente cerca minimiza muchos problemas derivados. Entre los problemas que se amortiguan se pueden sedimentarse en los conductos y de los corpúsculo frío que originan la condensación y finalmente la corrosión. La localización cercana también minimiza la pérdidas de presión que se producen cuando el gas tiene que ser transportado a través de un recorrido largo.

La localización también está influida por la naturaleza del pol-

vo. Si el polvo es de tamaño igual o superior a una micra, en condiciones ambientales de humedad el colector se puede instalar lo más cerca posible de la fuente. Sin embargo, si el polvo contenido en el gas es de tamaño inferior a una micra hay que tener en cuenta factores tales como el crecimiento de los núcleos. La eficacia de recogida generalmente se ve favorecida cuando las partículas inferiores a la micra tienen la oportunidad de aglomerarse entre sí al tenerse -- que trasladar lejos para llevar hasta el colector

b) Necesidades de espacio. La viabilidad de un tipo concreto de equipo puede venir determinada por factores espaciales. Si la fuente se encuentra en el tejado, por ejemplo, el diseño del colector puede verse afectado por la cantidad de peso que puede soportar dicho tejado. También se puede ver implicado el tamaño, como ocurre en el caso de colectores de bolsas o precipitadores muy grandes. Por otra parte en el caso del demurador húmedo, el peso puede ser un factor determinante cuando se necesitan tanques de recirculación. Los factores de cimentación para poder soportar las sustancias y los aparatos se encuentran, por tanto, implicados, ya se trate de colocar el equipo en el tejado, cerca del suelo, dentro o fuera de la planta.

c) Emanaciones complicadas. Las emanaciones que consisten en -- partículas pesadas, vapores de alquitrán o disolventes orgánicos pueden ocasionar problemas derivados que pueden ir desde peligros de incendio hasta acumulaciones de polvo sobre las paredes. En este caso se prefiere la instalación de sistemas de conductos cortos. Si esto último fuera imposible, hay que pensar en nebulizar los conductos, a lo que se les dará una inclinación (posiblemente de cinco grados), para dirigir el drenaje directamente hacia el depurador.

d) Temperatura. Cuando se trata de gases muy calientes, hay que colocar el colector a cierta distancia de la fuente para permitir -- que se enfríen por el camino. Esto es especialmente necesario en el caso de los colectores o bolsas, ya que el pretratamiento de los gases a base de refrigeración mejora la eficiencia de recogida y protege el tejido de los filtros. El tejido de los filtros afecta al funcionamiento global o al coste del equipo y exige temperaturas específicas para que el rendimiento sea máximo y duren el mayor tiempo posible. El exceso de temperatura puede contribuir al abarquillamiento del conducto. A menudo, el enfriamiento rápido produce una situación de peso húmedo a seco en el que los sólidos se acumulan en las paredes refrigeradas del conducto.

Las temperaturas óptimas para los precipitadores electrostáticos oscilan entre 350 y 500 grados F. Hay que prestar gran atención a la existencia de compuestos ácidos, tales como el SO_2H y el SO_3 .

Las mezclas de trióxido de azufre tienen un punto muy elevado de condensación y ello puede crear una atmósfera corrosiva.

Hay que tener siempre en cuenta el punto de condensación del SO₂. Generalmente, los gases muy calientes se tratan mejor mediante colectores húmedos que estén dotados de técnicas de refrigeración. La refrigeración adiabática hasta conseguir la saturación es un medio de reducir la temperatura. Para obtener mejores resultados en la depuración, los gases con temperaturas superiores a 450 grados F. deben ser sometidos a un proceso de saturación antes de entrar en cualquier depurador húmedo.

Teniendo en cuenta lo que queda expuesto, se muestra la elección adecuada en el caso de que haya que tratar compuestos de distinta naturaleza.

Contaminación por Gases

La contaminación del medio ambiente producida por sustancias en estado gaseoso o de vapor tiene una gran importancia en el estudio y control de la contaminación debido a que en este estado, su difusión en la atmósfera es muy fácil de llevarse a cabo, Los contaminantes - en estado gaseoso presentes en la atmósfera no solamente afectan su calidad sino que, a causa de su migración y de las precipitaciones - pluviales, pueden afectar también los suelos y el agua.

Los productos en estado gaseoso que se emiten a la atmósfera como resultado de la actividad industrial y del uso de vehículos automotores de combustión interna para el transporte constituyen, en la mayoría de los casos, los contaminantes más importantes.

En este trabajo se presenta una relación de los productos que en estado gaseoso o de vapor pueden considerarse como contaminantes, -- los conceptos de calidad de aire y su manejo y una descripción de -- los procesos químicos que se llevan a cabo en la atmósfera relacionados con las condiciones prevalecientes en México.

I. Contaminantes Gaseosos

En la actualidad se tienen registrados más de cien compuestos -- que en su estado gaseoso son contaminantes de la atmósfera. En la tabla se presentan los grupos de contaminantes atmosféricos que la mayoría de los autores considera como más objetivos. Se verá que, excepto las partículas, todos los demás se presentan en estado gaseoso o de vapor.

T A B L A

Grupo de Contaminantes Atmosféricos	Ejemplo
Sólidos finos menores de 100 u	Cenizas, negro de humo.
Partículas sólidas mayores de 100 u	
Compuestos de Azufre	SO ₂ , SO ₃ , H ₂ S, RSH.
Compuestos Orgánicos	Aldehidos, hidrocarburos, metil estireno.
Compuestos del Nitrógeno	NO, NO ₂ , NH ₃ .
Compuestos del Oxígeno	O ₃ , CO.
Halógenos y sus compuestos	Cloro, HF, HCl.
Compuestos Radioactivos	Gases, aerosoles.

Frecuentemente algunos de estos contaminantes reaccionan entre sí, ya sea espontáneamente o por acción de la energía solar, para -

formar otros compuestos diferentes que pueden ser más agresivos. Por ejemplo algunos pueden reaccionar con la humedad del aire para formar ácidos menos tolerables que sus anhídridos y que pueden afectar otro medio, como lo demuestran las disminuciones de pH hasta de 0,5 en los lagos y ríos de Suecia.

En la legislación de algunos países como Estados Unidos, Rusia, Polonia, Alemania, Checoslovaquia y Canadá se establecen limitaciones para la exposición a diferentes períodos de tiempo de la mayor parte de esos contaminantes. Otros países controlan la emisión de contaminantes de tipo gaseoso indirectamente, mediante el control de emisiones, de acuerdo con el tipo de industria.

En la práctica, el control de la contaminación es más fácil de llevar a cabo en las instalaciones industriales cuando puede planearse con toda anticipación y se establece la forma de control desde la etapa de proyecto. En estas condiciones puede llegarse a tener inclusive, ciertas ventajas económicas por recuperación de materiales. Desafortunadamente, el control de la contaminación por los gases de los vehículos automotores, que son los mayores contribuyentes, constituye un problema mucho más difícil de resolver, ya que intervienen factores tanto urbanos y de vialidad, como de los motores mismos. Los sistemas que pueden ayudar a reducir la contaminación por este concepto deben aplicarse en la regulación de tránsito y en el diseño y mantenimiento de los motores, lo que abarca sectores muy amplios y de acciones correctivas lentas.

II Límites y Formas de Control

Aun cuando tiene una gran importancia la protección de las diversas formas vivientes, así como de los bienes, el elemento mandatorio para el establecimiento de los límites de tolerancia, es el hombre, el cual consume durante veintidos mil veces que respira diariamente, los kilogramos de aire aproximadamente, lo que equivale a 3.7 kilogramos de oxígeno, que significan bastante más que lo que el hombre requiere de agua y alimentos líquidos y sólidos.

Por ese motivo los conceptos modernos para evaluación de contaminantes atmosféricos se refieren a los valores de la concentración encontrados "a nivel del suelo" o bien al concepto de calidad de aire.

Concentración a nivel del suelo

Teóricamente, la concentración a nivel del suelo puede expresarse a partir de las relaciones de Bosanquet y Pearson, que se expresa de la siguiente manera:

Máxima concentración

(constante) X (tasa de emisión
del contaminante)

a nivel del suelo

(velocidad del viento) \times (cuadrado de la altura de la fuente).

Para cada contaminante o grupo de contaminantes existe una concentración máxima que puede considerarse como el umbral de riesgo a diario. Este umbral varía mucho, dependiendo del tipo de contaminante y de la sensibilidad de las personas, animales o vegetales que viven en la cercanía de la fuente contaminadora.

La concentración a nivel del suelo de un contaminante, varía inversamente con la velocidad del viento y con la segunda potencia de la altura de la fuente, por lo que si un contaminante es emitido en una corriente de vientos de alta velocidad, la concentración a nivel del suelo será menor por haber una mayor dispersión en el aire. Igualmente si es emitido desde una fuente a gran altura, la concentración a nivel del suelo disminuye, por haber mayor dispersión. Lo anterior nos lleva a la deducción de que la concentración al nivel en que normalmente los seres vivientes utilizan el aire es independiente de la concentración que se tiene en la fuente emisora pero, depende directamente de la tasa de emisión.

Calidad de Aire

La estimación de la calidad del aire para determinar los niveles presentes y tolerables de los contaminantes atmosféricos requiere de la aplicación de modelos de difusión, en función de las tasas de emisión y de la meteorología y topografía de cada región. En general, se pueden utilizar dos tipos de modelos de difusión, uno de los cuales puede ser el de Holzworth, mediante el cual se pueden estimar las concentraciones promedio y otro modelo de difusión que puede producir la concentración resultante a partir de los datos de las fuentes de emisión, durante las condiciones meteorológicas más desfavorables.

El modelo de Holzworth requiere del conocimiento de la densidad de emisiones, el tamaño de la región y la velocidad del viento a través de la capa atmosférica de mezclado, conforme a las unidades que para estos parámetros se expresan a continuación:

- X = Concentración estimada ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- v = Velocidad del viento en la zona de mezclado (m/seg.).
- Q = Densidad de emisión ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ seg.}$).
- C = Tamaño de la zona urbana = 1/2 del área urbana (Km).

Con esta información se puede construir la curva de "concentración normal", utilizando el eje de las abscisas para el tamaño del área urbana y el de las ordenadas para la expresión $\frac{Xv}{Q}$. A partir de la curva normalizada, conocidos,

los valores de J y de v , se puede explicar la concentración expresada en determinada región de la ciudad. Conociendo la calidad de aire existente y la tendencia, puede entonces determinarse la estrategia a seguir para mantener o reducir, en el futuro, cierta calidad de aire dependiendo solamente del aspecto económico para dictar la política de mejoramiento a seguir.

III Química de la Atmósfera Contaminada

La solución de los problemas de contaminación atmosférica requiere tanto del conocimiento de la atmósfera en sí, como de la atmósfera contaminada. En efecto, es prácticamente imposible tratar de resolver un problema de contaminación de un lugar determinado sin el conocimiento de la meteorología y mejor aún de la micrometeorología del lugar. Por otra parte, debe conocerse lo que sucede con los contaminantes desde el punto de vista químico, para poder prever su efecto. La importancia de los cambios se puede deducir fácilmente si se piensa que en el Valle de México por ejemplo, se tiene una emisión diaria de cinco mil toneladas producidas por los vehículos automotores.

A continuación se mencionan los conceptos más importantes de la química de algunos contaminantes.

Bióxido de Azufre

Existe prácticamente en la atmósfera de todas las ciudades. Produce la acidificación del agua de lluvia y neblinas. Produce la corrosión de construcciones y objetos metálicos.

Sulfuro de Hidrógeno

Es un compuesto que tiene gran importancia en la contaminación de algunas localidades, debido a que se quemá fácilmente, su presencia no es muy generalizada. Es muy tóxico y peligroso, puede provenir de refinerías de petróleo, tenerías, plantas productoras de anilinas y de la industria huleira. Aun en muy pequeñas concentraciones imparte olor desagradable y ataca algunos metales, principalmente el plomo y sus compuestos.

Oxidos de Nitrógeno

Se presentan durante la combustión de materia orgánica y son introducidos a la atmósfera a través de los escapes de los vehículos automotores, de las chimeneas de calderas e incineradores. Se forman a expensas del nitrógeno que contiene la materia orgánica y del nitrógeno del aire. Se incluyen entre estos óxidos el nítrico (NO), el bióxido (NO₂), el pentóxido de nitrógeno (N₂O₅) y su hidrato, así como el ácido nítrico. El bióxido de nitrógeno está en equilibrio con su dímero (N₂O₄).

Hidrocarburos

La fuente principal de los hidrocarburos es el escape de los vehículos automotores, por mala combustión. Existe aún cierta discrepancia entre los autores, en relación con los efectos de los distintos tipos de hidrocarburos que la atmósfera recibe como contaminantes. Algunos de ellos son muy reactivos y, como pueden producir una gran variedad de otros productos, últimamente se le ha dado mucha importancia a su estudio.

Aldehidos y Cetonas

La atmósfera se contamina con estos productos como consecuencia de los escapes de los vehículos automotores y, en general, de humos provenientes de la oxidación de hidrocarburos presentes en la atmósfera.

Monóxido de Carbono

Se produce por la combustión incompleta de materia orgánica. Los vehículos automotores son los mayores contribuyentes de esta contaminación. Tiene una gran importancia debido a que es susceptible de fijarse en la sangre formando carboxihemoglobina, que no es fácilmente expulsada, produciendo malestares que van desde el simple dolor de cabeza hasta intoxicación grave.

Control de Contaminación por Gases.

Cuando en una corriente de gas se han eliminado las partículas en suspensión, se parte del supuesto de que el gas sigue siendo un problema de contaminación, por tanto es necesario diseñar métodos para hacer que dicha corriente resulte aceptable en la atmósfera.

El problema de la eliminación de los gases de desecho generalmente es cuestión de cantidad. Esto significa que la concentración de los contaminantes en las emisiones de gases suelen ser bajas, pero la cantidad total de las emisiones es grande. Por esta razón resulta muy caro eliminar o destruir el contaminantes, ya que todos los gases desprendidos tienen que tratarse como si fueran contaminantes.

Las alternativas con que se cuenta para el tratamiento de un gas de desecho son: 1) dispersión, 2) absorción en un medio seco o húmedo, 3) adsorción, 4) incineración u otros métodos de oxidación, y 5) tratamiento de deodorantes.

1) Dispersión con Chimeneas

La chimenea alta, es una herramienta que se puede utilizar para reducir concentraciones de contaminantes gaseosos a nivel del suelo,

Por lo tanto, la chimenea alta se puede considerar más bien como un dispositivo de control de la contaminación a nivel del suelo - en vez de una forma de control de la contaminación del aire, ya que no disminuye ni un gramo la cantidad de gas nocivo descargado en la atmósfera.

En la actualidad las chimeneas altas se emplean sólo como un último remedio para eliminar gases contaminantes que resultaría extraordinariamente difícil o caro tratar.

En el diseño de cualquier chimenea para disipar algún material hay tres factores que no son meteorológicos: 1) superficie de la fuente de origen, 2) velocidad de las emisiones y 3) altura eficaz de la fuente.

También hay dos factores meteorológicos importantes: 1) la velocidad del viento y 2) el gradiente adiabático.

Absorción y Reacción Química

Otro método de tratar los desechos industriales gaseosos es el de absorción, que puede llevarse a cabo con o sin reacción química. Por ejemplo, las emisiones que contengan cloruro de hidrógeno se pueden lavar con agua para formar ácido clorhídrico, en solución débil, al ser absorbido por el agua. Por otra parte, si se desea hacer absorción y neutralización al mismo tiempo, se puede lavar con una débil solución de hidróxido de sodio o de hidróxido de calcio para obtener como productos finales cloruro de sodio o de calcio, respectivamente. En un caso se tiene un sistema de verdadera absorción, en el otro una reacción química.

Aunque hay una diferencia bien clara entre los dos sistemas, el aparato utilizado para llevar a cabo la tarea planeada puede ser esencialmente el mismo: una columna con relleno o una columna de placas o cualquiera de los modelos de equipo de contacto que producirían el mismo resultado.

Existen dos formas: contacto líquido-gas y gas-sólido, tanto para la absorción como para la reacción química.

Emisiones gaseosas solubles en agua.

Para que un gas o vapor sea adecuado para la absorción en agua o el lavado con la misma, tiene que ser muy soluble en ella. Como el cloruro de hidrógeno, la dimetilformamida, la acetona, el fluoruro de hidrógeno, el tetrafluoruro de silicio y el amoníaco.

Estos gases de desecho, que son muy solubles en agua, son fácilmente absorbidos por ella y la mezcla resultante es un ácido o una base o una mezcla de un compuesto orgánico en agua que finalmente se

debe neutralizar o recuperar por destilación. La absorción en agua no resuelve completamente el problema de contaminación, puesto que el contaminante disuelto en agua tiene que recuperarse o destruirse de alguna manera.

En el caso de los solventes orgánicos que se van a absorber en agua, generalmente se pretende recuperarlos por medio de una destilación subsiguiente. Por lo tanto, es deseable alcanzar la concentración máxima que se pueda obtener en el absorbente.

Equipo de absorción

El equipo que se emplea para la absorción o la reacción química de los gases contaminantes es muy similar y en muchos casos idéntico al utilizado para eliminar partículas que se describió en el capítulo 8 bajo el título "Aparato para lavado por vía húmeda". Los aparatos observadores de gases empleados en la mayoría de los procesos industriales de desechos son principalmente de cinco tipos diferentes: 1) columnas rellenas, 2) columnas con placas, 3) burbujeo debajo de la superficie de un líquido, 4) torres de rociamiento, y 5) diversos lavadores de alta energía.

Sistemas de absorción gas-sólido

En los últimos años se ha trabajado mucho en los sistemas de absorción o de reacción en fase sólida, especialmente en lo que se refiere al difícil contaminante SO_2 .

Hasta la fecha los cuatro procesos principales que se han utilizado para separar el SO_2 son 1) el de inyección de dolomita seca con lavado líquido, 2) el de oxidación catalítica, 3) el de la alúmina alcalina, y 4) el proceso Reinluft de absorción en seco.

Oxidación de permanganato y cloro

Este método en realidad incluye una reacción química pero también se utiliza el lavado de gases convencional o el equipo de absorción.

3) Condensación.

Un método de control de la contaminación del aire es el proceso de condensación. Casi siempre se emplea la condensación cuando las emisiones gaseosas de una industria tienen cantidades abundantes de un componente condensable, como en el caso del aire saturado de agua u otro vapor. Puede considerarse sólo un método de tratamiento previo a otros sistemas para eliminar vapores solventes.

El equipo disponible para este proceso es:

1. Condensador tubular de superficie (cubierta y tubo)

3. Condensador de contacto directo.

4) Desodorización.

Hay muchos olores industriales que no son tóxicos pero que son evidentemente molestos, a veces hasta nauseabundos. Aunque la peste es molesta no es tóxica necesariamente. La concentración de materia orgánica en el aire es muy inferior al mínimo establecido y excepto por lo que se refiere al aspecto estético del olor, no afecta a la ecología de la zona circulante.

Los tratamientos primario y secundario de las aguas negras municipales generalmente se llevan a cabo en clarificadores al aire libre, de tal forma que es muy posible la diseminación del olor. Algunos municipios han emprendido la desodorización para solucionar este problema.

Es cierto que los olores fuertes tienden a enmascarar a los débiles. Por lo tanto, si se inyecta un compuesto de olor fuerte a las emisiones que lo tengan débil probablemente el nervio olfatorio receptor sólo percibiría el fuerte. Esto es lo que se conoce como enmascarar un olor.

5) Adsorción.

La adsorción es un fenómeno de superficie molecular en el que las moléculas de un fluido se ponen en contacto con la superficie de un sólido y se adhieren a ella. Los procesos de adsorción exigen una consideración importante en el control de la contaminación del aire ya que los gases orgánicos se pueden captar selectivamente o eliminar de las corrientes de aire por medio de adsorbentes específicos.

Para que un material sea buen adsorbente debe tener una proporción superficie/volumen grande, ya que el fenómeno tiene lugar en la superficie del material. Es la magnitud del área superficial, más que su naturaleza específica, la que es causante primordialmente de la capacidad que posee el carbón activado u otro material de absorber grandes cantidades de moléculas orgánicas.

