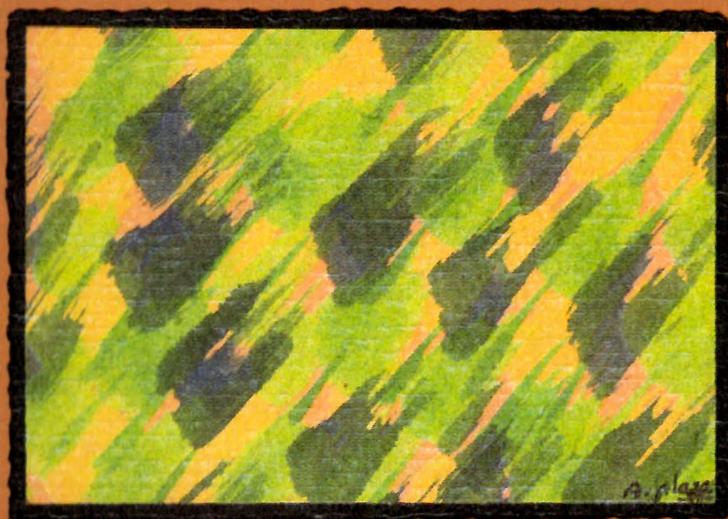


# MONOGRAFÍAS UNIVERSITARIAS



Medio ambiente: Las aguas

Universidad Internacional Alfonso VIII  
Soria

# MONOGRAFIAS UNIVERSITARIAS

Medio ambiente: Las aguas

Universidad Internacional Alfonso VIII  
Soria

***Consejo de Universidad***

**Excmo. Sr. D. Javier Gómez Gómez  
Excmo. Sr. D. Juan José Lucas Jiménez  
Lcda. D.<sup>a</sup> Yolanda Martínez Hernando  
Dr. D. Carlos de la Casa Martínez**

***Directores de la Colección***

**Yolanda Martínez Hernando  
Carlos de la Casa Martínez**

***(c) Universidad Internacional Alfonso VIII***

**Portada: Alejandro Plaza Plaza  
Maqueta e Imprime: Imprenta Provincial de Soria  
I.S.B.N.: 84-86790-15-8  
Depósito Legal: SO-241/90**

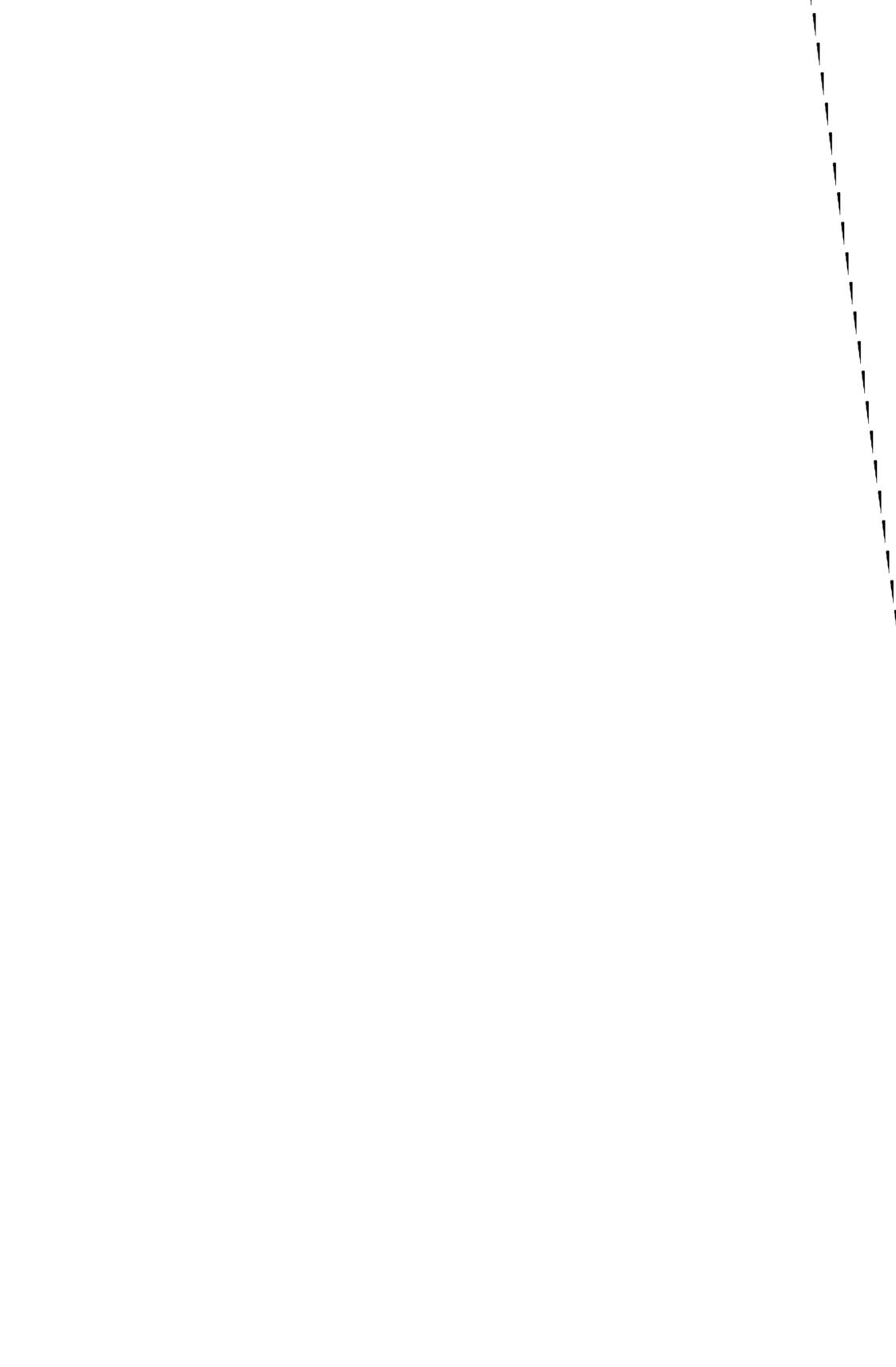
**Digitalización (2023): Enrique García Garcés.**

