

# LA CONTAMINACIÓN DEL AMBIENTE Y SU INFLUENCIA EN LA VIDA

SUMARIO: I. Generalidades.-II. Algunos antecedentes históricos y legales.-III Diversos orígenes de las alteraciones ambientales.-IV. La contaminación de la superficie sólida terrestre, de los ríos y de los mares.-V. Examen especial de: la contaminación atmosférica.-VI. Medidas preventivas.

## I. GENERALIDADES

Contaminar un medio es modificar directa o indirectamente la composición o estado normal por un proceso natural o provocado, en tal medida, que disminuye la facilidad de utilización para todos los fines o para alguno de aquellos a los que servía. La contaminación se produce por la aportación de contaminantes o materias modificativas a un medio de composición o estado normal.

Dos procesos simultáneos, el aumento de población y la urbanización e industrialización, dieron lugar en los últimos decenios a una modificación acelerada del medio ambiente capaces de producir la desaparición del hombre, víctima de su propio progreso, si no prepara y ejecuta un programa de medidas acertadas para corregir esta modificación. Ejemplos los vemos a diario en la mayoría de los países: epidemias propagadas por el agua (tifoideas, hepatitis, cólera, disentería); neurosis originadas principalmente entre los habitantes de esos inmensos edificios de las modernas urbanizaciones con cientos de viviendas; cáncer de pulmón y silicosis debida a la respiración en atmósferas seriamente contaminadas.

Debido al incesante progreso, y con aspecto paradójico, estamos en un momento de transición entre los adelantos para hacer más grata la vida material del hombre sobre la Tierra y las realizaciones con reducción del bienestar social. La contaminación de las aguas, de la atmósfera y el incremento del ruido, son calificados como los más temibles enemigos surgidos del progreso. Si algunas contaminaciones, como la del paisaje con explotaciones del granito meteorizado, el vertido de envases de plástico, etc., sólo son molestas para el sentido de la vida, sin causar serios trastornos; otras, como la atmosférica, pueden acarrear graves estragos.

Es preciso distinguir, entre los seres expuestos al riesgo de las contaminaciones, dos circunstancias; Personas y animales de labor, éstos cada vez en menor número, que en una industria permanecen la jornada laboral con sus reconocimientos periódicos de los efectos de un contaminante, cuya clase y cantidad es conocida. Seres normales o con minusvalía orgánica, con vida permanente y continua en el ambiente contaminado de la ciudad o núcleo industrial. sobre los cuales se están produciendo tantos fenómenos acumulativos durante un plazo largo, con avance permanente de las lesiones ocasionadas.

Estamos convirtiendo nuestro planeta en un auténtico vertedero, en un lugar. incómodo, insano y acaso inhabitable. Bienes públicos, como el paisaje, el aire, el agua, la luz, la flora, la fauna no están suficientemente protegidos por la Ley en la mayoría de los países, salvo casos aislados que pueden ser fuente de beneficios pecuniarios. En muchos países, y por muchas industrias, se prefiere pagar una sanción a equipar o utilizar los medios disponibles para evitar contaminaciones.

En todo planteamiento económico de llueva industria o urbanización deben tenerse en cuenta, en los costes de producción, la destrucción de los productos considerados como desechos engendrados durante los procesos para evitar sea una realidad el postulado de la «Carta Europea del Agua» (6 de mayo de 1968), «los progresos de la civilización moderna conducen, en ciertos casos, a una degradación creciente de los recursos naturales».

En los efectos de agua, atmósfera, suelo, etc., contaminados se deben considerar dos factores: concentración y tiempo. Diferenciarse los efectos inmediatos de seres sometidos a concentraciones elevadas durante tiempos reducidos y lo sufrido con niveles bajos de contaminación durante plazos largos. Ambos casos son de indudable interés sanitario.

Las contaminaciones han alcanzado a todo el planeta y acusan su presencia en muy variadas circunstancias. Estamos en vísperas de la ruptura del equilibrio biológico y sus impresiones las percibe nuestra alma por todos los sentidos; vista, oído, gusto, olfato y tacto.

## 2. *ALGUNOS ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y LEGALES*

La contaminación de la biosfera se inicia con la aparición de grupos humanos, que modifican el ambiente natural con sus procesos vitales. Todavía se conservan las señales de humo de las cuevas prehistóricas. Un caso concreto le apreciamos en las magníficas cuevas de Altamira (Santander).

Entre los pocos romanos escritores de temas sobre materias científicas relativas a la tierra, encontramos a Séneca, quien en sus «Cuestiones naturales» dice: «La providencia, la divinidad que dispone del mundo ha encargado a los vientos de remover el aire y esparcirlo por todas partes para que nada de suciedad nos ataque», y en cuanto a las contaminaciones provocadas se pregunta: «¿por qué infestamos los mares?»

Entre los antecedentes españoles más antiguos de que tenemos referencia, figura el veredicto de Soleimán Ben Asuad (852), uno de los jueces más famosos de Córdoba, quien ordenó debía colocarse un tubo en la parte superior de cada horno, para que tuviese su salida alta y los humos no perjudicasen a la vecindad.

El hombre, por necesidades de su vida, siempre actuó directa o indirectamente en la modificación radical del medio que le rodea, como ocurrió con la deforestación, extinción de la caza, desecación de las zonas húmedas, exterminación deliberada de especies y, en general, con la consunción de los recursos naturales.

Múltiples contaminaciones históricas son relatadas en antiguas publicaciones. Una de las que más han trascendido es la narrada por el doctor Ruiz de Luzuriaga, en su obra «Discurso sobre el cólico de Madrid» (1796), atribuido al agua conducida por cañerías viejas, que traían el agua sutil de la sierra y que contenían sales metálicas disueltas, principalmente de plomo. Esta infección de un buen agua oligometálica se suponía debida a las tuberías de plomo. Así se deduce de la lectura del «Manual de diagnóstico etiológico» (1961), de Marañón. Al tratar del cólico saturnino en su clásico aspecto de cólico de Madrid dice «no es una variedad del mismo sino una forma frecuente en la Corte».

Hay otras contaminaciones de origen natural, relatadas en la Historia que persisten en nuestros días, como sucede en el caso de la montaña de Sal de Cardona (Barcelona). En la «Introducción a la Historia Natural y Geografía Física de España» (1775), de Guillermo Bowler se dice «Tiene la montaña gran superficie y, sin embargo, las lluvias no disminuyen la sal; el río corre al pie, es salado y cuando llueve aumentándose la salazón del agua, mata los pescados; este mal efecto no se dilata más de tres leguas. pasadas las cuales viven sanos los peces». En los primeros años del decenio de los treinta de este siglo, vivimos en aquella zona los apasionados conflictos de la contaminación de las aguas del río Cardoner, atribuida a la explotación de su cuenca potásica, tanto a los estériles de la mina como al vertido de los residuos sólidos de fabricación de cloruro potásico puro. No se incrementaban en salinidad las aguas en los días de lluvia por aquellos vertidos como se denunciaba, quedando demostrado que discurrían en las mismas condiciones observadas y reseñadas por Bowler, gran colaborador indirecto en la resolución del conflicto social.

Es curioso el cambio de concepto de los hombres respecto a que una contaminación natural o provocada sea beneficiosa o perjudicial. Desde la antigüedad más remota se emplearon los vapores de anhídrido sulfuroso naturales u obtenidos por combustión del azufre como desinfectantes y profilácticos. Habla Homero del azufre, «cuyos vapores saludables destruyen el germen de nuestros males». Los tísicos eran remitidos a Sicilia por Galeno para respirar el aire sulfuroso de los volcanes. En el siglo pasado, en el denominado año del cólera (1875), los quemadores de pajuels de azufre

paseaban por las calles para su desinfección. Las láminas que los representan se pueden ver en los números de aquella época de «La Ilustración».

Fenómeno análogo tenía lugar en la provincia de Huelva, al calcinar al aire libre los minerales de cobre calificados como pobres en aquella época, pero las reacciones fueron contrarias en la década de los ochenta del siglo pasado. Los pobladores de la zona minera se manifiestan en pro de su perfecto derecho de respirar un aire sano y no perjudicial a su salud. Sostienen que el por ellos aspirado no lo es, y piden se atiende en primer término esta necesidad pública tan elemental como justa e inalienable. En el conflicto intervino la política, los ánimos se acaloran y vemos en escritos de la época la calificación como desgraciadas las escenas de infeliz recordación, que sellaron con sangre algunos de los episodios del conflicto mencionado.

El criterio observado en el desarrollo de las disposiciones legales y sus fundamentos es diverso. En una memorable sesión de la Real Academia de Medicina de Madrid (28 de noviembre de 1889) se destacó esta variación desde quienes opinaban que los humos sulfurosos desprendidos en abundancia de las teleras no son perjudiciales, e incluso son beneficiosos, a los que razonaban que toda sustancia extraña a la composición normal del aire convierte a éste en insalubre. Hoy conocemos claramente este doble aspecto del anhídrido superior como desinfectante (favorable) y como material que se adhiere a vegetales y animales, evolucionando por oxidación, al destructivo ácido sulfúrico (perjudicial).

Examinemos ahora algunos antecedentes legales: entre las industrias contaminadoras de suelo, agua y aire figuran como las más antiguas la minería y las mineralurgias. Por esta razón debemos indagar en la legislación de ambos ramos los primeros pasos de una controversia. El artículo 88 de la Instrucción provisional (18 de diciembre de 1825) dispone que los Inspectores de Minas atenderán a que se haga efectiva la indemnización de los daños y perjuicios que con las investigaciones y obras se hiciesen a los propietarios de los terrenos, sin señalar ningún precepto preventivo.

La Ley de Minas (11 de abril de 1849), al referirse al aprovechamiento de las aguas halladas dentro de las minas, dispone (artículo 14) qué sea el dueño de la mina quien ha de resarcir los daños y perjuicios que por su aparición, conducción o incorporación a ríos, arroyos o desagües se ocasionen a tercero, y en el artículo 77 de su Reglamento (31 de julio de 1949) dice que si no se toman las medidas para evitar estos daños, el Jefe Político podrá imponer una multa de 400 a 2.000 reales y el doble en caso de reincidencia.

En la Ley de Minas (6 de julio de 1859) reformada (4 de marzo de 1868) se nota un avance al considerar ya la contaminación atmosférica y disponer que «los daños y deterioros causados en arbolados y siembras por los humos, gases y sublimaciones procedentes de los hornos de una oficina de beneficio serán indemnizados por el dueño de ésta». Antecedentes de esta disposición son las Reales Ordenes del Ministerio de la Gobernación (1848 y 1863), que preceptúan que se esterilicen y condensen los humos sulfurosos y arsenicales. Existen en la actualidad, un siglo después de estos intentos, múltiples oficinas de beneficio mineralúrgico totalmente legalizadas y con todos los medios preventivos en regla, que parece no ocasionan daño alguno a la vegetación. Al hablar con los dueños o los arrendatarios de los terrenos situados en un círculo de 4 o de 5 kilómetros de radio, manifiestan que sus frutales aparentemente no tienen perjuicio alguno, pero la realidad es que desde que se implantó tal fabricación los árboles dan una fruta raquítica o no producen frutos.

La primera disposición donde se siente la necesidad de un reglamento para los establecimientos peligrosos e insalubres (R. D. de 11 de noviembre de 1863) se basa, entre otras, en «las cuestiones complejas respecto a la higiene y la seguridad de las grandes poblaciones él que acuden atraídas por su fuerza irresistible las más importantes industrias», siendo la misión de la Junta que se crea la de redactar «los reglamentos indispensables para el ejercicio de las industrias que puedan influir de una manera perniciosa en la salud y seguridad pública», labor no realizada después, a causa de cambios políticos en la Nación.

El problema planteado con el beneficio de los minerales sulfurosos de la provincia de Huelva, considerado en antecedentes históricos, dio lugar, por sus efectos devastadores, insalubres y peligrosos a una disposición general (R. D. de 29 de febrero de 1888) para cortar este abuso «y tranquilizar los exaltados ánimos», como se dice en la disposición real.

Los pueblos reclamaban, directamente o por el órgano autorizado de sus Ayuntamientos, el cese de las calcinaciones al aire libre, alegando que las enormes masas de gas sulfuroso que arrojan las teleras al espacio convierten la atmósfera en irrespirable, perjudican la salud de las personas, son causas de enfermedades gravísimas, destruyen las plantas y el arbolado y arrebatan al suelo los elementos indispensables para la vida vegetal, a la vez que los desagües vitriólicos de la cementación alteran las aguas de los ríos, con graves daños para las explotaciones pecuaria, pescadora y agrícola y todas las artes de ellas derivadas, próximas a desaparecer en aquella zona, si no se corta la contaminación.

El Estado, y particulares en 1873 calcinaban 220.000 toneladas de minerales de cobre. En 1887 se llegó a 1.600.000, lanzando a la atmósfera, a la presión normal del lugar, un volumen de 87.700.000 metros cúbicos de gas sulfuroso. Termina el R. D. disponiendo el cese de calcinación al aire libre de los minerales sulfurados, así como la adopción de sistemas de esterilización de sus emanaciones para que no se ocasionen daños a la agricultura ni a la salud pública.

La técnica de beneficio consistía en la combustión provocada de unas pilas de leña y minerales sulfurados, la cual duraba de cuatro a seis meses, denominándose teleras a estas piras de combustión. Los humos a que daban lugar se extendían a una superficie de varios kilómetros y en tiempo húmedo producía las mantas o neblinas, con cantidades considerables de gases muy perjudiciales a los seres vivos y con innegable efecto destructor sobre la agricultura.

La poderosa firma que había comprado las minas de Riotinto pone en marcha su influencia, se pide como consecuencia del dictamen del Consejo de Estado el oportuno informe a la Real Academia de Medicina (R. O. de 15 de junio de 1889, 9 de marzo de 1890). En varias sesiones de la Sección de Higiene de la Real Academia de Medicina se discute y estudia el problema. Se emiten informes, pero «dos señores Académicos difieren de este dictamen formulando votos particulares» y fueron calificados por los legisladores como «contradictores» de los compañeros de Corporación. De acuerdo con el dictamen se suspendió la prohibición de calcinar minerales sulfurados al aire libre (R. D. De 18 de diciembre de 1890), disposición considerada como des acertada ochenta años después de su promulgación, cuando se podría dar la razón a los dos inmortales contradictores.

Este conflicto no dio lugar a un avance en la legislación preventiva, pero lo tuvo en la legalización de las indemnizaciones por daños, tomando como fundamento la sentencia de la Sala Primera del Tribunal Supremo (9 de abril de 1866) y disposiciones posteriores, basada en «la obligación siempre de indemnizar cumplidamente la lesión que causa a intereses o derechos ajenos». Se promulgó el R. D. (18 de diciembre de 1890) sobre indemnización de los daños causados a la agricultura por las industrias mineras.

La Ley de Aguas (3 de julio de 1879) dispone en el artículo 220, al referirse a las conducciones de aguas públicas a establecimientos industriales, se declare la caducidad cuando «las aguas adquiriesen propiedades nocivas a la salubridad o vegetación por causa de las industrias para que fueron concedidas».

En el R. D. (16 de noviembre de 1879) de aprobación del Reglamento de enturbiamiento e infección de aguas públicas, se prohíbe a la minería e industrias en general el vertido de aguas turbias o sucias procedentes del vado de minerales o de las preparaciones industriales que en aquéllas se verifiquen.

Estos son, en esencia, los primeros pasos legales para evitar o reducir las causas de contaminación de la biosfera, así como para estipular la compensación dineraria por los perjuicios ocasionados.

### 3. DIVERSOS ORÍGENES DE LAS ALTERACIONES AMBIENTALES

Es conocido, pero a menudo no reconocido, que la Tierra tiene una estricta limitación de los materiales y recursos energéticos explotados y parcialmente renovados por ciclos geofísicos, geo químicos y ecológicos, dando lugar a un

ambiente global característico. El hombre puede servirse de estos medios, ahora y en el futuro, con el poder de transformar el ambiente, y con su destreza ajustarlo a sus necesidades. Cuando se extralimita por falta de experiencia o de previsión, puede producir en el ambiente efectos dañosos al hombre e incluso irreparables o extremadamente costosos de reparar. Ha de evitar las contaminaciones que den lugar a condiciones de vida restrictivas o difíciles. Los que hemos contaminado el ambiente, lo tenemos que modelar como es debido, para evitar que los habitantes del futuro nos puedan culpar por el irreversible daño que les hemos causado.

