

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE LA DEFENSA
FUERZA AEREA VENEZOLANA
COMANDO AEREO LOGISTICO
SERVICIO DE METEOROLOGIA Y COMUNICACIONES



CONTAMINACION AMBIENTAL

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

CURSO DE EXTENSION EN METEOROLOGIA

INSTITUTO UNIVERSITARIO PEDAGOGICO — CARACAS

40° ANIVERSARIO DE SU FUNDACION

CONTENIDO

CONTAMINACION AMBIENTAL

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- UTILIZACION DE LOS SUELOS, EL MEDIO AMBIENTE Y AGRICOLA.
- 3.- CONTAMINACION DE LAS AGUAS
- 4.- CONTAMINACION ATMOSFERICA
- 5.- CONTROL DE LA CONTAMINACION

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

CONTAMINACION AMBIENTAL:

1.- Introducción:

Para comenzar esta Conferencia quisiera hacer mención a las palabras de U. Thant, durante la celebración del día especial de la tierra, un primer día de primavera del hemisferio norte " Ojalá que solo haya días tranquilos y felices en nuestra nave espacial llamada tierra, mientras que continúa girando alrededor del gélido espacio con su tibia y frágil carga de vida animada ".

Debemos considerar esta gran nave como un sistema termodinámico abierto que interactúa con el espacio exterior intercambiando materia y energía, con un balance neutro a largo plazo. Internamente cuenta la tierra con todos los mecanismos necesarios para tolerar la vida, esta apareció en primera instancia y hoy conocemos una gran diversidad de especie que en conjunto conforman un sistema en un aparente equilibrio, el cual, tiene que ser mantenido pues de lo contrario sus elementos constituyentes sufrirán las consecuencias.

Evidentemente, existe una interacción entre los organismos vivos y el medio que los rodea, estas interacciones son el tema básico de los tratados de ecología y constituyen la esencia de dicha ciencia. Al conjunto de seres vivos e inertes que conforman el medio ambiente si le llama ecosistema y tiende a permanecer en equilibrio mediante un mecanismo internos llamados homeostasia del ecosistema.

Un ecosistema está constituido fundamentalmente por organismos autotrofos (que son los que tienen la capacidad de transformar la materia simple en complejos orgánicos), organismos heterotróficos (que son los que se valen de los autotrofos para poder subsistir), además existen organismos desintegradores o corruptores capaces de transformar la materia orgánica en materia simple, factible de ser utilizada por los autotrofos, la cual a su vez representa otra de las partes básicas del ecosistema.

A través de las interacciones de este conjunto de elementos se establece

....//....

una cadena alimenticia que permite el reciclaje y un flujo energético - que limita los niveles tróficos dentro del ecosistema.

Podemos considerar pues nuestro planeta como un gran ecosistema, con todo los mecanismos internos en funcionamiento y con una tendencia a manter el equilibrio en forma natural.

En todo ecosistema natural existe una cadena alimenticia y un flujo energético bien definido. Los organismos autotrófos o productores, combinan las sustancias elementales en complejos orgánico utilizando sus mecanismos internos, los heterotrofos utilizan esa materia para su alimentación, extendiendise la cadena a través de los consumidores primarios, secundarios y terciarios, siendo cada uno de estos, fuentes para los microorganismos desintegradores o corruptores los cuales producen nuevamente materia prima utilizada por los organismos autotrófos, cerrándose de esta forma el ciclo.

Podemos considerar dos aspectos, el primero, corresponde al sistema energético, la fuente de energía puede considerarse como inagotable y que el ecosistema no va a estar afectado por la energía que pierda, siempre puede ser recuperada, en segundo término, nos referiremos a la materia prima o sustancias elementales utilizadas por los organismos productores, para que exista un verdadero equilibrio debe mantenerse aproximadamente constante, es decir todo lo que ocurra dentro del ecosistema debe quedar allí.

Ahora bien, hagamos un análisis de nuestro gran ecosistema llamado tierra, podríamos decir sin lugar a dudas que la materia prima permanece constante, (lógicamente exceptuando los materiales radioactivos que sufren una disminución de su masa) pero esto no quiere decir que nuestro gran ecosistema no presente otros inconvenientes, para detallar un poco más pondremos a jugar otras variables y dividiremos nuestra gran nave en tres partes fundamentales.

- a. - Suelo
- b. - Agua
- c. - Aire.

Podemos hablar de un ecosistema natural cuando se producen los mecanismos descritos anteriormente, evidentemente, desde la aparición de la primera célula viva y por mucho tiempo, existieron dentro de nuestro gran sistema una serie de subsistemas que han ido modificando su estructura y se han producido los fenómenos de adaptabilidad por parte de los organismos, lentamente, todos los problemas se fueron mencionando, se han producido fluctuaciones climáticas que han marcado etapas bien definidas de acuerdo con los descubrimientos arqueológicos hechos.

Mas tarde cuando todo parecía armonizado aparece la "inteligencia", la obra maestra de la naturaleza, la creación a imagen y semejanza de Dios, el hombre. Con los poderes del raciocinio el hombre empezó a actuar, ha evolucionado en forma tan vertiginosa que de la caverna de la época prehistoria ha llegado a los grandes complejos residenciales, del garrote de caza a las armas de fuego, del nómada que seguía los rebaños y que recolectaba los frutos silvestres, al gran criador, agricultor o gran empresario. El hombre, ha tomado este mundo y lo ha adoptado a sus necesidades, ha formado comunidades, pueblos, naciones, se ha volcado contra su misma especie, se cree dueño del universo. Ha cometido el grave error de no mirar con profundidad su obra.

1.1 El hombre dueño del mundo.

Vine vi y venci (Vini vidi vince) dijo César después de conquistar las Galias, vivió sus momentos de gloria y luego desapareció con su imperio. El hombre actual está viviendo su gloria, ¿ que le va importar la naturaleza si lo puede todo ?, puso sus pies sobre la luna, llevo sus naves al planeta rojo y ya orbitar la tierra con satélites artificiales tripulados o nó, nos parece una cosa demasiado burda. ¿ Pero acaso al hombre actual le importa la flor que brota, la semilla que germina, el llanto sutil de un niño, el mensaje de

....//....

alegría del amanecer, el paisaje natural, el mendigo, el demente o la iglesia ?, no, solo piensa en el poder, en el dinero, el libertinaje. Es crítico el estado de nuestra juventud a la cual dejamos un mundo conquistado.

Reflexionemos un poco, teniendo como base la humanidad, ¿ cuantos habitantes puede tolerar la tierra y por cuanto tiempo los puede -- mantener ?. Estudiando la expansión demográfica podemos orientarnos en este laberinto.