# Medio ambiente: Las aguas



## INDICE

PRESENTACION DE LA COLECCION. Carlos de la Casa Martínez Yolanda Martínez Hernando .....	9
PROLOGO: INTRODUCCION A TEMAS DE MEDIO AMBIENTE. Fernando González Ferreras .....	11
HACIA UNA CIVILIZACION ECOLOGICA. Juan Ignacio Sáenz Diez de la Gandara .....	13
ENFERMEDADES DE TRANSMISION HIDRICA. María Pilar Gonzalo Vicente .....	37
LA CALIDAD DE AGUAS DEL RIO DUERO. Emilia Latorre Macarrón .....	65
LA CONTAMINACION DEL AGUA. Fernando González Ferreras .....	85
LOS RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS: SU PRESENCIA EN LAS AGUAS RESIDUALES. María Teresa Estevan Bolea .....	115
CARTA EUROPEA DEL AGUA .....	141



## PRESENTACION

En Mayo de 1988, concretamente el día 23, la Excma. Diputación Provincial de Soria y la Fundación Cánovas del Castillo firmaban el convenio para la creación de la Universidad Internacional Alfonso VIII, cuya sede sería Soria.

Desde esa fecha, la Universidad ha organizado una larga serie de Cursos (de variada temática) con el fin de facilitar a los interesados el acceso a los mismos. Pero faltaba algo, y ese algo era convertir el contenido de esos Cursos en publicaciones. Esta fue la forma en como surgió la serie que ahora presentamos y que llevara por título: Monografías Universitarias; en ella se recogerá el contenido de algunos de los cursos que se imparten en nuestra Universidad.

Somos conscientes de nuestras posibilidades y de la realidad económica, que aunque no es paupérrima, tampoco es sobrante y de ahí que no podamos editar todos los cursos, como sería nuestro deseo y nos tengamos que limitar bien a temas que sean subvencionados por diferentes Instituciones, bien a temas que por sus características y contenido, estime el Consejo de Universidad que son de suma importancia y deben ser publicados.

Esperamos y deseamos que esta naciente serie, alcance un numero importante de ejemplares, pues ello será la mejor señal de que la Universidad continua progresando. No olvidemos que esta Institución Cultural, que surgió hace dos años, se ha convertido en algo propio de nuestra capital y provincia, en definitiva de

nuestra tierra y una prueba de esta afirmación es la demanda de información que se recibe desde toda la Península.