Adsorbentes:

Los adsorbentes que se emplean en el control de la contaminación del aire constan de diferentes tipos de material: carbón activado, gel de sílice, alúmina y bauxita. Por razones prácticas el carbón activado es el único que se emplea más para eliminar los vapores orgánicos de las emisiones gaseosas industriales. Aunque con gel de sílice también se pueden eliminar, sólo son eficaces cuando no hay agua presente, porque el gel de sílice también es deshidratante y tiende a captar el agua mucho más rápidamente que las moléculas orgánicas. La alúmina y la bauxita también se emplean especialmente para la des

Hay varias teorías acerca de lo que sucede cuando un gas de las emisiones que contiene moléculas orgánicas atraviesa un lecho de carbón activado. Una de ellas afirma que las fuerzas desequilibradas de las moléculas superficiales del carbón quedan satisfechas cuando - - otras moléculas se adhieren a la superficie, es decir, se adsorben. Las fuerzas responsables se llaman comúnmente de van der Waals.

Un segundo tipo, la quimioadsorción, es la que se encuentra con menor frecuencia. En este caso el material que va a ser adsorbido se une a la superficie por fuerzas químicas enérgicas, en cuyo caso el proceso es irreversible.

6) Procesos de Combustión.

La destrucción de un gas o vapor contaminante por medio de un proceso de combustión se llama incineración. En la actualidad quizá la incineración sea el método más utilizado para la destrucción de - los vapores orgánicos que emanan de una industria.

En la incineración, al igual que en otros equipos de tratamiento de gases, es importante conocer varios datos antes de empezar a diseñar el sistema. Son los siguientes: 1) Temperatura, 2) volúmen, 3) - componentes químicos, 4) punto de condensación y 5) concentraciones - de los contaminantes toleradas en la atmósfera. Cuando ya se conocen estos factores se puede escoger el método más adecuado para eliminar el contaminante.

Si se parte del supuesto de que se ha escogido la incineración como método, tanto por razones económicas como de eficacia, hay que determinar cuál tipo de incineración es el más aplicable. Hay tres - sistemas fundamentales de incineración de emisiones gaseosas de desecho: 1) la flama directa, 2) térmico y 3) catalítico.

Los sistemas de incineración de los gases de desecho son ideales para recuperar el calor y se pueden aplicar sistemas de recuperación del calor a los métodos de flama directa, térmico o catalítico.

Fábricas de Cemento.

Dentro de las industrias que han tenido un desarrollo más notable y que tienen estrecha relación con la actividad del Ingeniero Civil, es la del Cemento. En un período de 20 años, la producción total de cemento, en sus diferentes tipos en la República Mexicana se incrementó de 255,000 Ton. a 9,072,000 Ton., entre los años de 1952 a 1972. Estos valores, dan una idea clara del crecimiento tan marcado, propiciado por el aumento cada día más creciente de la industria de la construcción.

La tecnología ha dado las bases para que este desarrollo se logre, con el descubrimiento de modernos sistemas de producción, -- creando equipos cada vez más eficientes, obteniéndose una mayor -- productividad. En los próximos años, la demanda de este producto por parte de la construcción, tendrá un incremento aun más pronunciado, debido a la necesidad actual de dotar a la población de vivienda.

Así, como esta industria es una de las que han experimentado un mayor desarrollo, también se encuentra entre las que mayores problemas de contaminación ambiental ofrece por la emisión de partículas sólidas de diferentes puntos de sus procesos de producción, aun cuando también fue una de las primeras industrias en aplicar sistemas de colección en sus procesos. En principio, la instalación de -- sistemas de colección de polvos se realizó, pensando en la economía que reporta para la empresa la recuperación de estos polvos para su reutilización en proceso o bien para su envase y venta cuando estos están constituidos por producto terminado. Este beneficio económico ha dado lugar a que los adelantos científicos y técnicos no solo se -- an aplicados a nuevos sistemas que aumenten la productividad, sino también, utilizados para controlar sus emisiones de polvo.

Breve descripción del proceso de fabricación.

Las materias básicas para la fabricación de cemento, están -- constituidas por arcillas, piedra caliza y yeso, y en algunos casos escoria de alto horno. Las arcillas y calizas normalmente tienen -- contenidos variables de algunos otros minerales tales como: silicio, aluminio, fierro, magnesio, etc.

Todos estos materiales, generalmente son obtenidos por las -- empresas de canteras propias, las cuales, en muchos casos, se encuentran dentro de la misma fábrica o muy próximas a ellas.

El proceso en sí, comienza por un quebrado de la piedra caliza, que generalmente es obtenida en grandes bloques, hasta lograr -- un tamaño propio para ser molida en molinos de martillos, que reducen su tamaño hasta obtener fracciones no mayores de 0.5 cm., de es

te molino es enviada a patios de almacenamiento que generalmente se encuentran cubiertos, De estos patios, es llevada a silos a los cuales también se transporta arcilla en la dosificación deseada, logrando una mezcla que es conducida a un homogeneizador antes de ser introducida al molino de crudos, en donde se le da una finura aproximada de malla 50, antes de ser alimentada al horno de calcinación.

Algunos de estos molinos, cuentan con un sistema de calentamiento de crudos para lograr un máximo de aprovechamiento del calor de los gases de combustión. Cuando se aplica este sistema, es normal que estos gases ya hayan pasado por un sistema primario de precalentamiento de la mezcla de crudo en una torre intercambiadora de calor, en donde la mezcla es dotada de cierta temperatura, lo cual reporta beneficios a la producción y a los equipos para eliminar partículas de estos gases.

De estos molinos, la mezcla es llevada a silos de almacenamiento o directamente a proceso de calcinación.

En este punto podemos definir tres tipos diferentes de proceso: seco, semihúmedo y húmedo. La diferencia básica entre ellos consiste en su contenido de agua al entrar en el horno. Los contenidos aproximados de agua en la mezcla son de un 5% a 6% para el proceso seco, 15 a 18% en el semihúmedo y de un 35 a 45% en el húmedo, dando características diferentes a las mezclas por alimentar: polvo, nódulos o lodo respectivamente. El proceso en seco, ofrece la ventaja de lograr un mejor aprovechamiento de los gases producto de la combustión en el horno antes de ser eliminados. Esto se logra por medio de la circulación de estos gases por una torre intercambiadora o recuperadora de calor y por los molinos de crudo. Este arreglo es el que resulta más eficiente desde el punto de vista de balance térmico, lo cual hace que este sistema posea una mayor productividad.

El Proceso semihúmedo, logra un aprovechamiento pobre de energía térmica. A la entrada en el horno los nódulos que se alimentan se encuentran a la temperatura ambiente, por lo cual, prácticamente no existe ningún sistema de precalentamiento. Para lograr un aumento en el aprovechamiento de calor en el horno, se han desarrollado diversas técnicas de alimentación.

Estos sistemas consisten en lograr un menor velocidad de avance de los nódulos en la parte final del horno, con lo cual se logra un precalentamiento efectivo de la mezcla, aunque no se llegan a lograr las eficiencias del proceso seco. Estos sistemas ofrecen la ventaja desde el punto de vista del control de emisiones, de actuar como un control primario de colección de partículas contenidas en los gases.

En el proceso húmedo las pérdidas térmicas son elevadas a -- causa de tener que eliminar de un 35% a un 45% de agua del peso total de la mezcla alimentada en el horno. En este tipo de proceso, -- es frecuente el empleo de cadenas en el interior del horno como un sistema de recuperación de calor. Estas cadenas también presentan -- las ventajas de actuar como un control primario al quedar atrapadas en ellas muchas partículas contenidas en los gases.

Ya en el horno el proceso es el mismo: eliminación del agua contenida en la mezcla, lograr su seshidratación y llevar a cabo -- por medio de un incremento gradual de temperatura, las diferentes -- reacciones químicas, que darán como resultado a su calcinación, a -- una temperatura promedio de $1,450^{\circ}\text{C}$, un producto denominado clinker.

La composición química de este clinker, dependiendo del proceso empleado para su producción y principalmente del contenido y -- calidad de las materias primas empleadas, está constituido princi-- palmente por óxidos de calcio en proporciones de un 64% a un 67%, -- óxido de silicio en un 20 a 23%, óxidos de aluminio de un 7 a un 11% y óxidos de fierro y magnesio en un 3% aproximadamente.

Este clinker presenta características de gran dureza, pareci-- do a un guijarro y de apariencia negrusca, en tamaños que pueden va-- riar de un cm. o menos, hasta unas 5 o 6 cm. Este producto represen-- ta en sí la materia básica para la elaboración de diferentes tipos de cemento.

Las características de los diferentes tipos de cemento, se -- obtendrán principalmente del grado de finura en la molienda de este clinker, así como de la dosificación y calidad del yeso empleado, -- así como de otros tipos de agregados, tal como la escoria de alto -- horno, para producir cemento de alta resistencia, a sulfatos, etc.

Durante el proceso de molienda, es de especial interés, que el yeso no pierda ninguna de las moléculas de agua que contiene para lo cual no se debe dejar incrementar su temperatura. Para lograr esto, los molinos deben estar dotados de un sistema de enfriamiento, comunmente por atonzación interno del molino o por baño exterior. -- Después de verificar la calidad del producto, este es almacenado en silos para su posterior envase en sacos o embarque a grahel.

Fuentes de emisión.

Siendo la del cemento, por sus procesos, una industria emi-- nentemente polvosa, potencialmente en todos los pasos de sus proces-- sos tiene emisiones de partículas sólidas a la atmósfera.

- Desde la misma obtención de sus materias primas en la explo-- tación de sus canteras, hasta el punto final de su proceso, tiene --

emisiones de polvo.

Todas estas emisiones se presentan en diversos tipos, ya sea por manejo de material o por propio proceso en volumen y concentración diferentes, así como por las características propias de las partículas. El proceso que mayores problemas presenta es la calcinación de la materia prima o clinkerización. Esta operación se lleva a cabo en un horno rotatorio a una temperatura máxima promedio de $1,450^{\circ}\text{C}$. La materia prima, por la rotación del horno, está en constante movimiento por lo que fácilmente, gran cantidad de partículas sobre todo las más finas, son arrastradas por los gases de combustión. Son dos los problemas de contaminación del aire que se pueden presentar durante esta operación, uno de ellos, la emisión de partículas solidas y que es el principal y el otro es la emisión de gases y humos por diferencias en la combustión. Este último problema, relativamente nunca se presenta ya que es de especial interés el lograr una combustión perfecta, cualquiera que sea el tipo de combustible empleado, además de que las altas temperaturas dentro del horno propician el quemado completo de este combustible. Por razones de seguridad y por el uso generalizado que tiene el precipitador electrostático en este proceso, es de mucha importancia el que no llegen a este gases inflamables tal como el monóxido de carbono, que se forma por una combustión incompleta y que puede provocar la destrucción del propio precipitador, si alcanzan concentraciones altas.

Así que, únicamente consideraremos en este punto de la producción, la emisión de polvos, que es lo que realmente causa problemas.

En este proceso, las concentraciones de partículas son muy altas, con curvas de distribución de elevados porcentajes de partículas finas y medianas.

Otras operaciones que causan problemas de contaminación ambiental, en orden de importancia, son: trituración y molienda de crudo, molienda de clinker, enfriamiento de clinker y almacenamiento de productos en silos.

En todos estos procesos, se tiene la ventaja de que se puede, inclusive por diseño, elegir las concentraciones y volúmenes de aire por manejar, para un equipo determinado.

La creación de molinos de gran capacidad ha hecho más simple el control de sus emisiones, por evitar el uso de múltiples sistemas neumáticos, como antiguamente sucedía. Hasta hace 10 años, era común que una empresa operara hasta con cinco molinos de baja capacidad, lo que representaba un problema por contar con varios puntos -

de manejo independiente. Las concentraciones de emisión en estos -- procesos, pueden ser considerables sin llegar a ser tan notables -- como en el proceso de calcinación.

En enfriamiento de clinker, las concentraciones de partícu-- las no llegan a ser muy altas, pero si dignas de control. Normalmen-- te son bajos los volúmenes de aire manejados, ya que la mayor cantid-- dad de aire a presión utilizado para el enfriamiento de clinker, -- entra al horno haciendo las veces de un tiro forzado que mejora la combustión en el mismo, a la vez que arrastra gran cantidad de partí-- culas para el interior en donde, por la temperatura se adhieren a otras más grandes o siguen su viaje hasta el control establecido en esta fuente.

El probelam que se presenta en el almacenamiento de producto, es básicamente por manejo de material, y por constar de producto -- muy fino, los equipos normalmente empleados en este proceso son muy eficientes, ya que es muy importante este control porque las partí-- culas colectadas ya tienen un valor comercial.

Técnicas de Control.

El problema de contaminación del aire es uno de los cuales cre-- ce con la civilización moderna, siendo generalmente un resultado di-- recto de ella. La separación de partículas suspendidas en los gases es uno de los problemas básicos de la ciencia y tecnología de este desarrollo industrial.

En la producción de cemento, es de especial interés el evitar pérdidas por fugas de polvo en sus procesos, o sea que estos sean -- simplemente materia prima o producto.

Aunque no se puede especificar una técnica o método de control de uso general, hay determinados equipos que ofrecen más ventajas -- que otros para el tipo de partículas que se deben recuperar, por -- lo cual son preferidos en esta industria.

El problema más grave que se presenta en la fabricación de ce-- mento, lo constituye la calcinación en el horno rotatorio de las ma-- terias primas. El control de esta fuente es de gran importancia ya que representa un porcentaje muy alto de la emisión total en una -- planta de cemento.

Precipitadores Electrostáticos

El equipo de control más comunmente empleado, es el precipita-- dor electrostático, que por sus características puede ser usado pa-- ra una amplia serie de aplicaciones, solucionando efectivamente pro-- blemas de colección hasta de las partículas más finas.

El tipo de precipitador más comunmente empleado es el de tipo plato, por sus electrodos de colección, horizontal, por la forma de manejar los gases y de proceso en seco.

Aunque el costo inicial de este equipo es más alto comparado con otros, los costos de operación y mantenimiento son menores, comparados con los mismos, y desde el punto de vista técnico se logran eficiencias de colección altas, aun para partículas del orden de la submicras. No hay un límite fundamental para obtener un grado de eficiencia de colección, y en la práctica la mayoría de las instalaciones con precipitadores electrostáticos, operan a eficiencia entre 90 a 99%, llegando algunas de estas tan altas como el 99%.

Los precipitadores normalmente son construidos de acero, tanto en su caja y tolvas como sus electrodos. En algunos casos, las cajas son construidas de concreto, y los electrodos, si van a estar sometidos a la acción de gases corrosivos, de materiales resistentes a la corrosión. El tamaño del precipitador dependen básicamente de la eficiencia de la colección deseada del volumen de gases por manejar de su temperatura y contenido de la mezcla por el tipo de proceso empleado para la producción de clinker.

Las temperaturas de operación de un precipitador para los tres tipos de proceso son, en promedio, de 195 grados C. a 295 grados C. si el proceso es húmedo, y de 95 grados C. a 180 grados C. si el proceso de calcinación es semi húmedo. Cuando el proceso de producción es seco, las temperaturas del gas y polvos por colectar, serán superiores a los 350 grados C. en precipitadores relativamente grandes, o a temperaturas de 90 grados C. a 180 grados C. en precipitadores de menos capacidad con enfriamiento y humidificación previos del gas, para abatir en cierto grado la resistividad tanto de los gases como de las partículas.

El proceso de calcinación más usado en México es el tipo seco, debido a la carencia de agua en las zonas en que se encuentran establecidas, generalmente, las industrias productoras. Por lo tanto, en casi todas las plantas en las que se utiliza un precipitador electrostático, es común el empleo de sistemas de enfriamiento de gases por medio de agua.

Aunque este enfriamiento requiere de un consumo bastante considerable de agua, este solo representa aproximadamente un 40% de la que se consume en un proceso húmedo.

Nuevas técnicas de producción han permitido la creación de sistemas que ofrecen un máximo aprovechamiento del calor generado en el horno por medio de sistemas intercambiadores de calor, tales como las torres de precalentamiento de crudo y circulación de gases del horno por los molinos de crudo.

Una instalación típica de la época actual, y que garantiza una máxima eficiencia en productividad, es la operación de torres intercambiadoras de calor, en donde la mezcla de crudos es precalentada antes de entrar al horno. La operación de esta torre, es a base de poner en contacto los gases que salen del horno con la mezcla de crudo, en unos ciclones de arreglo múltiple. Esta operación logra abatir un poco la temperatura de los gases, a la vez de que hace la función de control primario de las partículas contenidas en ellos.

Normalmente a la salida de esta torre, los gases son llevados a una torre de enfriamiento a vase de agua, en donde a estos gases, además de bajarles aún más su temperatura, se les humidifica para propiciar su ionización en el precipitador electrostático.

Generalmente, las partículas que se desean controlar tienen una resistencia específica de 10^4 a 10^{14} ohm-cm. Entre los valores de resistividad de 10^4 a 10^{11} ohm-cm.,

Las partículas no presentan mayores problemas para su colección pero partículas con resistividad mayor a 10^{11} ohm-cm.; causan una acumulación de ellas en las superficies de los electrodos de colección y actúan como un aislante.

El operar a temperaturas relativamente bajas, representa muchas ventajas:

- 1.- Los componentes del precipitador electrostático estarán menos expuestos a efectos corrosivos.
- 2.- La resistividad de las partículas no se incrementa.
- 3.- La viscosidad del flujo de gas es menor.

De acuerdo a las gráficas de resistividad de las partículas, si hay un incremento en la temperatura la resistividad del polvo también se incrementará. Este incremento llega a determinado límite en el cual si incrementamos nuevamente la temperatura, la conductividad también aumenta y por lo tanto la resistividad experimentará un descenso. Esto sería benéfico, si este incremento en la temperatura no fuera perjudicial para los elementos que constituyen el precipitador. Por otra parte, las altas temperaturas aumentan la viscosidad del gas, en el cual, se encuentran suspendidas las partículas, por lo que los coeficientes de arrastre serán mayores y tendremos, menores velocidades de migración de las partículas, con lo cual, la eficiencia de colección se verá afectada.

En ocasiones, no se utiliza la torre de enfriamiento y los gases se hacen pasar por el molino de crudos después de la torre de precalentamiento, en donde su temperatura es decremada aún más.

En este caso, es normal inyectar determinada cantidad de agua

atomizada en los ductos próximos al precipitador para humidizar los gases y partículas.

La determinación de la eficiencia en un precipitador electrosféricos, estará basada fundamentalmente en el tamaño del mismo y -- más específicamente en las áreas de los electrodos de colección, así como de la velocidad de migración de las partículas.

La superficie de colección, por diseño, la podemos considerar como una constante, pero la velocidad de migración puede tener varias considerables. Por esto, es muy importante la determinación de las diferentes características de las partículas por coleccionar, -- como su tamaño, densidad y sobre todo su resistividad específica, -- para poder elegir dentro de que valores de temperatura se debe operar, así como de las velocidades de régimen que se puedan elegir.

El precipitador electrostático es empleado comúnmente en otros procesos dentro de la producción de cemento, principalmente en molienda de crudo, molienda de producto y enfriamiento de clinker.

Colectores de Bolsas

El colector de bolsas es otro de los equipos de uso más generalizado en las plantas de cemento por sus altas eficiencias de colección. Su empleo más frecuente es en procesos que requieren de la colección de partículas que no tienen contenido de humedad. En la industria del cemento, es de mucha utilidad el manejo de polvos constituidos por producto terminado.

Su aplicación se considera ideal sobre todo en molienda de producto y en almacenamiento en silos de éste.

El colector de bolsas normalmente es diseñado para manejar grandes volúmenes de aire y su funcionamiento está basado en retener -- las partículas por medio de una tela.

Entre los factores que se deben tener en cuenta para su diseño, se pueden señalar como de mucha importancia, la velocidad del aire y las características del polvo a coleccionar.

Una vez determinada la velocidad de régimen que se considere como la ideal, esta debe tenerse en cuenta al escoger el tipo de material que va a servir como filtro. Cada material presenta resistencias distintas al paso del aire, que produce una pérdida de carga que debe mantenerse entre límites normales. Esta pérdida es menor cuando los tejidos son nuevos y de malla gruesa, pero aumenta al formarse en ellas una costra producida por retención progresiva de partículas.

En la industria del cemento el manejo del producto requiere de

equipos de alta eficiencia con proceso de colección en seco, lo cual hace ideal a este tipo de colector.

Normalmente los volúmenes, así como las concentraciones de polvo, no son muy elevadas en manejo de materiales ya que por diseño se pueden elegir estos valores.