La década del setenta parece ser un período de crecimiento demográfico sin precedentes en la historia de nuestro mundo. Los estudios antropológicos demuestran que el hombre apareció hace más de cien mil (100.000) años, durante mucho tiempo la población humana tuvo fluctuaciones, en oportunidades hubo más defunciones que nacimientos, lo cual significa una disminución de la población, no obstante, para el siglo I de nuestra era ya la población habia establecido su ritmo de crecimiento continuo, el cual es cada vez mayor, sin haber aparecido una función adecuada que nos permita predecir los niveles futuros de población, solo sabemos que cada vez aumenta. De tal forma que de seguir el ritmo actual, dentro de 700 años habrá un hombre por cada m^2 de superficie, asunto que es imposible mantenerse dentro de nuestro sistema, pues no se contaría con los recursos necesarios. En conclusión no se puede pretender mantener el ritmo actual de crecimiento de la población.

Mucho se ha dicho a cerca del futuro crecimiento, pero en todos los casos se llega a conclusión antes mencionada, algunos estudiosos de la demografía sostienen que después de este crecimiento vertiginoso, la tendencia será hacia la estabilización, otros sostienen que después de llegar a un máximo, entonces se iniciará un descenso, ocasionado por los múltiples problemas que se presentarán en ese tope,

....//....

cada vez se irá perdiendo un poco más el respecto a la humanidad y veremos una disminución paulatina del sentido actual de la vida y la longevidad comenzará a disminuir en forma rápida.

Este es el verdadero problema de nuestro mundo futuro, en cuanto a población se refiere; pero que les parece el panorama cuando entran a jugar las otras variables; como el hombre es dueño de la tierra - se siente con derecho a modificar sin saber que con esas modificaciones está construyendo la maquinaria que lo va a destruir. Cuando analizamos un ecosistema natural vemos que no hay organismos independientes, simplemente existe un reciclaje en la cadena alimenticia, pero igual el hombre continúa las modificaciones, el ambiente natural es cada vez más deteriorado, el agua potable es cada día más difícil de lograr, los suelos son cada día más erosionados, la atmósfera es cada día más contaminada, produciéndose de esta manera el deterioro de los ecosistemas.

Para poder mantener la población futura hay que incrementar grandemente la producción agropecuaria mundial, esto no está ocurriendo, la población y la demanda de alimentos crece a mayor ritmo que la producción, debiéndose en parte al deterioro de los sistemas de producción, la erosión de los suelos, la falta de fertilizantes, problemas meteorológicos, y falta de un entrenamiento adecuado en sistemas de producción agropecuaria.

El mundo nos está planteando un gran reto, o lo aprendemos a manejar o de continuar en la forma actual iremos directamente a la destrucción, el problema no está en la utilización de los recursos, si no en la forma en que lo hagamos, lo que está planteado en la actualidad, (cuando aún no hemos llegado al extremo), es la utilización racional del recurso, tanto renovable como no renovable.

2.- UTILIZACION DE LOS SUELOS, EL MEDIO AMBIENTE Y AGRICOLA

El hombre primitivo no alteró el medio ambiente, ya que constituía parte del ecosistema natural pero lentamente el hombre fué evolucionando y su inteligencia lo llevó a utilizar sistemas de producción de alimentos lo cual lo sacó del patrón natural y lo colocó en una situación favorable para el desarrollo de su especie, al producir alimentos la especie pudo ganar la carrera del equilibrio e implantar una tasa de crecimiento demográfico que más tarde con el desarrollo de distintos métodos y técnicas le han permitido incrementar y llegar a la situación que actualmente conocemos.

Cuando hablamos de ecosistemas dijimos que existía un verdadero equilibrio si dentro de éste no existía pérdida de materia, pero evidentemente el hombre ha tenido necesidad de formar los ecosistemas agrícolas - que le permitan producir todos los alimentos que necesita para su subsistencia, esto involucra en forma directa la producción de forraje utilizadas para mantener una ganadería acorde con la demanda.

No en todos los casos los sistemas de fertilizantes son los más adecuados, y los métodos de control de erosión son practicados en su forma más elemental, estos dos factores contribuyen a que zonas agrícolas de gran producción en otrora pierdan su fertilización debido a la pérdida de materia elemental y se conviertan en corto tiempo en suelos de baja producción o tierras completamente erosionadas; la historia está llena de ejemplos muy ilustrativos, si consideramos el caso de la India donde las dos terceras partes de las tierras de cultivo han sido total o parcialmente destruidas por agotamiento de los suelos y de la erosión. Los estudios arqueológicos realizados en la región del Sind, cerca de la desembocadura del Indo, han puesto al descubierto las ruinas de una civilización muy avanzada que cultivaba esa zona hace aproximadamente 4000 años, además la región era habitada por elefantes, búfalos acuáti

cos, tigres, osos, venados, etc. Hoy día es una zona desértica o semi desértica. Todo se debió al mal aprovechamiento de los recursos naturales. Otro caso similar lo constituye el Valle del Tigris y el Eufra des, cuna de la civilización, zona agrícola con excelentes canales de irrigación en el pasado y que luego fué degradando hasta convertirse en una región desértica en la actualidad. Por último citaré el caso de la colonia agrícola de Turén en Venezuela llamada granero nacional, hoy día ha disminuido su producción en un 60 por ciento, debido a la mala utilización de las tierras de cultivo y a la no aplicación de las prácticas para evitar la erosión, mala fertilización y el monocultivo.

Otro problema que se está presentando a la humanidad en el campo de la producción agropecuaria es el control de los insectos para incrementar el rendimiento por hectárea, se usan diferentes tipos de insecticidas, entre los cuales los más usados son los fosfatos clorados, que son venenos universales y a los cuales algunas especies pueden hacerse inmunes y proliferarse, se degradan muy lentamente y son solubles en la - grasa, estas características han provocado una serie de problemas en - los ecosistemas que han ocasionado la destrucción de algunas especies, que juegan papel importante en el equilibrio de los ecosistemas naturales.

El hecho de ser un veneno universal implica que actuará sobre todas - las especies y de esta forma elimina especies de gran utilidad para el equilibrio del ecosistema y el mantenimiento de la humedad del suelo - por medio de sus propios sistemas de vida, su nicho y habitat natural.

Puede ocurrir que los insectos son controlados en forma natural por al gunas especies que permiten así estabilización de la población, pero al ser aplicado los fosfatos clorados éstos son eliminados y como no pre-- sentan las características de inmunidad que si existe en los insectos;

.../.....

lo que se ha obtenido es que al tratar de eliminar un insecto lo que hacemos es eliminar a su controlador natural e inmunizar en muchos - casos la plaga, en consecuencia las futuras producciones se ven altamente afectadas y disminuye la producción.