En breve la serie Monografías Universitarias de la Universidad Internacional Alfonso VIII se enriquecerá con nuevos temas firmados por los Profesores que pasaron por el Aula Magna "Tirso de Molina", y con ello se pondrá a disposición de los interesados una serie de temas que, por sus características y/o temática, tan solo son tratados en Universidades o Instituciones similares a la nuestra.

Carlos de la Casa Martínez  
Yolanda Martínez Hernando

## PROLOGO

### INTRODUCCION A TEMAS DE MEDIO AMBIENTE.

Los temas de Medio Ambiente son temas candentes y de actualidad. Se percibe un aumento creciente de interés, son noticia habitual en los medios de difusión y motivo de conversación en las tertulias.

Sin embargo, habitualmente, se abordan desde posturas "sentimentales" o pasionales, sin un conocimiento técnico profundo.

Por otra parte, estos temas han estado, casi siempre, teñidos de política. Parecía que tan solo grupos marginales o la extrema izquierda eran sensibles al deterioro del planeta, incluso achacando a la Ciencia la autoría de los desastres. Sin negar el mérito de haber sacudido a la sociedad y haber despertado el interés por estos temas, quizá haya llegado el momento de explorar aspectos técnicos para mejor comprender y exponer posturas de denuncia.

Tratando de exponer los aspectos científicos de estos problemas se ha desarrollado este Curso. Si aumenta la conciencia pública sobre un aspecto crucial: que es un problema de todos y todos debemos aportar soluciones y exigir que se cumplan las normas legales establecidas, y si, además, hemos logrado despertar algún interés por mejor conocer y comprender este tema, habremos conseguido nuestro objetivo.

Fernando González Ferreras



# HACIA UNA CIVILIZACION ECOLOGICA

JUAN IGNACIO SAENZ DIEZ DE LA GANDARA  
Director del Centro Asociado de la UNED  
Soria

## INTRODUCCION

Ante todo una anécdota a propósito del título de estas líneas que muestra el camino recorrido en los últimos años.

Hace 16 años un libro mío, con el mismo título, ganó el premio de ensayo Mundo; sin embargo, al publicarlo, la editorial exigió que se cambiara ese título porque considero que "ecología" era una palabra científica incomprensible para el público. Y apareció titulado "La civilización del desperdicio".

Esto muestra el camino que se ha recorrido desde entonces. Hoy día más bien diríamos que el término ecología ha sufrido una excesiva inflación de uso no siempre debido, sin sacar verdaderamente las consecuencias y visión de la vida que exigiría.

## ECOLOGIA Y ECOSISTEMAS.

La inquietud ambiental no está basada en la nostalgia de un paraíso perdido. Emerge de la intuición cada vez más lúcida de que la tierra es finita. Cuando en la Navidad de 1968, a través de las cámaras de los tres astronautas fue posible contemplar nuestro planeta con un cierto distanciamiento, sentimos la evidencia de que era semejante a otros planetas que

veíamos desde la tierra: pequeño, abarcable, aislado. En él estamos condenados a vivir, sin posible escapatoria, por lo menos a nivel masivo.

Todos los viajes planetarios no han sido sino una excursión más prolongada, un vuelo un poco más largo y lejano, pero con la ineludible necesidad de volver a nuestro pequeño planeta azulado y brumoso. Todo el tiempo transcurrido fuera de la tierra tuvo además que desarrollarse con elementos de una vida artificial, transportada desde nuestro planeta. El universo que nos rodea es una plataforma estéril de aterrizaje sin asidero vital alguno.

Con razón decía Neil Amstrong, el primer hombre sobre la luna: *"Nuestro pequeño planeta aparecía muy lejano y aparentemente muy pequeño. Aunque esto podría inducir a considerarlo sin importancia, de hecho se llegaba a la conclusión contraria. Se tenía la impresión de que era un oasis o una isla. Y lo que es más: la sola isla apropiada para el hombre. La importancia de proteger este hogar no se ha sentido nunca de forma más acuciante. Y protegerlo no precisamente de agresiones externas, sino de su propia población"*.