Aunque no es muy común, es posible la utilización de este equipo como control de emisiones en un horno de calcinación. Su empleo asegura una alta eficiencia aunque requiere de equipos complementarios. Desde luego, el proceso de producción de clinker debe ser del tipo seco para evitar la formación de plastas en el tejido por aglutinamiento de las partículas

Cuando el uso, al cual está destinado este equipo, es únicamente manejo de material, tratándose de transporte o almacenamiento, tenemos factores que podemos elegir para su diseño. Cuando lo empleamos para controlar emisiones de una fuente con grandes volúmenes de gas y con altas temperaturas, los parámetros de diseño se deberán adaptar a estas condiciones.

El manejo de elevados volúmenes requerirá de grandes superficies de tela para colección, lo cual determinará que estos equipos sean de un tamaño mayor.

Las temperaturas elevadas representan un serio problema para estos equipos, ya que las telas empleadas, sean de origen vegetal o sintéticas, no resisten su operación a estas temperaturas. Por tanto, es indispensable abatir la temperatura de estos gases hasta un valor que estará determinado por el tipo de tela a emplear. Como es importante que las partículas por colector no contengan humedad el método más comúnmente empleado para bajar la temperatura de los gases, es mezclar aire a la temperatura ambiente con ellos, lo que hace que los volúmenes de gases por manejar sean aun mayores.

No es muy recomendable el uso de este equipo en este proceso. A pesar de obtener con su empleo altas eficiencias de colección, su costo de inversión, así como sus costos de operación y mantenimiento son elevados.

Multiciclones

Este equipo que entra dentro de la clasificación de los separadores centrifugos de proceso seco, opera bajo los mismos principios del ciclón convencional, pero a eficiencias más elevadas.

El proceso que es más comúnmente usado dentro de la fabricación de cemento, es en la separación de partículas que se desprenden durante el enfriamiento del clinker a la salida de éste del horno de -

calcinación.

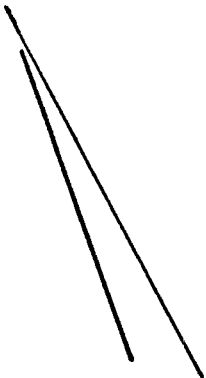
Este sistema presenta un arreglo formado por un conjunto de tubos, cada uno de los cuales constituye en realidad un pequeño ciclón, pero de diámetros menores, normalmente no mayores de unos 200 mm. y en una cantidad que, dependiendo de los volúmenes de aire por manejar puede pasar del centenar.

Su separación está basada en la teoría de que a igual velocidad de los gases, los ciclones de menor diámetro ofrecen una eficiencia de colección mayor. La entrada del aire puede ser axial o tangencial y se hace por una sola abertura, desde la cual se reparte uniformemente a todos los pequeños ciclones. En este sistema, tenemos una mayor pérdida de carga que en los ciclones comunes, siendo la resistencia de este conjunto inversamente proporcional al cuadro del número de tubos alojados en la cámara.

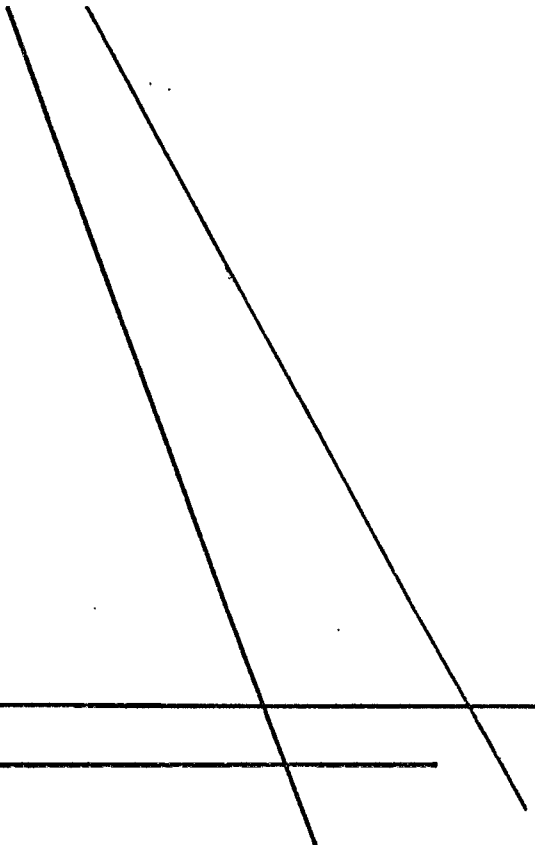
En el enfriamiento de clinker, la concentración de partículas no son elevadas y las curvas de distribución de estas muestran que un alto porcentaje lo constituyen partículas gruesas, por lo cual, el empleo de este equipo en este proceso nos puede dar eficiencias de colección elevadas del orden hasta de un 98%. Otro aspecto que hace atractivo su empleo en este proceso es que no presenta problemas al manejar gases aun a elevadas temperaturas, como se presentan en este caso.

Desde luego, hay otra serie de equipos que tienen utilización dentro de la industria del cemento, pero su empleo no llega a ser tan característico como los mencionados anteriormente.


Tal es el caso del ciclón común, que puede tener utilización en el proceso de quebrado y trituración para hacer una separación de partículas para su selección por tamaños, o la cámara de sedimentación con la cual puede lograrse el mismo fin, etc.



CONTAMINACION DEL SUELO



CAPITULO V



CONTAMINACION DEL SUELO

Composición del suelo

El suelo está compuesto:

- a) Por materia orgánica
- b) Por materia mineral
- c) Por agua y aire

Clasificación de los suelos

La clasificación de los suelos según sus usos puede ser:

- a) Agrícola.- Tierras de riego, con o sin fertilizante y tierras de temporal, con o sin fertilizante.
- b) Ganadero.- Pradera cultivadas, pastizales naturales, cerros y llanuras.
- c) Forestal.- Maderables y no maderables.
- d) Otros usos. Ciudades, poblados, rancherías, carreteras, caminos, aeropuertos, presas, canales, zonas industriales, aéreas recreativas.

Causas de la degradación de suelos

- a) La tala de árboles. La tala immoderada y no controlada deja a los suelos expuestos a la erosión del viento y de las aguas.
- b) El riego sin drenaje apropiado. Eleva las sales a la superficie y deja a la tierra estéril. También el riego sin drenaje apropiado puede elevar el nivel de agua freática y anegar el suelo.
- c) El pastoreo excesivo. esta actividad si no es controlada expone vastas áreas de tierra a la erosión del viento y del agua.
- d) Construcción de carreteras urbanización e industria. Muchas hectareas de tierra cultivable se pierden cada año por ser destinadas a la construcción urbana e industrial y para las carreteras.

Puede considerarse que las tierras de cultivo mundiales se han reducido en un 25% debido a la erosión acuática y del viento.

CONTAMINACION DEL SUELO

A la tierra llegan diversos contaminantes, entre los que se cuentan principalmente los insecticidas, pesticidas y sustancias de degradación rápida o lenta utilizadas en la agricultura; también la tierra absorbe por el sistema de ríos, lagos y lagunas, derivados de las industrias de detergentes y jabones, sales de metales pesados y otros

Se considera la tierra como uno de los medios de descontaminación -- más seguros, que el hombre debiera utilizar adecuadamente en el tratamiento de sus contaminantes de degradación lenta.

Origen y Naturaleza de los Contaminantes.

Los contaminantes del suelo pueden provenir de:

Agropecuario.- Residuos de origen químico, sustancias tales como plaguicidas fertilizantes defoliantes cuando en uso indebido cause contaminación. Así como residuos sólidos que se acumulen en los -- suelos.

Diversos.- Residuos sólidos como basuras y otros provenientes -- de usos públicos domésticos industriales y demás que se acumulen en el suelo, o que se puedan acumular.

Contaminación de Suelos por Plaguicidas

Uno de los problemas de contaminación que más controversia ha -- causado actualmente, es el provocado por el mal uso de los plaguicidas.

El término plaguicida se refiere a todo tipo de sustancias uti -- lizadas para eliminar y/o controlar los organismos enemigos de los -- propósitos humanos. Pueden clasificarse por su composición química, por el tipo de organismos que destruyen (herbicidas, insecticidas, fungicidas, rodenticidas, etc.) o por otras características como persistencia, toxicidad, tendencia a disolverse en el agua o vaporizarse. Al diferir ampliamente las propiedades de los plaguicidas varía también su potencial como contaminantes del medio.

El empleo masivo de plaguicidas en la última década ha traído -- como consecuencia un incremento de la población humana así como una optimización en la producción agrícola.

Sin embargo, su uso ha venido a contribuir al aumento de la con -- taminación de nuestro ecosistema, debido principalmente a la persistencia de residuos en alimentos, agua, aire y suelos.

Debido al peligro potencial que encierra su uso inadecuado, tan -- to para personas que se encuentran en contacto directo con ellos como para el medio ambiente, su empleo merece una reglamentación efectiva real y aplicable. Debiendo ser esta forma química de control de plagas simplemente un complemento de los otros métodos que pueden -- ser tan efectivos, pero menos riesgosos.

En la lucha contra las distintas plagas se emplean en la actuali -- dad diversas clases de compuestos naturales y sintéticos. Los in--

secticidas pueden dividirse en organoclorados, siendo el DDT el más conocido de ellos; organofosforados, como paration y malathion; carbamados, como el carbaryl; de origen vegetal como el piretro, nicotina y rotenona; rodenticidas son el fósforo y el fluoracetato de sodio; - de fungicidas el ditiocarbamato y pentaclorofenol, y herbicidas, como el arsénico y clorofenoxi.

La contaminación por plaguicidas es una interrogante para cada uno de los integrantes de nuestro sistema. ¿Realmente existe contaminación por plaguicidas?

La respuesta es afirmativa.

Se han obtenido datos experimentales de contaminación por residuos de plaguicidas en suelos aire, agua y alimentos, ya sea como metabolitos o compuestos sin degradar.

La contaminación de suelos por plaguicidas es un problema necesario de evaluar debido a los procesos de acumulación que se pueden presentar.

La contaminación del suelo a largo plazo es un problema grave, ya que esta puede alterar el crecimiento de las plantas por efectos en el sistema radical, producir cambios en las substancias químicas u organismos del suelo, y por último, volverlo estéril.

Los residuos de plaguicidas más comunes en el suelo son los organoclorados; los organofosforados y carbamados se descomponen con relativa rapidez, así que sus residuos pueden desaparecer entre ciclos de cosecha; sin embargo, algunos organofosforados pueden persistir por varios años bajo condiciones áridas.

Persistencia de Pesticidas en Suelos. (En meses)

- Insecticidas, Clorinados 19
- Herbicidas. Urea, triazine y Picloran 18 .
- Herbicidas. Acido Benzoico y Amidas 12 .
- Herbicidas. Fenoxitoluidina y Nitrilos 6 .
- Herbicidas. Acidos Alifaticos 3 .
- Insecticidas Organofosforados 3 .

La persistencia de plaguicidas en el suelo depende de diversos factores, entre los que se pueden mencionar las características de los plaguicidas mismos y las de los suelos, como tipo humedad, temperatura y microorganismos; tipo de cultivo, etc.

En lo que se refiere particularmente a los microorganismos, la

persistencia de residuos se ve afectada por la actividad microbiana; El aldrín por ejemplo es oxidado a dieldrín por acción microbiana; - su persistencia en suelos secos se debe a que los microorganismos es tán relativamente inactivos en estas condiciones.

Por otra parte, existen evidencias de que el herbicida 2.4.D -- causa una interrupción temporal en la actividad de las bacterias nitrificantes, lo cual impide conversiones químicas que a su vez producen deficiencias severas en las plantas.

El empleo de plaguicidas ha causado mortalidad entre muy diversas especies de la fauna y la flora las cuales los han ingerido con los alimentos y del agua.

Una gran preocupación está causando la presencia de residuos -- del medio ambiente, por las continuas ingestiones que de ellos hacen las personas y animales a través de las cadenas alimenticias.

Medidas para Prevenir la Contaminación de los Suelos por Plaguicidas.

De lo anterior, se deduce que el mal uso de los plaguicidas químicos constituye una de las fuentes principales de contaminación; -- por lo que para minimizar los problemas de residuos se propone lo siguiente:

- 1.- La realización de programas educacionales extensivos a todos los niveles para enseñar a los usuarios de plaguicidas los métodos -- óptimos de control y prevención, sin lesionar los intereses económicos, de salud pública y los recursos naturales del país.
- 2.- El empleo de plaguicidas que se hidrolicen lo más rápida y completamente que se pueda a productos inocuos.
- 3.- La autorización del empleo de substancias químicas sólo cuando -- el nivel de la población de plagas lo requiera, y siempre y cuando no existan otras posibilidades de control, como por ejemplo, el control biológico, rotación de cultivos, etc.
- 4.- La reglamentación de empleo de los plaguicidas de prolongada -- acción residual.
- 5.- La vigilancia de los equipos y formas de aplicación de plaguicidas en los campos a fin de evitar su acarreo por el aire fuera -- de las zonas bajo tratamiento.
- 6.- La utilización de las cantidades adecuadas de plaguicidas evitan -- do los excesos en la aplicación y la subsecuente contaminación -- de nuestro medio ambiente.

Efectos de la Contaminación del Suelo.

Los materiales contaminantes de los suelos pueden ser naturales o inducidos. Los contaminantes naturales son los que afectan a los suelos produciendo en estas alteraciones en la morfogénesis de los perfiles, ejemplo inundaciones, acarreo de suelos por acciones eólicas e hídricas y que son depositados sobre suelos agrícolas los depósitos de cenizas volcánicas sobre suelos agrícolas durante los fenómenos vulcanológicos, contaminaciones por aguas salinas y sódicas, por aguas de geisers e hidrotermales.

Suelos contaminados con aguas de geisers los localizamos en el Valle de Mexicali, en este valle también se tienen amplias áreas contaminadas con aguas de riego saladas al emplearse las aguas contaminadas del río Bravo que a su vez son contaminadas por las prácticas agrícolas del Mohave.

En los Estados de Michoacán y Jalisco se tienen suelos contaminados por cenizas volcánicas y por aguas de geisers y aguas termales, en Ixtlán de los Hervores se localiza un geiser que está contaminando suelos con las aguas ricas en sales y barro, la geiserita en algunos sitios está estratificada en capas de 20 a 100 cms., las aguas termales y lodos volcánicos son comunes en esta región.

Los contaminantes inducidos son aquellos que el hombre incorpora a los suelos con materiales de desecho (basuras, compuestos químicos como desperdicios industriales, aguas contaminadas), la incorporación de metales pesados, fertilizantes, aguas saladas, fungicidas, bactericidas, insecticidas acaricidas, nematocidas y otros pesticidas.

En los últimos 40 años el progreso agrícola de México ha sido notable, esto se debe a los usos de los métodos de investigación y experimentación agrícolas, con las aplicaciones de fertilizantes, pesticidas, aguas de riego, drenes cerrados y abiertos, aplicación de radioisótopos y fitogenética. Varias de estas prácticas a corto y largo plazo contaminan los suelos, las aguas frías, ríos, lagos y lagunas costeras.

Los problemas de contaminación edáfica por organismos y productos biológicos constituyen, desde hace tiempo y hoy día, serios problemas de patogenicidad y toxicología de los suelos. En los suelos encontramos protozoarios en forma vegetativa y en forma quística que han sido el mote de la humanidad por siglos como sucede con la Entamoeba histolytica que produce serios trastornos intestinales produciendo altos índices de mortalidad infantil, estos organismos contaminan aguas, verduras, frutas y animales de campo.

Otros agentes patógenos que contaminan los suelos, que crecen

en éstos, son varias bacterias que en forma vegetativa y esporulada infestan plantas, animales y al hombre.

Varios hongos son organismos fitopatógenos que habitan en los suelos contaminados por hifas y esporas produciendo enfermedades en diferentes plantas.

Es probable que algunos virus fitopatógenos se encuentren habitando en tejidos vegetales incorporados en suelos. Algunos bacterias y hongos que contaminan los suelos contaminan al hombre al ingerir éste los vegetales y aguas de ríos, lagos, lagunas y aguas de pozo.

En escasas investigaciones de ecología microbiana y bacteriana se han encontrado metabolitos tóxicos para las plantas alimenticias y para la fauna del suelo, para bacterias y hongos, varios de los metabolitos son sustancias antagónicas. Sean los antibióticos, éstos cuando se aplican a manzanas, peras, duraznos, trigo y otros vegetales alimenticios acumulan los antibióticos en diferentes bioconcentraciones en frutas, originan alergias en el hombre, por ejemplo el ácido málico de las manzanas, esto ha cambiado la idea que la ingestión de las manzanas son sinónimo de buena salud.

Otras acciones toxicológicas en suelos por alteraciones en la biomasas microbianas es la inhibición o retrasos en la germinación de algunas semillas por los metabolitos bacterianos y fúngicos. Otros metabolitos microbianos en lugar de ser tóxicos son factores de crecimiento para microorganismos y plantas superiores.

Se cree que los monocultivos acumulan sustancias tóxicas que inhiben microorganismos en la biomasas de la rizósfera de las plantas alimenticias cultivadas como sucede con el *Azotobacter* y los *Rhizobium* sp. que intervienen activamente en la fijación del nitrógeno.

La macrofauna tiene algunos géneros y especies que contaminan a los suelos directamente cuando los animales consumen la materia orgánica del suelo, cuando son parásitos de la biomasas edáfica, animales superiores o a las plantas, algunos ácaros, vermes, arácnidos por ejemplo termitas, alacranes, nemátodos incluso copoyero del *gallina ciega*, pulgones; los roedores son otros ejemplos como ratas de campo, liebres y conejos, en éstos últimos se emplean sustancias de alta toxicidad como arseniato de plomo, arseniato de sodio, y el ácido fluoracético (1000).

Aunque en acciones de contaminación aquí citadas son de importancia, probablemente las moléculas sintetizadas por el hombre de mayor toxicidad en los medios ambientes abióticos son los pesticidas que se aplican a plantas y suelos. En 1963 se hicieron investi-

funciones en suelos de campos experimentales de Xoltepa, Chapingo, - Estado de México, cultivados con zanahorias a los que se aplicaron dosis diferentes de Aldrin, uno de los objetivos de los trabajos -- fue investigar la translocación en los perfiles de suelos y en la -- capa arable de 0-30 cms. de espesor y la contaminación en cultivos de zanahoria y maíz, en la investigación se usó el método espectro fotométrico de la fenilizada, Danish et al (1950) y O'Donnell et al (1954).

Las contaminaciones de los suelos por algunos insecticidas fue ron investigados por Lichtenstein (1956), Bollen (1956), Glasser -- (1958), Chishom (1962). La conservación, acumulación y transforma-- ciones por biodegradación o por acciones químicas es complejo y di-- fícil de explicar, las transformaciones de los pesticidas que into-- xican los suelos, las plantas y la fauna que viven en ellos, depen-- de del tipo de suelo utilizado, pesticida aplicado y su dosificación topografía, materia orgánica y agua de los suelos; así por ejemplo el Aldrin aplicado en suelos planos es mayor su lixiviación, pero -- ésta es menor en suelos orgánicos.

Lichtenstein (1954) encontró que el Lindano y el Aldrin presen-- tan bastante difusión en los suelos en comparación con el Parathion -- marca "P. 32 que se dispersa en los suelos. Bollen (1958) estudió algunas propiedades y algunos factores que influyen en la recupera-- ción del Aldrin y el Dieldrin, así como la transformación que experi-- mentan estos pesticidas en condiciones de campo aplicados a sue-- los diferentes, encontró que después de 21 meses de la aplicación -- del Aldrin, se perdió menos de la mitad de la cantidad originalmen-- te aplicada al suelo, encontró también que parte del Aldrin se ha-- bía transformado a su hepóxido Dieldrin, y que el Dieldrin perdido de las parcelas tratadas con Dieldrin fue menor que el Aldrin perdi-- do de las parcelas tratadas con Aldrin y no detectó transformaci-- ón significativa de Dieldrin a Aldrin.

La metodología usada en Xoltepa para dos de los experimentos -- fue el diseño de Cuadro Latino 4 x 4. Las dimensiones de cada una -- de las 32 parcelas fueron 3 surcos por 10m. de largo; se dejó un -- metro entre parcela y parcela y dos metros entre cada experimento.

Los tratamientos fueron como sigue:

- 0.0 Kg/Ha de Aldrin en polvo, Prod. Técnico (1).
- 2.5 Kg/Ha de Aldrin en polvo, Prod. técnico (2).
- 5.0 Kg/Ha de Aldrin en polvo, Prod. técnico (3).
- 7.5 Kg/Ha de Aldrin en polvo, Prod. técnico (4).