Según las investigaciones realizadas puede ser que la forma mas efectiva de controlar los insectos es utilizar "depredadores naturales " dentro del ecosistema agrícola.

El riego inadecuado conlleva muchas veces a la salinización de los suelos lo cual los descarta automáticamente de las actividades agrícolas, esto se debe a que, al producirse la evaporación de las aguas utilizadas para el riego, estas dejan sobre el suelo las sales disueltas.

3.- CONTAMINACION DE LAS AGUAS

El término contaminación implica la presencia excesiva de sustancias - ajenas a la composición normal de un elemento, en el caso del agua se presentan dos formas fundamentales, la primera el agua pura conocida por los químicos como la unión de dos átomos de hidrógeno con un átomo de oxígeno H_2O , sin embargo, el agua natural contiene pequeñas cantidades de minerales disueltas que contribuyen a darle gusto, es así como aparece el otro concepto de agua "pura".

Así pues el concepto de contaminación de las aguas significa la adición a ésta de una cantidad de materia extraña indeseable que deteriora su calidad y la hace intolerable por el hombre. La calidad del agua puede difundirse como la aptitud de ésta para ser utilizada en las actividades tradicionales y para proporcionar un medio ambiente adecuado para los ecosistemas particulares.

Las materias extrañas pueden clasificarse fundamentalmente en dos tipos, materia inerte como plomo, mercurio y materia viva como microorganismos.

El agua constituye el medio ambiente líquido universal y tiene la propiedad química de permitir la solubilidad de muchas sustancias elementales lo cual la hace excepcionalmente propensa a la contaminación, por otra parte los organismos vivos se encuentran en su medio ambiente natural produciéndose de esta forma la contaminación por ambos.

Podemos clasificar las impurezas en tres clases fundamentales: Partículas en suspensión, partículas coloidales y materias disueltas.

Las partículas suspendidas tienen un diámetro aproximado de 1 micrón, son lo bastante grande para depositarse a velocidades suficientemente grande y ser retenidas por los filtros comunes, pueden absorber la radiación y hacer que el agua contaminada presente un aspecto turbio.

Las partículas coloidales son tan pequeñas que la velocidad de depósito sea insignificante y no sean filtradas con facilidad y enturbian el agua si se les mira en un ángulo recto respecto a la incidencia de la luz.

Las materias disueltas no se depositan, no son retenidas por filtro ni enturbian el agua, su diámetro es del orden de 0.001 micron, sin son eléctricamente neutra se les llama molécula, si nó, se les llama iones; el azúcar, el alcohol son sustancias que se disuelven en el agua con carga eléctrica neutra, la sal común (cloruro de sodio), por ejemplo, se disuelve en iones positivos de sodio y negativos de cloro.

Evidentemente, las sustancias extrañas pueden clasificarse en base a otras propiedades como por ejemplo, vivas o inertes, orgánicas o minerales, radioactivas o no radioactivas, tóxicas o inofensivas, etc; pero realmente nuestro interés se basa en aquellas sustancias que afectan la calidad del agua, estudiar sus efectos nocivos y considerar los problemas que implica su eliminación.

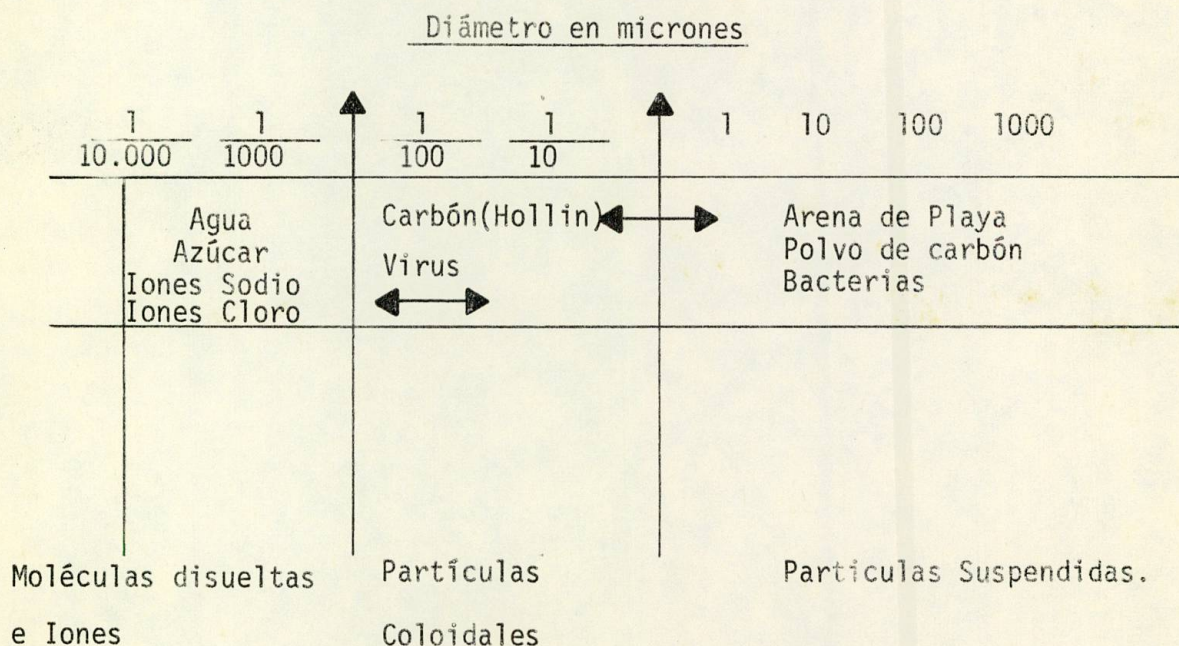


Fig. 1

3.1 Microorganismos en el agua.

El efecto más dañino para el hombre producido por aguas contaminadas ha sido la transmisión de enfermedades, la fiebre tifoidea (Hemisf Occidental) el cólera (Hemisferio Oriental) han sido las causas de las mayores defunciones por enfermedades transmitidas por el agua, otras enfermedades producto de los microorganismos del agua son: desintería, hepatitis infecciosa y gastroenteritis.

El total de la población microbiana en un hombre es de al rededor de 10^{13} , lo que respecta en realidad el volúmen de una taza. En estado de salud el hombre convive con los microorganismos para beneficio mutuo, el excremento de un ser humano no constituye un foco de enfermedad si es bien disuelto en el agua, pero lo cierto es que algunos seres humanos viven en armonía con microorganismos que pueden ser patógenos para otros, el problema de las "aguas negras" es realmente la existencia de personas enfermas y en estos casos las aguas se hacen portadoras de dicha enfermedad. Es ilusorio pedir que las aguas potables (aptos para ser consumidas) esten libres de microorganismos, pués esto significaría costos demasiado elevados, y además esto no es indispensable para la salud.