## EL REY DE LA CREACION

Esa visión objetiva y por tanto humilde, contrasta con la posición de la tradición occidental, que ha producido la técnica y el poderío moderno. A ella no se ha llegado por azar o por una mejor disposición para la ciencia. Ha sido más bien un proceso que ha tenido como móvil constante el factor de la posesión y de la conquista.

*"Los orígenes de la destrucción actual de la capacidad de nuestro planeta como soporte de*

*vida están enraizadas en la misma estructura de nuestra civilización. El racionalismo griego de Aristóteles, la mentalidad ingenieril romana, las órdenes bíblicas de "dominar la tierra y subyugar a toda criatura", las nociones de la Ilustración sobre el crecimiento y el progreso, los actuales sistemas económicos de las macroempresas movidas y motivadas por la competencia; todas estas motivaciones dominan la mentalidad del hombre occidental contra la naturaleza"*( Barry Weisberg: " The politics of ecology", pg. 155).

En tiempos pasados, la naturaleza oponía resistencia al hombre, pero era una resistencia nacida de su grandiosidad y su misterio: la pluralidad de fuerzas y las relaciones complejas que había entre ellas constituían una amenaza ante la cual el hombre podía sucumbir. Era esta amenaza la que engendraba la lucha contra un titán, digna de ser llevada adelante tanto para descubrir sus leyes y sus maravillas como para perecer.

En los albores de nuestra época técnica, sin embargo, el hombre ha ido perdiendo el miedo ancestral a las fuerzas escondidas detrás de los fenómenos naturales, comenzando la aventura de su dominio: había que conquistar todas sus leyes, había que poner a su servicio todo lo que le rodeaba. La naturaleza era inhóspita para el hombre y era necesario domeñarla, hacerla hospitalaria a la fuerza.

Este miedo secular permanece sin embargo latente en medio de la seudoseguridad de nuestra cultura.

*"Hoy día la posición antinaturalista se asocia frecuentemente con la proyección de temores y hostilidades en el mundo natural. Esta tendencia se puede observar en la actividad de ingenieros obsesionados por la idea del control, en las grandes empresas que*

*venden la contaminación misma, en académicos superhumanistas, y profesionales de la publicidad obsesionados por crisis políticas y económicas, en neuróticos con problemas de complejo sobre la gente o la naturaleza, en los manipuladores de símbolos artísticos que aborrecen todo lo que sea orgánico. El grupo incluye también a mucha gente muy normal y sincera, que simplemente se defiende a si mismo o a su familia en su subconsciente contra un universo que les parece confusamente amenazador"* (Paul Shepard: "Ecology and man" pg. 74).

El hombre había ido recorriendo esta aventura de superación con una fe ciega en sus posibilidades y un orgullo contagioso en sus resultados. Al fin se situaba como rey de la tierra. Si en ésta se encontraba todavía algún secreto, pronto sería descubierto y puesto a su servicio. Si surgía alguna dificultad que parecía insuperable, la paciencia, la constancia y el esfuerzo de futuras generaciones serían la llave que abriese su puerta.

Así, poco a poco, se fue creando un orden pretendidamente paradisiaco: la naturaleza se iba estructurando a la manera del entender del hombre, su faz abrupta se iba recortando bajo el imperio de la comodidad humana y toda ella parecía transparentar únicamente el rostro de aquel que la iba dominando.

## ECOLOGIA.

Estas veleidades se han desvanecido de un golpe. La naturaleza ya no resiste estos manejos y la certeza de nuestro aislamiento es una evidencia indiscutida. El porvenir de la especie, para bien o para mal, está en nuestras únicas manos y se va a jugar en la epidermis de este pequeño planeta perdido.

Esta epidermis es especialmente única y la llamamos biosfera. En su amplia prospección telescópica del universo, el hombre no ha logrado aún detectar algo semejante. Se trata de una delgada capa en la que pululan entrecruzándose innumerables formas diversas de vida. El equilibrio de su dinámica se denomina con esa palabra que despierta ecos ancestrales: Ecología.

Este término, técnico y polvoriento, significaba no hace mucho tiempo según el diccionario de Casares *"parte de la zoología que estudia la distribución de los animales y su relación con el medio en que viven"*. (J. Casares: Diccionario ideológico de la lengua española. Edición de 1942). Ahora ha recobrado su sentido etimológico más puro, significando, por su origen griego, el tratado de la casa, del hogar. Hoy adquiere una significación plena, como ciencia que intenta armonizar a los habitantes con el hogar único en que pueden vivir, ese planeta azulado y pequeño.