La aplicación se hizo espolvoreando el Aldrin por la mañana, -- cuando soplaban poco viento, se cubrió con suelo, se hicieron surcos y se sembraron los dos experimentos, uno con maíz cacahuazintle y -- otro con zanahoria Scarlet Vantes. La fecha de siembra fue: 3 de ma

yo de 1962.

Análisis del suelo antes de la aplicación del Aldrin: Se tomaron muestras de suelo, con el objeto de analizarlos y cerciorarse de que no estaban contaminados con el insecticida en estudio, se tomaron muestras en tres sitios a las profundidades de 0-10 cms., 10-20 cms., 20-30 cms., se mezclaron para tener una muestra representativa de cada nivel.

Las muestras de suelo que se tomaron antes de aplicar el Aldrin se analizaron para determinar el pH, materia orgánica, densidad, textura, y agregados estables al agua, por su importancia en relación con los residuos de insecticidas. Los resultados de los análisis de residuos de Aldrin en estas muestras fueron negativas, los suelos no contenían residuos del insecticida aplicado.

Problema de la Contaminación de los Suelos Agrícolas Debido al Empleo de Aguas Negras.

El uso de aguas negras -drenajes de las grandes ciudades en todo el mundo- con fines agrícolas ha sido una práctica común desde el siglo pasado. En la actualidad, debido a la creciente población humana, es cada día mayor la demanda de agua blanca para las necesidades urbanas y por consiguiente, cada vez es más restringido el empleo de aguas blancas para fines agrícolas por lo que el uso de los drenajes de las grandes ciudades es cada día más necesario. Sin embargo, el efecto de los componentes de dichas aguas, tanto sobre los suelos como sobre los cultivos, aún hoy día son poco conocidos.

El suelo es un efectivo acumulador de materiales cuya putrefacción tiene una alta demanda bioquímica de oxígeno. Wiber (1967) reporta que suelos con textura media y buen drenaje, biodegradan 280 - a 336 kg/ha durante la estación de crecimiento (ciclo agrícola). Esta capacidad de degradación de materiales orgánicos está relacionada también con la capacidad de infiltración de agua del suelo, es decir si el suelo se mantiene muy húmedo debido a la aplicación de riegos pesados, etc., su capacidad de degradar materia orgánica disminuye.

La gran variabilidad en la composición química y en el contenido de sustancias generalmente favorables para la agricultura -ya -- que contienen buenas cantidades de elementos nutritivos y materia orgánica parcialmente descompuesta- hace fácil suponer que se mejoran las condiciones de productividad de aquellos suelos irrigados con dichas aguas negras.

Sin embargo, paralelo al beneficio que puedan causar el empleo de estas aguas, están los perjuicios ocasionados principalmente debido a que junto a las sustancias benéficas mencionadas, existen otros tipos de sustancias que pueden ser tóxicas o perjudiciales para las plantas y aun microorganismos y gérmenes productores de enfermedades peligrosas para los animales y aún para el hombre que consume por su alimentación productos agrícolas cosechados en suelos contaminados por las aguas residuales empleadas en su irrigación.

Entre las sustancias perjudiciales que con mayor frecuencia se encuentran en las aguas negras, están los detergentes, que son compuestos orgánicos del tipo del Dodecil-Sulfonato sódico o Sulfonato de Alquil-benceno, más comúnmente conocido como A B S.

La mayoría de las aguas residuales de las ciudades contienen apreciables cantidades de metales pesados, cuando estas aguas se aplican durante periodos largos estos metales pesados pueden inducir toxicidades a las plantas.

vania (1967) demostraron que con las cosechas irrigadas con aguas negras obtuvieron mejores ganancias por el contenido de nutrimentos en dichas aguas. The Blue Plains Sewage Facility of Washington D. C., - descarga al Río Potomac, después de un tratamiento secundario, alrededor de 4.000 Ton. de fósforo y 12.500 Ton. de nitrógeno anuales.

También se reporta que el suelo es bastante efectivo en la remoción o destrucción de organismos patógenos naturales en los drenajes variando esta capacidad con las características tanto del suelo como de los agentes patógenos.

Klein, Jenkins y Keghaney, llevaron a cabo trabajos cuyos objetivos principales eran: a) Observar el comportamiento de ABS en el suelo; b) Conocer los efectos de este mismo compuesto en el desarrollo de las plantas, habiendo llegado a las siguientes conclusiones:

- 1) En el suelo, encontraron que los suelos tienen una cierta capacidad de absorción de ABS, siendo esta mayor en la capa superficial.
- 2) Que la absorción es proporcional a la concentración del ABS infiltrado en el suelo, dentro del rango de 0.10 a 10 ppm en solución.
- 3) Que existen algunas dificultades para eliminar el ABS absorbido (en periodos cortos de tiempo).

Estos mismos investigadores encontraron que en algunas plantas el ABS ocasiona inhibiciones en el desarrollo, que se refleja en bajas en los rendimientos (principalmente en cártamo), estas bajas llegaron a ser del 70 a casi 100% cuando emplearon soluciones de ABS que contenían 10 a 40 ppm respectivamente. Además, se encontraron mayores concentraciones de ABS en las raíces (90 ppm en cártamo, 70 ppm en cebada) y la degradación del mismo se presentó primero en hojas y tallos. Sólo el cártamo fue afectado adversamente, 30% en 10 ppm de ABS y 65% con 50 ppm de ABS. Otros cultivos produjeron buenas cosechas cuando se irrigaron con aguas negras y además se adicionaba 15 ppm de ABS, por lo que concluyeron que el efecto benéfico de los nutrimentos de las aguas negras son más importantes que el efecto adverso del ABS en el desarrollo de las plantas.

Otro investigador, Rivera, estableció experimentos con siete cultivos en condiciones de invernadero y encontró que concentraciones bajas de detergentes del tipo ABS en el agua de riego no afectaron el desarrollo de los cultivos, sino que al contrario, en algunos casos como en el de la lechuga, estimulaba el desarrollo. También observó que la evapotranspiración fue más alta a medida que se incrementaba la concentración de ABS.

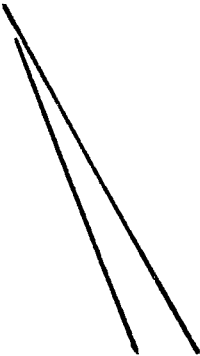
Otro elemento muy común en las aguas negras es el boro, cuyo e-

fecto tóxico es bastante conocido, Scofield y Wilcox reportan al boro como un constituyente natural de las aguas de riego; además, cuando los niveles de boro son mayores de 0.5 ppm, puede causar daños a plantas sensibles. Estos daños son afectados por condiciones tanto climáticas como edáficas (temperatura, texturas, etc.) El origen de este elemento en las aguas de riego -suponen estos investigadores- proviene de depósitos minerales de boro (turmalina, pizarras, etc.) en contacto con la solución del suelo o de gases volcánicos disueltos en el agua de percolación. Concentraciones mayores de 0.5 ppm en el agua de riego causan daños a plantas muy sensibles y a concentraciones de más de 1 ppm, todas las plantas sensibles son afectadas.

Eaton, comprobó las observaciones anteriores encontrando también que 0.5 ppm de boro en el agua de riego causaba daños en algunos cultivos en el Valle de San Joaquín, Calif.

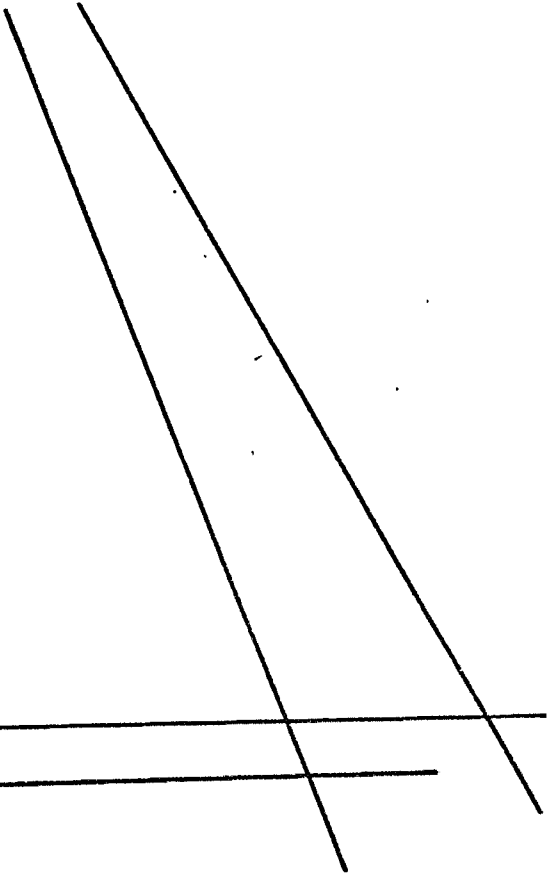
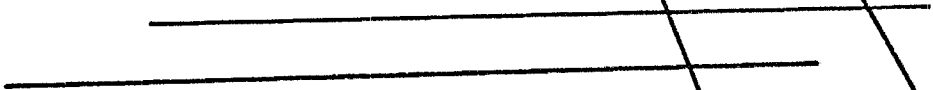
Tanto del boro como del ABS existe bastante literatura y sería muy largo mencionarlos en este trabajo. Baste mencionar que existen métodos adecuados para disminuir los daños o efectos perjudiciales a un mínimo, ya sea por medio de procesos tendientes a la descomposición del ABS, por actividad biológica a base de lodos activados, o simplemente mediante diluciones con aguas blancas hasta bajar los niveles peligrosos hasta niveles tolerables en aquellos casos en que se sospeche boro.

Existen además otros elementos o compuestos contaminantes que causan o pueden causar daños a los cultivos cuando sobrepasan ciertos límites como son los fosfatos, los sulfatos, nitratos, cadmio, mercurio, plomo, arsénico, etc., elementos que pueden causar trastornos al hombre o animales que utilizan productos agrícolas en su alimentación.



EL PROBLEMA DE LA BASURA

CAPITULO VI



El Problema de la Basura

La acumulación de residuos sólidos constituye hoy día un problema agobiante en los países del capitalismo industrial. El aumento de la población, junto al desarrollo del proceso de urbanización y la demanda creciente de bienes de consumo, intensidad de la propaganda y publicidad, etc., determina un aumento incesante del peso y volumen de los desechos producidos.

Hacia 1945 la producción de desechos sólidos en Estados Unidos oscilaba entre 1 y 1,2 Kg, por habitante y día. Hoy se calcula que el peso medio de dichos productos no baja probablemente de 2 Kg por habitante y día, cifrándose en un 3% anual el aumento de volumen y en un 2% el de peso.

El problema de los desechos sólidos es tan antiguo como el hombre, sin embargo, su disposición final en muchos países, a pesar de la tecnología en grados muy avanzados, sigue siendo la misma que emplearon nuestros primitivos antepasados, es decir, arrojar los desechos al aire libre, lo más lejos posible de la vista y el olfato.

Otros países, ya han resuelto en parte el problema de la disposición, empleando para ello diferentes técnicas y sistemas que después mencionaremos, lo principal estriba, creo yo, que cada país ha resuelto el problema de la disposición de acuerdo a sus características especiales, y conforme a los problemas, técnicos, naturales, políticos y económicos que afronta.

La situación se agudiza cada vez más, a causa de los grandes concentraciones de población, donde las áreas para arrojar los desechos son cada vez menores o cada vez más retiradas de los centros de población. En dichos centros de población, se producen tanto individual como colectivamente, una cantidad cada vez más creciente de desperdicios, éstos no sólo varían en calidad sino en cantidad, debido fundamentalmente a las variaciones económicas de determinados grupos de población y su poder adquisitivo. Existen también variaciones que se deben considerar y que son producto de los constantes cambios, de las técnicas y materiales usados en el empaquetado y envasado de artículos y alimentos. Otro cambio importante sería las diferentes estaciones del año que nos obligan a variar los artículos y alimentos de consumo.

Algunos investigadores correlacionan con éxito el ingreso medio per cápita de los habitantes de diferentes ciudades con la producción de desechos diarios que generan.

Así mientras en el D. E. se generan un promedio de 0.75 kg/habitante en Estados Unidos y en Europa los datos estadísticos nos muestran de 1 a 4 Kg/habitante.

El mantener un servicio eficiente de limpia recolección y transporte de las basuras, es vital en todas las ciudades para evitar el hacinamiento de desperdicios en casas habitación y lugares públicos y privados, de no ser así, lo más probable es que se causen serios problemas ecológicos en el medio ambiente, como podrían ser, la contaminación de agua, suelo y aire, además de los epidemiológicos en la población los cuales se originan por la generación de gérmenes - patógenos y transmisión de los mismos, mediante insectos y roedores que encuentran en ese medio condiciones óptimas de reproducción.

En el Distrito Federal, como en muchas importantes ciudades del mundo, se sigue utilizando el sistema de tiraderos a cielo abierto, donde la materia orgánica que constituye hasta las tres cuartas partes de la basura en nuestro país (que entre paréntesis diremos que se encuentra bastante erosionado). tienen en esta materia orgánica, una porción de muy fácil degradación biológica; otra parte de lenta degradación que consiste en materia celulósica en su mayor parte, y la última que no es biodegradable, o sea, la parte inorgánica de los basuras como lo son, el vidrio, los metales y otros inertes. El que más problema ocasiona es el plástico, porque, aparte de no ser biodegradable, tiene muy poco peso que lo hace sobresalir en los tiraderos a cielo abierto, dando muy mal aspecto.

La fermentación de este tipo de tiraderos la inician las bacterias, las cuales comienzan a degradar aeróbicamente la materia orgánica, pero el oxígeno atrapado no dura mucho y pronto se crea un medio anaerobio que es el que produce los problemas contaminantes.

Fuegos e incendios se producen por autocombustión, debido a la alta temperatura y presencia de metano, contaminando el aire con humos, polvos y cenizas. A lo anterior debe agregarse la contaminación ambiental producida con polvos olores y partículas levantadas por el viento.

Con respecto a la contaminación de aguas provenientes de las basuras depositadas sin ninguna técnica específica, se puede decir que la parte orgánica de las mismas, entra en descomposición anaerobia, que como se sabe, es sumamente lenta y dura varios años, las aguas que pasan a través del estrato de basuras, ya sea por lluvias directas o por escurrimiento superficial, lo hacen lentamente por lo que parte de los contaminantes solubles no digeridos son arrastrados por ella; provocando en el efluente una concentración considerable de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y tóxicos. A este efluente se le denomina "contrado líquido o caldos de fermentación" y es un contaminante tanto de corrientes superficiales como de mantos freáticos.

Se ha dado en denominar así al proceso mediante el cual se recuperan de las basuras, aquellos enteriles susceptibles de reintegrarse al proceso industrial o comercial ya sea como materia prima o producto elaborado.

La labor de los técnicos en desechos sólidos, consiste en preservar el sistema ecológico reintegrando los desechos sólidos ya sea al proceso industrial como materia prima o producto elaborado, o a la naturaleza, todo ello de manera que ocasione el mínimo de contaminación en el medio ambiente. Para lograr lo anterior existen diferentes técnicas que se usan en el mundo y que en la mayoría de los casos se complementan unas con otras.

Entre las más importantes se pueden citar las siguientes:
relleno Sanitario.

Reciclo.

Pulverización.

Composta.

Compactación.

Incineración.

Pirólisis.

Reciclo.

Descripción:

- a) Recepción y Almacenamiento.- Los camiones de basura previamente pesados, descargan en tolvas de concreto cuyo volumen debe ser capaz de almacenar las diferencias entre la llegada fluctuante de basuras, y la alimentación continua de las mismas al proceso.
- b) Alimentación.- Grúas con cucharón tipo almeja o bandas, la basura se alimenta a una tolva que la dosifica a un transportador que la descarga uniformemente sobre las bandas de clasificación.
- c) Clasificación.- Consiste de bandas transportadoras con velocidad y medidas adecuadas, sobre las cuales van las basuras con la dosificación apropiada para facilitar su selección. Los trabajadores se colocan a ambos lados de bandas el material en que están especializados, colocándolo en pequeñas tolvas que lo llevan hasta bandas transversales que concentran los subproductos.
- d) Manejo de subproductos.- Los subproductos recogidos por las bandas transversales, llegan hasta su área de concentración en donde dependiendo de su características, se compacta en prensas, se empaca o se prepara, para su venta como producto o materia prima. El material restante continúa en las --

bandas para su molienda o pulverización y constituye del 80 a 85% del peso inicial y está formado en su mayor parte por materia orgánica.

Sub-Producto	% En Peso
Papel	8.90
Cartón	0.31
Vidrio Blanco	1.52
Vidrio Color	1.54
Tiempo	0.55
Metales	1.17
Hueso	0.15
Madera	0.18
Chícharas	0.13
Otros	85.42

Destino de los Sub-Productos.

Los Sub-Productos obtenidos se reintegran al ciclo industrial o comercial de diferentes maneras.

a).- Este material tal como se obtiene de la basura, solo se utiliza para la producción de papel corriente tipo estraza o para cartón, debido fundamentalmente a la mezcla de diferentes tipos de papel y a las tintas con que vienen impresos. Si se somete al material obtenido a una clasificación posterior se podría obtener un precio mejor en el mercado, por lo que cuando se instale la primera planta de este tipo se estudiará la factibilidad económica de esta nueva clasificación. En la planta, este papel se somete a compactación en una prensa para salir en forma de pacas para facilitar su manejo, almacenamiento y transporte. El cartón café de caja de empaque que tiene un precio más elevado en el mercado.

b).- Vidrio. El vidrio se puede clasificar de tres formas diferentes cada una con su respectivo precio en el mercado, la primera y la mejor valor es la formada por botellas enteras, la segunda es el vidrio blanco (incolore) y la última lo constituye el vidrio de color. Las botellas son compradas por las embotelladoras para usarlas después de un lavado apropiado. El vidrio como pedacitos los compran las vidrieras para reintegrarlo al proceso como materia prima según su color.

c).- Metal. La mayor parte del material metálico extraído está constituido por latas vacías. Anteriormente era económicamente factible extraer del bote el estño que había en la tapa del mismo, pero en la actualidad, debido al poco estño que contienen ya no es -

rentable esta operación. Actualmente la lata se somete a una molien da en molino de amrtillos, a una separación balística por aire de la poca materia orgánica con que viene mezclado, para posteriormen te prensarse y reintegrarse al ciclo industrial del fierro y del u- cero en una fundidora.

d).- Textiles. El mercado de este producto ha decaído notable mente con la introducción de las telas sintéticas y el mayor uso de este material actualmente es en la fabricación de colchones corrientes como material de relleno.

e).- Pueso. Este material tiene una demanda como alimento para ganado, cuando se somete a una pulverización, debido a su gran con tenido de calcio y fósforo.

f).- Chéchara. Consiste fundamentalmente de piezas de maquina ria como engranes, barras, flechas y aparatos descompuestos, todo de metales diversos, que se venden para que sean clasificados y fun didos.

g).- Plásticos. Los plásticos están constituidos por polímeros plasticizadores, estabilizadores, lubricantes, colorantes y otros ad itivos. Los plasticizadores son ésteres de alto peso molecular cun ya función es darle al producto la flexibilidad deseada. El plásti co duro (teroplástico) es el único que tiene un valor comercial ya que puede volver a fundirse. El plástico blando (thermosetting) no se puede reintegrar al proceso debido a los gases que despiden al -- tratar de fundirlo y el problema se agudiza por no ser tampoco bio degradable. También se reusan algunas botellas y pomos de este mate rial para envasar productos líquidos de poco valor, como blanquedo res y detergentes.

Costos.

Estimaciones aproximadas no permiten fijar el costo de una ins talación de reciclo completa, para procesar 2500 ton/día en 40,000,000 con un costo de procesamiento de \$25.00 a \$30.00 por tonelada inclu yendo amortizaciones. Si consideramos que los ingresos por venta de sub-productos son del orden de \$38.00 por tonelada, la rentabilidad del proceso parece atractiva.

Pulverización - Incineración. La pulverización mejora notable mente la eficiencia de la incineración en cualquiera de sus varian tes como incineración convencional, en lecho fluidizado, o en el -- proceso pirolítico. Desgraciadamente la incineración en su forma -- convencional es un proceso caro y que requiere de grandes inversio nes iniciales con altos costos de operación. Además el costo se ele

va notablemente con la instalación de aparatos para prevenir la contaminación ambiental. Si este sistema se desea combinar con el reciclaje, debe tenerse cuidado de no separar el papel ya que este es un combustible valioso por su alto poder calorífico.