Por lo general se considera el agua como potable si:

- a.- contiene menos de 10 bacterias intestinales por litro
- b.- si no contiene sustancias químicas en concentraciones que sean nocivas al consumidor o corrosivas con respecto al sistema de conducción.
- c.- que no presenten gusto, sabor o color objetables.
- d.- que no provenga de pozos sugetos a contaminación por aguas negras o pozos sépticos.

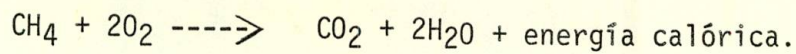
Se supone que el número total de microorganismos mismos portadores de enfermedades es proporcional al número total de microorganismos presentes en el agua y que un total bajo significa seguridad, no obstante se han dado casos de enfermedades virales producidas por aguas que reúnen las condiciones exigidas.

3.2 Elementos nutritivos y oxígeno en el agua.

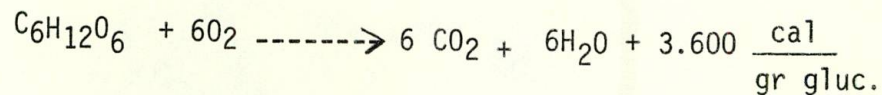
La mayoría de la materia orgánica procedente de desechos de alimentos, aguas negras doméstica y residuos de fábricas, es desintegrada en el agua por organismos que en el ecosistema tienen esa importante función (Bacterias y Protozoarios), este proceso transforma sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía mediante reacciones químicas que utilizan oxígeno.

Por supuesto que estas reacciones se producen tanto en tierra como en el agua, con la diferencia de que en tierra el oxígeno utilizado es reemplazado rápidamente por las plantas y de esta forma los organismos de los ecosistemas terrestres que lo requieran no se ven en apuros, mientras que en el agua el oxígeno no es reemplazado tan rápidamente como en el aire y el ecosistema acuático comienza a tener problemas y entran en competencia las especies, semejante competencia conlleva a una redistribución de las formas de vida en el agua. Cuando la introducción de una materia nutritiva altera esta distribución (en forma tal que afecte los peces y favorezca los protozoarios) la calidad del agua debe considerarse como deteriorada y dicha materia introducida es un contaminante.

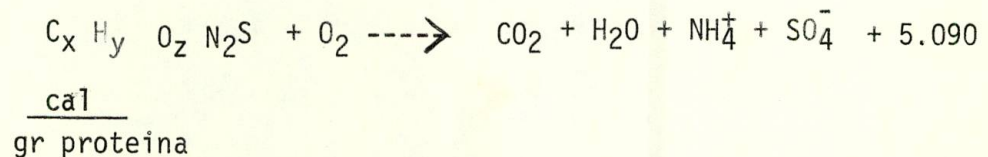
Cuando una sustancia rica en energía es quemada en el aire, origina una cantidad de energía y sustancias pobres en energía a título ilustrativo veamos la combustión del gas metano.



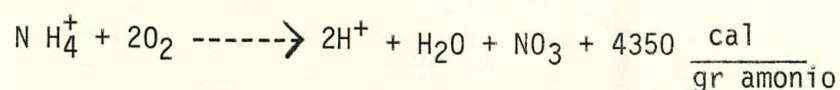
La descomposición bacteriana no tiene lugar a la temperatura de la llama, por lo tanto las sucesiones específicas de alteración de las uniones químicas sean completamente distintas, sin embargo la producción de energía depende únicamente de los productos iniciales y los productos finales y no de los pasos intermedios (según la 1ra ley de la termodinámica). Resulta muy importante considerar ecuaciones químicas generales simplificadas en el estudio de la producción de energía y la contaminación del agua. La descomposición bacteriana en presencia de aire se llama aerobiosis, y es el proceso que rinde mayor energía a partir de un peso dado de elemento nutritivo, por ejemplo la aerobiosis completa de la glucosa



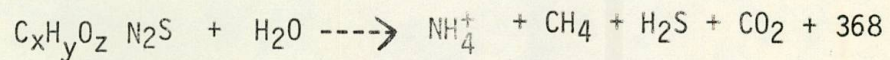
Las proteínas son moléculas muy complejas que contienen C, H, O, N, S., la descomposición aeróbica de estas moléculas en forma general.



Esta mismas reacciones tienen efecto dentro del agua contaminada y colabora en la desoxigenación de ésta. Cuando el elemento nutritivo es insuficiente cabe obtener energía de las sales de amonio mediante la nutrificación.



Podemos observar mediante las reacciones que lo más significativo es el consumo y agotamiento del oxígeno, lo cual constituye un verdadero problema para los organismos usuarios. Sin embargo la acción bacteriana no se detiene cuando el oxígeno ha desaparecido, realmente lo que ocurre es otro proceso llamada anaerobiosis; la descomposición anaeróbica de los azúcares y otros carbohidratos se llama fermentación, y la de las proteínas putrefacción, este último proceso se puede representar en forma simplificada y desbalanceada mediante la siguiente reacción química.



$\frac{\text{cal}}{\text{gr proteína}}$

Aquí podemos observar que la putrefacción rinde mucho menos energía que la combustión, pero esta, por la presencia del metano (CH₄) es energéticamente aprovechable. El metano es poco soluble en agua y es despedido casi todo en forma de gas, el H₂S tiene el olor característico del huevo podrido, por lo tanto las aguas putrefactas presentan burbujas con olores fétidos y los peces y otras especies que requieran oxígeno no pueden vivir en ellas, se puede considerar como la peor forma de la contaminación bacteriana.

Resumiendo hemos visto que la materia alimentaria contamina el agua porque sirve de alimento a los microorganismos, incluyendo todos los patógenos que puedan hallarse dentro del conjunto, los microorganismos, dadas las condiciones se multiplican, agotan el oxígeno produciendo la destrucción de los peces preferidos por

el hombre, y finalmente se producen los olores fétidos de la putrefacción.