Todos los países se deben preocupar para mantener el ambiente inalterable y tomar las medidas para asegurar un rigorismo ecológico de grado alto, deseable en los proyectos internacionales, y principalmente en las áreas tropicales, donde el aumento tecnológico unido al reducido conocimiento del ecosistema puede dar lugar a efectos muy dañinos.

Consecuencia de la rapidez con que crece el número de seres humanos es la veloz urbanización, una mayor utilización del campo, deterioración de las áreas naturales, desequilibrio ecológico, agotamiento de recursos naturales, deterioro dietético, incremento de la patología humana, incremento de desechos, reducción de la natalidad y deficiente formación de los hijos.

Con el aumento de la población mundial, es necesario intensificar la utilización de los recursos de la biosfera, sin perjuicio de su conservación. Se ha de admitir en el modelo de la evolución de la biosfera y su funcionamiento como un todo, con la posibilidad de recuperar su equilibrio final, cuando se produzcan ciertas modificaciones naturales o causadas por el hombre, sin rebasar un límite, función del ecosistema considerado, de la intervención ejercida y de la velocidad del cambio. La mejora de las condiciones de vida, junto con el aumento de población, conducen inevitablemente a modificaciones en la biosfera, cada vez profundas, lo que obligará a una racionalización a escala planetaria de la utilización de los recursos para asegurar a las generaciones futuras unas condiciones de vida satisfactorias.

El deterioro y el empobrecimiento de los recursos naturales obliga a efectuar con carácter de urgencia los estudios y confeccionar los proyectos para rehabilitar las zonas más empobrecidas. Simultáneamente se han producido problemas graves de contaminación, como el incremento de la concentración de  $CO_2$  en la atmósfera, la incorporación a la biosfera de una serie de contaminantes, entre ellos núclidos radiactivos y una variedad grande productos tóxicos, que de seguir así conduciría a una situación crítica, con consecuencias muy perjudiciales para el bienestar presente y futuro de la humanidad y quizás irreversible, caso de no emprenderse acciones correctoras apropiadas cuando sea el momento oportuno.

Al estar en contacto con el medio que nos rodea, los alimentos, los estimulantes, los productos textiles, las drogas, los cosméticos originan una reacción continua con elementos que pueden provocar alergia en personas hipersensibles a ellos. Claro ejemplo lo tenemos en las enfermedades profesionales. Según el doctor H. Fabry, del Hospital de San José, de Bochum (Alemania Federal), aproximadamente la mitad de las enfermedades profesionales lo son de la piel, con tendencia al aumento e incluso muchas veces llegan a producir una incapacidad profesional.

### **Contaminaciones provocadas directas**

Entre las contaminaciones provocadas debemos dar entrada a la de los sucedáneos y aditivos. Tal ocurre con los ciclamatos edulcorantes de los fármacos y alimentos, de empleo general en casi todos los países, en la búsqueda de reducir las calorías aportadas. En unos casos, esta contaminación no tiene valor significativo por estar su dosis por bajo de nivel letal, como ocurre en los fármacos, pero es significativo en las bebidas no alcohólicas y en la industria en general. Cada vez es mayor el número de países que limitan o suprimen su uso como edulcorante.

El empleo de antibióticos y otros productos químicos, para la eliminación de contaminaciones microbianas y conservación de los alimentos o para estimular el crecimiento de los animales, dan lugar a perturbaciones, algunas de carácter alérgico. De manera sorprendente se incrementó el consumo de la carne de ave, en las cuales se estimula su crecimiento con tratamiento intensivo de hormonas con posibilidad de alteraciones destacadas en el organismo humano, comprobadas clínicamente en varias ocasiones. Los aditamentos o complementos de pienso se consideran como - indispensables en las explotaciones pecuarias intensivas y muy acertadas para la mejora del ciclo de crecimiento y profilaxis de sus enfermedades. Cuando a estos piensos se les adicionan antibióticos y sustancias activas químico terapéuticas como

hormonas estrogénicas, pueden dejar de ser inocuas para el consumidor del ganado. La leche y los huevos son productos de secreción por los que se pueden eliminar las sustancias activas de los piensos compuestos.

### **Contaminaciones provocadas indirectas**

La variedad de productos químicos utilizados en el mundo supera al medio millón, y sólo el de pesticidas registrados en los Estados Unidos de Norteamérica es de 45.000. Consecuencia de su utilización, principalmente en la agricultura, como abono, insecticidas y herbicidas, es la penetración del veneno en nuestro organismo por la ingestión de alimentos contaminados, como en el caso de la leche, con un contenido en DDT superior en un 70% al que debería figurar legalmente como permitido.

Uno de los factores de la contaminación es la persistencia de los pesticidas. Ejemplo típico son el DDT y la dieldrina, baratos, eficaces y casi sin nocividad directa sobre el hombre. Debido a su persistencia, se ha pretendido verificar con resultados positivos los indicios de acumulación con peligro mundial en el equilibrio de la naturaleza. El momento de una mayor proporción de DDT y análogos del grupo de los hidrocarburos dorados entre los plaguicidas, fue el año 1952, en que alcanzó el 54 por 100, con un descenso continuo que nos coloca en estos momentos debajo del 20 por 100, con prohibición de uso general en algunos países desde este año 1971 como en Alemania Federal, donde su empleo se reduce a alguna plaga arborícola. Frente a estos insecticidas de descomposición lenta, aparecieron los organofosforados, con alteraciones dentro de los quince días de aplicación, sin peligro de concentración en los órganos animales o humanos.

Desde que existe el hombre se están produciendo desechos con interferencias en los ecosistemas. Uno de estos casos es la utilización de las aguas residual es domésticas como abono, unas veces con provecho y otras provocando la propagación de enfermedades.

Los nuevos plaguicidas y fertilizantes, con persistencia en la biosfera, en tiempo y espacio con modificación de la distribución, con efectos fisiológicos, tóxicos y ecológicos de esas aportaciones, requieren prevenir su introducción en el medio ambiente, estudiar su dispersión y acumulación, reducir su concentración e investigar sobre la reducción de sus efectos nocivos.

### **Contaminaciones biológicas**

Las armas biológicas son casos típicos de contaminaciones provocadas prohibidas, así como para las químicas su elaboración, fabricación y almacenamiento, en el protocolo de Ginebra (1925). Fueron tema de discusión en el X Congreso de Microbiología celebrado en Méjico (agosto de 1970), donde se tomó el acuerdo de pedir la destrucción de todas las armas biológicas almacenadas.

La biología puede también aplicarse a la disminución de otras contaminaciones. Un ejemplo lo tenemos en la lucha contra las plagas forestales; donde se sigue utilizando el DDT por su bajo costo. La fundación Wolskswagenwerke puso a disposición del Instituto Zoológico Forestal de la Universidad de Freiburg la cantidad de 103.000 D. M. para el estudio de medios biológicos que al promover enfermedades en las plagas terminen con ellas. Tratan los biólogos de descubrir gérmenes específicos patógenos de enfermedades de insectos y cultivarlos para su utilización experimental. Simultáneamente, sustancias no venenosas debilitan la constitución de los insectos dañinos y elevan su propensión a enfermar, al encontrar en el medio donde viven suspensiones elevadas en virus.

Las contaminaciones provocadas por las armas químicas y bacteriológicas igual pueden actuar sobre la población militar o la civil, con resultados verdaderamente inquietantes. Estas armas de contaminaciones intencionadas, se orientan exclusivamente a la destrucción de la vida. Pueden ser utilizadas deliberadamente para diseminar enfermedades y epidemias. Algunos de estos agentes químicos y bacteriológicos pueden tener efectos masivos y perdurables, y su empleo en escala grande dar lugar a efectos deletéreos e irreversibles sobre el equilibrio ecológico. Con los progresos en la investigación de estas armas, se aumentan la variedad de sus efectos y su toxicidad.

## **Contaminación radiactiva**

Pasada afortunadamente la importancia de la contaminación producida por las explosiones nucleares de superficie, puede decirse que ésta queda reducida prácticamente a la natural, transportada por las partículas cósmicas, salvo casos de accidentes desgraciados como el de Palomares (Almería). Es interesante tener presente la importancia de la radiactividad inducida o fija y de la artificial de las aguas, suelos y alimentos. El perfeccionamiento de los establecimientos mineralúrgicos de beneficio de minerales de uranio y torio y del tratamiento de sus derivados, así como de las centrales núcleo-eléctricas, permite asegurar en condiciones normales no se note incremento en la radiactividad normal en sus inmediaciones.

En la minería del uranio se encuentran niveles ligeramente superiores. Los contaminantes sólidos son arrastrados generalmente por la inyección de agua a los lodos empleados en la perforación. Sólo el radón causa una contaminación inicial eventual, con duración significativa raramente superior a una jornada. Su desprendimiento puede ser cortado por la presión de la columna de agua o barro, que se opone a la circulación del gas o fluido y a la circulación de las aguas.

Entre las contaminaciones de los alimentos figuran las producidas por  $\text{Sr}^{90}$  y  $\text{Cs}^{137}$ . Estos radionúcleos se aportan al organismo por medio de los alimentos, con una transferencia al individuo en función de varios parámetros como edad, dieta, estado psicológico, etc.

## **Contaminación vibratoria provocada**

La contaminación por ruido tiene de característico, que su total carencia, o sea un medio silencioso absoluto produce trastornos mentales, en contraste con el nefasto exceso de ruido, propio de las actividades humanas. Los efectos son función de la edad, fatiga y otras circunstancias y en general dan lugar a desequilibrios fisiológicos.

De las contaminaciones transmitidas por vibraciones en los cuerpos sólidos, sólo una pequeña parte de la banda de frecuencias pueden considerarse como audibles las ultrasónicas no son audibles pero son nocivas con mortalidad para los animales pequeños. Los infrasonidos son desagradables cuando su intensidad es fuerte. Las ondas de choque, causadas por vibraciones brutales de presión, dan lugar a hemorragias y roturas internas.

Es internacional el crecimiento de los niveles de ruido, considerado hoy como una parte del ambiente de las calles con necesidad de reducción de sus niveles. Familiarizados con el tráfico aéreo, nos damos cuenta de los percibidos niveles con intensidad de ruido elevado cerca de los aeropuertos, al despegar y aterrizar, así como del estampido al pasar la barrera los aviones supersónicos.

Las ciudades y urbanizaciones cercanas a los aeropuertos, aprecian fundamentalmente cuatro causas de los ruidos de origen aeronáutica a los que están sometidas. Un aumento continuo hasta la saturación en muchos casos del movimiento de los aeropuertos, tanto para largas como para distancias cortas. Cambio de la naturaleza del ruido hacia más agudo con el desarrollo de los reactores, con una respuesta más desagradable por parte del organismo humano. Mayor intensidad de ruido consecuencia del incremento de las velocidades. Contaminación por parte de las actividades de la aviación deportiva, principalmente en las cercanías de los aeropuertos donde está permitida. Se calcula que la energía radiada bajo la forma de ruido es del orden del 5 por 100 de la desarrollada por el reactor. La disminución por medio de silenciosos da lugar a una reducción de potencia y a un aumento del consumo específico; por ello, en los aviones supersónicos donde el consumo kilométrico es crucial, se recurre a los silenciosos escamoteables. Son de signos contrarios la lucha contra la reducción del ruido de los aviones y la mejora de la rentabilidad del avión.

A primeros de septiembre (1970) el Secretario del Sindicato Nacional de Granjeros de Inglaterra presentó una reclamación por el sobresalto ocasionado al ganado vacuno de las granjas de Pembrokeshire, por el Concorde 002 al producir un choque sónico, que incluso llegó a originar la muerte de una vaca. Es necesario ir al estudio geográfico, de los canales de vuelo permitido para los aviones supersónicos, así como a la investigación de la reducción de los ruidos, de sus fuentes y del tratamiento acústico del ambiente.

El Presidente de la Cámara de Comercio Británica presentó (marzo de 1970) al Parlamento un proyecto de ley, según el cual, los aviones subsónicos de fabricación nueva deberán sufrir una prueba producida antes de su entrada en servicio. Con esta medida se pretende lograr una disminución en 10 decibelios, durante los despegues y tomas de tierra. La tendencia internacional es de establecer para los aviones una certificación satisfactoria de ruido.

Las investigaciones sobre los grandes aparatos a reacción susurrantes nos hacen esperar sea una realidad la producción de un ruido *por* estos grandes reactores comerciales igual o menor que el percibido en una calle de tráfico animado. Las mismas esperanzas tenemos con el desarrollo del autobús eléctrico, que representa un salto atrás en la investigación, así como el motor de turbina para camiones.

El ruido en la industria, principalmente en la de montajes da lugar a errores en los productores, habiéndose comprobado estadísticamente la disminución en los desperdicios cuando se reduce su nivel. Esto demuestra que, además de la mayor comodidad del productor, puede reportar una ventaja económica la insonorización de las instalaciones, por lograr mayor rendimiento y mejor calidad en el producto elaborado. En las ciudades grandes, a pesar de *los* célebres bandos del silencio, existe en sus habitantes un estado de nerviosismo y ansiedad, debido a la contaminación sonora producida por el rodaje y bocinas de los vehículos automóviles sonando continuamente, responsables en muchos casos de alteraciones en nuestro psiquismo y nuestro aparato vascular.

Además de las vibraciones de la maquinaria, que se transmiten por las conducciones metálicas e incluso de los diafragmas para *la* circulación de los fluidos, existen las producidas por los vehículos en rodaje, como los camiones pesados al pasar por las calles y carreteras, apreciándose su paso. Un ejemplo típico es el de nuestros ferrocarriles metropolitanos, acusados claramente en muchas construcciones de Madrid, pudiendo incluso distinguir en edificios situados hasta una centena de metros de los túneles, el sentido de la circulación.

El ruido soportado por los ciudadanos en las aglomeraciones urbanas, en su 84 por 100 procede de la calle. La manera de luchar contra la contaminación por las ondas audibles, tiene tres directrices: reducir la intensidad de emisión, aislamiento fónico o con el exterior de la fuente emisora, aislamiento acústico o reducción al máximo de la reverberación.

El ruido sufre un incremento en razón geométrica 2, cada diez años. Con el fin de combatir este incremento, se debe prohibir todo ruido causado sin necesidad u originado por un defecto del emisor. Las prevenciones contra el ruido, al igual que con las demás contaminaciones, deben valorarse en el planteamiento económico de toda industria. Es un error dar más importancia a la reducción del precio en venta de una maquinaria emisora de ruido, que a su nivel sonoro, el cual debería figurar en las características y especificaciones de la maquinaria.

## **Contaminación vibratoria natural**

Como contaminadores naturales debemos considerar los terremotos, las mareas vivas, huracanes, etc.

Entre los terremotos figura catalogado el de Shansi (China) (23 de enero de 1556), con 830.000 muertos. Entre los ibéricos, todavía nos enseñan en las visitas a Lisboa, alguno de los efectos en las edificaciones del mal denominado de aquella capital (1 de noviembre de 1775), tristemente recordado por sus 60.000 fallecidos. De los peribéricos recordamos todos el de Orleansville (Argelia) (9 de septiembre 1954), con 1.200 muertos, y en la misma España peninsular, el de Albolote y Artafe (Granada) (19 de abril de 1956, con cuatro defunciones.

Las edificaciones modernas, acusan de una manera más acentuada los efectos de las mareas vivas, y cuando coinciden con las horas de reposo en la cama, da la sensación de que ésta se mueve.

Catástrofes producidas por la circulación del aire a velocidades en ocasiones superiores a los 100 km/hora, las conocemos todos casi el diario por los diversos medios de información. Referente a Pakistán Oriental. cuando era una provincia de la India (Bengala), se produjo un ciclón (1876) que causó la muerte de unas 300.000 personas. Estas catástrofes son debidas a la ubicación en una zona considerada como «paso ciclónico», correspondiente a las regiones de Chittagong



y Khuina y las islas de Bhola, Noakhali y Hatiya. La zona es de recordación reciente, con motivo del ciclón con velocidad superior a los 240 km/hora (12 de noviembre de 1970). y con un balance de víctimas superior al de cualquier otra catástrofe humana.

### **Contaminación olfativa**

Necesitan los petroleros al terminar su descarga, trasladar los residuos a un solo tanque, para depositarlos en las excavaciones especiales de los modernos puertos petroleros. En otros casos, son lanzados al mar a distancia de la costa superior a las 100 millas. Estas operaciones producen un desprendimiento de intenso olor a crudo.