Fulverización - Composta.

Consiste en moler la parte orgánica de la basura para someterla a un proceso aerobio de fermentación para estabilizar la materia orgánica de fácil degradación. El humus resultante es de un gran valor como mejorador orgánico de suelos. Este proceso se usó después de la operación de reciclaje, tal como se explicó en el inciso anterior. El proceso de composteo incrementa los costos de operación total de sistema a casi \$50.00 por tonelada y se encuentran ya firmados los contratos para comenzar la construcción de la primera planta de disposición de este tipo en el D. F. Esta planta se situará en el Bosque de San Juan de Aragón y tendrá una capacidad de procesamiento de 500 ton/día de basura cruda. Esta primera planta industrializadora tendrá el proceso RECICLO - PULVERIZACIÓN - COMPOSTEO y su producto se utilizará para los suelos salinos-ácidos del Valle de Texcoco. Los costos de operación de esta planta son los siguientes:

Fulverización - Relleno.

El método consiste en disponer del producto pulverizado colocándolo en capas con un procedimiento similar al del relleno sanitario, pero sin compactar para permitir la digestión aerobia del producto molido.

El método es relativamente moderno y se empieza a utilizar en gran escala en Europa, fundamentalmente en Suecia e Inglaterra. En Estados Unidos de América, se empleó en gran escala en la ciudad de Madison, realizando un estudio muy completo al respecto. Según estipulan los defensores de este método, se obtiene con su uso un resultado semejante, en el aspecto sanitario, el de un relleno sanitario convencional, con la ventaja de que no hay necesidad de cubrir el material con tierra evitando este costoso procedimiento. Los aspectos sobresalientes que se mencionan en ese estudio son:

- a) La reducción de volumen obtenida, alarga la vida del sitio de disposición.
- b) Las moscas no se reproducen como en la basura cruda sin triturar.
- c) Los incendios disminuyen al mínimo.
- d) Mediante una dosificación adecuada de humedad, se obtiene una rápida biodegradación (4 meses).

- e) Al cabo de algún tiempo el material se ha convertido en humus y puede utilizarse como composta en caso de que aumente la demanda de este material.
- f) Las altas temperaturas (50-70 grados C.) a que se mantiene la masa por la acción de las bacterias aerobias, elimina a los patógenos eficazmente.

Incineración.

A pesar de ser este un método caro tanto en su costo de inversión como de operación siempre es necesario contar con un incinerador municipal, sobre todo para quemar desechos especiales cuyo manejo puede ser peligroso en otro tipo de planta de disposición, ya sea por peligro de contagio como podrían ser los desechos de hospitales o por su toxicidad como medicinas descompuestas, drogas y algunos desechos industriales.

Relleño Sanitario para Inertes e Inorgánicos, rechazo de Plantas y algunas Basuras Industriales.

Conclusiones.- El problema de los desechos sólidos es crítico y tiende a agravarse. El reciclaje es, en este caso particular no sólo un imperativo desde el punto de vista social del problema de los reproductores, sino una necesidad para reintegrar al ciclo industrial muchos desechos que cuyo reuso evita la merma de nuestros recursos naturales. Es también necesario, reintegrar a nuestros suelos los desechos del máximo de materia orgánica posible, siempre y cuando los costos de este procedimiento sean más económicos que otros que tengan la misma finalidad, se cree por lo tanto que la industrialización de la basura, deberá efectuarse mediante los métodos de:

- a) RECICLO - PULVERIZACION - RELLENO.
- b) RECICLO - PULVERIZACION - COMPOSTA.

El primer método es indudablemente más económico y tiene la ventaja de que puede transformarse con mucha facilidad para adaptarse al proceso de composteo, si el mercado de este producto aumenta, o cualquier otro como pueden ser la incineración, producción de tabiques o tablas prensadas, aceite pitolítico, etc.

Por lo tanto el camino está iniciado, nos corresponde establecer únicamente los criterios finales y las técnicas más apropiadas para que en este sexenio, los reproductores queden integrados a la sociedad, y los tiraderos a cielo abierto hayan desaparecido.

Transformación de Basuras de Compost.

Una fábrica de transformación de basuras en compost consta esquemáticamente, por cada línea de transformación, de los siguientes elementos básicos:

- Foso de recepción de basuras.
- Tolva de alimentación.
- Elementos de separación de subproductos.
- Molino triturador.
- Criba.
- Elementos del sistema de fermentación acelerada, aerobia y controlada.
- Molino para refinado y oxigenación.

Como elementos auxiliares citamos:

- Puente grúa o sistema para alimentación de la tolva.
- Cinta o redlers para movimiento del producto.
- Separador electromagnético.
- Pala cargadora.
- Horno crematorio para subproductos no útiles o inorgánicos.
- Zona de maduración y de almacenamiento del producto terminado o compost.

Tanto en sus elementos básicos como en los auxiliares pueden existir ligeras modificaciones o variantes según se adopte uno u otro sistema de los que existen en el mercado de este tipo de instalaciones.

La fabricación de compost tiene el siguiente proceso:

- Recepción de las basuras.
- Alimentación de tolva y retirada de elementos inorgánicos.
- Trituración.
- Cribado.
- Fermentación y homogeneización controladas.
- Maduración y almacenamiento.

Igualmente, pueden existir ligeras variantes de un sistema a otro pero sin grandes diferencias en el producto final conseguido.

Precisamos que el umbral de rentabilidad de una fábrica de transformación de basuras en compost es de aproximadamente unas 100 toneladas/día de basuras recibidas, por lo que no son de deseable, económicamente hablando, instalaciones con una capacidad inferior de trituramiento.

Estas características de producción están avaladas por motivos

de organización del trabajo y económicos cuyo desarrollo escapan a la necesaria brevedad del presente estudio.

En poblaciones con una producción de residuos urbanos inferior a las 100 toneladas, sería aconsejable la reunión de varios municipios próximos para llegar a la capacidad indicada. Como es lógico lo anterior será posible en un radio de acción entre ciudades de menos de 50 kilómetros al objeto de no encarecer el servicio y entorpecer el de la recolección en la ciudad.

La Materia Orgánica en la Agricultura.

Está técnicamente demostrado que las tierras de cultivo se mineralizan paulatinamente, esto es, pierden su contenido en materia orgánica.

Si esta creciente mineralización continúa puede llegar a borrar del planeta todo vestigio de vegetación.

Para evitar la falta de materia orgánica se conocen una serie de fertilizantes o enmiendas como:

- Algas marinas.
- Guano.
- Gallinaza.
- Palomina.
- Murcielaguina.
- Harina de pescado.
- Orujos.
- Abonos verdes.
- Turbas.

Además del tradicionalmente usado estiércol que se presenta como el más acentado por el agricultor y que en la actualidad es tan escaso.

Es absolutamente necesaria la presencia de la materia orgánica si queremos restituir a los terrenos su actividad agrícola, ya que la fertilidad de un suelo la da su contenido en materia orgánica.

El ritmo de destrucción de la materia orgánica en los suelos es superior a las aportaciones que se le puedan hacer con el estiércol, dada la escasez del mismo y el resto de los fertilizantes o enmiendas orgánicas son también difíciles de adquirir o tienen un precio prohibitivo para las cantidades a utilizar.

Las características principales de la materia orgánica, desde -

un punto de vista edafológico, son:

Mejora la estructura del suelo.

Estimula el desarrollo radicular.

Los fertilizantes minerales son mejor aprovechados.

Es el principal soporte de la actividad microbiológica del suelo.

Incrementa el poder retentivo del suelo el agua y los fertilizantes.

Según estudios edafológicos, se supone que el déficit de materia orgánica en los suelos españoles es de unas 2,500 millones de Tm para las aproximadamente 40 millones de hectáreas de superficie útil agrícola. A esta cantidad habría que añadir la necesaria para restaurar numerosos parajes de nuestra geografía tales como zanjas, charcas, transformación de terrenos salinos, recuperación de suelos muy erosionados o faltos de vegetación, etc.

Aprovechamiento del Compost en la Agricultura.

Hemos indicado ya la imperiosa necesidad que los suelos tienen de materia orgánica y que esta necesidad sólo podemos satisfacerla a base de enmiendas o abonados orgánicos.

Desgraciadamente este tipo de abonados o enmiendas no son comunes en la práctica agrícola por la gran escasez de estiércol y por lo costoso de otros tipos de abonados orgánicos.

Tal es la mineralización de las tierras de cultivo, que en amplias zonas del sur de España, donde la mineralización es más rápida por el efecto de las altas temperaturas y agotamiento de las tierras por el cultivo intensivo a que están siendo sometidas, que se está creando ya un clima favorable a la fertilización orgánica ante el temor, muy fundado, de llegar a la generación que nos suceda una tierra completamente árida, un desierto.

El compost podría ser la solución a este tipo de problema agrícola, solventando al mismo tiempo el de los residuos urbanos y el sanitario de los vacíos de los mismos.

Se da un orden del Ministerio de Agricultura de España de 10 de junio de 1970, sobre ordenación y control de productos fertilizantes y afines se entiende como compost el producto obtenido por fermentación controlada de residuos orgánicos que cumplan las siguientes especificaciones: materia orgánica, 25 por 100; nitrógeno orgánico 0.5 por 100, del cual, al menos, el 60 por 100 insoluble en agua. Ambos sobre materia seca. Límite máximo de humedad, 40 por 100. El 90 por 100 pasará por malla de 25 milímetros de abertura.

La composición media de un compost, o sea, su riqueza comparada con la de los estiércoles que normalmente se emplean, es superior a cualquiera de ellos y tiene, además, una uniformidad que es imposible de conseguir en el campo, aún disponiendo de estercoleros arropados.

Las propiedades físicas del compost aplicado a la agricultura son:

Facilita el laboreo.

Aumenta la cohesión en las arenas.

Disminuye la cohesión en las arcillas.

Aumenta la retención del agua.

Calienta las tierras.

Las propiedades químicas del compost son:

Mayor poder absorbente.

Facilidad de retención de potasa y amoníaco.

Formación de sales orgánicas más asimilables.

A las propiedades físico-químicas hay que añadir la muy importante propiedad biológica de incorporar al suelo millones de microorganismos que producen reacciones debélicas en el suelo.

CONTAMINACION POR RUIDO

CAPITULO VII

Contaminación por Ruido.

Es la contaminación quizá más peligrosa para el hombre, para su vida, ya que con frecuencia se protege mejor contra otros tipos de contaminación. En ciertas zonas el ruido es incesante y no se puede huír de él.

Ruido es todo aquel tipo de sonido que ya sea por su intensidad o su frecuencia resulta indeseable y perjudicial a la salud humana. Puede ser considerado como un sonido desprovisto de carácter musical agradable.

Con el desarrollo de la civilización industrial y urbana el ruido ha adquirido cada vez mayor importancia y se incluye dentro de los factores del medio que presentan efectos nocivos sobre la salud humana. Es en este sentido que debe ser reconsiderado como uno de los elementos contaminantes del medio ambiente.

Las consecuencias del ruido afectan cada vez más a mayor número de personas, en particular a los obreros industriales.

El ruido urbano se puede dividir en tres grupos:

- a) El ruido producido por la transportación
- b) El ruido producido por las industrias
- c) El ruido producido por las personas, animales domésticos, instrumentos que usan los vendedores y otros.

El ruido no solamente se escucha en la calle, sino también dentro de los recintos de trabajo o domésticos.

Para comprender mejor el problema del ruido conviene recordar como se manifiesta el sonido.

El sonido es una vibración que se transmite a través del aire en donde las moléculas se mueven en forma de compresiones y depresiones concéntricas, esféricas, que cada molécula transmite una a la otra, de tal modo que las moléculas no corren sino que transmiten la energía.

Hay ruidos emitidos a través del aire y ruido que se transmite a través de sólidos, como viene siendo el taconeo en las construcciones, el piano, el martillo, etc., que forman parte del ruido urbano porque no lo podemos delimitar nada más al exterior.

El oído es un órgano muy sensible, con cualidades que lo mismo le permiten distinguir la intensidad que la frecuencia del sonido; aparte de estas dos características podemos determinar qué instrumento es el que está produciendo el sonido o sea el timbre (a la perso-

na que está hablando la reconocemos). También podemos distinguir de dónde viene el sonido, porque tenemos dos canales (oídos) que nos permiten saber la dirección del mismo. Además de esto, discrimina ruidos, podemos escuchar lo que queremos dentro de una pieza, en una reunión donde hablan varias personas podemos quitar los ruidos que nos molestan, y escuchar lo que queremos. . .

Para evaluar el sonido es necesario establecer sus dimensiones:

En primer lugar la intensidad, esto nos va a dar la medida física en watt/cm^2 ; lo máximo que podemos admitir (umbral del dolor) es un milésimo de watt/cm^2 en intensidad y lo mínimo es 10^{-16} watt/cm^2 que viene siendo el umbral de audibilidad.

El decibel es una unidad usada para establecer la intensidad del sonido que es de tipo logarítmica. Para establecerla Fletcher fue el primero que hizo experimentos acerca de la sensación y dijo que nosotros sentimos en proporción logarítmica, esto quiere decir que si nosotros tenemos un piano y alguien lo está tocando, sentimos determinada intensidad, si se trata de dos pianos, se duplicará la intensidad pero nuestra sensación no es el doble, para que se sienta el doble necesita haber diez pianos, entonces para sentir el doble de diez pianos se requerirían cien pianos; esto nos permite ver un partido de fútbol y escuchar un "gol" donde todas las personas gritan, porque si no fuera así se nos romperían los oídos. La capacidad del oído es fantástica para adaptarse a sonidos que pueden ser tan débiles como el de un reloj en la noche o ruidos tan intensos como un avión.

Los instrumentos acústicos para la medición de variación de la presión o de la intensidad están graduados en decibeles :

$$1 \text{ dB} = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}, \text{ donde } I \text{ es la potencia medida}$$

I_0 es la potencia de referencia

Sin embargo la potencia transmitida por una onda de sonido es proporcional al cuadrado de las variaciones de presión.

$$1 \text{ dB} = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0} \text{ donde } p_0 \text{ es la presión de referencia y}$$

p es el valor cuadrático medio de las variaciones de presión

Cuando la presión del sonido se mide en dB referidos a 0.0002 microbar, con la misma escala dada para todas las frecuencias, se da el nivel de presión del sonido. El oído puede detectar variaciones tan bajas como .0002 microbar y soportar niveles mayores de 200

microbar.

Un microbar es la presión ejercida por una dina en cm^2 . Se puede decir que un decibel es la cantidad de energía necesaria para elevar la presión del aire de 0.0002 microbar a 0.000243 microbar.

La escala logarítmica se extiende desde 0 a 140-160 dB. Para tener una idea de la intensidad el ruido puede señalarse que es de 30 a 40 dB en una habitación tranquila, de 70 a 90 en una calle con mucho tráfico y de 130 dB el de un martillo neumático y se considera el umbral del dolor para el oído humano.

La frecuencia, es otra característica del sonido importante para medir ruidos. La frecuencia es el número de veces que la oscilación sonora se repite en la unidad de tiempo. Se mide en ciclos por segundo o Hertz (Hz).

Otro factor para determinar las características del ruido es la duración o tiempo de ruido, nos dice únicamente cuánto tarde el ruido y es generalmente dado en segundos.

La intensidad, la frecuencia y la duración de un sonido son características físicas indispensables para determinar con precisión las características del ruido. Esto se debe principalmente a que el oído es más sensible a las frecuencias altas; un tono de 5 dB con una frecuencia de 2000 Hz es tan fuerte como un tono de 70 dB a 20 Hz.

Los infrasonidos y los ultrasonidos

El oído humano transforma la vibración sonora en sensación auditiva pero dentro de ciertos límites en cuanto a la frecuencia de la onda acústica se refiere. Un oído perfectamente sano puede registrar todas las frecuencias entre 16 y 20,000 Hz. Sin embargo, es muy normal que sea a partir de los 40 Hz cuando nuestro oído comienza a recibir la sensación sonora.

Nuestros oídos como mecanismo reciben ondas cuya frecuencia es menor a 16 Hz, (infrasonidos) o mayor a 20,000 Hz (ultrasonidos), pero estas ondas no son registradas por los oídos y por tanto no las oímos.

El infrasonido puede ser causa de trastornos físicos graves; debido a que no los oímos se pone muy poca atención en ellos, pero pueden ser causa de mareos, dolores de cabeza, náuseas, dificultad al respirar y pérdida de la concentración.

Los efectos de las ondas de alta frecuencia o ultrasonidos suelen ser inesperados y en la industria se les destina a usos sorprendentes.

dentales. Sirven para destruir bacterias de la leche; para descubrir -
taras ocultas en los metales y para mezclar las grasas, ceras y el -
agua en la fabricación de cremas. También se utilizan para perfora-
ción de orificios de varios tamaños y formas para hacer cortes en ma-
teriales grágiles como cidrio y cerámica.

Aunque los humanos no escuchamos estos infra y ultra sonidos, -
ciertos animales son capaces de escucharlos, por lo que en el futuro
próximo debemos incrementar nuestro estudio en este campo con objeto
de no dañar nuestro medio ecológico.

El problema de la industrialización

¿Quién hubiese podido sospechar, que la multiplicación de los -
automóviles, incluso con la prohibición de utilizar las bocinas, lle-
garía a convertirse en una molestia de primera magnitud?. Así también
nadie imaginó que el refrigerador, junto con la licuadora y las lava-
doras de platos y de ropa, la aspiradora y todos aquellos mecanismos
que facilitan la vida en la actualidad, determinarían en el medio do-
méstico un aumento del nivel de los decibeles hasta el límite máximo
de lo soportable.

La vida profesional, sobre todo en las fábricas, es otro aspek-
to del problema. Hay que tener presente que el ruido de las sirenas
de alarma es de 150 db, el de una perforadora mecánica de 120 db, de
una motocicleta 110 db, de una licuadora es 90db; en 30 db se encuen-
tran los ruidos del despertador, así como el ruido en oficinas muy -
ruidosas. El ruido del teléfono al llamar es de 70 db, límite que no
es considerado dañino, pero que resulta muy molesto si éste suena --
continuamente.

Y qué decir de las fábricas donde se llevan a cabo laminados y
perforación de pozos, así como fabricación de monedas, en donde los
niveles de ruido están comprendidos entre 90 y 110 db. En estos lugá-
res los síntomas de hipoacusia se presentan en un grado bastante alc-
vado.

¿Podemos imaginar lo que soportan quienes viven en la cercanía
de los aeropuertos y quienes trabajan dentro de oficinas ruidosas?.
Sin embargo, el problema no sólo es grave en los lugares laborales,
sino también dentro del medio ambiente ciudadano, lugar en donde con-
tantemente se registran niveles de ruido entre 60 y 120 db teniendo
por fuente autobuses y coches en las arterias principales.

Es entonces necesario que todos estos niveles de ruido sean re-
ducidos para no sufrir los problemas que causa este contaminante. Pa-
ra dormir bien y contranquilidad, el nivel de sonoridad en una recá-
mara no debería pasar de 30 db. Sin embargo, en la gran mayoría de -

las ciudades este nivel no existe. Una ciudad en donde circulan coches ruidosos a altas horas de la noche romperá esta barrera de tranquilidad.

De un modo general, los trabajadores de profesiones intelectuales y manuales cuya actividad exige un grado máximo de concentración son los más sensibles a la influencia del nivel sonoro ambiental y a los ruidos perturbadores. Diversos estudios realizados en medios industriales han permitido comprobar que la reducción de los niveles sonoros llevan consigo una mejora del rendimiento, una disminución de los errores profesionales, una baja de los accidentes de trabajo y una reducción del ausentismo.

El ruido de los aviones y el estampido sónico

El ruido de los aeroplanos es otro de los contaminantes que contribuyen a destruir la paz y la tranquilidad de los residentes de las ciudades y tal parece que no existe una verdadera solución para que el problema disminuya. Un punto de vista muy funcional se debe observar para poder tener los aeropuertos en los lugares cercanos a las poblaciones y a la vez alejados de ellas para proteger a la población del ruido producido. Un gran problema que se presenta es el aumento de la población alrededor de los aeropuertos, pues aunque éstos hubieran estado alejados sin causar molestias reales, comenzarían a causarles.