Cuando queremos estudiar las condiciones de contaminación del agua, cabría pensar que el análisis de la cantidad de materia orgánica presente podría dar tal índice, pero ocurre que no toda la materia orgánica es igualmente digerible por los microorganismos, existen ciertas materias orgánicas producto de procesos industriales que no son digeribles por las bacterias a esta se les llama no biodegradable, algunas materias como el aceite mineral podrán descomponerse muy lentamente, de tal forma que no podrá considerarse equivalente a un elemento nutritivo como el azúcar. Por lo tanto la forma más adecuada de averiguar la contaminación del agua por materias nutritivas, es estudiando la velocidad a que su elemento nutritivo puede consumir oxígeno por descomposición bacteriana, esta velocidad se llama demanda bioquímica de oxígeno (BOD).

3.3 Detergentes y Algas.

Las algas son plantas acuáticas que realizan el proceso de fotosíntesis, consumen CO_2 en presencia de luz solar y liberan oxígeno, al igual que las otras plantas las algas necesitan sustancias elementales como: Nitrógeno, Potasio, Fósforo. Azufre e Hierro, es decir su cantidad va a depender de la cantidad de estas sustancias a disposición, cuando ésta es muy grande la población puede llegar a cubrir la superficie con una capa gruesa dando el aspecto azul o verdoso característico.

Cuando por falta de algún elemento o por cualquier otra razón una alga muere, esta sirve de elemento nutritivo para los microorganismos ayudando la proliferación de éstos, y el consiguiente --

aumento de la descomposición bacteriana con su gran demanda de oxígeno, lo cual hace que las aguas bajo la capa de alga sea pobre de oxígeno y los peces comiencen a desaparecer dando paso a otros organismos sin ninguna utilidad para el hombre. Un lago - en este estado, se dice que es EUTROFICO y el proceso mediante el cual dicho estado es alcanzado se llama EUTROFICACION.

El hombre acelera la Eutroficación cuando agrega a los lagos - elementos nutritivos vegetales, los fertilizantes son elementos nutritivos y cuando son aplicados a los suelos son llevados a - los lagos por las corrientes de agua acelerando de esta forma - el envejecimiento de los lagos, por medio de los procesos de eutrofificación.

El empleo de detergentes ha contribuido de igual manera a la sobrealimentación de las algas, conllevando a la eutroficación de las aguas.

Estudieemos un poco la naturaleza de los detergentes para comprender el problema.

Desde los tiempos romanos era conocido que el mezclarse la grasa animal con la ceniza de madera se producía una substancia capaz de disolver tanto en agua como en grasas. Por consiguiente, si - lavamos una superficie grasosa con esta nueva substancia. ésta - la disuelve y es retirada quedando dicha superficie completamente limpia, a esta substancia la conocemos normalmente con el nombre de jabón y funciona en esta forma, porque sus moléculas alargadas tienen en un extremo regiones separadas de cargas eléctricas positivas y negativas, las cuales son fuertemente atraídas - por las moléculas de agua y en el otro un carácter hidrocarburo que es atraído por las moléculas de grasa, esta acción de las

moléculas de jabón, se conoce con el nombre de detergencia. El empleo del jabón no ha colaborado con la eutroficación de los lagos, este es un elemento nutritivo para las bacterias, pero no para las plantas y es degradado rápidamente por la acción bacteriana de las aguas negras. No obstante el jabón no ha sido un detergente satisfactorio bajo todos los aspectos; la materia mineral contenida en el agua subterránea contienen iones metálicos - que hacen el jabón insoluble y lo privan de su acción detergente, este jabón insoluble se manifiesta como anillos alrededor del tubo para baños. El agua que contiene esos minerales se llama agua dura, y las que no lo contienen se llaman aguas blandas. Desde hace algún tiempo se ha venido usando el detergente sintético, que es efectivo en aguas duras, pero que a su vez constituye una fuente de substancias nutritivas para los vegetales y de esta forma los desechos de aguas con este detergente aceleran el proceso de eutroficación. Los fosfatos (ortofosfato PO_4^{3-} , Pirofosfato PO_7^{4-} , Metafosfato PO_3^- , fosfato de monohidrógeno HPO_4^{2-} , fosfato de hidrógeno $H_2PO_4^-$) se hallan en pequeñas cantidades en forma natural, su aporte a partir de los detergentes ha sido en muchos casos el causante de la eutroficación de lagos, como consecuencia de la proliferación de las algas. Un hecho cierto es la problemática que se ha presentado especialmente en zonas tropicales, donde el crecimiento de algas ha obstaculizado la navegación de ríos y lagos, ha afectado las plantas hidroeléctricas al dañar turbinas, ha dificultado la pesca y disminuido las especies; al hombre siempre le ha gustado vivir a las orillas de una fuente de agua por razones de abastecimiento, pero nunca se ha preocupado por su conservación.

Un caso típico es el del río neveri presentado recientemente por la Universidad de Oriente en el seminario de educación, sobre aspectos ambientales para estudiantes de escuelas técnicas e ingeniería, realizado en el colegio de ingenieros y auspiciado por la UNESCO y la Universidad del Zulia, en ese trabajo se observa una eutroficación originada por detergentes.

3,4 Desechos Industriales en el Agua.

Evidentemente una fuente de desechos para ser descargados en el agua lo son las industrias, algunos de éstos son veneno para el hombre, otros no se conocen sus efectos, otros son bastante conocidos desde hace mucho tiempo y algunos muy recientes, pero constante con el aumento de la tecnología aparecen nuevos desechos, lo peor del caso es que muchos de estos desechos reaccionan con el cloro usado para el tratamiento de las aguas, originándose compuestos clorados orgánicos que saben y huelen peor que los compuestos originales. Uno de los venenos industriales acarreado por el agua desde hace mucho tiempo es el plomo, antes su origen eran las tuberías de plomo utilizados para su distribución, luego los insecticidas de arseniato de plomo, que ha contaminado aguas superficiales y profundas, tanto con plomo como con arsénico, ambos constituyen venenos acumulativos que pueden conducir a la muerte, se recomienda un máximo de 0.01 ppm para las aguas potables de ambos.

Otros desechos industriales que afectan el agua son el cobre, el cadmio, el cromo y la plata, aunque recientemente mucho se ha hablado del mercurio. El mercurio es un metal líquido conocido por todos con el sobrenombre de azogue, algunos de sus compuestos eran conocidos desde la edad media como veneno activo, no obstante fué recientemente cuando se consideró el mercurio como un contaminante efectivo del agua. Aunque el mercurio es venenoso en forma de

vapor, éste no lo es en forma líquida de allí que se pueda emplear como componente de los empastes dentales sin ningún problema, es más los compuestos de mercurio son muy poco solubles en agua, de allí que se necesite aproximadamente 100 litros de agua, para di solver una molécula de sulfuro de mercurio H_2S .