Casos de olor típico se tienen principalmente en las fábricas de pasta de papel y en muchas de las actividades mineraloquímicas.

Contaminaciones perceptibles por el sentido del olfato, existen en los vertederos de basura, en los productos en putrefacción, en los secaderos de pescados y *sus* fábricas de conservas, en los secaderos de pieles y tripas, en los mercados de productos vegetales, en los tragantes de las alcantarillas, incluso de las grandes ciudades, cuando no disponen de agua suficiente para los arrastres, en establos, cochiqueras, rediles y, en general, en los recintos en donde se acumula ganado.

La sensación de intensidad de estos olores crece en razón aritmética, cuando los estímulos y concentración lo hacen en geométrica. Tanto la adaptación de los individuos como la fatiga del odorante disminuye la sensación de intensidad. Se considera como límite de contaminación odorífica el capaz de producir reacción positiva en el 50 por 100 de los presentes.

### **Contaminación denominada visual**

Por el sentido de la vista percibimos múltiples contaminaciones por las actividades que maltratan el paisaje por su explotación abusiva, las de cantería o las de deforestación, como aquellos que en un paisaje considerado de belleza natural lo desfiguran con pancartas anunciadoras.

Contaminación visual es la producida por todo acto u objeto que al verlo nos desagrada; igual puede ser un abuso de autoridad o una injusticia cometida en nuestra presencia, un acto inmoral que hemos visto o un accidente luctuoso ocurrido ante nosotros.

Consideramos como contaminación las esculturas o pinturas realizadas por quienes carecen de sentido artístico o las edificaciones u obras de ingeniería faltas de toda norma de estética.

## ***4. CONTAMINACIÓN DE LA SUPERFICIE SÓLIDA TERRESTRE, DE LOS RÍOS Y DE LOS MARES***

### **La superficie sólida terrestre.**

La policía sanitaria no puede permitir el lanzamiento de los residuos sólidos al mar o a un vertedero. Sólo se presentan dos soluciones, la incineración en cámara adecuada o el rellenado, aquella con coste superior, ambas con las dificultades del transporte de las basuras o desperdicios.

Existe una tendencia para que en cada industria se monte una pequeña planta de incineración de los desperdicios; si tienen suficiente poder calorífico puede, incluso considerarse como una pequeña aportación energética, al utilizar el calor en la generación de vapor o como medio de caldeo en la estación invernal. Esta técnica tiene el inconveniente de las cenizas, que pueden representar hasta un 33 por 100 del peso total. Estas plantas y las municipales deben estar equipadas con un sistema purificador de los gases en la salida.

El progreso de las plantas de incineración es tal, que queman perfectamente los cienos procedentes de las instalaciones de tratamiento químico de aguas residuales, producto viscoso con un 70-80 por 100 de agua y cantidad elevada de contaminantes. Ya se queman los cienos del separador, los detergentes y digestores, aceites de corte, residuos cianurados y del cromado, poliésteres, cloruro de polivinilo, pinturas de

látex y la mayoría de los productos químicos contribuyentes a la contaminación de las aguas.

En la campaña para el estudio de la eliminación de basuras, destaca el caso de los Estados Unidos de Norteamérica, donde el Senado autorizó (1970) el gasto de 309.5 millones de dólares para investigar durante el próximo cuatrienio el aprovechamiento de las basuras o su eliminación de manera que no den lugar a contaminaciones ambientales en la cremación total.

Considerando solamente un país estimado como de primera línea de desarrollo, la República Federal Alemana, en ella se vierten anualmente 100.000.000 de metros cúbicos de residuos industriales y hogareños en unos 50.000 basureros, de los que solo el 5 por 100 está instalado según las disposiciones legales, y un millón de automóviles desechados contaminan su paisaje.

Se calculan en 50 kilogramos/año las basuras correspondientes a una persona. Cuando son muy húmedas para quemarlas se arrojan a los ríos o al mar. Para su eliminación bacteriana en aguas de río, se necesita un caudal de 8.000 litros/día, de no alcanzarse este volumen, se produce por insuficiencia de oxígeno, un rápido envenenamiento de las aguas.

Los estériles de las minas, los residuos de las fábricas, los lodos incinerados de las depuradoras de aguas residuales y, en general, todos los desperdicios sólidos, presentan el grave problema de su eliminación. De momento la práctica más extendida es la del relleno de depresiones y, sobre ellas crear zonas ajardinadas o de cultivo de cereales.

El 70 por 100 de la producción total de oxígeno se realiza en los mares y océanos gracias a la fotosíntesis de las algas microscópicas suspendidas en el agua. Su aniquilamiento o los descensos darían lugar a una grave alteración ecológica.

Los insecticidas, como el DDT, destruyen las epidemias agrícolas, consiguiendo mejoras de las cosechas en cantidad y presentación, pero esperarse: su problema se agrava con los desperdicios de policloruro de los hombres.

Los plásticos han permitido un avance extraordinario en la industria del embalaje. Estos envases terminan en la basura, son inputrefactos y no se descomponen en otros productos que pudieran recuperarse, su problema se agrava con los desperdicios de policloruro de vinilo (CPV), por desprender vapores durante su incineración irritantes del cutis y atacantes a los órganos respiratorios. Dos soluciones tiene este último problema: instalación de separadores de ácido clorhídrico en las chimeneas de los incineradores o utilizar aditivos que supriman la formación del ácido.

Los fenómenos carenciales o insuficientes, los consideramos también como una contaminación; uno de sus orígenes lo encontramos en la agricultura intensiva y sucesiva, la cual será incrementada durante los próximos decenios por la necesidad de alimentar una población que probablemente alcanzará para fines de siglo los seis mil millones de seres humanos, con un consumo de 350 millones de toneladas de cereales. Estas cosechas anuales intensivas sustraerán al ciclo natural de los elementos químicos, en las áreas de cultivo, cantidades considerables de sustancias nutritivas que deberán sustituirse con abonos minerales, con riguroso criterio científico para suplir las carencias originadas, determinables al valorar los niveles de sustancias disponibles en las tierras de labor.

En el caso del magnesio, sucesivas cosechas de leguminosas relativamente ricas en dicho elemento, dan lugar a un empobrecimiento del terreno, insuficiente para lograr el desarrollo óptimo, no presentándose en general el problema contrario de exceso de magnesio en el cultivo, economía elemental íntimamente relacionada con la del potasio, ya que en un terreno rico en este último, la planta consume menos magnesio. En los agrios se presenta un caso típico de esta falta de magnesio en las clorosis con respuestas espectaculares a las enmiendas por aportación de sulfato de magnesio.

Los problemas carenciales no se resuelven con adiciones ascendentes por unidad de superficie de nitrógeno, fósforo y potasio, ni por una pureza excesiva en los abonos que los contengan, por ser debidos en algunos casos, a la falta de los micro elementos nutritivos, originando fenómenos manifestados como enfermedades carenciales en las plantas o la utilización no óptima del nitrógeno.

Un abono mineral intensivo, sobre todo con nitrógeno, aumenta considerablemente de momento los rendimientos agrícolas, a costa de pérdidas de calidad, nocivas en algunos casos para el hombre. El exceso de nitrógeno altera el sabor y reduce la durabilidad de las patatas, verduras y frutas, y según el Instituto Federal de Estudios de Calidad (Geisenheim) facilita la propensión de las plantas ali-

menticias a las enfermedades y ataques de las plagas, con la necesidad de un aumento en el uso de los plaguicidas químicos.

Se han de analizar las composiciones elementales de las plantas y de los suelos, para frenar la contaminación carencial y rectificar la composición, con el fin de lograr unos parámetros de calidad que nos den un buen producto agrario, óptimos para la alimentación humana y ganadera. No olvidemos el interés despertado durante los últimos años por el manganeso, cinc, cobre, molibdeno, sodio y cobalto, los cuales deben ser suministrados en forma de abonos adecuados.

En muchas partes del mundo la erosión del suelo es un grave problema, la solución requiere esfuerzos asociados de científicos incluyendo geógrafos, geólogos, hidrólogos y meteorólogos. Este problema no requiere soluciones globales. Una valiosa aportación se puede realizar particularmente en los países en desarrollo, con la diseminación de notas informativas, de los medios de prevenir y combatir la erosión del suelo vegetal y su destrucción.

Para una buena conservación del suelo se ha de conocer el clima y demás factores que determinen sus características, incluso con cartografía por satélites, estudio del origen y transporte del polvo de los suelos, prevención de la erosión de las acequias y depósitos artificiales, de las obstrucciones de ríos y lagos internacionales. Análogamente se debe acudir al mejoramiento de las características de los suelos por adición de limas y otros materiales necesarios para la vegetación.

### **Contaminación de los ríos**

Es tal la importancia de la contaminación de las aguas que en el punto de la Carta Europea del agua (1968) figura «cuando el agua, después de utilizada, es devuelta al medio natural, no debe comprometer los usos posteriores, públicos o privados, que de ella se harán».

La contaminación es una modificación de la calidad del agua, sea natural o provocada, con transformación en inadecuada y peligrosa para el consumo humano, industrial, el deporte y toda clase de vida. Los principios de la Carta asignan, en general, carácter preferente a los intereses colectivos sobre los individuos, con la necesidad de enfocar los problemas de asignación de aguas de abastecimientos y del tratamiento de las residuales en conjunto.

Si el consumo por persona y la población siguen aumentando, así como la contaminación de las aguas, serán cada vez más acuciantes los problemas de escasez de agua. Es necesario confeccionar los mapas de calidad de agua, tratamiento de la vegetación para reducir la evaporación, efectuar estudios científicos de las cuencas colectoras y establecer una cartografía cierta de las aguas contaminadas y tipo de la contaminación, así como estudiar la manera de corregirla o reducirla.

Pueden contaminarse las aguas por residuos urbanos o industriales, con el consiguiente desequilibrio natural, seguido de una modificación del contenido en oxígeno, de su fauna y de su flora. Consecuencia de esta contaminación son las variaciones de una serie de índices que sirven al mismo tiempo para su posible identificación, como son: concentración de oxígeno disuelto, concentración de materia oxidable, concentración de amonio, salinidad, temperatura y bacterias nocivas.

Los detergentes, los residuos industriales, los residuos agrícolas aportados a los ríos comunican a sus aguas una toxicidad o llevan materia orgánica en cantidad tan elevada, que al destruirse la fermentación microbiana consumen el oxígeno disuelto en el agua con la consiguiente muerte por asfixia de los peces que la habitan. Recorramos las informaciones publicadas últimamente por las revistas científicas y los diarios y encontraremos citas de múltiples casos como los cangrejos del río Cegas (Segovia), las larvas de anchoa y sus huevos en la desembocadura del Urumea (Guipúzcoa), los albures, carpas y barbos del Guadalquivir (Sevilla), los sábalos y angulas del Guadalete (Cádiz) y los del Jarama (Madrid).

El Tíber es un cloaca pública. El Rin es un canal navegable alimentado con agua de las industrias. La mitad de los ríos ingleses, Irwell, Támesis, Tother, Mersey, Don y Avon son aguas residuales contaminadas. En catorce estados de los Estados Unidos de Norteamérica los ríos y los lagos se encuentran contaminados con mercurio; por ello los peces que viven en sus aguas son incomedibles; e incluso venenosos. El lago Baikal se está envenenando a causa de los residuos industriales y los productos petrolíferos. Si el lago Eire (Estados Unidos-Canadá), con sus 25.000 kilómetros cuadrados se ha transformado en una gigantesca losa

sepulcral, igual podría ocurrir un día con el Mediterráneo. Las aves y los peces van desapareciendo de las aguas cercanas a las costas europeas. El 15 por 100 de los preciosos y numerosísimos lagos de Finlandia están contaminados. El pasado mes de diciembre (1970), navegábamos por el Delta del Paraná y pudimos apreciar el contraste entre aquella hermosa y exuberante vegetación selvática y las inmundas y mal olientes aguas aportadas del Plata (Argentina).

Uno de los mayores contaminantes de las aguas de río son los productos no biodegradables que se incorporan debido a su resistencia a la auto depuración por medios biológicos espontáneos. Tiene legalmente esta consideración (O. M. 24 de febrero de 1939) los productos y preparados tensioactivos, aniónicos del grupo de los alquil-aril sulfonatos, con una biodegradabilidad igual o superior al 90 por 100 del patrón establecido en la Orden ministerial. Con el fin de evitar esta contaminación (Decreto de la Presidencia del Gobierno de 28 de diciembre de 1938 y posteriores), se prohíbe la circulación y uso de detergentes no biodegradables, así como las preparaciones que contengan productos tensioactivos aniónicos, del grupo de los alquil-aril sulfonatos correspondientes a los tipos considerados internacionalmente como no biodegradables, caracterizados por su cadena alquímica sustituyente de estructura fundamentalmente ramificada (ABS). También se prohíben aisladamente los productos tensioácidos aniónicos del grupo de los alquil-aril sulfonatos componentes de las preparaciones aludidas.

La aportación aditiva de detergentes biológicos utilizados con fines domésticos a las aguas de los ríos, puede ser de graves consecuencias para los seres vivos que los pueblan. El detergente biológico puede considerarse como común, con adición de una sustancia proteolítica, con acción directa sólo sobre las células queratinizadas, pero indirecta sobre las vivas al faltarle la protección de las muertas.

Muchos ríos europeos considerados anteriormente como aptos para el abastecimiento humano, tiene sus aguas contaminadas biológicamente, produciéndose en sus usuarios, entre otras, las clásicas hepatitis que al igual que la poliomiélitis proceden de virus frecuentes en las aguas.

Si se hiciese un detenido reconocimiento geológico de los cauces de los ríos, de los núcleos de población existentes en sus cuencas y de la insuficiente depuración de las aguas aportadas, dejaríamos en la mayoría de los casos de utilizar el agua que llega a nuestros hogares por las conducciones urbanas o rurales, para acudir a las denominadas de mesa.

Típico entre los casos de contaminación biológica es el Angers (Francia), a mediados del pasado mes de agosto (1970), al ir a parar al Maine medio litro de sangre de una maestra fallecida en un hospital a consecuencia de una hepatitis infecciosa.

Las reservas de agua sùtiles con fines piscícolas son cada vez menores, lo que obliga a dejar las técnicas de cría cultivadas en la Edad Media y hacerla intensiva con alimentos adecuados, en un sistema circulatorio cerrado, de agua depurada biológicamente fuera de los recipientes de cría.

En determinadas ocasiones, la lucha contra la contaminación de las aguas fluviales es fácil organizarla con la instalación de estaciones depuradoras. Introducción en el subsuelo los residuos líquidos después del adecuado estudio geológico, adopción de técnicas de reciclado de las aguas, modificación de los procesos de precipitación y sedimentación por medio de polímeros, reducción a sequedad. Las aguas al llegar al mar si no están suficientemente depuradas, dan lugar a una contaminación en las aguas costeras.

Entre las industrias causantes de posibles contaminaciones de cauces figuran: las minas y sus talleres de preparación de minerales, siderúrgica, metalúrgica, las químicas, la del petróleo y sus derivados, las fábricas de papel, las industrias textiles, las de curtidos, las de conservas de alimentos, las de fermentación, etc.

Una planificación no se puede considerar como completa en su aspecto económico, sin tener en cuenta en los presupuestos municipales o en el de la industria, que el precio medio actual de una planta de tratamiento de aguas residuales es de 10 a 12 pesetas el metro cúbico.

Cada vez, la industria química tendrá que prestar mayor atención a las cuestiones relacionadas con la recuperación del agua de refrigeración y la eliminación de los residuos. Es fundamental el abastecimiento de agua y la reducción en la aportación de contaminantes, hasta el punto que la República Federal Alemana tiende a localizar sus nuevas industrias químicas en los

litorales de Bélgica y de Holanda. Hay que gastar con tiento el agua destinada a la industria y depurarla y enfriarla antes de su devolución al curso de los ríos.

Entre las industrias de la celulosa, la más frecuente en España es la obtenida a partir de la madera por la técnica del sulfato. En ella se tiene una pérdida en residuos no celulósicos del 50 al 60 por 100, además de los productos químicos utilizados en la elaboración principalmente de sosa y sulfuro sódico. Estos residuos, con color pardo, son causantes de malos olores y dan lugar en los diversos batidos de las aguas que los a la formación de ingentes masas de espuma.