El estampido sónico es un fenómeno propio del vuelo supersónico que pone de manifiesto, particularmente en el suelo, un conjunto de ondas originadas por una aeronave que se desplaza a una velocidad mayor que la velocidad local del sonido. Dichas ondas son de compresión en la parte anterior del avión y de expansión en la posterior.

Las ondas de compresión se fusionan y producen aumentos bruscos de la presión denominándoseles ondas de choque. A medida que el avión pasa, las ondas se perciben como un estampido. Entre el punto en que el avión acelera a la velocidad supersónica y en el que desacelera a velocidad subsónica se crea una alfombra de estampido sónico; la alfombra se ensancha al aumentar la velocidad de crucero del avión.

El problema del vuelo supersónico ha estado bajo gran estudio ya que el ruido que causaría al pasar sobre un centro de población sería insoportable. Como ejemplo se tiene que el ruido subsónico de un avión causa molestias dentro de un radio de 20 Km., y alrededor de los aeropuertos, mientras que el estampido sónico causa problemas dentro de una alfombra de 80 Km. de ancho y en toda la trayectoria del avión.

El ruido como contaminante. Efectos

En nuestros días, los grandes centros de población y los lugares fabriles, son los principales focos de emisión de ruidos. Estos se consideran como focos contaminantes ya que sus intensidades de ruido alcanzan límites que resultan molestos o desagradables.

El ruido es, junto con la contaminación del aire, agua y suelo, uno de los grandes problemas del medio ambiente. Existe, sin embargo una gran diferencia: la contaminación del aire, agua y suelo son hechos químicamente comprobables y fáciles de medir, pero la identificación del ruido o de los ruidos, es mucho más difícil. En consecuencia, nada hay tan subjetivo como el ruido, aún cuando éste no le prive, ni mucho menos, de meterse por todas partes.

En todas partes, sean cuales sean la hora y el lugar, el ciudadano está expuesto a sonotar el infierno de los decibeles.

La exposición permanente al ruido puede provocar trastornos reales e incluso lesiones. Los síntomas de sordera aparecen con mayor frecuencia entre los habitantes de las ciudades que entre los campesinos, y éstos están sujetos a la sordera más fácilmente que los pobladores de tribus primitivas.

Se ha observado que la exposición continua a intensidades de ruido arriba de los 85 decibeles (db) trae por consecuencia pérdidas parciales y temporales de la audición.

Las reacciones fisiopatológicas del oído más conocidas son:

- a) La fatiga auditiva o cansancio al sostener una conversación.
- b) El trauma auditivo, y
- c) La sordera.

El aparato cardiovascular sufre de taquicardia y los vasos sanguíneos se constriñen aumentando la tensión arterial en aquellas personas expuestas a ruidos excesivos. Algunos problemas gástricos y cierta disminución del tránsito intestinal, están ligados también, a un medio ambiente ruidoso. El aparato respiratorio puede también modificar su ritmo normal. El ruido es un agente que actúa sobre el páncreas, provocando fuertes descargas de insulina y por tanto perturbando al sistema endocrino.

A nivel del sistema nervioso simpático, los ruidos pueden provocar un funcionamiento acelerado de los órganos involuntarios e individuo y como consecuencia un aumento del metabolismo en general.

En cuanto al trabajo mental se refiere, el ruido influye en la mala coordinación de ideas, irritabilidad, estados nerviosos y fatiga.

El problema, sin embargo, puede tener consecuencias tan fatales como la muerte. En estudios realizados con conejillos de indias y -- chinchillas se ha observado que cuando uno de estos animalillos se -- somete al ruido del reactor de un avión, muere a los 10 minutos. Si se le expone por 88 horas no continuas a un ruido de 125 db pierde -- el 25% de las células del oído interno.

Ciertos estudios experimentales han demostrado que el número de insectos (lepidópteros) nacidos de huevos expuestos durante cuatro -- días a ruidos intensos, era cuatro veces menor que el caso de lepi-- dópteros no expuestos, siendo, además, la vida de los insectos expues-- tos al ruido, más corta.

Efectos fisiológicos y patológicos del ruido

Los efectos fisiológicos y patológicos del ruido son principal-- mente la fatiga auditiva, el encubrimiento, sorderas profesionales y los traumatismos acústicos.

La fatiga auditiva se traduce por un aumento temporal de umbral de audibilidad debido a un estímulo inmediatamente precedente. Puede -- aparecer a partir de los 90 dB. El encubrimiento supone la disminu-- ción de la percepción auditiva o de la audibilidad de un ruido bajo los efectos de un ruido distinto que se superpone al anterior. Es un fenómeno muy frecuente en la industria y en la vida cotidiana.

Otros efectos más graves son las lesiones del sistema auditivo provocadas por el ruido (traumatismos acústicos) que se caracterizan por la pérdida irreversible, pero no evolutiva, de la sensibilidad -- auditiva. Pueden ser debidos a ruidos muy intensos como explosiones (superiores a 140 dB).

A largo plazo y como producto de la vida urbana existen con ma-- yor frecuencia pérdidas de la sensibilidad auditiva en muchas perso-- nas. Este fenómeno no necesariamente asociado con la senectud, apare-- ce hacia los 30 años y es más apreciable en el hombre que en la mu-- jer.

Además de todos estos efectos fisiológicos específicos del rui-- do, existen otros efectos indirectos o no específicos. Entre ellos -- puede citarse la alteración del ritmo cardíaco y de la tensión arte-- rial, alteraciones del sistema respiratorio, etc.

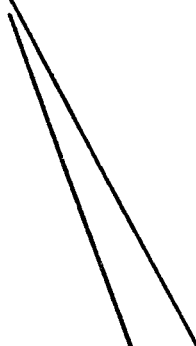
Efectos psicofisiológicos del ruido.

Los efectos psicofisiológicos del ruido se manifiestan princi-- palmente a nivel del sueño, dolores de cabeza, pérdida de apetito, --

molestias e insatisfacciones. Respecto al sueño los estudios electroencefalográficos realizados permiten conocer los niveles de intensidad sonora que lo alteran. A partir de 70 dB, estimulaciones acústicas breves provocan modificaciones en el electroencefalograma.

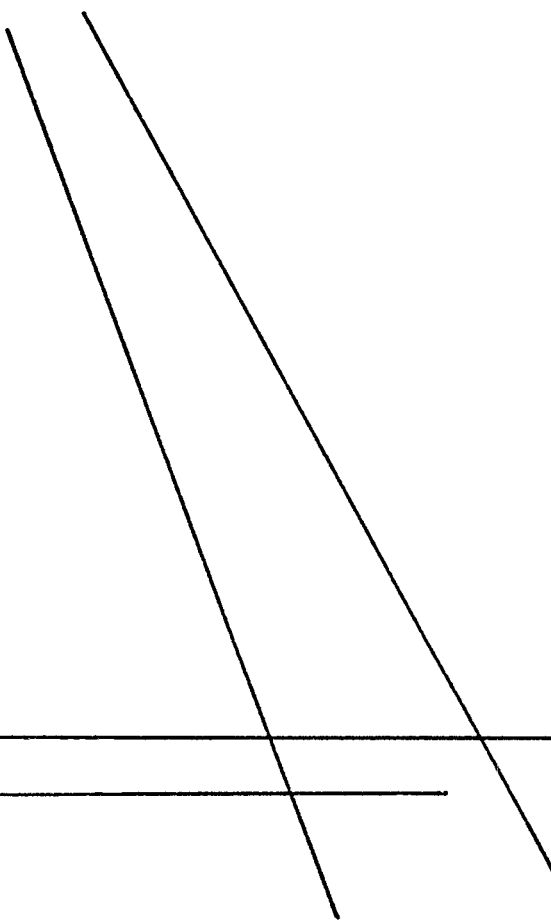

A nivel del trabajo y de las tareas ciclomotoras, el ruido influye considerablemente y es un hecho comprobado las diferencias de rendimiento en el trabajo en un ambiente silencioso o en un medio con gran ruido. Se ha calculado que el ruido es responsable de alrededor del 50% de los errores mecanográficos, de cerca del 20% de los accidentes de trabajo y del 20% de las jornadas de trabajo perdidas.

La sensación desagradable e incluso dolorosa que provoca el ruido se ve con frecuencia acompañada de molestias y alteraciones psicológicas. Estos fenómenos son cada vez más apreciables en el trabajo de las grandes y pequeñas industrias y en la tan ajetreada vida urbana. Para luchar convenientemente contra los efectos del ruido, la primera medida debería ser la eliminación del foco emisor, o al menos su conveniente alejamiento. Ello supone la necesidad de una severa legislación, inexistente en la mayoría de los países. De lo contrario luchar contra el ruido no es más que aplicar una serie de medidas correctivas que respetan el mal, como la insonorización de las viviendas, cuyo elevado coste las hace inaplicables en la mayoría de las ocasiones.



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

CAPITULO VIII



La contaminación radiactiva.-

La contaminación radiactiva puede definirse como un aumento de la radiación natural por la utilización por el hombre de sustancias radiactivas naturales o producidas artificialmente.

Con el descubrimiento de la energía nuclear y en especial desde la invención de la bomba atómica, se han esparcido por la Tierra numerosos productos residuales de las pruebas nucleares. En los últimos años la descarga en la atmósfera de materias radiactivas ha aumentado considerablemente, constituyendo un peligro para la salud pública.

Fuentes de contaminación radiactiva. Dos son las principales fuentes responsables de las contaminaciones radiactivas:

a) Pruebas nucleares. Las más peligrosas son las que tienen lugar en la atmósfera. La fuerza de la explosión y el gran aumento de temperaturas que las acompaña convierten a las sustancias radiactivas en gases y productos sólidos que son proyectados a gran altura en la atmósfera y luego arrastrados por el viento. La distancia que recorren las partículas radiactivas así liberadas depende de la altura a la que han sido proyectadas y de su tamaño. Pero las partículas más finas pueden dar varias veces la vuelta a la Tierra antes de caer en un determinado punto del Globo.

Una vez depositadas en el suelo, las partículas radiactivas pueden ser arrastradas por la lluvia aumentando la radiactividad natural del agua.

b) Manipulación de sustancias radiactivas. Tanto en la fase de obtención del combustible nuclear (extracción del mineral, lavado y concentración, producción de lingotes de uranio o de torio y separación química de los diferentes isótopos), como en la etapa de funcionamiento de los reactores nucleares (procesos de fisión, activación y térmicos) se obtienen ingentes masas de residuos radiactivos con gran peligro para la contaminación del medio ambiente. En la refrigeración de los reactores se utilizan grandes cantidades de agua que luego es nuevamente vertida al río transportando productos peligrosos.

La eliminación de los productos radiactivos provenientes de las fabricas atómicas plantea en la actualidad graves problemas. Una de las soluciones adoptadas y que ha ocasionado una gran controversia es su eliminación mediante recipientes herméticos e invulnerables a las radiaciones, que son sumergidos en las grandes profundidades de las fosas oceánicas.

Sustancias radiactivas y condiciones ecológicas de la contaminación.

Los productos radiactivos liberados en las explosiones nucleares comprenden restos del explosivo no consumido (uranio 235 y plutonio 239), los productos de fisión derivados del explosivo (estroncio 90, cesio 137, yodo 131, etc.) y los productos de activación formados por bombardeo con neutrones de los elementos contenidos en el suelo o en el agua (calcio 45, sodio 24). Las sustancias radiactivas contaminantes que permanecen al cabo de cierto tiempo son el estroncio 90 y el cesio 137.

El destino de las impurezas radiactivas contenidas en la atmósfera tras una explosión nuclear depende, además de los factores intrínsecos a la explosión y de los factores meteorológicos, de las condiciones ecológicas.

A menos que ocurra un accidente o en caso de guerra nuclear, el hombre está relativamente protegido de una contaminación radiactiva directa, es decir la producida por la inhalación del aire contaminado por cuerpos radiactivos. En realidad, el principal peligro actual proviene del alto grado de concentración biológica de las sustancias radiactivas a lo largo de las cadenas alimentarias. De este modo se produce una contaminación radiactiva indirecta que se inicia con el depósito en el suelo y en el agua de los agentes contaminantes radiactivos caídos de la atmósfera. En los animales y vegetales que extraen su alimento del suelo y del agua se concentran dichos cuerpos, transmitiéndolos a sus depredadores en proporciones peligrosas. En el medio marino se aprecia con claridad dicho fenómeno. Las algas llegan a tener con frecuencia una radiactividad específica 1.000 veces superior a la del agua que las rodea, y en el plancton dicho factor de concentración puede llegar a ser de 5.000. Los animales acuáticos que se alimentan de tales organismos pueden alcanzar concentraciones aún más elevadas. En los vegetales la radiactividad se concentra en las hojas y en los tallos más que en las semillas. Es un factor que perjudica a los animales herbívoros. En el hombre, eslabón final en la cadena alimentaria, la contaminación indirecta se produce a través del tubo digestivo tras la toma de alimentos vegetales o animales contaminados. La leche, por ejemplo, es uno de los principales vehículos de contaminación indirecta en algunos países. Ello explica que los huesos de los niños, cuyo alimento principal lo constituye la leche, contengan más estroncio 90 que los de los adultos.

Efectos de la contaminación radiactiva.

Se ha calculado que la población mundial está expuesta a una radiación natural ambiente comprendida entre 100 y 150 mrem al año. (El mrem es la unidad de radiación que produce los mismos efectos biológicos que un roentgen de rayos X.) Según los especialistas, el

hombre puede llegar a soportar sin peligro aparente hasta 1.000 mrem. El límite superior de 0,5 mrem por individuo y por año es el impuesto por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones (CIPR).

Por encima de estas dosis máximas permisibles de radiación existen para el hombre riesgos somáticos, como el acortamiento de la vida y la inducción a la leucemia. Las partes más sensibles del organismo son: la piel, los ojos, ciertos tejidos y las glándulas genitales; ello pudo ser tristemente comprobado tras la explosión de la bomba atómica en Hiroshima.

Hay que señalar asimismo los efectos genéticos de la radiactividad, que amenazan a las poblaciones vegetales, animales e incluso humanas. Ciertas anomalías en algunas aves zancudas de las regiones árticas han sido explicadas por algunos especialistas como consecuencia de la contaminación radiactiva. Hoy por hoy, sin embargo, el peligro de este tipo de contaminación parece ser más potencial que real, existiendo un control muy estricto a nivel internacional para vigilar el aumento de la radiactividad en la biosfera. La Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones publica periódicamente recomendaciones relativas a las dosis máximas permisibles de radiación y la Organización Mundial de la Salud trabaja asimismo en la vigilancia, lucha y protección contra la contaminación radiactiva.

PROGRAMAS A NIVEL ESTATAL Y NACIONAL
PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION

CAPITULO IX

En México el control y prevención de la contaminación ambiental está a cargo de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, que trabaja bajo los siguientes lineamientos:

Política de Mejoramiento Ambiental

A partir del año de 1977, la Subsecretaría se reorganizó de acuerdo con nuestra realidad, con el propósito de que existiera congruencia en su funcionamiento y para que sus actividades se orientaran a la atención de aquellos factores ambientales de mayor significancia, tales como: agua, atmósfera, suelos, alimentos, desechos, fauna, flora e higiene ocupacional.

Es tesis de la Secretaría de Salubridad y Asistencia que, dentro de los derechos inalienables del mexicano, se debe agregar el derecho a un ambiente saludable.

Con base en lo anterior, a la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente se le dio un carácter esencialmente técnico, normativo y de vigilancia y se le reorganizó con sentido programático. Sus funciones se coordinaron, primero que nada, con las dependencias de la propia Secretaría de Salubridad y Asistencia, de manera que ahora, sus relaciones internas de trabajo resultan más fluidas y eficientes.

Para el establecimiento de prioridades se ponderaron los aspectos vinculados a la calidad del ambiente que más conciernen al bienestar de la comunidad y que generalmente se les presenta como una disyuntiva: el aprovechamiento de los recursos naturales o la protección de la salud humana.

Del análisis se concluye que no se puede ni se debe dejar de aprovechar racionalmente nuestros recursos, aun a costa de provocar cierto desequilibrio ecológico que lleva aparejado y que puede constituir un riesgo sanitario. Por lo mismo, se está obligado a prevenir y controlar el deterioro ambiental, poniendo énfasis en el cuidado de la salud.

Con este criterio se han elaborado en la Secretaría de Salubridad y Asistencia los programas de saneamiento.

Las metas varían según la gravedad de los problemas, los daños que a la salud ocasionan y, desde luego, la disponibilidad de recursos.

Para conocer la planeación y conducción de la política de saneamiento ambiental y formular las bases de coordinación entre las de--

pendencias cuyas competencias están relacionadas con el mejoramiento del ambiente, el 24 de agosto de 1978 fue creada la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental.

Funciones.

La Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente tiene entre sus principales funciones las de elaborar normas de saneamiento y mejoramiento del ambiente, asesorar a las dependencias aplicativas, vigilar la correcta ejecución de dichas normas y evaluar las acciones en este campo. Otra función de importancia es la de promover y apoyar la realización de programas al respecto.

Corresponde a las direcciones aplicativas de la propia Secretaría la ejecución de acciones directas, a la comunidad. La Subsecretaría tiene una estrecha coordinación con esas dependencias, las asesora técnicamente y promueve las actividades correspondientes.

Existen otros organismos del Ejecutivo Federal, tales como las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, de Comercio, de Patrimonio y Fomento Industrial, y del Trabajo y Previsión Social, y el Departamento del Distrito Federal, con las cuales también la Subsecretaría se encuentra en estrecha coordinación sin perjuicio de la colaboración que le abridan todos los funcionarios y empleados de la Federación, de los gobiernos de los estados, de los municipios y aun los particulares mismos, a través de la acción popular que concede la Ley.

Organización.

En la nueva estructura programática se crearon las direcciones generales de Coordinación y Control Ambiental, Saneamiento del Agua, Saneamiento Atmosférico, de Programas Especiales de Saneamiento, y la de Investigación de los Efectos del Ambiente en la Salud. Y como órgano de apoyo a todas ellas, la Dirección de Promoción y Divulgación del Saneamiento Ambiental.

Las actividades de las direcciones generales se dedican a la investigación y la solución de los problemas específicos de contaminación, conciliando los recursos disponibles y la realidad socioeconómica del país, con los requerimientos operativos de prevención y control de la contaminación y para el mejoramiento ambiental.

La aplicación de la ley y sus reglamentos en materia ambiental compete directamente a otras dependencias de la Secretaría de Salud y Asistencia, tales como la Dirección General de Servicios Coordinados de Salud Pública en los Estados, la Dirección General de Salubridad en el D.F. y la Dirección General de Inspección Sanitaria así como las autoridades estatales y municipales.

SECRETARIA DE SALUBRIDAD
Y ASISTENCIA

SUBSECRETARIA
DE MEJORAMIENTO
DEL AMBIENTE

Dirección General
de Coordinación
y Control Ambiental

Dirección General
de Saneamiento del Agua

Dirección General
de Saneamiento Atmosférico

Dirección General
de Programas
Especiales de Saneamiento

Dirección General
de Investigación de los Efectos
del Ambiente en la Salud

Dirección de Promoción
y Divulgación
del Saneamiento Ambiental

Dirección General de Coordinación y Control Ambiental

Esta dependencia tiene a su cuidado la formulación de planes, programas, estudios, acciones y normas técnicas en materia de saneamiento y mejoramiento ambiental.

Coordina y supervisa las labores técnicas de las direcciones - de la subsecretaría.

Formula los dictámenes sanitarios que sean requeridos para la creación, ampliación o modificación de las poblaciones.

Con organismos públicos y privados propicia la coordinación en materia de saneamiento y mejoramiento del ambiente.

Dirección General de Saneamiento Atmosférico

Esta dependencia estudia el grado de contaminación de la atmósfera y las fuentes que la contaminan. Realiza planes y programas de prevención y control de la contaminación del aire y la producida por el ruido y las radiaciones, y evalúa sus resultados.

Establece las normas de calidad del aire y de los niveles tolerables de contaminantes y adopta las medidas necesarias para mejorar su calidad.

Asimismo, vigila el cumplimiento de las disposiciones legales - relativas al control de la contaminación atmosférica, del ruido y de las radiaciones.

Dirección General de Saneamiento del agua

La calidad de las aguas para consumo humano y doméstico, industriales, agropecuarias y de uso recreativo; de las aguas residuales o estacionarias, así como de las pluviales, lacustres y marítimas es la materia de su competencia, por lo que realiza estudios para prevenir, controlar y abatir la contaminación de las aguas antes mencionadas.