Estas consideraciones inducen a pensar que el mercurio no constitu ye un veneno potencial, de aquí que la mitad del mercurio extraído se pierde (5.000 toneladas aproximadamente). Pero se ha comenzado a ver con mucho cuidado a partir del caso de la bahía de Minamata en Japón, donde los habitantes de la zona y sus gatos comenzaron a sufrir una extraña enfermedad que les imposibilitaba y producía la muerte, las investigaciones realizadas demostraron que la causa era el consumo de pescados que tenían en su cuerpo alta concentración de mercurio proveniente de las aguas de la bahía en donde des cargaban los desechos de una planta productora de plástico que uti lizaba el metilmercurio $H_3CH_2CH_3$, como pesticida y fungicida, a raíz de este problema se pudo investigar que los compuestos de mercurio constituyen un verdadero problema y que los depósitos de éste en el fondo de los lagos constituye un peligro potencial.

3.5 Corrosividad.

Los ácidos corroen los metales, por lo tanto, las aguas que son ácidas son más propensas a contaminarse con elementos metálicos más fuertemente que el agua pura.

La presencia del hidrógeno es indispensable para la calidad de la acidez del agua, este se encuentra en forma de átomos cargado posi tivamente H^+ o sea iones de hidrógeno, fijado a moléculas de agua, la concentración de dichos iones define el PH del agua según el siguiente cuadro.

Concentración de iones de H ⁺ (gramos/litros)	PH
$\frac{1}{10}$	1
$\frac{1}{100}$	2
$\frac{1}{1000}$	3
$\frac{1}{10.000}$	4
$\frac{1}{100.000}$	5
$\frac{1}{1.000.000}$	6
$\frac{1}{10.000.000}$	7

El agua pura tiene un PH = 7 y se dice en estas condiciones que es neutra.

Evidentemente después de haber planteado esta problemática debemos crear conciencia sobre el tratamiento previo de las aguas de desecho, para así conservar nuestro recurso primordial, que es el agua, el cual cada vez en su estado puro disminuye, y cada vez dada a la alta concentración de contaminantes introducidos conllevan a encarecer y dificultar la purificación de ésta.

4.- Contaminación atmosférica:

El aire es indispensable para la vida, el hombre y los demás seres vivos obtienen el oxígeno que necesitan para vivir a partir de este, se ha adaptado a una composición bien definida del aire atmosférico, cualquier alteración que se produzca en esta composición especialmente cuando ocasiona daños a los ecosistemas puede considerarse como contaminación.

Existen en grandes rasgos dos fuentes de contaminación del aire, la primera es aquella producida en forma natural como las erupciones volcánicas, la difusión del polen, los incendios forestales provocados por fenómenos naturales etc. y la segunda fuente es aquella de origen humano, las grandes industrias, los automóviles, la construcción de carreteras-etc.

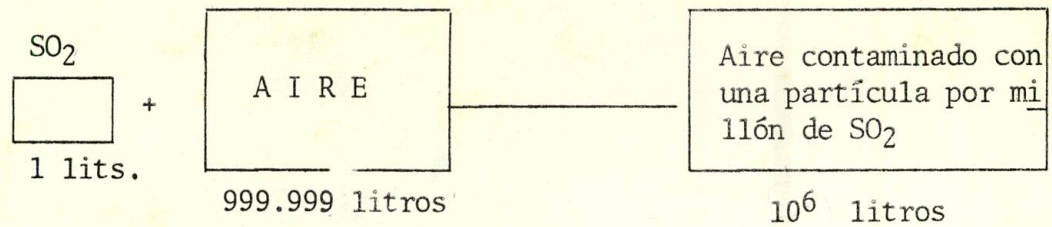
La composición normal del aire en la homsfera (región de la atmósfera - que comprende la troposfera, estratosfera y mesosfera, en la cual la composición del aire permanece constante) es el siguiente:

N ₂	78.09%
O ₂	20.95%
A _R	0.93%
CO ₂	0.03%

Contiene cierta cantidad despreciable de Neon, Helio, Metano, Cripton, - Hidrógeno, Xenon y Ozono. El vapor de agua es un componente del aire en la troposfera ya que por encima de este no se encuentra.

Trataremos de identificar lo que significa la contaminación del aire, su pongamos que tenemos 999.999 litros de aire en un recipiente y le agregamos 1 litro de SO₂ como resultado obtendríamos aire contaminado en una partícula por millón.

....//....

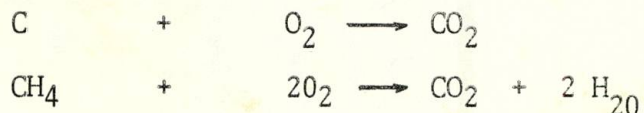


Cual es el significado de la concentración dada en ppm, esto significa - que por cada millón de moléculas de aire habrá 1 molécula de un cierto contaminante, pero resulta que eso todavía no significa nada porque si en un Cm³ de aire existen 27 10¹⁸ moléculas, si este se halla contaminado con 1 ppm de SO₂ habrán 27 10¹² moléculas de SO₂ por Cm³, pero en realidad que significa esto, pues, mucho y nada puesto que a lo mejor esa concentración no ocasiona ningún daño en el caso de un contaminante pero si en función de otro contaminante. Lo que realmente interesa es la acción de una determinada concentración sobre el ecosistema.

4.1 Contaminantes gaseosos del aire:

4.1.1 Oxidos de carbono:

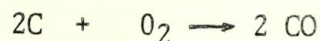
El dióxido de carbono es un componente natural del aire, se obtiene a partir de la respiración de los animales y por la combustión según las siguientes ecuaciones.



No obstante se ha notado un incremento anual del CO₂ de 0.7 ppm lo cual puede conducir a problemas considerables en el futuro. El CO₂ no es un gas venenoso pero produce alteraciones en la absorción natural de la radiación de onda larga pues tiene bandas considerables de absorción en el espectro de radiación.

....//....

El monóxido de carbono se obtiene a partir de combustiones incompletas como por ejemplo en las desaceleración de los autos, este constituye un agente tóxico y se produce de acuerdo con la siguiente ecuación.



La concentración en un tráfico congestionado oscila entre 25 y 50 ppm y el máximo permitido para una jornada de trabajo de 8 horas de 50 ppm; una concentración de 1000 ppm puede ocasionar la pérdida del conocimiento en 1 hora y la muerte en 4 horas.

4.1.2 Compuestos que contienen carbono e hidrógeno o compuestos que tienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

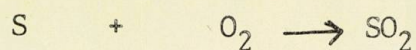
La primera categoría corresponde a los hidrocarburos, la segunda a los hidrocarburos oxigenados o simplemente oxigenados, este incluye varias clases tales como los alcoholes y ácidos orgánicos.