En las industrias del plomo, se ha de tener en cuenta que en las aguas, el contenido en plomo es de 0,08 a 8  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ , de donde lo pueden asimilar las plantas y los animales, aunque en algunos casos excepcionales y con vigilancia se llegue a 100  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ .

Las industrias de electrodeposición galvánica, están consideradas como una fase final del buen acabado de las piezas y consecuencia de la diversidad de procesos a los que se puede someter los materiales son los residuos vertidos a las aguas con o sin autorización. Esto pueden ser sobrantes de soluciones químicas e incluso con cianuros con fuerte poder venenoso, productos de desengrase, limpieza, lavado o acabado.

El grupo de cervezas y destilerías, da lugar a unos productos líquidos de desecho, con elevada demanda bioquímica de oxígeno biológico y aportación de nitrógeno. Los residuos líquidos procedentes del curtimiento de pieles al plomo o vegetal, suelen contener como contaminantes principales proteínas, cloruro sódico, cromo, nitrógeno y productos amoniacales,

La utilización mayor de detergentes en los lavados de ropa y otras industrias de limpieza, tanto en las montadas industrialmente como en las domésticas, producen una aportación de sólidos en suspensión. Y con detergentes con demanda de oxígeno. También es una causa de agotamiento, los compuestos fosfóricos descargados principalmente con los detergentes sintéticos.

También cansan sus efectos ecológicos, la dispersión de desechos de calor en las corrientes de los ríos, lagos, estuarios o aguas costeras. Debe considerarse la posibilidad del uso de los desperdicios térmicos en aguas recreacionables, como piscinas o irrigación, para evitar la producción de cambios ecológicos en los ríos.

¿Qué hacer con las aguas contaminadas? Las soluciones más corrientemente adoptadas en este problema grave, son tres, después de tratamientos más o menos técnicos y en muchos casos sin tratamiento previo: Aportación a los cursos de los ríos, lagos o mar. Irrigar con ellas terrenos en los que se filtra o reduce la sequedad según la permeabilidad del suelo y las condiciones meteorológicas. Inyectarlas en zonas profundas permeables sin compromiso de contaminaciones posteriores.

Los materiales contaminantes de las aguas se suelen distribuir en tres grupos: 1.º Materiales inertes en disolución o suspensión. 2.º Sustancias tóxicas o dañinas. 3.º Sustancias que originan una disminución e incluso el agotamiento del oxígeno disuelto en el agua. En este grupo podemos considerar tres subdivisiones: a) Agentes químicos reductores. b) Productos biológicamente lábiles con necesidad de oxígeno para su su estabilización bioquímica. c) Sustancias tensoactivas con marcada acción sobre el oxígeno. Este tercer grupo es el de máxima actualidad por comprender industria, agua del alcantarillado y detergentes de uso doméstico.

Al igual que aumenta la variedad e intensidad de los contaminantes, también se han perfeccionado las técnicas de depuración de las aguas e incrementado el número de ellas, sobre las clásicas de asentamiento o de sedimentación y de oxidación biológica.

Antiguamente las plantas no purificaban del fósforo las aguas residuales ni de otros nutrientes, dando lugar a infecciones con la producción de una vigorosa vegetación, que muere por insuficiencia de oxígeno, lo mismo que los peces, terminando todo en las aguas que podrían denominarse muertas por la imposibilidad de sustentar la vida. Se ensayaron los clarificadores primarios con el empleo de la cal para extraer los nutrientes causantes de esta contaminación y se comprobó, la reducción en un 50 por 100 del volumen del cieno y a la cuarta parte el fósforo del producto precipitado.

Otra de las técnicas nuevas o complementarias introducidas, es la del carbón activo, con una considerable reducción de fósforo y de nitrógeno. También está en boga el uso de la cal y del carbón activo combinados, con la recuperación de ambos por incineración.

Están en curso de experimentos sobre la utilización del cloruro férrico y un polímero de peso molecular alto (floculante aniónico), que logran una extracción del fósforo de hasta el 80 por 100 y una reducción el 60 por 100 de los sólidos en suspensión.

Esperanzas grandes se tiene en los polielectrólitos como agentes floculantes o ayudantes de la coagulación. Consisten en cadenas lineales largas de átomos del carbono, frecuentemente con grupos activos. que se disocian o ionizan en el agua, Las tres clases básicas son: Los no iónicos con grupos hidrofílicos ionizados, los aniónicos disociables en iones relativamente cargados y los catiónicos disociables en iones positivamente cargados.

En todos los sistemas se presenta el problema de los cienos. El tratamiento más generalizado actualmente es el secado seguido de una incineración o enterramiento.

Cuando los sistemas convencionales de eliminación de aguas o residuos en suspensión acuosa, no conducen a un resultado efectivo y económico, se deben recurrir a la inyección subterránea por sondeos profundos. La primera medida es la ubicación del sondeo, para ello se ha de tener presente: 1º no contaminar con los productos inyectados las capas susceptibles de explotación industrial o sanitaria; 2.º carencia de valor comercial o industrial de las formaciones donde se efectúa la inyección o de aquellas a las que pueda desplazarse; 3º seguridad que los residuos no emergerán a flor de tierra, al caudal de un río o al mar.

El costo de mantenimiento de un equipo de evacuación se calcula (1970) de 15 a 30 pesetas el metro cúbico de productos. Estos necesitan en muchas ocasiones tratamiento previo, tanto para la reducción del volumen, ya que en realidad deber ser como una salmuera, como para evitar reacciones durante el proceso de evacuación en las capas en donde se van a alojar. Es conveniente eliminar en lo posible, los sólidos en suspensión y los componentes que puedan dar lugar a coagulaciones, así como la aportación de desinfectantes necesarios cuando las condiciones biológicas de los residuos lo requieran.

### **Los recursos hidráulicos.**

Disponer de reservas de agua fresca, de calidad buena, es un problema fundamental en muchos países, incrementado su interés con el aumento de población y mejora del nivel de vida. Al presente, en muchas localidades, en los países en vía de desarrollo no tienen en sus zonas urbanas suministro de agua. La falta del adecuado desarrollo en el suministro de agua fresca, es un factor inhibitor en el progreso económico de muchas regiones. El agua es necesaria para la industria, irrigar, navegar y suministros comunes. En muchos casos la cooperación internacional es necesaria en la localización del agua y en la financiación de los proyectos de explotación de sus reservas.

Se deben estimar las necesidades futuras de las aguas y distribución de éstas, entre las necesidades de los municipios, industrias y agricultura. Continuar la evaluación de las disponibilidades y de los recursos de agua, así como los períodos de estiaje más agudos.

Debe conocerse la detallada estimación *per capita* del agua de los ríos y de uso común para las diversas regiones. Vigilancia y verificación de la contaminación, con la aplicación de sistemas de análisis y modelos simulados de problemas de evolución del agua. Previsión del impacto de los problemas del desarrollo del agua en la explotación aceptable de lagos, ríos y acuíferos.

Se han de valorar las reservas acuosas, superficie de vegetación desecada, desalación, así como de los medios alternativos de conservación de agua, incluyendo el re uso y reciclado que reduzcan las necesidades comunitarias de la agricultura y de la vida. Es fundamental la cooperación internacional en la investigación y cambio de resultados, referentes a los problemas científicos de valoración y explotación global de las necesidades del agua y de sus reservas y en la distribución del agua sobrante entre los necesitados.

### **Contaminación de los mares.**

No necesitan comentarios las declaraciones del Presidente de la Cofradía de Pescadores de San Sebastián al atribuir a la contaminación de

los ríos con desagüe en la costa guipúzcoana, especialmente el Oria, la desaparición de la anchoa y sardina por la destrucción del «plancton», base fundamental del ciclo de la vida en el mar.

A fines de agosto y durante los primeros días del mes de septiembre de (1970), la contaminación de las aguas del puerto de Castellón de la Plana produjo pérdidas importantes en la fauna marina, iniciándose con la muerte de los mejillones desarrollados en las rocas, seguido de la aparición de un número elevado de peces flotando en las aguas, lo que dio lugar a medidas preventivas, como la prohibición de bañarse en el Club Náutico.

La colisión entre los barcos mercantes «Erkowit» sudanés y el «Dortmund» a 35 millas de Cabo Villano (Coruña) (30 de octubre de 1970) y la posterior varada de aquél en la playa de Bastiagueiro, dio lugar al derrame en las aguas de la bahía de parte de los 1.800 bidones de un pesticida de poder tóxico elevado, compuesto de sustancias mercuriales y clorables. La contaminación de la bahía de La Coruña y de la Ría del Burgo, indujo a la Comandancia de Marina a dictar una nota prohibiendo en aquella zona la captura de peces y mariscos, así como su comercialización.

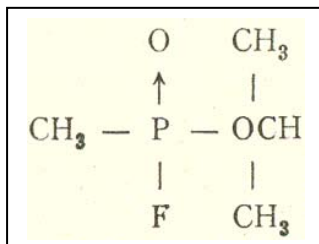
La contaminación del Tíber a su paso por Roma, no logra depurarse antes de su llegada al mar. Este hecho ha sido base de una serie de campañas de prensa sobre el peligro de contraer fiebres tifoideas o hepatitis al bañarse en las cercanas playas de Ostia, con el consiguiente desvío de la afluencia turística de aquella zona italiana, bañándose únicamente quienes se crean inmunes al tífus y a la ictericia.

Los pesticidas han contaminado las ballenas en el Atlántico Norte y los pingüinos en el Antártico. Los humos residuales de la industria de Inglaterra se depositan en los campos de hielo de Noruega.

La expedición científica del barco laboratorio «Meteor» (1970) por el Atlántico, entre Islandia, las islas Feroe y el norte de Escocia, tomó muestras de agua de mar, a una profundidad de 1,82 a 3.64 metros, las cuales dieron una riqueza en CO<sub>2</sub> de 10 a 30 veces la correspondiente a agua de la superficie. También encontraron óxido nitroso, en pequeñísimas cantidades, observación concordante con la obtenida por expediciones anteriores en el Mar Mediterráneo y en el Mar Caribe.

Desde el año 1940 y en diferentes ocasiones, sumergieron en las aguas marinas, principalmente en los Océanos Pacífico y Atlántico y en el Mar del Norte, una serie de productos innecesarios y con mayor edad que la vida legal o científica, preparados para las guerras biológica y química y de las industrias nuclear y química. Recipientes procedentes de la actualización de las reservas pasadas de fecha o de la eliminación de residuos peligrosos, sufrieron posteriormente, en algunas ocasiones, deterioros que dieron lugar a peligrosas contaminaciones de las aguas marinas.

Existen normas internacionales previsoras para evitar algunas de estas contaminaciones provocadas, como los acuerdos de Ginebra (1958) sobre Aguas Internacionales y la resolución de la Asamblea General de la ONU (1967), sobre el Suelo Marino. Cuando llega la ocasión, los poderosos no cumplen estos acuerdos y así hemos visto (19 de agosto de 1970), la inmersión en el Atlántico a 455 kilómetros, de Cabo Kennedy y a 3.000 metros de profundidad de 12.450 cohetes de Sarin (GB.), en los cuales se había producido un envejecimiento por pérdida de su carga gaseosa desde antes de 1968 (\*).



Algunos investigadores consideran los petroleros como la fuente primordial de contaminación de las aguas del mar en el proceso de la vado de las cisternas con agua de 80 a 90° C y una presión de 30-40 kg /cm<sup>2</sup> para el arrastre de los residuos al fondo de los depósitos, de donde se extrae periódicamente, con pérdida en esta operación del 1 % del crudo petrolífero transportado. Complemento de esta causa son los cada día más frecuentes hundimientos, colisiones, incendios y ruptura de tanques de estos navíos.

Existen, en potencia, otras posibles causas de contaminación de los mares con crudos petrolíferos, éstas son la investigación, y principalmente, la explotación iniciadas con tanto éxito en las plataformas marítimas, cuando ocurren fugas en los sondeos o en los pozos en explotación.

La experiencia en las catástrofes negras del mar enseñan a renunciar en estos casos al empleo de detergentes, al quemado del que esté emulsionado con el agua del mar y buscar principalmente la solución, si no es posible el bombeo del petróleo extendido por el mar, en el hundimiento por medio de productos aglomerantes o precipitantes.

Los bloques de granito de los malecones de los puertos, antes de utilizarse los derivados del petróleo como combustible propulsor de las embarcaciones, recordamos tenían un limpio aspecto de granito meteorizado; después de medio siglo, presentan un color negro, brillante y grasiento de suciedad y contaminación, fenómeno debido a que todos los productos petrolíferos caídos en la superficie de los mares son desplazados hacia las costas en finísimas capas, ensuciando, playas y puertos, al penetrar entre arenas y por grietas a causa de su tensión superficial baja, con destrucción de viveros de ostras, mejillones, cetáceas, etc. Una prueba de esto la tenemos en las antiguas, mejilloneras del puerto de Barcelona, donde sus frutos pasaron de un sabor agradable a uno intenso al petróleo. Como contrapartida, existe la destrucción bacteriana de parte de las cantidades de productos petrolíferos caídos al mar durante el último medio siglo, al no aparecer sobre las aguas, con carácter permanente, una capa grasienta uniforme de algunos centímetros de espesor.

Las manchas considerables de productos grasos en desplazamiento, vistas en importantes zonas del Atlántico y del Pacífico, son una confirmación de las observaciones realizadas por Thor Heyerdal, en el aventurado viaje con la balsa RA II, al manifestar que en muchas ocasiones las aguas del Atlántico estaban tan sucias que la tripulación no pudo lavarse con ellas. El Mar Caspio también se va contaminando gradualmente.

El contenido en oxígeno necesario para la respiración de la fauna marina en algunos mares, tales como el Báltico, ha decrecido de una manera muy marcada en el curso de la historia; lo mismo ocurrió con ciertos lagos. Su consecuencia en la vida marina es seria y pueden ser particularmente dañino sus efectos sinérgicos. Para seguir estas evoluciones es conveniente conocer la composición de las especies, ritmo de crecimientos, interacciones, degradación del fitoplancton y de la vida de la flora en los fondos. Necesidades de utilización de nutrientes por las principales especies de plantas. Adición y sustracción de nutrientes necesarios para lograr cambios deseados en la composición del fitoplancton. Los cambios adecuados en la especificación de densidades y otras propiedades físicas de las aguas de los lagos para mejorar las condiciones biológicas. Conocer, en fin, el reparto de los venenos procedentes de desperdicios industriales u otras fuentes que pueden inhibir el crecimiento de las especies deseables del fitoplancton.

El mar es el depósito final de todo género de materiales contaminantes creados por el hombre en el proceso de industrialización de la sociedad. Efusiones de industrias, biocidas y carga de los alcantarillados son evacuados directamente en las aguas costeras o conducidos al mar por los ríos frecuentemente tóxicos. Peligrosos cargamentos transportados en barcos son liberados día a día, tanto por accidente o intencionadamente, en la superficie o en el fondo del mar y los contaminantes arrastrados por la atmósfera continuamente son transferidos por la lluvia o difusión directa en la superficie de las aguas.

Cada género de contaminación física y química afectan de alguna manera el carácter de un ecosistema, dañando e incluso matando, con alteración del crecimiento, diversas especies.

Es esencial identificar los contaminantes y el estudio de sus efectos; la naturaleza de cada clase de material y en qué cantidades se presenta, cómo es transportado, su cambio con el transcurso del tiempo, la acción de los procesos químicos, físico y biológico, cómo es su toxicidad tanto inicial como después de la



dilución y cambios que puede sufrir, en qué modo y grado debe afectar actuando cronológicamente a cada especie de plantas o animales (indicador de especies) y el balance del eco sistema y sus transferencias a las cadenas de alimentos.

## 5. EXAMEN ESPECIAL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La salida de humo de una fábrica ajena o de un autobús del servicio público provoca nuestra reprobación e instintivamente encontramos no pocos medios para remediar esta contaminación atmosférica, pero omitimos su aplicación en nuestra industria o en el coche que utilizamos a diario. Los diversos puntos de vista de las soluciones del grave problema de la contaminación atmosférica requieren estudios que han de descender a medir contaminaciones de millonésima y a realizar investigaciones en microclimas, para pasarlos después a la atmósfera, especialmente la más baja. No se reduce a un problema de enfoque individual, sino que adquirió hace tiempo categoría mundial y requiere la colaboración de especialistas en química, física, dinámica de los fluidos, biología, toxicología, medicina y, por último, estadística e informática, para su coordinación y estudio.