En coordinación con otras dependencias federales, establece las normas para el uso adecuado y el aprovechamiento de las aguas, así como las condiciones que se deben cumplir en relación con las descargas de aguas residuales.

Dirección General de Investigación de los Efectos del Ambiente en la salud.

La competencia de esta Dirección es la de recabar la información

acerca de las consecuencias de la contaminación en la salud humana, a través de la promoción, asesoría y colaboración en las investigaciones epidemiológicas que identifiquen los efectos nocivos del ambiente.

También, valora la efectividad de los planes, programas, acciones y normas en materia de saneamiento ambiental en relación con los efectos en la salud.

Cuenta con un Servicio Nacional de información sobre el medio ambiente, que compendia los problemas más importantes del deterioro ecológico y la contaminación en nuestro país, manteniendo al día la información en esta materia.

Dirección General de Programas Especiales de Saneamiento.

Recaba información, realiza estudios y establece normas en materia de desechos humanos, animales, industriales, basuras, y contaminantes de los suelos y fauna nociva.

Tiene a su cuidado la importante misión de la higiene y saneamiento ocupacional, en coordinación con otras dependencias gubernamentales.

También realiza estudios y dicta normas de saneamiento y prevención de la contaminación de las viviendas, escuelas y lugares públicos de reunión.

Para la solución de problemas especiales de saneamiento formula planes y programas, y evalúa sus resultados.

Dirección de Promoción y Divulgación del Saneamiento Ambiental.

A la Dirección de Promoción y Divulgación del Saneamiento Ambiental corresponde la responsabilidad de lograr la participación activa de la comunidad para mejorar las condiciones ambientales, combatir la contaminación y evitar el deterioro ecológico.

Para ello formula programas que orienten a la población en la materia y la promuevan en la participación de acciones de saneamiento y mejoramiento ambiental, en colaboración con otros organismos públicos y privados.

Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

(Diario Oficial, 23 de marzo de 1971)

Disposiciones Generales.

Artículo 1o. Esta Ley y sus Reglamentos regirán la prevención y el control de la contaminación y el mejoramiento, conservación y restauración del medio ambiente, actividades que se declaran de interés público.

Artículo 2o. Las disposiciones de esta Ley y sus Reglamentos, como medidas de salubridad general, regirán en toda la República.

Artículo 3o. Serán motivo de prevención, regulación control y prohibición por parte del Ejecutivo Federal, los contaminantes y sus causas, cualquiera que sea su procedencia u origen que en forma directa o indirecta, sean capaces de producir contaminación, o degradación de sistemas ecológicos.

Artículo 4o. Para los efectos de esta Ley, se entiende:

a) Por contaminantes: toda materia o substancia, o sus combinaciones o compuestos o derivados químicos y biológicos, tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios y cualquiera otros que al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra, puedan alterar o modificar sus características naturales, o las del ambiente; así como toda forma de energía, como calor, radiactividad, 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, o cualquiera combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna, o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la nación en general, o de los particulares.

Artículo 5o. La aplicación de esta Ley y sus Reglamentos compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y del Consejo de Salubridad General.

Serán competentes también, en coordinación con la Secretaría de Salubridad y Asistencia: 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 dependan del Ejecutivo Federal, de los Ejecutivos de los Estados de los Territorios y de los Ayuntamientos.

Artículo 6o. Las dependencias del Ejecutivo Federal a que se refiere al artículo anterior, dentro del ámbito de su competencia deberán estudiar, planificar, avaluar y calificar, los proyectos o trabajos sobre desarrollo urbano, parques nacionales, áreas industriales y de trabajo y zonificación en general, fomentando en su caso la descentralización industrial para prevenir los problemas inherentes a la contaminación ambiental.

Artículo 7o. El Ejecutivo Federal fomentará y propiciará programas de estudios, investigaciones y otras actividades para desarrollar nuevos métodos, sistemas, equipos, aditamentos, dispositivos y demás que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, invitando para cooperar a la solución de este problema a las instituciones de alto nivel educativo, al sector privado y a los particulares en general.

Artículo 8o. El Ejecutivo Federal a través de las Dependencias u organismos que designe desarrollará un programa educativo e informativo a nivel nacional sobre lo que el problema de la contaminación ambiental significa, orientando muy especialmente a la niñez y a la juventud hacia el conocimiento de los problemas ecológicos.

Artículo 9o. El 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 emisiones, 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, conservación, almacenamiento y el uso de combustibles, solventes, aditivos y otros productos que por su naturaleza puedan causar o causen contaminación del medio ambiente, así como de 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 inmediatas o inmediatas que sean aconsejables para prevenir la contaminación ambiental.

e) Decretar la creación de órganos u organismos que estime necesarios, con la estructura y funciones que el propio Ejecutivo les asigne, en relación con las finalidades que persigue esta Ley; y

f) Hacer cumplir las disposiciones de la presente Ley.

De la prevención y control de la contaminación del Aire.

Artículo 10. Queda prohibido sin sujetarse a las normas correspondientes, expeler o descargar contaminantes, que alteren la atmósfera en perjuicio de la salud y de la vida humana, la flora, la fauna y, en general, los recursos o bienes del Estado o de particulares por tanto, la descarga de contaminantes en la atmósfera, como polvos vapores, humos, gases, materiales radiactivos y otros, deberá sujetarse a las normas que se especifiquen en los reglamentos correspondientes para lo cual se deberán instalar o adaptar los aditamentos que el Ejecutivo en cada caso, a través de las dependencias correspondientes, considere necesarios para los fines propuestos en esta ley.

Artículo 11. Para los efectos de esta Ley serán consideradas como fuentes emisoras de contaminantes:

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

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

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

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

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

Artículo 12. Las Dependencias mencionadas en el artículo 5o., dentro de los ámbitos de su competencia y de acuerdo con los reglamentos que al efecto se expidan, determinarán, calificarán y supervisarán la ubicación, los proyectos de instalaciones y funcionamiento los procesos, la materia prima, los productos y subproductos en su caso de aquellas actividades que puedan producir o produzcan contaminación del aire; consiguientemente, los interesados deberán proporcionarles las informaciones y las facilidades que al efecto se requieran.

Artículo 13. El Ejecutivo a través de los organismos a que se refiere el artículo 9o., inciso e), llevará a cabo un programa tendiente a investigar y evaluar la calidad del aire en áreas que a su juicio lo ameriten.

De la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas.

Artículo 14. Queda prohibido arrojar en las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos de aguas, o infiltrar en terrenos, aguas residuales que contengan contaminantes, materias radiactivas o cualquiera otra sustancia dañina a la salud de las personas, a la flora o a la fauna, o los bienes. La Secretaría de Recursos Hidráulicos, en coordinación con la de Salubridad y Asistencia, dictará las medidas para el uso o el aprovechamiento de las aguas residuales y fijará las condiciones que éstas deban cumplir para ser arrojadas en las redes colectoras, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos y corrientes de aguas así como para infiltrarlos en los terrenos.

Artículo 15. Las aguas residuales provenientes de usos públicos, domésticos o industriales, que descarguen en los sistemas de alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas, ríos, cauces, vasos, mares territoriales y demás depósitos y corrientes, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo y en general las que se derramen en el terreno, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir:

- a) Contaminación de los cuerpos receptores,
- b) Interferencias en los procesos de depuración de las aguas, y
- c) Modificaciones, trastornos, interferencias o alteraciones en los aprovechamientos, en el funcionamiento adecuado de los sistemas y en la capacidad hidráulica de las cuencas, cauces, vasos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

Para descargar aguas residuales; deberán construirse las obras o instalaciones de purificación que en cada caso la Secretaría de Recursos Hidráulicos en coordinación con la de Salubridad y Asistencia y la de Industria y Comercio, en su caso, considere necesarias para los propósitos de este artículo.

Artículo 16. No se permitirá la construcción de obras o instalaciones, e igualmente se impedirá la operación o el funcionamiento de las ya existentes, para la descarga de aguas residuales que puedan ocasionar contaminación.

Artículo 17. La Secretaría de Recursos Hidráulicos para los e-

factos de esta Ley, previo dictamen de la de Salubridad y Asistencia resolverá sobre las solicitudes de autorización, concesión o permiso para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas residuales, o su descarga en aguas propiedad de la nación, imponiendo en cada caso las condiciones que estime necesarias.

Artículo 18. Las aguas residuales provenientes del alcantarillado urbano podrán utilizarse en el industria, si se someten al tratamiento que en cada caso determine la Secretaría de Recursos Hidráulicos, sin perjuicio de las normas de calidad y de las sanitarias.

Artículo 19. Para utilizar el agua en procesos industriales deberán construir, en los términos y en las condiciones que fije la Secretaría de Recursos Hidráulicos, obras e instalaciones adecuadas para descargar los residuos, cuando éstos se vierten en cuencas, cauces, vasos y demás depósitos.

Artículo 20. La Secretaría de Recursos Hidráulicos está facultada para supervisar las obras, instalaciones y aprovechamientos que pueden causar la contaminación de las aguas. Al efecto, los interesados deberán proporcionar las facilidades y la información que aquélla requiera.

Artículo 21. Las Secretarías de Salubridad y Asistencia, Recursos Hidráulicos y Agricultura y Ganadería, formularán con la colaboración de las dependencias federales auxiliares a que se refiere esta Ley, las disposiciones técnicas que se consideren necesarias para la prevención y el control de la contaminación de las aguas nacionales y de las aguas en el subsuelo; para el efecto, se establecerán los órganos técnicos adecuados para el fomento y desarrollo de estudios, investigaciones y otras actividades relacionadas.

Artículo 22. En los casos de contaminación de las aguas, en que pueda ponerse en peligro la salud pública, la Secretaría de Recursos Hidráulicos dará la debida intervención a la de Salubridad y Asistencia.

De la Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos.

Artículo 23. Queda prohibido, sin sujetarse a las normas correspondientes, descargar, depositar o infiltrar contaminantes en los suelos. La solicitud de autorización que se presenten a la Secretaría de Agricultura y Ganadería se resolverán para los efectos de esta Ley, previo dictamen de la Secretaría de Salubridad y Asistencia fijándose en cada caso las normas técnicas a que se sujetará el funcionamiento adecuado de los sistemas de recolección, alejamiento o

depósito.

Artículo 24. El Ejecutivo Federal limitará, regulará o en su caso prohibirá, todas aquellas sustancias tales como los plaguicidas, fertilizantes, defoliantes, materiales radiactivos y otros, cuando su uso indebido cause contaminación.

Artículo 25. Las personas físicas o morales que aprovechen o dispongan de los residuos sólidos o basura, deberá hacerlo con sujeción a la reglamentación que el efecto se dicte y, en su caso, con la aprobación de los proyectos e instalaciones relativos por parte de las dependencias gubernamentales competentes.

Artículo 26. Los residuos sólidos como basuras y otros capaces de producir contaminación, provenientes de usos públicos domésticos, industriales, agropecuarios y demás, que se puedan acumular o se acumulen en los suelos, deberán reunir las condiciones para prevenir:

- a) La contaminación del suelo mismo.
- b) Alteraciones indeseables en el proceso biológico de los suelos.
- c) La modificación, trastornos o alteraciones:
 - 1o. En el aprovechamiento, uso o explotación del suelo.
 - 2o. En la capacidad hidráulica de los ríos, cuencas, cauces, lagos, embalses, mar territorial y otros cuerpos de agua.

Artículo 27. Los productos industriales capaces de producir residuos sólidos que por su naturaleza no sean susceptibles de sufrir descomposición orgánica, tales como plásticos, vidrio, aluminio y otros, serán motivo de reglamentación por parte del Ejecutivo Federal.

Artículo 28. La utilización y explotación de los suelos para fines urbanos, industriales, agropecuarios, recreativos y otros, deberán realizarse con sujeción a las leyes y reglamentos existentes y a los que al efecto dicte el Ejecutivo Federal.

Las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo dicha utilización y explotación, deberán ser sometidas a la aprobación de la Secretaría de Salubridad y Asistencia por conducto de las dependencias a que se refiere esta ley, a fin de evitar la contaminación, erosión, degradación o destrucción de los suelos.

Artículo 29. En los reglamentos que expida el Ejecutivo Federal, se establecerán las infracciones a esta Ley que den motivo a la imposición de las sanciones siguientes:

- I. Multas desde \$50.00 a \$100,000.00.
- II. Ocupación temporal, total o parcial de las fuentes contaminantes y multa conforme con la fracción anterior.
- III. Clausura temporal o definitiva de las fábricas o establecimientos que produzcan o emitan contaminantes y multa de acuerdo con la fracción I.

Artículo 30. Para la imposición de las sanciones administrativas a que se refiere el artículo anterior, se oír previamente al interesado por la autoridad que corresponda a efecto de que dentro del término de 30 días hábiles oponga defensa por escrito, rinda pruebas y alegue lo que a su derecho convenga. La resolución deberá dictarse dentro de los 30 días hábiles siguientes al término del plazo a que alude el párrafo anterior.

Artículo 31. No será objeto de sanción alguna la contaminación causada o motivada por actividades puramente domésticas.

Artículo 32. Las resoluciones que se dicten de conformidad con los artículos 29 y 30, podrán ser recurridas, por escrito, dentro del término de quince días hábiles ante el Titular de la Dependencia que sancione la infracción.

Artículo 33. Se concede acción popular para denunciar ante la autoridad competente, todo hecho que contamine el medio ambiente, en los términos de la presente Ley y sus Reglamentos.

Artículo 34. Son supletorios de esta Ley y sus Reglamentos, el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos y sus Reglamentos, la Ley Federal de Ingeniería Sanitaria, las demás leyes que rijan en materia de tierras, aguas, aire, flora y fauna y sus correspondientes reglamentaciones.

Transitorios.

Artículo Primero. Se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente Ley.

Artículo Segundo. Esta Ley entrará en vigor al día siguiente

de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ACUERDO POR EL QUE SE CREA LA COMISION INTERSECRETARIAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL.

Considerando que la insalubridad del medio y la contaminación ambiental constituyen una grave amenaza para la salud pública y son factores de deterioro de los sistemas ecológicos en detrimento de la economía nacional y del armónico desarrollo de la sociedad;

Que las actividades tendientes al saneamiento ambiental, a la prevención y control de la contaminación y a la conservación, mejoramiento y restauración del medio ambiente, como medidas de salubridad general rigen en toda la República y han sido declarados de interés público;

Que de acuerdo a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, corresponde a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, -- planear y conducir la política de saneamiento ambiental;

Que los diversos ordenamientos legales que se han expedido con tal finalidad, otorgan atribuciones o facultades a varias Secretarías de Estado y a diversas dependencias de éstas, así como a otras entidades de la administración pública paraestatal;

Que al establecerse así, hay facultades que pueden fijar competencias concurrentes entre diversas dependencias del Ejecutivo Federal;

Que la localización en todo el territorio nacional de fuentes de contaminación del aire, el agua, los suelos y alimentos, determina el interés de los gobiernos de las entidades federativas, e inclusive de los ayuntamientos para concurrir en las acciones que se adopten en favor del saneamiento y mejoramiento del ambiente, he tenido a bien dictar el siguiente

Acuerdo

Primero. Se crea con carácter permanente, la COMISION INTERSECRETARIAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL, para conocer de la planeación y conducción de la política de saneamiento ambiental, la investigación, estudio, prevención, y control de la contaminación, el desarrollo urbano, la conservación del equilibrio ecológico y la restauración y mejoramiento del ambiente.

Segundo. La COMISION tendrá las siguientes funciones:

10. Formular un programa quinquenal de actividades, con efectos a partir de 1978, así como programas anuales que deberán ser sometidos a consideración del Ejecutivo de mi cargo, por conducto del Presidente de la COMISTON;

20. Formular las bases de coordinación entre las dependencias cuyas competencias estén relacionados con el objeto de la COMISTON;

30. Proponer las bases conforme a las cuales las dependencias integrantes de la COMISION cooperen con estados, municipios u organizaciones internacionales, respecto a las actividades relacionadas con el objeto de la misma;

40. Eleborar y promover la realización de estudios y prestar asesoría en la materia;

50. Establecer los mecanismos para coordinar sus finalidades con las de la Comisión Nacional de Desarrollo Urbano; y,

60. Las demás funciones requeridas para el cumplimiento de su objeto.

Tercero. La comisión intersecretarial de saneamiento ambiental se integrará con un representante de las siguientes Secretarías de Estado y Departamentos Administrativos: Salubridad y Asistencia, Agricultura y Recursos Hidráulicos, Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Patrimonio y Fomento Industrial, Programación y Presupuesto, Educación Pública, Trabajo y Previsión Social, Defensa Nacional Marina, Departamento de Pesca y Departamento del Distrito Federal.

Cuarto. La comisión estará presidida por el Titular de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. La representación de los Secretarías de Estado y los Departamentos Administrativos corresponderá respectivamente, a los subsecretarios y secretarios generales, quienes podrán designar, en su caso, un suplente que será el Director General del área correspondiente.

Quinto. Se integrará, en apoyo de los trabajos de la Comisión un secretario técnico, y el personal necesario que designe el Presidente de la misma.

Sexto. Además de los miembros titulares de la COMISION INTERSECRETARIAL, se podrá invitar a participar en ella a otras dependencias y entidades de la administración Pública Federal en los casos en que así lo requiera la índole de los asuntos sujetos a consideración. También se invitará a un representante por cada uno de los

sos en que, en su correspondiente jurisdicción, encaren problemas de insalubridad del medio o de rompimiento del equilibrio ambiental que pueda traducirse en un riesgo o daño para la salud.

Séptimo. Las reuniones ordinarias de la COMISION se verifican el primer día hábil de cada mes y las extraordinarias, para considerar asuntos especiales que por su naturaleza lo ameritan, en la fecha que señale con la debida oportunidad el Presidente de la COMISION.

Octavo. Los acuerdos de la COMISION se tomarán por mayoría de votos, quedando investido su Presidente de voto de calidad.

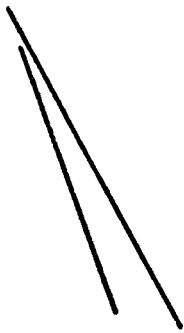
Noveno. Las Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos y demás entidades participantes determinarán, con cargo a sus correspondientes presupuestos, los apoyos que para el financiamiento de las actividades de la COMISION acuerden conjuntamente.

Décimo. La COMISION INTERSECRETARIAL que se crea por virtud del presente Acuerdo queda facultada para formular y expedir su reglamento interior, en la forma más apropiada a la consecución de sus objetivos, para la cual observará las recomendaciones que le transmita la Coordinación General de Estudios Administrativos dependiente de la Presidencia de la República.

Transitorios.

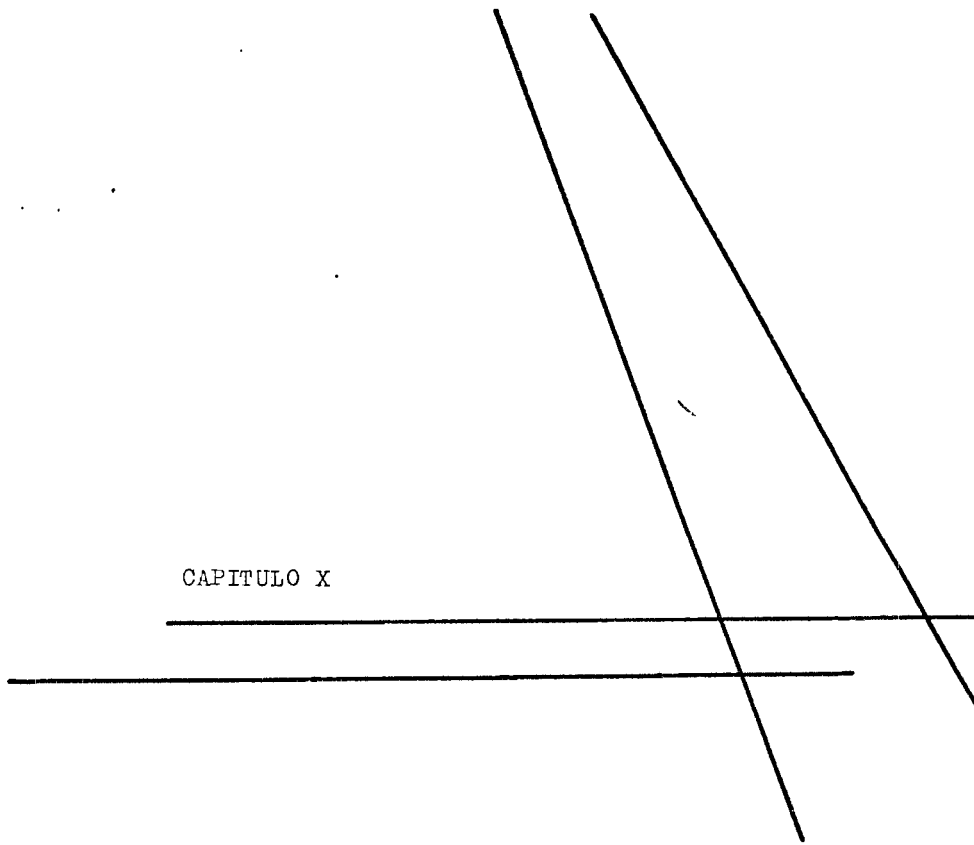
Primero. Este Acuerdo entrará en vigor a los tres días de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación.