Estas sustancias son introducidas a la atmósfera por intermedio de combustiones incompletas conjuntamente con el monóxido de carbono, la evaporación de la gasolina y el rociado de pintura también constituyen fuentes de este contaminante. La acción de estos elementos es muy variable, algunos son carcinogénicos, otros irritantes o malolientes, otros producen reacciones químicas dando origen a otros contaminantes y algunos son inofensivos.

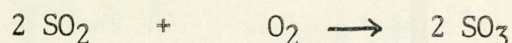
4.1.3 Compuestos azufrados.

Los óxidos de azufre más significantes son el SO₂ (dióxido de azufre) y el SO₃ (trióxido de azufre), siendo el SO₂ el que verdaderamente causa problemas complejos, altas concentraciones de SO₂ se han relacionado con las principales catástrofes ocasionadas por aire contaminado.

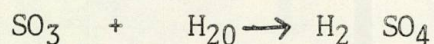
El dióxido de azufre se produce por la combustión directa del azufre o compuestos que lo contienen, de aquí el problema del petróleo con alto contenido de azufre.



Por oxidación del SO_2 en presencia de la luz solar da origen al SO_3



Además es producido en combustiones de elementos que contienen azufre juntamente con SO_2 . La humedad del aire que es la cantidad de vapor de agua contenida en este, tiene aquí un papel importante ya que el vapor de agua reacciona con el SO_3 para dar origen a la niebla de ácido sulfúrico.



Cuando tienen lugar estas reacciones al contaminante inicialmente-introducido se le llama contaminante primario del aire y al producto se le llama contaminante secundario del aire.

El H_2SO_4 ácido sulfúrico es un ácido sumamente fuerte que ataca el tejido vivo el nilon y los objetos de mármol, la niebla de ácido sulfúrico está formada por gotas que miden aproximadamente de 1 a 4 micrones, este tamaño favorece su penetración en los pulmones con las consiguientes consecuencias.

Otros compuestos que contienen azufre lo constituye el H_2S (sulfuro de hidrógeno) temido por su olor y por lo venenoso.

4.1.4 Compuestos nitrogenados.

Los óxidos de nitrógeno más importantes desde el punto de vista de la contaminación lo constituyen el monóxido de nitrógeno NO y el dióxido de nitrógeno NO_2 , ambos producidos por cualquier proceso de combustión que tenga lugar en el aire, pues alguna oxidación de nitrógeno tiene origen a la temperatura de la llama. Así pues que los gases de escape de los vehículos constituyen una fuente significativa de óxidos de nitrógeno.

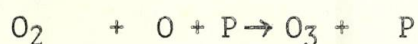
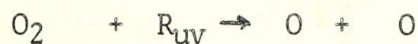
Para estudiar las características tóxicas de los óxidos de nitrógeno nos limitaremos al NO_2 puesto que la mayoría de estos se transforman en NO_2 en la atmósfera. Los efectos del NO_2 sobre el hombre van desde su olor desagradable hasta fuerte irritación, congestión pulmonar y muerte, por lo general las concentraciones de NO_2 no son lo suficientemente altas como para producir la muerte, pero si contribuyen a producir enfermedades crónicas en las vías respiratorias.

El NO se encuentra por lo general presente en el smog de las ciudades.

4.1.5 El ozono.

La concentración de ozono a los 25 km. de altura constituye un filtro para la radiación solar de onda corta, puesto que tiene bandas de absorción que protegen la tierra de alta energía que transporta la radiación a esa longitud de onda, no obstante su concentración en la baja troposfera suele ser dañina pues resulta ser una sustancia tóxica a altas concentraciones.

Es muy curioso que el ozono se haya llegado a relacionar con el decir popular con el aire puro y que algunos aparatos que producen ozono hayan sido nominados como purificadores de aire. El ozono es producido en la atmósfera por acción de la fotodisociación y la combinación posterior de moléculas de oxígeno con átomos en presencia de partículas que actúan como catalizador según la siguiente ecuación:



El ozono ha sido utilizado para combatir olores de gases de escape, como los provenientes del tratamiento de aguas negras, oxidándolos en productos menos objetables antes de ser liberados a la atmósfera, las concentraciones de ozono necesarias para este proceso -

....//....

están entre 10 y 20 ppm. Tales concentraciones serían fatales para el ser humano. También ha sido utilizado para eliminar organismos-insfecciosos, pero esta utilidad quedó en tela de juicio al comprobarse que las concentraciones necesarias para tales efectos signi-ficaban un peligro potencial para el hombre.

4.1.6 Contaminación del aire por partículas.

El aire atmosférico contiene una gran cantidad de partículas en suspensión que se conocen con el nombre de arosales, estos arosales sirven de núcleos de condensación para el vapor de agua aún antes de alcanzar la saturación.

DIAMETRO INTERIOR
A UN MICRON.

DIAMETRO MAYOR DE
UN MICRON.

Aerosoles

Humo

Vapores



Sólidos
o líquidos

Polvo (Part. sólidas)

Niebla (Gotas Líquidas).

La suspensión o deposición de las partículas depende de su tamaño de estas y pueden, cuando están suspendidas en el aire, obstaculizar la incidencia de la radiación solar.

Fundamentalmente encontramos dos tipos de partículas suspendidas en el aire, las viables y las no viables. Las viables son aquellas originadas por organismos tales como las plantas, insectos o microorganismos. Las no viables son aquellas de origen natural o producidas por la actividad humana.

La contaminación atmosférica causa daños al ecosistema en el cual se produzcan concentraciones apreciables, por lo tanto se hace necesario un control de la contaminación para lo cual se aplican técnicas relacionadas con la dinámica de la atmósfera tanto global como local. Otro tema muy importante dentro del aspecto de la contaminación ambiental es la contaminación radioactiva y térmica, en

....//....

la actualidad es un tema de mucha vigencia dada la problemática de las fuentes energéticas para satisfacer las necesidades de la población humana. Aunque se trata de un tema muy interesante se requiere de mucho tiempo para exponerlo y el disponible en esta oportunidad es limitado, solo quiero dejar sembrada la inquietud y debo significar que dicha contaminación afecta altamente la actividad humana y los ecosistemas naturales, construyendo un reto para los habitantes actuales y futuros de nuestra nave.

El problema de la radioactividad , la contaminación térmica y los desechos radioactivos aún no ha sido resuelto y las posibles soluciones son objetables y antieconómicas.

5.- EL CONTROL DE LA CONTAMINACION:

Hemos hablado de los tres factores fundamentales que conforman nuestro sistema o nave espacial, como antes lo denominamos.