Se ha dado gran importancia local a la turbidez atmosférica y ahora debe dársele global. De manera continua aumenta el contenido de partículas en la atmósfera, con importantes efectos climatológicos consecuencia del cambio de la permeabilidad de la atmósfera a la radiación y por el aumento de densidad de los núcleos de condensación. Cuando aumentan las precipitaciones surge una tendencia a la remoción y arrastre de los contaminantes con la consiguiente complicación de sus interrelaciones. El problema se incrementa por el hecho de que el hombre cambia el balance de la radiación atmosférica, altera el nivel del CO<sub>2</sub>, del agua, de las partículas contenidas e incluso de la reflectividad de la superficie a través de la irrigación.

### **Contaminación natural**

De las nubes de sangre nos habla la Historia Sagrada y la Moderna. Se trata de una contaminación natural con arenas finas del desierto levantadas por un torbellino y arrastradas a zonas lejanas por una corriente aérea. Fenómeno parecido es el de las lluvias amarillo rojizas de las arenas del Sahara, que tienen lugar en el Sur de Europa y las de cenizas procedentes de las lavas volcánicas.

Los incendios naturales de los bosques originados preferentemente durante los meses de verano, a veces con extensiones de centenas de hectáreas, dan lugar a nubes de humos y vapores que el viento arrastra a centenares de kilómetros.

Las brumas y brumazones de origen marítimo aportan, si el viento es favorable, a la atmósfera continental e incluso a decenas de kilómetros de la costa, núcleos de condensación que finalizan bajo la forma de cristales de sales, principalmente de cloruro sódico, a los que acompañan en cantidades menores los de cloruro magnésico, cloruro cálcico bromuro potásico.

La cosmo física estudia continuamente los meteoritos y el polvo, cósmico, con incesante penetración en la atmósfera en la inmensa cantidad de 10 Mg/día. Entre los contaminantes del reino vegetal figuran: el polen, con una gran variedad de reacciones alérgicas en los seres humanos y el de las esporas con facilidad de alcanzar alturas de hasta 1.600 metros. Se detecta su presencia continua en la atmósfera a una altura de 45 metros.

La contaminación de origen microbiano se aprecia a distancias de hasta 200 kilómetros de las costas, con clara disminución conforme se penetra en la mar. Las fermentaciones y putrefacciones (sin consecuencia) de la actividad de microorganismos aerobios o anaerobios las consideramos como contaminaciones naturales.

Mencionamos la contaminación producida por el hombre en su proceso vital apreciable principalmente en las localidades con densidad de población elevada,

originada por las deyecciones de las alcantarillas y respiración, independientemente de aquellas contaminaciones que podemos considerar como provocadas, como la del tabaco, circulación de automóvil y combustión para caldeo.

### **Contaminación provocada**

Los varios núcleos de contaminación provocada los dividimos en dos grupos: el industrial, donde se puede dar entrada a las contaminaciones de actividades de artesanía y hogares domésticos y el de la circulación, con inclusión de la navegación y de los pequeños motores de explosión de la industria. La clasificación concuerda más con la producción de la contaminación que con la actividad que la origina.

### **Contaminaciones de origen industrial**

Con el fin de hacer una exposición sistemática ordenamos estas contaminaciones por actividades industriales. Entre las industrias que aportan mayor contaminación atmosférica figuran las grandes centrales termoeléctricas, quemadores de combustibles líquidos o menudos de carbón, tanto por los compuestos de azufre aportados como por el polvo que acompaña a los humos. Reducir esta contaminación está resuelto técnicamente, pero no económicamente. Estas circunstancias pueden dar lugar, en las políticas energéticas de diversos países, a una preferencia por las centrales termoeléctricas a base de combustibles libres de azufre, como son el gas natural y la nuclear.

Valorando el polvo lanzado a la atmósfera por las centrales térmicas de potencia actual, en que se habla de megavatios, es cuando nos podemos dar cuenta de la magnitud de este problema. Una central térmica de 2.000 MW quema 17.000 toneladas diarias de carbón, lanzando a la atmósfera 140 millones de metros cúbicos de gases, con la no despreciable cantidad de polvo de 4.000 toneladas diarias de funcionamiento, si no dispusiera de los medios adecuados de recuperación de polvos. Con este fin se han puesto en práctica una serie de separadores de vía seca, como los de gravedad, centrifugación y electrostáticos. Gracias a estas aportaciones de la técnica, los mencionados residuos sólidos al ser lanzados a la atmósfera representan menos del 1 % que a la salida de los hogares

La contaminación por combustión, tanto de calderas industriales como de las domésticas y de oficinas, si el quemado es completo, los productos de la combustión consistirán en gases, anhídrido carbónico y vapor de agua, que no tienen carácter de contaminantes, óxidos de azufre y nitrógeno en cantidades pequeñas. Hay una serie de circunstancias del combustible que influyen en la calidad de la combustión, como son: la ley en azufre, materiales volátiles, poder aglutinante, calidad de grano. Con buenas condiciones técnicas del hogar, y buen combustible, las instalaciones darán lugar a contaminaciones, si no tiene una buena chimenea que asegure un tiro correcto, para introducir la cantidad de aire necesaria a la combustión. Al mismo tiempo la chimenea le asegura la buena evacuación de los productos de combustión, e incluso impide su caída en las cercanías de la industria.

Las locomotoras de vapor con carbón como combustible, en plena sustitución en la mayoría de los países, contribuye a la contaminación del aire por la insuficiencia de la superficie de la parrilla, que impide una combustión completa de la capa espesa de combustible que soporta. Parecido criterio se debe aplicar a las embarcaciones que utilizan carbón como combustible.

Los subproductos originados por un combustible real quemado en proporciones estequiométricas con el aire, en un sistema quemador de hogar, difieren considerablemente de los obtenidos en un combustible ideal, formado únicamente por C-H. Este puede conseguirse libre de contaminantes, aquel no. El técnico debe aspirar a que los productos sean emitidos a la atmósfera con una composición y forma que reduzca, en lo posible, los efectos de la contaminación.

Las posibilidades de actuación son cuatro: en el artificio de caldeo, con un diseño óptimo de los componentes y una manutención adecuada. Con el combustible, procurando efectuar una selección dentro de la economía del sistema para reducir el volumen de contaminantes, como azufre y cenizas, e incluso recurrir

él los aditivos que los minimicen. Sobre los productos de combustión con la separación de partículas y purificación del gas. En la forma de eyección al ambiente de manera de lograr la dispersión de los productos de combustión en la mayor cantidad de espacio por medio de chimeneas de dimensiones adecuadas.

El procedimiento más extendido de eliminación de los desechos de ciudad es la incineración, con un incremento del problema paralelo al perfeccionamiento de la técnica del embalaje. Para un buen resultado, contará la instalación con una primera zona de secado la de combustión y una tercera de acabado y recuperación. Se aconseja que estas instalaciones no lancen más de 0.4 gramos de partículas por metro cúbico de gas ni leyes en óxidos de carbono superiores al 0.5 %.

Las contaminaciones propias de la industria del refino del petróleo se emite durante el almacenamiento y expedición de crudos y productos acabados. Instalaciones de destilación. Instalaciones de refino. Antorcha de combustión de gas inutilizable. Cremación de los productos de limpieza, que suelen dar lugar a humos negros y densos. Los inquemados.

Los productos aportados a la atmósfera son: anhídrido sulfuroso, óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno hidrocarburos ligeros, volátiles o pesados inquemados, sulfídrico, mercaptanos con el olor desagradable típico, partículas sólidas inquemadas.

Se deben distinguir desde el punto de vista de contaminación, las fábricas de gas que utilizan como materia prima el carbón, o las que recurren a combustibles líquidos. En éstas, la contaminación es insignificante. Las primeras desprenden polvo y las causas principales de contaminación son: movimiento, almacenamiento y circulación de carbón.

Los contaminantes atmosféricos aportados por la industria del cok dependen mucho de los tipos de instalaciones utilizadas. La más importante es el polvo, durante cada uno de los procesos de carga del horno, deshornamiento, apagado del cok por vía húmeda, trituración y clasificación.

Al aumentar las producciones siderúrgicas se hace más compleja la lucha contra la contaminación atmosférica de estas industrias, con pocas simpatías por parte del público que las circunda por las columnas de humo rojo que lanzan a la atmósfera. Entre los contaminantes figuran: polvos de composición química variada, así como su granulometría, que va de 10 a 100 por  $10^{-6}$ m., partículas finas y humos diversos, donde la mayoría abundancia corresponden a las rojas de óxidos de hierro, anhídrido sulfuroso, procedente éste del azufre presente en los combustibles quemados.

Las diversas operaciones que originan la contaminación son: almacenamiento y entretenimiento de la materia prima, preparación del mineral y su aglomeración, gases de los hornos altos, gases de los hornos de acero, humos y polvos de los cubilotes, humos de las coladas y polvos de las arenas de moldeo.

Está en plena marcha la lucha contra los convertidores Thomas, por su elevada aportación de contaminantes. De los 52 instalados en Alemania Federal (1962) ya están fuera de servicio 48 y se espera que en este año (1971) serán reemplazados o paralizados los restantes, acompañados de la desaparición de la última columna de humo negro sobre la cuenca del Ruhr.

Los gastos actuales de captación de polvos en la industria siderúrgica alemana representan de 5 a 7 D.M. por tonelada de acero crudo, y en las fundiciones de 3 a 10 D.M. por tonelada de colada después de su acabado.

Al hablar de las fundiciones férreas, generalmente pensamos en instalaciones modestas, situadas cerca de los núcleos de explotación, con aportación entre otros contaminantes: polvos con dimensiones diversas, anhídrido sulfuroso, acroleína, fenol y óxido de carbono.

Dada la variedad de industrias metalúrgicas básicas sólo consideramos las más frecuentes en nuestro país. En los beneficios de los minerales sulfuroso s de plomo, cinc y cobre se emite durante su tostión anhídrido sulfuroso. Las fusiones en los hornos de cuba desprenden anhídrido carbónico, óxido de carbón v polvos de óxido metálico. En las diversas industrias de afinado de metales se aportan a la atmósfera, además de los productos de combustión. partículas a base de los metales refinados.

En el complejo grupo de industrias del carburo de calcio, acetileno y ferro aleaciones se consideran como una de las contaminaciones más importantes los humos lanzados por los hornos eléctricos. Los componentes más importantes de

estos humos son: en el caso del carburo de calcio el CaO, que alcanza el 50 %, y en el ferro silicio el SiO<sub>2</sub>, con más de los dos tercios.

Una de las industrias que el Ministerio de Industria siguió más de cerca, en cuanto a la contaminación producida, típica de las fábricas antiguas, por el aspecto que toma la vegetación en las zonas donde llegan las partículas lanzadas por la chimenea fue la del cemento, para el que está limitado (1961) el peso de estas partículas a 0.8 g/m<sup>3</sup> de gas y la emisión total a 50 kg/h (Decreto 1968), lo cual se cumple por las industrias afectadas. Hemos de tener en cuenta que esta cifra representa el lanzamiento en productos sólidos a la atmósfera de 438 toneladas al río en forma de finísimo polvo. Los procesos de contaminación por la industria del cemento son: arranque de rocas y materia prima en general. Trituración de rocas y preparación de la pasta cruda, cocción, trituración del clínker, ensilado, envasado y transvase y arrastre. Destacamos durante el proceso de cocido el polvo que acompaña a los gases de la combustión y el azufre del combustible.

La importancia de las industrias mineralúrgicas de un país se admite como un índice de su desarrollo, por ello consideramos las contaminaciones más destacadas.

La obtención del ácido sulfúrico por oxidación directa del anhídrido sulfuroso en presencia de un catalizador requiere como materia prima el azufre o las piritas. El primero procede en algunos casos por explotación directa, y en la mayoría como subproducto de la industria del petróleo. Las piritas suelen tener cantidades apreciables de arsénico y fósforo que durante la tostación pueden pasar a la atmósfera, así como polvo de las mismas. Una segunda emisión de contaminantes a base de anhídridos sulfurosos y óxidos de nitrógeno tiene lugar en el proceso de las cámaras de plomo.

La idea actual es conseguir eliminar totalmente la contaminación producida por las fábricas de ácido sulfúrico. La que están montando actualmente en Copper Cliff (Ontario), con esperanzas de inaugurarla en 1972 forma parte de un complejo de 3.000 millones de pesetas, donde se producirá el ácido sulfúrico a base de gas metalúrgico y en su propaganda se dice: «La nueva planta evitará que el complejo industrial de Inco, dedicado al mineral de hierro, se convierta en una fuente de contaminación a causa del dióxido de azufre y del polvo». Una de las medidas tomadas es la sustitución de sus tres antiguas chimeneas por una de 380 metros, considerada como la más alta del mundo, para evitar que los contaminantes lanzados constituyan un peligro para la vegetación, incluso en las peores condiciones de difusión. Complemento de esta medida es la conversión del SO<sub>2</sub> en ácido sulfúrico antes de que los desechos lleguen a la chimenea.

La mayoría de las factorías productoras de ácido nítrico lo obtienen por combustión catalítica de amoníaco en presencia de aire. Las eyecciones contienen óxidos de nitrógeno, posibles de dilución con adición de aire, para no rebasar el límite de 4 g/dm<sup>3</sup>.

El cloro obtenido por electrolisis de soluciones alcalinas o fundidas sólo produce pequeñas emisiones de cloro o ácido clorhídrico originadas durante los procesos de recuperación si no están bien puestos a punto. La industria de los superfosfatos además de las contaminaciones específicas de toda preparación de minerales, presenta el problema de los residuos fluorados, procedentes del ataque de los fosfatos por el ácido sulfúrico, consistentes en ácido fluorhídrico y fluoruro ácido de silicio.

Las electrolisis del aluminio dan lugar a contaminación por fluorhídrico, por la adición a la bauxita u óxido de aluminio de la criolita o fluoruro doble de aluminio y sodio.

La industria del papel produce contaminaciones importantes de las aguas y emite en general olores desagradables. Las técnicas más comunes, son las del bisulfito, con reducida contaminación atmosférica, y las del sulfato, con emisiones de metilmercaptano durante el tratamiento. En el cocido de la pasta se desprenden por la primera técnica cenizas volantes de anhídrido sulfuroso residual y por la segunda, sulfuros, sulfhídrico, mercaptanos y anhídrido sulfuroso.

Los plásticos, como las fibras textiles artificiales, han adquirido en estos últimos años un desarrollo considerable, y por ello deben tenerse en cuenta ambas industrias desde el punto de vista de contaminación atmosférica. Los contaminantes emitidos son variados, al serlo los procesos de fabricación para la gama de productos tan grande que se elaboran. En el caso de la viscosa para fibras, las contaminaciones principales lo son por sulfuro de carbono y sulfhídrico.

Es bien conocido que el hombre altera la atmósfera con nubes a escala local para producir lluvia y prevenir el granizo. Estas técnicas, que, pueden afectar al desarrollo de los huracanes, hasta ahora no ha alcanzado valor significativo, pero algún día podrán alcanzarlo. También existen posibilidades de producir cambios climáticos, por alteración reflectiva de la superficie de la tierra, en las zonas cubiertas con nieve o con hielo.

La condensación de los escapes producidos por los aviones dan lugar a un incremento local en las nubes con posibilidad de alcanzar significación atmosférica con el incremento del tráfico o de la potencia.

### **Contaminación por los vehículos**

Entre las diversas combustiones, se atribuye el mayor peso a efectos de la contaminación atmosférica, a la de los combustibles líquidos en los vehículos automóviles. La distribución mundial de combustibles de peso es la siguiente: Carbón fósil consumido en la industria en general, 75,2 por 100; cok, en sus diversas aplicaciones, 5,9 por 100; combustibles líquidos en industria, marina y usos domésticos, 13,8 por 100; combustibles líquidos en diversos tipos de vehículos, 5,1 por 100. Esta estadística demuestra la pequeña proporción consumida en el último concepto, aunque incesantemente incrementada por el aumento de los vehículos de circulación. De los vehículos vamos a considerar los automóviles, tractores de ferrocarril y aviones.

Son tres los orígenes de la emisión de contaminantes por los vehículos automóviles con motor de gasolina. En la contaminación por hidrocarburos, el cárter representa el 25 por 100; el depósito de gasolina y carburador, el 20, y el escape, el 55 restante. El total de las demás contaminaciones corresponden al escape y son, principalmente, monóxidos de carbono, óxido de nitrógeno y compuestos de plomo.