Segundo. La COMISION expedirá su Reglamento Interior dentro de noventa días contados a partir de la fecha de vigencia del presente Acuerdo.



ANALISIS DEL PROBLEMA DE LA
CONTAMINACION EN LA CIUDAD DE
QUERETARO

CAPITULO X



PANORAMA DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL EN QUERÉTARO

Querétaro es una ciudad que ha experimentado un cambio radical en los últimos años, su situación geográfica, su clima y su cercanía con el Distrito Federal la han convertido en una entidad que se ha caracterizado por su desarrollo industrial, por su crecimiento y por el aumento de la población.

La transformación antes mencionada no ha sido del todo controlada. En los últimos años se han establecido gran cantidad de industrias, alentadas por el Gobierno del Estado con alicientes fiscales pero sin haberles exigido que no se constituyeran en fuentes importantes de contaminación, mucha gente de otras ciudades ha venido a radicar a Querétaro por razones de trabajo, mucha gente del campo ha emigrado a la ciudad en busca de oportunidad. Como consecuencia inmediata ha surgido un gran incremento en la demanda de vivienda, de transporte, tanto individual como colectivo.

El desarrollo en sí puede aceptarse que ha tenido consecuencias positivas, en cuanto que ha generado fuentes de trabajo, se han atraído capitales como inversión en la entidad, muchas personas han encontrado una manera de mejorar su nivel de vida. Pero también es evidente que la transformación ha tenido consecuencias negativas como es el hecho de que Querétaro es en la actualidad una de las ciudades más caras de la República, es difícil encontrar vivienda y menos a precios accesibles, se han creado múltiples fraccionamientos, pero también han surgido zonas de vivienda sin los más elementales servicios urbanos, se ha complicado el transporte, hay cada vez más automóviles, más ruido, más emisiones, más polvo y en general surge así como una grave amenaza para todos el problema de la contaminación ambiental.

Si analizamos las causas de contaminación en la época moderna, explosión demográfica, desarrollo industrial, la urbanización el uso del vehículo automotor, la concentración en las ciudades, el gran consumo de energía, vemos que estos factores se presentan y conjugan con gran énfasis en la actualidad en Querétaro, lo que está propiciando un deterioro en la calidad del aire, que el consumo de agua sea cada día mayor y que el nivel de las aguas subterráneas se esté abatiendo, hay carencia de agua en muchas partes de la ciudad, el tránsito es cada vez más difícil por los calles, el ruido se presenta día y noche. Querétaro ha dejado de ser tranquilo para tender rápidamente a convertirse en una gran ciudad con grandes problemas.

Desde un punto de vista muy particular pienso que este es un buen momento para prevenir y disminuir la contaminación ambiental.

Si en esta etapa del desarrollo, en este momento crítico no actuamos todos con determinación, el problema crecerá en pocos años, alcanzando la contaminación un grado tal que abatirla y reducir los niveles de calidad aceptables es agua, aire, suelo, ruido será una labor muy ardua y difícil como podemos apreciar en otros lugares como en la ciudad de México.

Los siguientes datos dan una idea de porqué es necesario controlar cuanto antes la contaminación ambiental en Querétaro.

En la actualidad se estima que la población de la ciudad ha llegado a ser de cerca de 300,000 habitantes.

En cuanto a las industrias establecidas, contando mayores, medianas y pequeñas se estima que son cerca de 600. Este dato no puede ser más preciso porque algunas industrias están registradas en Hacienda Federal, otras en Hacienda del estado, por los cambios de razón social y porque se están estableciendo continuamente. Sin embargo ya el dato de 600 es bastante representativo de la aportación que la industria hace a la contaminación de agua y aire. Es de destacar al presentar este censo que fué prácticamente imposible obtener datos precisos de los elementos contaminantes generados en la industria y de los medios de control de que se está disponiendo, ya que en las visitas realizadas a algunas de ellas se deba información vaga del tipo: no somos fuente de contaminación puesto que nuestras emisiones están dentro de los márgenes permitidos por el reglamento vigente, o tenemos el equipo adecuado para nuestras necesidades, o simplemente cumplimos con los reglamentos. Generalmente en las industrias el problema de contaminación en cuanto a control se refiere lo han dejado en manos de comisiones en las que interviene personal de su unidad, de control de calidad, mantenimiento. No obstante las respuestas de estar cumpliendo con las normas, se sabe que hay industrias con muchos años de establecidas que no han logrado controlar satisfactoriamente el problema de contaminación ambiental, como es el caso de la fábrica Inver. La Delegación Estatal Querétaro para el control de la contaminación afirma que esta industria y otras en condición semejante prefieren pagar las multas que se les aplica a gastar en el equipo apropiado por ser este considerablemente más caro. En cuanto al agua, por lo general las industrias simplifican y reducen su control a la separación de sólidos y las vierten al sistema de alcantarillado que lleva las aguas negras municipales y por tanto estas aguas son usadas para riego en la agricultura. Pocas industrias descargan en el río de Querétaro, entre las que sí lo hacen está la textil de Hércules.

El año de 1974 se elaboraron censos a las industrias con el fin de conocer la naturaleza de sus emisiones de humos y polvo y se elaboraron programas de control y reglamentos de vigilancia. Pero puede considerarse que hubo un período de casi cuatro años

en el que hubo una interrupción y discontinuidad en la aplicación de programas, esto fundamentalmente motivado por el cambio de Gobierno. En la actualidad la Delegación Querétaro de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente está elaborando nuevamente un censo a través de los cuestionarios que se adjuntan para elaborar -- normas y actualizar el reglamento de control. Al decir de los encargados de esta labor hay una respuesta favorable de la industria en general para dar la información requerida. Entre los cuestionarios que se están manejando cabe citar: Cuestionario de información Industrial (Para elaborar un diagnóstico sanitario)

Desechos Sólidos Industriales.

Solicitud para establecimiento o ampliación de industria.

Con respecto a las fuentes móviles de contaminación en la ciudad se considera que son el principal factor de la contaminación de la atmósfera. En la actualidad circulan por las calles:

Autobuses urbanos de diésel y gasolina: 178
Automóviles de gasolina: 15,026
Automóviles diésel: 9
Camiones y camionetas de gasolina: 8,272
Camiones y camionetas diésel: 303
Camiones de servicio público: 78
Camiones de servicio público de gas: 19
Camiones de servicio público de diésel: 227
Camionetas de servicio público de carga de gasolina: 370
Camionetas de servicio público de carga de gas: 26
Camionetas de servicio público de carga de diésel: 7
Camionetas de alquiler de gasolina 631
Motocicletas 563
Población vehicular flotante: 10,000
Total: 35,709.

Promedio de vehículos de gasolina en circulación:
De 4 cilindros: 75%
De 6 cilindros: 15%
De 8 cilindros: 10%

Población vehicular de diésel flotante 1,150

Total: 36,859

Número de gasolineras en la ciudad: 10

Consumo de diésel anual: 34 millones de litros
Consumo de gasolina anual : 81 millones
Consumo de lubricantes anual: 300,000 litros.

Las cifras anteriormente mencionadas fueron obtenidas del -- censo que recientemente (1979) realizó la Delegación Estatal Que-- rértaro del control de la Contaminación ambiental. Dichas cifras -- hacen notar la magnitud del problema de la emisión de gases conta-- minantes por las fuentes móviles, si se toma en cuenta la canti-- dad de Hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, aldehídos, compuestos de azufre, ácidos y partículas que envían al aire cada vehículo -- en condiciones normales de funcionamiento y de las cantidades ex-- tras de contaminantes que se vierten por funcionamientos defectuo-- sos. Una simple observación visual puede mostrarnos que muchos ve-- hículos tienen deficiencias en el funcionamiento de los escapos y que la cantidad de humos que desprenden distan mucho de estar com-- prendidos en cuanto a cantidad y duración en los límites estable-- cidos por los reglamentos en vigor. En la actualidad no se está -- controlando esta fuente de contaminación debido a un cambio en -- cuanto a que anteriormente era Tránsito del Pdo. la dependencia -- directamente encargada del control con apoyo de la Subsecretaría de mejoramiento del ambiente y en el nuevo ordenamiento el con-- trol deberá efectuarlo directamente la Subsecretaría de mejora-- miento del ambiente con apoyo de Tránsito del Estado.

Además de los vehículos que circulan por las calles de la -- ciudad, esta se ve afectada por la gran cantidad de los que circu-- lan por las carreteras que prácticamente rodean a la ciudad, esta circulación es intensa día y noche.

Aparte del problema de contaminación atmosférica producida -- por los aparatos de combustión interna es muy notorio el problema de la contaminación por ruido que estos están propiciando. El -- ruido está presente en toda la ciudad a todas horas, pero con mar-- cada molestia en las zonas cercanas a la central canionera, la zo-- na centro, las colonias cercanas a la carretera panamericana, a la carretera constitución, al libramiento a San Luis Potosí, a la carretera a Celaya, a la estación del tren, a las vías del tren. Existen calles particularmente ruidosas como son Prolongación Co-- rreidora Sur, Zaragoza, Correidora, Prolongación Pasteur Sur, Avenida de los Arcos, Constituyentes, Av Tecnológico, Av Univer-- sidad y en general las de más tráfico. Pero en las que se acentúa el problema por ruido son las calles en las que circulan los auto-- buses foraneos. El ruido producido por los vehículos automotores que circulan por las carreteras que rodean a la ciudad, sobre to-- do por las noches, son causa de molestias muy serias a las perso-- nas que habitan las colonias y zonas habitacionales contiguas a ellas como con la de Los Arquitos, Carretas, Alamos, etc. que se ven afectadas por los camión es que circulan por el libramiento a SLP, sobre todo por los camiones diésel y por los de alto tonelaje. Las Colonias como El Jacal, Mansiones del Valle, Jardines de la Nacionalda, que se ven afectadas por la circulación de vehículos en la carretera libre a Celaya; Colonias como la burócrata, zonas --

como Lomas de Casa Blanca en donde vive mucha gente que requiere de un sueño reparador para emprender al día siguiente la lucha ardua por la vida y que sin embargo deben soportar alteraciones nerviosas provocadas por el ruido de la carretera Ianamericana. El fraccionamiento la Capilla, San Pablo, La Capilla, que deben soportar el ruido por la circulación en la carretera Constitución. Las zonas habitacionales tienen también un grave problema de ruido si están cerca de las vías del tren y en Querétaro dichas zonas están densamente pobladas. A toda parte de la ciudad le corresponde alguna zona de influencia del ruido y desde luego que es un factor que está afectando la salud de sus habitantes.

Querétaro, como casi todas las ciudades de la República, tiene también un grave problema en el manejo de sus desechos sólidos municipales e industriales. En la actualidad en la ciudad se recojen 600 toneladas diarias de basura. Pero todos sabemos que el servicio municipal en este sentido es muy deficiente ya que en muchos lugares se recolecta la basura en algunos días de la semana y por lo general eso ocasiona que en las calles se amonteren montones de basura con la consecuencia de fomentar moscas, roedores, y ser auténticos focos de infección. La basura de la ciudad ha sido tradicionalmente depositada a cielo abierto. En años anteriores se pretendió utilizar el método de relleno sanitario para que la basura fuera aprovechada y se pretendió así tapar el hoyanco que está frente a lomas de Casa Blanca. Pero la realidad es que no se utilizó realmente el método de relleno sanitario al faltar las capas de tierra y la compactación. Querétaro se ha visto auténticamente envuelto en densas nubes de humo causadas por incendios del basurero antes mencionado. En la actualidad uno del depósitos de basura se encuentra en la parte oriente de la Ciudad cerca de la llamada cuesta china. La dirección establecida entre la posición del basurero y la ciudad misma coincide con las vientos dominantes y esto ha propiciado que en la parte de la ciudad cercana a esa zona se presenten grandes cantidades de mosca. También es de considerar que la gente deposita con mucha frecuencia basura donde no es lugar apropiado, lo que agrava el problema.

Otro aspecto de la contaminación en la ciudad es el referente a las polvarcadas que se presentan primordialmente en épocas de viento por los múltiples materiales sueltos que en forma natural existen en los lugares donde se efectúan construcciones, calles y caminos.

En nuestra ciudad no existe por el momento posibilidad de contaminación radiactiva ya que solo en hospitales y laboratorios se manejan rayos X y el uso de ellos en la industria es prácticamente nulo, a excepción de la fábrica de Cerbór que los utiliza para detectar impurezas en los productos que elabora, pero tiene un adecuado control de los mismos.

CONCLUSIONES

CAPITULO XI

CONCLUSIONES.

El Problema de la contaminación ambiental es un problema de actualidad, muy complejo por los múltiples factores que en él intervienen, de serias consecuencias para la salud del hombre y para su bienestar, difícil de valorar y de controlar, apremiante, existirá siempre, afecta a la economía y será uno de los elementos que primordialmente obligará a la humanidad a buscar nuevas formas de vida, a cambiar su escala de valores, a modificar sus objetivos de consumo, a proteger sus cada vez más escasos recursos naturales, reorganizar su industria, su distribución urbana, a cambiar sus métodos de transporte, a reutilizar recursos. Una transformación total permitirá a las civilizaciones futuras encontrarse con un mundo todavía habitable y con recursos para satisfacer sus necesidades. Enfocar el problema de la contaminación como un factor de supervivencia de las generaciones futuras hace sentirse a mucha gente ajena al mismo; hay muchas personas que aceptan que de no controlarse la contaminación a tiempo tendrá necesariamente efectos catastróficos, terribles e irremediables, posiblemente el hombre acabe autodestruido al haber matado su biosfera, pero al mismo tiempo consideran que el problema será de otros. Por el contrario consideran a la contaminación por sus efectos próximos y no remotos, por los efectos que ya está provocando creará necesariamente una conciencia de que los responsables del control de la misma somos los hombres de hoy, somos cada uno de nosotros; de no actuar de acuerdo a esa responsabilidad seguiremos siendo víctimas hasta un grado letal de un problema cuyo control está en nuestras manos. La contaminación debemos abatirla y controlarla inmediatamente puesto que no nos va a perjudicar, sino que ya nos está perjudicando, y por otro lado, las generaciones futuras estarán formadas por nuestros hijos y nietos.

Aceptar que el control de la contaminación es un reto para nosotros y una obligación para todos los seres humanos nos debe llevar a considerar que no es una tarea fácil. La contaminación no podrá controlarse por leyes y reglamentos impuestos a quienes, aunque estén sufriendo las consecuencias de ella, no tengan conciencia del problema, o no les interese o antepongan otros intereses al mismo. El control de la contaminación exige acciones que van desde mantener tapado un bote de basura en una casa habitada hasta crear un sistema que permita reutilizar esa basura en un alto porcentaje, es decir requiere desde la participación del ama de casa hasta el científico. La contaminación está ligada al progreso y al desarrollo y el progreso debe continuar y la contaminación seguirá existiendo y solamente el ingenio humano deberá encontrar el equilibrio entre un desarrollo armónico y progresista y una contaminación que afecte al hombre en forma mínima.

Podemos resumir diciendo que el problema del control de la contaminación requiere: conciencia, es decir conocimiento exacto y reflexivo, participación de todos, tecnología, ciencia e ingenio.

Llegará el momento en que se de información sobre control de contaminación desde el nivel primaria, pero en la actualidad es indispensable que el profesionista tenga los conocimientos necesarios al respecto que le hagan participar y cooperar en todo programa de control de contaminación.

En particular el Ingeniero Civil está íntimamente relacionado con actividades, tanto en la ciudad como en el campo, en las que deberá tener muy en cuenta la contaminación ambiental. En la construcción deberán lograrse diseños y preferirse materiales que logren proteger del ruido exterior a los moradores de casa y edificios sin que los costos aumenten demasiado, al menos mientras se logra controlar la intensidad del ruido en sus mismas fuentes emisoras. La misma construcción exige la explotación de bancos de materiales cuya localización y forma de aprovechamiento pedirá que se tome más en cuenta que estos bancos se han convertido en fuentes de contaminación ya que propician la formación de polvaredas en tiempos de aire, y van dejando concavidades alrededor de las ciudades que las afectan en su aspecto estético. El traslado y movimiento de materiales causa contaminación al aire por la gran cantidad de partículas que se desprende en dichas operaciones y contamina a las aguas por las partículas que son arrastradas por ella. El ingeniero civil deberá proyectar y construir caminos y carreteras que afecten lo menos posible a los habitantes de ciudades y poblados, tanto por emisiones de gases como por ruido. Al proyectarse sistemas de drenaje y alcantarillado deberá tenerse muy en cuenta el peligro de la contaminación del agua. Al construir obras hidráulicas, presas y canales, deberá tomarse en cuenta el efecto en la naturaleza de dichas obras y su intervención en el equilibrio ecológico de la región. Por otro lado el Ingeniero Civil tiene trato con mucha gente y deberá proteger a sus trabajadores de los peligros de la contaminación, deberá incluir en la decisión para obras y opciones tomando en cuenta entre otros factores el de la contaminación.

Para que el ingeniero civil participe acertadamente como un elemento valioso en el control de la contaminación ambiental deberá tener conocimientos formales sobre dicho problema que le permitan actuar por convencimiento y con conocimiento. Por esta razón en estas conclusiones quiero recalcar el objetivo de esta tesis que propone se incluya la materia de "Contaminación Ambiental" en el programa de estudios de la Escuela de Ingeniería de la UAQ. El programa y desarrollo que propongo para la materia de Contaminación Ambiental es precisamente el desarrollo de esta tesis. En ella he seleccionado los temas y conceptos que considero conveniente que un estudiante conozca presentes en un primer nivel de estudio de la contaminación. En ese primer nivel se ha dado importancia a la información de tipo general publicándose en un segundo nivel entrar a un conocimiento más especializado y analítico que sería objeto de un trabajo distinto al que presento.

El realizar este trabajo fue para mí también un primer contacto

formal con el conocimiento del problema de la contaminación ambiental, de tal manera que una gran parte de lo que este trabajo contiene es una recopilación y selección de textos y publicaciones por personas especializadas, pero haber realizado la selección, encuadrarla en el ordenamiento en que lo presento, mantenerla en un nivel de profundidad que lo haga accesible es una primera y humilde aportación que espero sea un primer paso para que algún día un trabajo más científico y personal de un problema que me llama la atención de una manera muy especial ya que pienso que todo el tiempo que se le dedique a su estudio y a controlarlo redundará necesariamente en garantizar la salud, el bienestar y la vida propia y de los demás y que mejor contribuya a solucionar un problema de tan grandes consecuencias.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION INDUSTRIAL.
HERBERT F. LUND.

ORIGENES Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL.
MAURICE A. STROBBE.

LA INDUSTRIA Y LA CONTAMINACION DEL AIRE.
R. D. ROSS.

TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES.
BARNES.

LA CONTAMINACION.
BIBLIOTECA SALVAT DE GRANDES TELLAS.

MEMORIA I REUNION NACIONAL SOBRE PROBLEMAS DE CONTAMINACION
AMBIENTAL. MEXICO ENERO 1973.
TOMO I.

MEMORIA I REUNION NACIONAL SOBRE PROBLEMAS DE CONTAMINACION
AMBIENTAL. MEXICO ENERO 1973.
TOMO II.

LEGISLACION AMBIENTAL DE MEXICO.
SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA.
SUBSECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE.
MEXICO 1977.

APUNTES SOBRE SISTEMAS DE ALCAVANTARILLADO Y AGUA POTABLE.
INGENIERO RODOLFO MAGNUS GALAN.