Es evidente que la tasa de crecimiento de la población se ha mantenido en constante ascenso, de acuerdo con los experimentos hechos llegará un momento en que se estabilice, pero en realidad eso no ha empezado a observarse, en consecuencia se debe incrementar la producción agropecuaria para poder mantener esa gran masa humana, también las aguas tendrán que ser mantenidas en condiciones de obtenerse de ellas, el mayor producto bajo mínimas inversiones y por último las condiciones del aire que respiramos y que nos protege de la excesiva radiación, deben ser mantenidas en los niveles tolerables por todos los componentes del ecosistema.

5.1 Conservación de los Suelos.

Los países desarrollados, por llamar así aquellos con una gran infraestructura y excelentes niveles de producción, realizan grandes esfuerzos por mantener la fertilidad de los suelos agropecuarios y parques, para ello han realizado las clasificaciones agronómicas correspondientes, y han utilizado cada tipo de suelo de acuerdo con las recomendaciones, así es más fácil realizar los controles de erosión y mantener una alta producción sin el peligro de que se destruyan los suelos que tanto van a ser necesarios por las generaciones futuras.

Lamentablemente en nuestro país, no se ha hecho una clasificación agronómica para determinar la utilización de los suelos, se han destruido bosques para utilizar los suelos en actividades agrícolas con las consecuencias futuras de empobrecimiento y erosión, transformándose así a corto plazo, bosques en áreas semi desérticas. Debe crearse una conciencia nacional en este sentido porque

.../.....

la acción de cada hombre se integra para ocasionar los grandes problemas.

5.2 Conservación de las aguas.

El agua es de vital importancia para todos los organismos, ya vimos que bajo ciertas condiciones no toleraba la vida y podía en otros casos causar epidemias, cada día la cantidad de agua potable en el mundo disminuye, y se hace más costosa la potabilización, las fuentes de agua dulce disminuyen como consecuencia de la deforestación indiscriminada, en nuestro país, es alarmante la cantidad de ríos que han desaparecido por esta consecuencia.

Ya se han dado los primeros casos de ríos contaminados por desechos industriales, debemos concientizar nuestros hijos, a los industriales, los estudiantes de primaria, secundaria y universitarios, los profesionales, los educadores para afrontar este problema futuro.

5.3 Conservación de la calidad del aire.

Este es el elemento más difícil de controlar, pues la difusión representa un verdadero tratado de dinámica, no obstante se han presentado muchos trabajos de gran valor científico que indudablemente están ayudando y seguirán ayudando en la lucha contra la contaminación atmosférica, y establecer los modelos que permitan aprovechar los recursos en forma racional y vivir dentro de una atmósfera, que no represente un peligro para la existencia de la vida.

Una vez obtenido un modelo de difusión mediante el estudio de los parámetros meteorológicos, se pueden establecer los límites máximos de emisión de contaminantes por parte de las industrias, es decir se regularía la calidad de los filtros o sistemas de simplificación o modificación utilizada.

La concentración de los contaminantes va a depender de las condiciones meteorológicas reinantes, una atmósfera inestable difunde con

.../.....

mayor facilidad que una atmósfera influenciada por condiciones de estabilidad, los grandes problemas de concentración de contaminantes en un área específica se han producido por haber ignorado las condiciones climatológicas de la zona, y aún más por no haberle dado la importancia que realmente tienen en el proceso de difusión. El término Smog (Composición de las palabras Smoking y Fog, es conocido por todos como aquel velo azulado que cubre las ciudades, y que es consecuencia de la actividad humana.)

Se pueden citar casos en los cuales la situación atmosférica reinante produjo en áreas limitadas altas concentraciones de contaminantes del aire, que produjeron cuantiosas pérdidas de vidas humanas.

<u>CIUDAD</u>	<u>FECHA</u>	<u>MUERTOS</u>
Londrés	Dic.1.952	3.900
"	Ene.1.956	1.000
"	Dic.1.956	400
"	Dic.1.957	800
"	Dic.1.962	850
New York	Otoño 1.966	162
Donava (EE.UU)	1.948	20
Valle del Meuse(Belg)	1.937	63

En todos estos casos se han presentado altas cantidades de afectados leves o graves.

Existen muchos casos que no se mencionan, como por ejemplo el de la reciente nube de contaminantes que afectó Italia y que produjo grandes pérdidas humanas.

El problema de la contaminación atmosférica es realmente un problema de concentración de zonas industriales altamente urbanizadas.

Si observamos las producciones de contaminantes tanto en forma natural

.../....

como por vía humana, notaremos que la provocada por el hombre es baja.

	Millones de toneladas por año	
	Nombre	Naturaleza
Dióxido de Azufre	33 - 45	100 - 250
Monóxido de Carbono	300	3.500
Oxidos de Nitrógeno	50	1.500
Hidrocarburos Reáctivos	27	175

Esto significa que la naturaleza produce más contaminantes que el hombre, el problema es que la naturaleza lo produce en forma dispersa, y el hombre los produce en forma concentrada.

El reto es lograr disminuir las concentraciones y poner en juego los factores meteorológicos en el problema de la difusión, a fin de impedir las catástrofes producidas por una alta concentración asociada a una situación meteorológica bien definida, y una industria que no da importancia a las advertencias y continúa sus emisiones, sin evaluar las consecuencias que esto acarrea sobre la población.

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

- ECOLOGIA-CONTAMINACION-MEDIO AMBIENTE. Turk. Turk Wittes
- ORIGEN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION - AMBIENTAL. Maurice A. Strobbe.
- EL HOMBRE EN EL MEDIO AMBIENTE VIVO. Instituto de Ecología U.N.I. Wisconsin Press
- AIR POLLUTION METEOROLOGY. E.P.A. Environment Protection Agency.
- COSTO DE LA CONTAMINACION. Kenneth e Boulding
Elvis J. Stahr.
Salomon Fabricant
Martin R. Gainsbrugh.
- TECHNICAL NOTE Nº 24. O.M.M. Turbulent Diffu
sion in the Atmosphere.
- TECHNICAL NOTE Nº 68. O.M.M. Meteorological
Aspects of "Atmospheric
Radioactivity".
- TECHNICAL NOTE Nº 114. O.M.M. Meteorological
Factors in air Pollution.
- TECHNICAL NOTE Nº 106. O.M.M. Meteorological
Aspects of air Pollution.
- TECHNICAL NOTE Nº 8. O.M.M. Atmospheric Radia
tion.
- LA CONTAMINACION. Salvat.
- ELEMENTOS DE ECOLOGIA. G. L. Clarke.
- LA CONTAMINACION GLOBAL DE NUESTRA
ATMOSFERA. German Curt. Wolgken.