La emisión del cárter se debe al flujo de gases que pasan como fugas entre las paredes de los cilindros y las superficies de los segmentos fenómeno denominado «soplado». Al eliminar estos gases se evita la sobrepresión, que da lugar a la emisión de contaminantes, para ello se procede al reciclado, con introducción de los gases del «soplado» en los sistemas del motor.

La emisión por depósito de gasolina y carburador está prácticamente reducida a las de vapores del depósito de combustible. Entre las soluciones más aceptadas figuran conducir al cárter los vapores del depósito y carburador, el cual actúa como cámara de almacenamiento, con pase posterior al motor, a través del sistema de ventilación del cárter. Conducir los vapores a una cámara de carbón activo con el objeto de absorberlos, los cuales, posteriormente, son llevados al colector de admisión del motor mediante una corriente de aire fresco.

La principal contaminación tiene lugar por el escape, y es consecuencia del proceso de combustión. Si teóricamente debería dar una mezcla, formada en volumen por 13 por 100 CO<sub>2</sub>, 13 por 100 de H<sub>2</sub>O y 74 por 100 de N<sub>2</sub>, en la realidad se aparta considerablemente de ese valor teórico. El objetivo por parte del fabricante consistirá en reducir la formación de contaminantes durante la combustión, mediante perfeccionamientos en el motor y sus accesorios y por parte del usuario, en tener todos los sistemas del motor reglados lo mejor posible.

La contaminación atmosférica por los motores «Diesel», procede, en su mayor parte, de la concepción de la combustión, con mezclas de aire y combustible falta de homogeneidad y en circunstancias muy diferentes, unas veces de gotas de combustible rodeadas por vapores del mismo y otras por vapores del combustible, quemado gracias a la acción combinada de una intensa corriente de aire en superficie caliente. Es de una extraordinaria dificultad lograr una buena combustión para reducir la emisión de contaminantes.

La potencia de los motores «Diesel» se incrementa con la cantidad de combustible inyectado, artificio relacionado íntimamente con la formación de humos. El objetivo fundamental para reducir la contaminación y aumentar el rendimiento del motor, es el logro del mayor contacto y homogeneidad posible entre el combustible y el aire comprimido dentro de la cámara. La falta de homogeneidad da lugar a la aparición de una mezcla de hidrocarburos, inquemados y humos.

En el proyecto de cada motor, y para cada variante de combustible, existen unos límites fijados para la emisión de humos hidrocarburos, monóxidos de carbono y óxidos de azufre. El motorista se ocupa que su motor se mantenga en todo momento en regla, principalmente en cuanto al sistema de inyección se refiere. Respecto al combustible, se ha logrado con algunos aditivos supresores de humos reducir éstos, pero con el peligro de que al reaccionar como consecuencia de la combustión, den productos más peligrosos para la contaminación general que el humo suprimido.

La importancia de las turbinas de gas, generalmente productoras de pequeña contaminación atmosférica, puede ser grande el día que se impulse su entrada en la automoción o en la industria en general. En cuanto se refiere al tráfico aeronáutico, con turborreactores o turbohélices, lo es grande en los aeropuertos, por las cantidades tan considerables de combustible quemado. En los aeropuertos de primer orden representan centenares de toneladas por hora, lo cual se agudiza cuando se instalen en las ciudades aeropuertos de despegue corto o vertical. La emisión de contaminantes se reducirá, teóricamente, conforme nos acerquemos a una aportación de aire próxima a la estequiométrica. Esta relación es fácil lograrla en tierra y presenta dificultades en vuelo por las variaciones de la presión atmosférica.

Como fenómeno específico, se presenta durante el proceso de combustión la formación de partículas pequeñas carbonatadas, las cuales pueden llegar a originar un humo muy denso. Dentro de la gran perfección alcanzada en la construcción, hemos de tener en cuenta dos factores fundamentales en la producción de humo en los motores a

reacción; la compresión, que es muy elevada para reducir el consumo específico de los motores y el tipo de combustible.

Entre los productos de combustión aportados a la atmósfera, destacan el frecuentemente generado  $\text{SO}_2$ , con marcados efectos nocivos por su transformación en ácido sulfúrico y el  $\text{SO}_3$  en forma de aerosol, procedentes generalmente del gas-oil, ya que el valor del azufre en las gasolinas es tan bajo, que no da valor significativo de  $\text{SO}_2$  en el balance total de contaminación. Se han realizado principalmente en las centrales termoeléctricas intentos, con resultados satisfactorios, para la transformación en sulfato amónico con adición de gas amónico o su solución acuosa, así como en las calefacciones domésticas, siempre en las zonas de temperaturas de 150 a 220° C.

Otra de las aportaciones, principalmente por los motores de gasolina, es la debida a los hidrocarburos volatilizados en el motor o por combustión y al  $\text{CO}_2$ . Según las estadísticas del consumo de combustibles líquidos durante el año 1968, en Madrid y Barcelona se llega a la conclusión de que la liberación de óxidos de nitrógeno -hidrocarburo sin quemar-óxidos de azufre -óxidos de carbono, están en la relación 1-7-9-27.

Las cantidades mundiales de CO liberadas anualmente se estiman del orden de 200 Tg, lo que daría un aumento medio anual de la contaminación atmosférica de  $0.03 \times 10^6$ , no alcanzada en la práctica por las reacciones que tienen lugar en la atmósfera alta por transformación de CO en  $\text{CO}_2$ .

Como siempre, es labor conjunta entre los constructores de los equipos utilitarios de los combustibles líquidos y los productores de éstos, así como la sucesiva sustitución de los actuales por los óptimos, el intento de reducir esta constante aportación a la atmósfera de elementos totalmente ajenos a su propia constitución, consecuencia del transporte individual y colectivo y la concentración industrial y urbana.

### **Principales materias que impurifican la atmósfera**

La gama de contaminantes de la atmósfera es muy compleja. Por ello sólo tendremos en cuenta los más comunes: humo, ozono, monóxido de carbono, bióxido de carbono, óxido de nitrógeno, óxido de azufre, polvos, partículas radiactivas y algún otro.

Los humos suelen estar formados por carbono e hidrocarburos superiores, con el peligro de poder contener sustancias cancerígenas y ser vehículo, para las vías respiratorias, de sustancias irritantes ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,...), absorbidas en las partículas de hollín. Penetran profundamente en los pulmones, donde dan lugar a acumulaciones locales con concentraciones elevadas y peligro de producir procesos morbosos, como la bronquitis crónica y el enfisema.

El ozono en concentraciones adecuadas, es causante de irritaciones oculares, puede producir edemas pulmonares, hemorragias e interferencias con la difusión del gas del alveolo pulmonar a la sangre. También se debe al ozono la meteorización en los materiales de las edificaciones y monumentos y la disminución de la visibilidad en la niebla. Entre las funciones oxidantes del ozono atmosférico, figura la del  $\text{SO}_2$  en  $\text{SO}_3$  con la formación subsiguientes de aerosoles con ácido sulfúrico.

Típico de los países subtropicales es la clásica niebla oxidante, formada principalmente al mediodía, coincidente con falta de viento y cielo despejado. Sus efectos se manifiestan en la conjuntiva ocular, en las mucosas de las vías respiratorias, con influencia aguda en el sistema circulatorio y vías respiratorias e incluso puede llegar a producir fallecimiento. Son grandes los daños ocasionados en la vegetación. En las cubiertas de las ruedas de los vehículos ocasionan su agrietamiento.

La acción de los rayos solares, sobre el  $\text{NO}_2$  de los gases de escape y el ozono atmosférico, en esta niebla, forman cetonas transformadas posteriormente en peróxidos, como el nitrato de peracetilo, con acciones irritantes en los ojos y bronquioconstrictoras. El ozono es uno de los componentes principales de la niebla, con valores normales de  $0.025 \times 10^{-6}$ , llega en algunos ambientes ricos en nieblas a niveles de  $0,05 \times 10^{-6}$ .

La afinidad de la hemoglobina por el CO es 10 veces la del oxígeno, por ello existe el peligro de la fijación bajo la forma de carboxihemoglobina. Su valor en las ciudades de mayores niveles, hasta el  $6 \times 10^{-6}$ , con un límite de inocuidad del  $10 \times 10^{-6}$ , para ocasionar muertes humanas se requiere concentraciones atmosféricas en CO de 2.000 a  $5.000 \times 10^{-6}$ . Los niveles de las calles raras veces y con carácter momentáneo alcanzan  $360 \times 10^{-6}$ , pudiendo sufrir el hombre exposiciones prolongadas con leyes de  $30 \times 10^{-6}$ , sin riesgo de sobrepasar su valor en carboxihemoglobina el 5 x 100. Se han desechado los razonamientos sobre la denominada intoxicación crónica, originada por exposición continua a pequeñas concentraciones de este gas. El óxido de carbono se combina con diferentes sustancias del organismo, como hematina, mioglobina, hemoglobina, etc. Las pequeñas concentraciones del CO acusan experimentalmente efectos sobre el electrocardiograma, análogos a los de una insuficiencia coronaria. También se aprecia una disminución del campo visual y una modificación de los reflejos, cuando el óxido de carbono está en concentraciones pequeñas.

Vivimos en un período de crecimiento continuo y acelerado del contaminante atmosférico  $\text{CO}_2$ , consecuencia de la inmensa y mejor combustión de los combustibles fósiles y líquidos, como lo demuestran las variaciones medias que han pasado de  $0.29 \times 100$  de  $\text{CO}_2$  (1950), al  $0.50 \times 100$  (1963).

Aunque reducido el ciclo natural del carbono, implica correlaciones entre las plantas y la atmósfera, entre los océanos y la atmósfera. El océano actúa como un amortiguador en el ciclo y tiende a mantener constante o a reducir al mínimo, el incremento de la concentración en la atmósfera de  $\text{CO}_2$ . Se ha demostrado, que la eficacia del amortiguador es función de la temperatura superficial del océano. Se asigna al  $\text{CO}_2$  el denominado "efecto invernadero", debido a su poder de absorción de las grandes longitudes de onda o radiación caliente con producción de un aumento de temperatura en la superficie terrestre, con importantes efectos en la biosfera. Una ayuda en el mejor conocimiento de la ionosfera se tendrá con el estudio del incremento del  $\text{CO}_2$  en la atmósfera y su distribución en tierra y océanos, así como la variación en el tiempo y en el clima.

El ácido sulfhídrico se combina con la hemoglobina y destruye los alveolos pulmonares. Cuando la dosis sobrepasa durante 20 horas de  $1 \text{ mg/dm}^3$  da lugar a efectos considerados como graves, tales son vértigos, pérdidas de energía muscular, cefalalgias, convulsiones. Aquella dosis, es perceptible por la pituitaria humana, por estar el nivel umbral en  $0,001 \text{ mg/dm}^3$ . Este ácido se genera en los procesos de putrefacción, pero su gran difusión en el aire da lugar a un continuo aumento del volumen de aire contaminado, con disminución de la ley contaminante por ello no se puede considerar en general entre los elementos utilizados para la vigilancia de la contaminación atmosférica. Tiene más importancia la eliminación a la atmósfera del sulfuro de carbono, por ser causante de neuritis, somnolencias y crisis histéricas.

El principal aportador del bióxido de azufre es la combustión en los hogares de caldeo. La de los vehículos raras veces puede pasar de  $0,02 \times 10^{-6}$ , concentración a la que no es perjudicial, salvo los fenómenos secundarios debidos

al proceso acumulativo en la atmósfera. El anhídrido sulfuroso causa irritaciones en la nariz y garganta, y COII aumento de concentración, en los ojos e incluso en la piel. Puede llegar a causar edema de pulmón y parálisis del sistema respiratorio.

La contaminación con hidrocarburos procede principalmente de los productos lanzados a la atmósfera por los vehículos, tanto por evaporación como por aportaciones de combustión. El mal olor que los acompaña, da lugar a muestras de desagrado por parte de quienes le perciben, siendo mayor el efecto psicológico de repugnancia y miedo que su posible acción perjudicial.

Los hidrocarburos policíclicos, formados en los cilindros durante la combustión, pueden tener efectos cancerígenos. Este no es el único origen de los supuestos productos cancerígenos por atribuirse también al del propileno, aportación atmosférica procedente principalmente de los aparatos de caldeo. Parece ser que en el efecto de estas sustancias cancerígenas, su acción puede activarse al estar en presencia de otras, como fenoles y cresoles, por la paralización provocada en el tejido filiar de los músculos. Los mercaptanos procedentes de las actividades petroleras, en concentraciones elevadas, producen desvanecimientos.

Entre los contaminantes del aire por evaporación de gasolina figura el etileno, tóxico para el mundo vegetal. pero no para los hombres. Esta toxicidad destruye setas y vegetación urbana y está asociada a otras circunstancias, que la acentúan o mitigan, como son: temperatura, intensidad de iluminación y humedad.

A la combustión de los compuestos nitrogenados de los combustibles y a la oxidación del nitrógeno atmosférico, se debe principalmente el  $NO$ , que posteriormente pasa  $NO_2$  muy tóxico. Ambos gases son irritantes para las vías respiratorias, pulmones y ojos, llegando incluso a producir edema pulmonar, posiblemente por baja de tono del sistema nervioso linfático. Da lugar a irritaciones en las membranas de los ojos, en el sistema respiratorio y la piel. Las tolerancias en los puestos de trabajo son de  $5 \times 10^{-6}$  para el  $NO$ , pero en atmósfera normal, dada la permanencia continua y la existencia de personas enfermas, niños y ancianos, se tolera como máximo el  $0.5 \times 10^{-6}$ . Es raro sobrepasar en las calles y carreteras el  $0,2 \times 10^{-6}$ , aunque en algunos casos aislados se llegase a  $1,7 \times 10^{-6}$ .

Es necesario una ingestión regular diaria de 0.30 mg. de flúor por kilogramo de peso durante varios años, para alcanzar una osteoesclerosis.

La intoxicación crónica por el fósforo, da lugar a deformaciones óseas y a un incremento de la fragilidad en los huesos.

El aditivo de plomo orgánico utilizado en los carburantes, para elevar su número de octanos y evitar su explosión prematura, se emite en general durante el proceso de combustión, como aerosol, con unas dimensiones máximas de 18.5 partículas de  $1 \mu m$ . Con esta adición se pretende alcanzar mayor rendimiento en los motores de los automóviles, sin aumento de cilindrada, por ello, es necesario una mejora de las gasolinas, con incremento del número de octanos, lo que requiere una cantidad en plomo de  $0.32 \text{ a } 0.80 \text{ g/dm}^3$ . En Estados Unidos de Norteamérica, el consumo de plomo metal con este fin, representa el 16 por cien de su producción.

Las concentraciones alcanzadas en las calles con circulación intensa, puede llegar a  $25 \mu\text{g/dm}^3$  durante la inhalación se calcula una absorción del 25 al 50 por 100 del plomo contenido, con absorciones diarias máximas por individuo de 80  $\mu\text{g}$ . Las concentraciones medias sanguíneas en plomo van de 150 a 400  $\mu\text{g/dm}^3$ . En los estudios sistemáticos que hemos realizado en varias orinas suele variar de indicios a  $1.000 \mu\text{g/dm}^3$ , en valores en casos anormales de hasta  $11.500 \mu\text{g/dm}^3$ . Por la gran dilución alcanzada, se considera no es peligroso el plomo en las gasolinas. El envenenamiento con plomo da lugar a una fragilidad mecánica y osmótica de los glóbulos rojos.

Son diversos los criterios seguidos sobre el peligro del plomo en la atmósfera, dado que algunos investigadores sostienen que no se asimila o es eliminado por la sangre sin sufrir trastornos graves. Quienes sostienen que no es cierta la asimilación del plomo parten, entre otros datos experimentales, del hecho de que la ley en plomo en la sangre de los aborígenes de Nueva Guinéa es análoga a la de los ciudadanos de Los Angeles. Algo parecido ocurre con los edificios, por haberse comprobado que el polvo de las calles, cornisas de los edificios y suspensión en el aire, no se incrementa con el tiempo, sin duda por la acción purificadora de la lluvia y de los riegos. Con la concentración media más favorable de plomo en la atmósfera



de las ciudades  $6 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ , el máximo de la absorción de plomo sería de 60 a 90  $\mu\text{g}/\text{día}$ , inferior a 10 autorizado en las industrias del plomo, que es de 250  $\mu\text{g}/\text{día}$ .

Es interesante conocer la posible aportación del plomo al organismo humano a consecuencia de su dieta alimentaria. Recogemos experiencias sobre alimentos sometidos a una atmósfera rica en plomo,  $145 \times 10^{-5}$  y a otra pobre por una doble filtración  $0.09 \times 10^{-6}$ , ambos con un suelo seco de  $17 \times 10^{-6}$  Pb. La conclusión establecida por Gary Ter Haar de Michigan (1965) es de que no tiene valor significativo el plomo atmosférico, ya que la aportación fundamental procede del terreno y sólo se identifica un ligero efecto, cuando la planta presenta mucha superficie a la acción del aire. Otros investigadores demuestran que el incremento del contenido en plomo de la vegetación aumenta con su proximidad a las autopistas, e incluso llega a ser del orden de  $2 \times 10^{-6}$  en materias secas. Mediciones concordantes con las valoraciones efectuadas con el personal de limpieza de Francfort (Alemania Federal), donde se encontró un tanto por ciento elevado con contenidos considerados como peligrosos por la medicina

De la alimentación 2.000 a 3.000 g/d con un contenido de 200 a 400  $\mu\text{g}$  Pb, sólo se absorbe de 10 a 40  $\mu\text{g}/\text{día}$ , eliminándose el proceso vital, así como parte al respirar, que puede ser de 9 g/d. Los suelos vegetales tienen una concentración en plomo de 0.8 a  $500 \times 10^{-6}$ , principal aportador de ese catión a los alimentos, que suelen tener un valor medio de  $2 \times 10^{-6}$  d Pb. Los suelos forestales alcanzan una concentración media superior  $44 \times 10^{-6}$ . Las rocas básicas  $8 \times 10^{-6}$  y las ácidas  $20 \times 10^{-6}$  de plomo.

Los humos aportan a la atmósfera partículas finísimas, y en ellas se han identificado virutas de metal, carbonilla, trozos de plomo, asbestos, etc., e incluso partículas radiactivas procedentes de las explosiones nucleares.

A quienes procedemos del campo de la minería y de las industrias mineralúrgicas, una de las contaminaciones atmosféricas que más nos preocupa, por tener el agente en el mismo terreno, es la producida por la sílice libre, con el triste cuadro de los mineros silicóticos, afortunadamente en vía franca de disminución según las estadísticas, gracias a las medidas preventivas. La silicosis está producida por partículas de sílice libre o bióxido de silicio a estado libre ( $\text{SiO}_2$ ), siempre mucho más grave que la originada por el polvo de los silicatos, denominada silicatosis. La silicosis es una enfermedad esencialmente pulmonar, con síntomas típicos, la dificultad de respiración (disnea) y reducción de la capacidad pulmonar transformando los pulmones en un terreno favorable para el desarrollo y avance de la tuberculosis.

Dentro del cuarzo  $\alpha$  hay dos causas que influyen en los daños específicos de la propia partícula: Una su edad, cuanto más reciente es la producción de la partícula es más peligrosa. Otra las dimensiones, las más peligrosas son las menores de  $3 \times 16^{-6}$  m, que es la luz media de los alvéolos pulmonares, quedando las mayores retenidas en diversos obstáculos, como pelos y moco de las vías respiratoria, para ser expelidas al exterior. Las partículas pequeñas penetran en los alvéolos hasta destruirlos, se adhieren a sus paredes, se engloban en sus celdillas y finaliza en los vasos linfáticos, con provocación de la fibrosis, posteriormente los nódulos y las masas pseudos pulmonares. Los límites en  $\text{SiO}_2$ , se fijan para cada país con criterios diferentes; el de seguridad o de duración de exposición prácticamente ilimitada está en 180 partículas/ $\text{dm}^3$  y el que inevitablemente afecta al productor en 3.500 partículas/ $\text{dm}^3$ .

La campaña contra la silicosis está perfectamente organizada en el Ministerio de Industria, con toma periódica de muestras en condiciones reglamentadas, valoración de cuarzo  $\alpha$  por difracción de rayos X y las normas para evitar el paso de este polvo a la atmósfera y en su caso para la eliminación. El índice de peligrosidad es una función del número de partículas con dimensiones inferiores a  $5 \times 10^{-6}$  m contenidas en  $1 \text{ cm}^3$  de polvo y de su ley en sílice libre.

### **Efectos, valoraciones y predicción.**

El hombre absorbe durante el día  $12 \text{ m}^3$  de aire (unos 15 kg), como alimento fundamental, frente a los líquidos y sólidos que ingiere con un peso de 1,5 kg/día. Con esta comparación, se puede apreciar la importancia para la salud, del contacto directo de los contaminantes atmosféricos con el organismo. El estudio de este complejo problema se realiza con una metodología clásica, sobre animales en experiencias de

laboratorio y por observaciones clínicas del hombre que vive en el medio, con la posibilidad de relacionar dosis con efectos, muchos de ellos todavía en su mayor parte desconocidos, como algunos debidos a la exposición crónica a concentraciones bajas de productos químicos nocivos a que están sometidos los trabajadores en varias industrias.

Los estudios sobre bronquitis, en relación con la contaminación atmosférica, se realizaron sobre mortalidad humana. Las primeras conclusiones fueron de mayor proporción de fallecimientos en las zonas de industrialización elevada, mientras que en las de reducida intervienen terceros factores en los óbitos como condiciones sociales, densidad de población, tipo de alimentación. Estadísticamente en los fallecimientos, se consideran la bronquitis y la neumonía ligadas a la contaminación. Las otras enfermedades del sistema respiratorio lo están con la densidad de población y condiciones de la habitación.

La contaminación atmosférica da lugar a una impermeabilidad de la atmósfera, para las radiaciones de onda ultravioleta, con un incremento del raquitismo de la población. En el caso concreto de los niños, si concurre la circunstancia de un contenido elevado en  $\text{SO}_2$  se observa poliglobulina y microcitosis.

En la atmósfera, entre otras circunstancias, por efectos de la radiación solar, tienen lugar una serie de transformaciones químicas, de tal manera, que una emisión atóxica, se convierte en peligrosa como ocurre con los gases de escape de los motores, con las nitrobencinas o los compuestos de perosiacilo.

Al igual que sobre el hombre, los contaminantes atmosféricos tienen una acción nociva con los animales, directamente por la respiración o al ingerir productos, en los cuales se han depositado los contaminantes atmosféricos. Estos efectos dan lugar a lesiones e incluso a una disminución de la fecundidad. Las plantas acusan con sus respuestas, las modificaciones con la contaminación atmosférica, en la composición de sus cuatro elementos vitales: luz, atmósfera, agua, suelo.

Cuando recorremos ciudades monumentales, con iguales condiciones generales, salvo su diferencia en desarrollo industrial, podemos apreciar dónde es superior la industrialización, por ser más acentuado el ataque de las fachadas de los edificios, el deterioro de las cubiertas y de las pinturas de protección.

La destrucción de las fachadas de edificios o monumentos, como indicamos, se acentúa con la contaminación del aire. Edificios inatacados durante siglos, en los últimos decenios les aparecieron manifestaciones claras de corrosión, constituyendo uno de los problemas actuales más candentes, la investigación de la manera de cortar este deterioro. Parece ser que para la piedra se ha logrado frenarla con una solución de silicatos y ácido silícico (Bagrat-Iso). La disgregación producida a la intemperie, se debe primordialmente al agua con los gases en ella disueltos, como oxígeno, anhídrido carbónico, anhídrido sulfuroso. Tiene una doble acción química por las impurezas y mecánica por el proceso de congelación y licuación. Parece encarrilado el problema de conservación de los preciosos monumentos de piedra, por medio de soluciones inorgánicas a base de silicio, pendientes de perfección, para evitar la patina poco agradable impresa a la piedra por esta solución.

Cuántas veces unas pinturas rupestres, descubiertas en perfecto estado de conservación, a los pocos años de haberse acondicionado la cueva para su visita turística, tienen síntomas de degradación.

A la destrucción cansada por las capas de humos y acción de los gases en fachadas y monumentos, se presenta su correspondencia en el arbolado y, en general, en la vegetación, con un languidecimiento y muerte por la partículas y productos químicos. También se produce la corrosión de las esculturas en bronce, y en general, se puede decir que la contaminación, no respeta monumentos ni obras de arte.

Hay casos graves de intoxicación, y son conocidos como el de Rotterdam (31 de julio de 1970), donde las autoridades sanitarias en su campaña de alerta contra el aire viciado, aconsejaron a las personas de edad avanzada, afectadas de molestias respiratorias, permaneciesen en el interior de las viviendas. No es raro ver en las calles de Tokio viandantes con sus máscaras protectoras antigás.

Cuando llegamos a Madrid después de pasar los fines de semana en el campo, nos preocupa la pérdida de transparencia y del bello color de su cielo. Se percibe un olor desagradable y para algunas personas la respiración aparenta ser insuficiente, con sensaciones de fatiga y angustia. En las calles de circulación intensa, en las plantas de sus edificios, las ventanas tienen que estar cerradas y con juntas especiales para evitar la penetración de humos y gases debidos a la circulación de los vehículos. Hemos pasado de un contenido de  $0,5 \text{ mg/m}^3$  de polvo a  $3 \text{ mg/m}^3$ . Las plantas y

animales se transforman, degeneran y mueren. Las hojas de las plantas desarrolladas en nuestras azoteas cambian de color al ser lavadas por la lluvia. Su desarrollo es menor que en el campo, con el resto de condiciones análogas. Conocidos son los estudios de la mariposa « *Biston Betularia* », sobre su color, la cual es más oscura en las cercanías de las ciudades grandes. Hay zonas industriales de Alemania Federal donde el polvo caído del aire representa  $1 \text{ g/m}^2\text{d}$ .

La solución de los problemas de contaminación requieren el conocimiento de los contaminantes y las concentraciones en que se encuentren. Sus valoraciones se han de realizar, en las inmediaciones de los puntos de emisión y en los sitios adecuados de la atmósfera, para poder seguir la ley de su difusión, mediciones a veces de interpretación difícil por el posible efecto de unos contaminantes con otros. La dispersión de los contaminantes, es función del desplazamiento del aire y de todos los fenómenos relacionados con él consecuencia del caldeo indirecto de la tierra por el sol. En esta circulación por difusión, se ha de tener en cuenta el viento en sus dos circunstancias, velocidad y dirección, consecuencia general de la estructura vertical de las temperaturas en la atmósfera afectada también por la topografía.

En las valoraciones atmosféricas de los diversos contaminantes existen múltiples circunstancias, topográficas y del emisor, con efectos en las variaciones en los valores: Primero, emplazamiento del detector dentro de un plano horizontal, según la distancia al emisor; segundo, altura del detector dentro del mismo plano vertical; tercero, velocidad de la circulación del aire; cuarto, en caso de que el emisor esté en movimiento, su velocidad y trayectoria; quinto, variación en función del tiempo, del caudal del contaminante emitido. Planteado el sistema de medidas a realizar para el estudio de una contaminación, es necesario fijar la técnica a emplear y la clase de aparatos con la adecuada sensibilidad y precisión. El paso siguiente es el establecimiento de la red de medidas, la duración de cada una y la separación en tiempo de las sucesivas mediciones, de modo que nos den una imagen real de la contaminación para su cartografía, generalmente como isoconas.

Conocidas las medidas, es necesario interpretarlas. El criterio de la Organización Mundial de la Salud (1963), es de establecer cuatro categorías de concentraciones, para la contaminación de la atmósfera, función de los tiempos de exposición y efectos causados:

Zona primera.- En ella no se aprecian efectos directos e indirectos, ni alteración de los reflejos, por las reacciones de adaptación o protección.

Zona segunda.- Su nivel inferior corresponde a la iniciación de las probabilidades de apreciar irritación de los Órganos sensoriales, efectos nocivos sobre la vegetación, reducción de la visibilidad y cualquier otro efecto perjudicial en el medio.

Zona tercera.- Se inicia con las probabilidades de observar desórdenes en las funciones fisiológicas vitales o cambios que puedan provocar alteraciones crónicas o acortar la vida.

Zona cuarta.- Comienza con las probabilidades de producción de enfermedades agudas o de funciones en grupos vulnerables de la población.

Esta clasificación abre un interesante campo a la investigación, para encuadrar cada contaminante según sus diversas circunstancias de contaminación, tiempo y efecto de terceros contaminantes, en cada una de las cuatro zonas.

Hay dos objetivos a deducir de las valoraciones: límite máximo tolerable de contaminantes en la emisión y tolerancia máxima atmosférica. Su conocimiento requiere establecer la ley matemática por la que se rige la relación contaminación atmosférica  $\leftrightarrow$  enfermedad.

Como caso típico de medida sistemática, podemos citar el de Madrid. La campaña de toma de muestras organizada por Organismos competentes del Municipio ((1969-70), ponen en evidencia la existencia de zonas, como la Avenida de Calvo Sotelo o Paseo de Recoletos, con un nivel considerablemente superior al medio del casco urbano.

Efectuado en esta zona el estudio de las contaminaciones a niveles diversos, él base de materias sedimentarias y gases, más del 33 por 100 de las mediciones rebasan los  $260 \text{ mg/m}^3$ , con valores medios mensuales de  $352 \text{ mg/m}^3$  (diciembre 1969) a  $134 \text{ mg/m}^3$  (abril 1970). Refiriéndonos a los humos, se alcanzó una media de  $262 \text{ mg/m}^3$  en los meses de calefacción, frente a 193 los meses sin ella, con tomas a 8 metros de altura correspondiendo el máximo a .2 metros. La suma de ambas contaminaciones sobrepasó los  $1.000 \text{ mg/m}^3$  en más del 2 por 100 de las veces. En estas campañas de medidas, se se confirma el papel fundamental en la contaminación urbana, por

el azufre de las calefacciones urbanas y en menor proporción por la circulación de vehículos automóviles.

En las campañas de prevención, deben colaborar fundamentalmente las entidades productoras de combustibles. En la campaña nacional iniciada con vistas a mejorar las condiciones atmosféricas, se destaca una aportación interesante de la CAMPSA, al bajar el contenido de azufre del fueloil (17 de octubre de 1970), del 2,6 por 100 a menos del 1,7 por 100, con esperanza de poder llegar en un plazo no muy lejano a menos del 1 por 100. Esta reducción de más del 1,7 por 1.00 de azufre, en las 100.000 toneladas de consumo actual en los meses punta, representa una reducción superior a 50 toneladas diarias en el azufre lanzado a la atmósfera. El laudable objetivo conseguido por la CAMPSA, se compensa con una elevación en el precio de ventas en 200 pesetas La tonelada.

En la industria es necesario implantar medidores de vigilancia del aire, principalmente en los puntos de trabajo, con una determinación gravimétrica continua del polvo, bien dando la medida en períodos de minutos él horas o dándola en períodos instantáneos. Como posible amplitud de sus escalas se indica de 0,0005 a 11 miligramos de polvo por mi de aire, con retención del producto fijado en la cinta, para efectuar una determinación cuantitativa de su composición. En el caso concreto de Madrid, desde el punto de vista de prevención, existe una Ordenanza en vigor (11 de abril de 1969), contra la contaminación atmosférica, con una doble acción por parte del Ayuntamiento: Estudio de los índices de contaminación, con el fin de preparar la carta de toda la Ciudad. Inspección y vigilancia, con el fin de obligar a las entidades industriales generadores de calor ya los vehículos de motor, al respeto de los límites de emisión en los contaminantes. Sobre esta acción del hombre están las circunstancias meteorológicas insospechadas a plazo largo, como ocurrió en la primera decena del pasado mes de septiembre (1970), en que se produjo dentro del persistente anticiclón unas elevaciones de presión superiores a las normales, causante de una suma de índices de anhídrido sulfuroso y humos análogos al máximo alcanzado en época de calefacciones y con el parque automovilístico a plena marcha.

El día que se disponga de una serie de medidas de garantía, efectuadas durante un par de decenios, se podrán establecer conclusiones de prioridad de la intensidad de contaminación. Es natural en núcleos urbanos, una primera variación cíclica, diaria, semanal, mensual y anual, función de la aportación de contaminantes, aunque sólo sea con la fracción correspondiente a la circulación automóvil. Existe otra variación periódica, función de las condiciones meteorológicas, en la cual hay diversos ciclos de evolución, desde los diurnos hasta los anuales. También se podría disponer de una cartografía, de la distribución geográfica de la intensidad de la contaminación, así como de la difusión de los diversos contaminantes, datos interesantes para una campaña mundial de mejora de condiciones. Para establecer disposiciones legales acertadas se requiere, paciencia en las medidas y prudencia en la interpretación,

El tema de la contaminación se considera tan importante, que ya se han iniciado tesis doctorales sobre esta materia, como la del geógrafo Dr. Huhert Emonds, quien llega a conclusiones poco satisfactorias sobre la contaminación atmosférica de Bonn. en cuanto se refiere a la calidad de la atmósfera de la capital del Rhin.

Las investigaciones sobre contaminación atmosférica, se pueden realizar en un laboratorio que cubre todo el mundo. Los seres vivos, entre ellos el hombre, están actuando como indicadores de una de las investigaciones de mayor actualidad. Con la serie tan rica y valiosa, aunque todavía insuficiente, de datos disponibles actualmente, gracias a informaciones cada vez más amplias, debidas a la serie de exploraciones por radiosondas, cohetes, aviones y satélites, se llegan él conocer las circunstancias óptimas para la ubicación de industrias, con reducción al mínimo de los efectos de los contaminantes lanzados a la atmósfera.

Existe la posibilidad de previsión de contaminaciones potenciales del aire, correspondientes a la acumulación de contaminantes en la 2<sup>ta</sup> atmósfera baja. Estas circunstancias coinciden en general con reducidas velocidades del viento, con direcciones variables, inversiones térmicas o estabilidades verticales pronunciadas, con carencia de turbulencias y nieblas o neblinas frecuentes. En general, estas

predisposiciones pueden efectuarse con plazos superiores a las treinta y seis horas. Al igual que con los tifones causantes de tanta desolación, con un mínimo de día y medio se pueden dar las señales de alerta o atención, alarma o inquietud. para la preparación de la defensa, y emergencia o accidente, todas encaminadas a reducir al mínimo los efectos de esa contaminación atmosférica, pudiéndose predecir. el momento de entrada en cada una de las fases, así como la posible duración.

Se ha iniciado la instalación de una serie de observatorios con medición continua del contenido en polvo, gases, aerosoles, sustancias radiactivas y contaminantes biológicos, tanto en zonas industriales como en las no contaminadas, para deducir «la atmósfera normal» en Europa. Encaminada a estos tipos de predicciones, pretende la Organización mundial de Meteorología, la instalación como mínimo, de un observatorio en cada país o por superficie de 500.000 kilómetros cuadrados.

Los temas de investigaciones inmediatas a realizar son: Variedad del incremento y extensión geográfica de la turbiedad atmosférica. Tamaño, composición y origen de las partículas agregadas a la atmósfera existentes, sobre áreas grandes. Tiempo de permanencia de partículas en el aire. Mecanismo de remoción de las partículas en el aire. Efecto climático sobre el estado atmosférico de la tierra y de las radiaciones atmosféricas.

## 6. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las contaminaciones reseñadas han conducido a una reducción de diversas especies en los ecosistemas. Los desarrollos militares o turísticos en las islas oceánicas, así como los drenajes en las zonas húmedas, han incrementado esa desaparición. Algunas especies de plantas o animales, pueden ser consideradas como indicadores de las posibles variaciones en la totalidad de las especies. El hombre introduce cambios en el ambiente (efectos de pesticidas, alteración del hábitat, introducción de especies exóticas) con posibilidad de inducir efectos dañinos, que lleguen a la eliminación de especies o reducción de su población.

Con las oportunas investigaciones, deben tomarse decisiones con prudencia, pues algunas que hoy parecen lógicas, pueden ser trágicamente ilógicas, dentro de algún tiempo o para el futuro.

Las actividades humanas tienden a producir ecosistemas más simples, intencionadamente como en la agricultura, o sin intención. Estos sistemas, simplificados, pueden hacerse inestables, determinar drásticos cambios del ambiente.

Se debe proceder mundialmente al estudio de la flora y fauna de las islas oceánicas (Hawái, Galápagos, territorio del Pacífico, Azores, Canarias). Estudios de áreas nacionales con especies únicas de ecosistemas (embalses, lagos aislados, grupos de ríos), así como en las áreas oceánicas (Bahía fosforescente, Puerto Rico). Realizar inventarios mundiales de especies amenazadas de ecosistemas únicos. Obtener la mayor información de condiciones necesarias para mantener el preexistente balance ecológico en zonas de importancia científica.

El estudio científico de las contaminaciones del aire, agua y suelo, es uno de los mayores y más difusos problemas causados por cerca de millón a un millón de contaminantes. con un considerable incremento anual. Se debe ir a la clasificación de estas sustancias, de acuerdo con su modo de acción bioquímico y fisiológico sobre organismos utilizados como blancos. después de una intensiva investigación bioquímica y toxicológica.

Internacionalmente se han destacado tres escalones de actuación: Primero, atención urgente a los contaminante,., conocidos derramados. Segundo, investigar en la biosfera sobre la probabilidad de riesgos futuros por los compuestos soltados por la tecnosfera. Tercero, antes de lanzarse a la producción industrial y circulación de cada sustancia se verificará su toxicidad para que su efecto pueda ser seguido si es necesario.

Como contaminantes frecuentes en la biosfera figuran: el azufre como  $\text{SO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , los óxidos de nitrógeno, peroxiacetilnitratos,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Be}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Mn}$ ,.,  $\text{Se}$ , pesticidas organoclorados, hidrocarburos aromáticos, bifenilos ploricloratados, aceites emulsíferos, disolventes, detergentes y pesticidas conteniendo fósforo y sus metabolitos, vapores de goma y desperdicios de asbesto, aguas residuales, diversos compuestos moleculares, diversos compuesto orgánicos, moléculas complejas orgánicas como micotoxinas, hormonas sexuales, antibióticos, enzima de desperdicios.

Es necesario el establecimiento de una red de monitorios, que nos adviertan la peligrosidad para cada ecosistema, por la distribución anómala de los diversos contaminantes en aire, agua, suelo y la biosfera en general. Examen de alimentos y una distribución en tejidos. Destacar con estos estudios, el efecto para el ecosistema, cerca de la liberación de los efluentes. También deben fijarse los niveles mínimos letales, con un museo de muestras e incluso con un banco de muestras ambientales.

Es un complemento, la determinación acumulativa de las sustancias en tejidos, órganos y géneros, el cálculo de las relaciones infección-secreción, los factores de concentración en muestras blancas en los diversos ecosistemas.

Debe conocerse la dinámica de la contaminación con estudios específicos, físicos, químicos y biológicos, los procesos diseminantes y de acumulación en aguas, suelos y atmósfera. Consideramos de inmediata necesidad el conocimiento de los niveles inferiores de contaminantes en todo el mundo. Hay que ir a la preparación de muestras tipo y a un procedimiento de análisis para cada sustancia y ecosistema.

Las recomendaciones internacionales en la lucha para combatir la contaminación de la atmósfera son esencialmente: Creación de una comisión científica de problemas ambientales. integrada por expertos que hubiesen trabajado en dichos campos, principalmente atmósfera, hidrosfera y ecología acuática y terrestre. Promoción y coordinación de las investigaciones importantes referentes a la calidad del medio, verificación y uso racional de las fuentes, por medio de comisiones apropiadas. Policía concerniente a la integración del hombre con el ambiente. Destacar la importancia de los problemas ambientales en la educación y en los medios de difusión. Dicha Comisión se ocupará esencialmente: instalaciones de monitorios; evaluación de la evolución de la biosfera; mediciones cuantitativas; evaluación social y económica de los contaminantes.

Debe promocionarse la investigación en la metodología de los monitores, incluyendo la selección de parámetros adecuados, con el fin de compatibilizar métodos y coordinar sistemas, para estudiar de una manera responsable todas las circunstancias de agua en la biosfera, incluyendo al hombre y la utilidad de los cambios preritos interesantes y de la información de los archivos. Ha de procederse a una interpretación científica de la evolución de la biosfera, como resultado de la actividad humana, realizando especificación de las sustancias asentadas en la biosfera, principalmente las que pueden imprimir carácter de toxicidad y la investigación de modelos matemáticos de la posible predicción, y sus relaciones con los cambios geofísicos y ecológicos. Estudios retrospectivos del curso de la población, su crecimiento y el deterioro ambiental, incluida la valoración de los cambios pasados.

La importancia de la contaminación de la biosfera ha llegado a las enseñanzas superiores, incluyendo en sus planes de estudios disciplinas con ella relacionadas y algunas como la Universidad Frankfurt, ha propuesto al Ministerio de Educación (1969), la creación de un "*departamento de geografía e investigación del medio ambiente*", donde se coordinarán una serie de asignaturas desde el punto de vista del hombre, con los temas siguientes: Investigaciones sobre el equilibrio biológico y la industrialización, problemas de la contaminación del aire y de las aguas, establecimiento de industrias y distribución en el espacio, geografía de la circulación motorizada y geografía práctica de los países en vía de desarrollo.

El problema de las diversas contaminaciones es técnico, legal, económico y de financiación. Debe definirse y establecerse límites legales, crear una inspección adecuada y promulgar una legislación real que se pueda cumplir. Es preciso estudiarlo científicamente, con el fin de llegar a una solución que no frene el desarrollo. Existen y se perfeccionan técnicas en este sentido, pero sus factores económicos impiden en muchas ocasiones llevarlas a la práctica.

En el pasado "año de la conservación de la Naturaleza" en Europa, se han asociado los filatélicos a tal lucha contra la contaminación, y han conseguido que 13 países emitan 21 valores durante 1970.

El enorme crecimiento de la sociedad moderna. tanto en sistemas comunistas como capitalistas, fomenta aspiraciones egoístas de ganancia, anarquismo científico, infraestimación de los valores cualitativos frente al rendimiento cuantitativo. Vemos en los países dos criterios dominantes, correspondientes a los conceptos de máximo provecho y máxima producción, muchas veces deseos abusivos con olvido del interés general. Hay cosas a las que debemos renunciar aunque sean posibles técnicamente si son fatales socialmente, como las ocasionantes de contaminaciones

ambientales. Se debe despertar entre los hombre de empresa, la responsabilidad social, si no queremos que el mundo antes de fin de siglo esté en bancarrota ecológica. En estos momentos de avances espectaculares de la geriatría, si no se pone en marcha una cooperación mundial para reducir la contaminación del ambiente, los veremos mitigados por los sufrimientos debidos a la contaminación, causante incluso de muertes prematuras.

Es digna de satisfacción la salida del problema de la contaminación, desde hace tiempo, del ámbito de los científicos y de los técnicos. Paso al político y a la información y cada vez es mayor el número de informadores que se ocupan de estos problemas, creando un ambiente favorable para las medidas que se deben tomar con carácter urgente. En el mundo entero, los investigadores, biólogos, botánicos, zoólogos, médicos, etc., luchan contra estas contaminaciones que producen destrucciones masivas en especies animales, en árboles y de espacios verdes; extinción de riquezas que tardó la naturaleza siglos en lograrlas, con el peligro consiguiente de pérdida del equilibrio natural, indispensable para la continuidad normal de la vida en nuestro globo. Son de gran actualidad (febrero 1970), las palabras del príncipe Alberto en Strasbourg: *“Es posible (sin ser agradable) vivir en villas sucias y sin gracia, transformadas en estacionamientos y autopistas. No es posible permanecer en la atmósfera, en los océanos, entre la vegetación en los cuáles se extinga la vida. El equilibrio físico y psíquico del hombre esta amenazado”*.

La biosfera es un sistema afectado en su totalidad, con las acciones que se llevan a cabo en cualquiera de sus partes; por ello los daños producidos tienen que ser reparados principalmente por los países a la cabeza de la industrialización. Los contribuyentes más destacados a la contaminación del aire, suelo y agua, han de reparar errores pasados, prevenir y evitar cambios indeseables y aumentar la productividad de los ecosistemas. Los crecimientos de la población, urbanización e industrialización, obligan al hombre a aceptar un grado de pureza del aire, agua y suelo, inferior al considerado como más conveniente y asequible, si la pureza fuese el único criterio aceptable. Por ello vemos como los legisladores acuden a concesiones apreciadas de incorrectas por el hombre de la calle.

Por Decreto del Ministerio de Industria (17 de enero de 1969) se creó la Comisión Técnica Asesora sobre problemas de contaminación atmosférica de origen industrial, radicada en el Consejo Superior de dicho Ministerio, el cual está elaborando una copiosa aportación legal en este problema. Entre los asuntos estudiados, figura el proyecto de Ordenanza Nacional para combatir la contaminación atmosférica producida por los vehículos automóviles. El cumplimiento de sus 11 artículos y 5 anexos, dará lugar a una mejor de la eyecciones durante el funcionamiento de los vehículos automóviles, desde el punto de vista de contaminación atmosférica. Se ha considerado por diversos Organismos oficiales la necesidad de actualizar algunas disposiciones, como el Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. Las medidas escalonadas a tomar deben ser programadas internacionalmente, por requerir el problema una cooperación universal coordinada en los aspectos político, jurídico y, principalmente, técnico y podría ser: Primera etapa, establecer prohibiciones. Segunda etapa, adoptar medidas para evitar las contaminaciones. Tercera etapa, política general de contaminación.

Dentro de cada país es conveniente que por los servicios técnicos locales se suministren a Sanidad los valores puntuales y las cartas de contaminación, para que ésta eleve a Industria los resultados de la eficacia lograda con sus prescripciones técnicas. También debe preverse por Sanidad, en conexión con las servicios meteorológicos, la fijación de estado de alerta o emergencia. Han de establecer límites tolerables de emisión de acuerdo con las posibilidades económicas y técnicas. En los límites de los contaminantes se han de tener en cuenta factores que influyan en su efecto, como ubicación, condiciones metereológicas, etc. Por ello requieren las medidas de las emisiones cierta elasticidad en su vigilancia y verificación.

Es interesante que cada industrial conozca la contaminación por él producida y la posibilidad de una compensación en los esfuerzos realizados para reducirla, con la mejora de rendimientos. En las aportaciones de contaminantes sean a la atmósfera, agua, etc., se debe tener en cuenta la legislación, caudal, ley del contaminante, dimensión de partículas, cotas del efluente, distancia al lugar de máxima concentración o de concentraciones peligrosas. Las concentraciones en contaminantes deben estudiarse y registrarse en sus dos variables: tiempo y espacio.

Con el incremento de la densidad de población se aumenta proporcionalmente la ley en contaminación y con el progreso crecen las fuentes contaminadoras y los caudales de contaminación. La lucha más eficaz es la reducción de los caudales de contaminantes. La disminución de los efectos se logra con la actual tendencia de promocionar zonas de descongestión, con algunos centenares de millares de habitantes como tope máximo, rodeadas de los correspondientes espacios verdes para el equilibrio físico y psíquico.

Se debe programar la cartografía con normas internacionalmente uniformes, para todos los contaminantes de la biosfera y sus causas. Hay que ir a la recopilación de datos en cintas perforadas, con la preparación prevista de listas de elementos y circunstancias a registrar, lo cual permite realizar selecciones para las diversas campañas en pro de la mejora de "la calidad de la vida".

Fijamos como un ideal la determinación a escala mundial de los componentes normales de aire, suelo y agua, así como de sus contaminantes. La determinación de las concentraciones críticas de los principales y más peligrosos contaminantes, en relación a sus efectos nocivos, así como el estudio de la persistencia y dispersión en los distintos componentes de la biosfera. Los datos así logrados deben registrarse y difundirse con una metodología internacionalmente uniforme, con el fin de que sean compatibles y comparables, siempre, con una programación previa de la sensibilidad, precisión y frecuencia del muestreo.

Como posibles soluciones a tomar indicamos:

*Primera:* Prohibición de aportar contaminantes, aun cuando se lleve practicando desde hace largo tiempo.

*Segunda:* Cada unidad de terreno debe atribuirse a una entidad que autorice las aportaciones, exigiendo una calidad determinada y el abono de la correspondiente tasa.

*Tercera:* El causante de cada aportación estará obligado a notificar inmediatamente las infracciones por él cometidas.

*Cuarta:* Servicio de inspección, compuesto por especialistas, con poder correctivo.

*Quinta:* Disponibilidad de fondos por la Administración para subvencionar la lucha contra la contaminación.