Este planeta contiene nuestros orígenes, nuestra historia, nuestro medio; es nuestro hogar. La ecología tratará por tanto de toda esa intrincada red de relaciones que se han ido formando durante centenares de milenios y que crean una interacción de equilibrio dinámico entre los organismos vivientes y su medio animado e inanimado.

## ECOSISTEMAS.

La primera toma de conciencia que ha realizado la ecología moderna es la delicadeza del equilibrio que forma la estrecha capa vital en la que el hombre puede habitar permanentemente: unas docenas de metros de profundidad y unas docenas de hectómetros de altura.

Un ecosistema es la suma total de todas las partes vivas e inanimadas que constituyen una cadena viviente dentro de un área seleccionada. Esquemáticamente comprendería los factores constantes siguientes:

Materia inanimada: La luz solar, el agua, el oxígeno, dióxido de carbono y minerales que nutren a las plantas.

Vegetales: Su gama se extiende desde lo microscópico hasta los árboles, pasando por hierbas y matorrales. Estos organismos, por fotosíntesis, convierten el dióxido de carbono y el agua en hidratos de carbono necesarios para sí mismos y para otros organismos del ecosistema. Consumidores son los animales superiores que se alimentan de los elementos productores. Los herbívoros son consumidores primarios mientras que los carnívoros, cuyo alimento base son los herbívoros, son consumidores secundarios.

Los disgregantes: Las bacterias, hongos e insectos, que cierran el círculo del ecosistema al descomponer los cadáveres de productores y consumidores, reintegrando sus componentes químicos al ciclo vital para su reutilización por las plantas.

Este esquema ontogenético (a nivel de individuos) de la situación actual es el resultado de un proceso filogenético (a nivel de especies) de duración incalculable. Tras la aparición de la vida en su forma más simple, se produce la transformación de materia orgánica en dióxido de carbono que permite la elevación de la temperatura. Se inician entonces los procesos fotosintéticos que reconvierten el dióxido de carbono en sustancias necesarias a todo metabolismo viviente. La obtención del oxígeno permite la formación de una capa protectora contra los rayos ultravioleta que posibilita la aparición de una existencia

orgánica no estrictamente submarina como hasta aquel momento, lo que trae consigo una explosión de vida que cubre el planeta de espacios vegetales y animales.

El paso trascendental de todo este sistema se produjo al romperse sin retorno el proceso por el que la energía debía ser extraída irreversiblemente de las reservas geoquímicas de materia orgánica. Al lograr la conversión de dióxido de carbono y sales minerales en nueva vida orgánica, el sistema ecológico consiguió su estabilización pasando de un proceso lineal fatalmente autodestructor a un sistema circular autosuficiente.

Esta armonía delicada no ha sido respetada por el hombre. Toda su acción se ha orientado a simplificar los ecosistemas y a canalizar sus producciones en un sentido estrictamente antropomórfico. Ha tendido a separar los elementos múltiples que se encuentran en el origen de la riqueza de los hábitats naturales (por ejemplo las aguas saladas, las aguas dulces y las tierras pantanosas costeras, uno de los medios de mayor productividad orgánica del mundo). El hombre por este hecho ha comprometido incluso gravemente la conservación de ciertos hábitats, ligados íntimamente en su complejidad.

Progreso y desarrollo fueron considerados hasta ahora como incuestionables. Su prioridad había hecho acallar todas las posibles divergencias incluso políticas e ideológicas. Regímenes opuestos los habían transformado en el nuevo dogma laico. Y, sin embargo, incluso en las alturas presidenciales de la superindustrializada América y por alguien no precisamente ecologista se empezó a reconocer tímidamente que no era un dogma infalible: *"El crecimiento demográfico, la urbanización, la explosión tecnológica y los esquemas del crecimiento económico han contribuido a nuestra*

*crisis ambiental. Aunque el progreso ha traído extraordinarios beneficios, no ha sido acompañado por suficientes esfuerzos previsores para encauzar su desarrollo". ( Mensaje del Presidente Nixon al Congreso de los Estados Unidos. Agosto 1970).*

La toma de conciencia por parte de una generación con respecto al problema ambiental considerado a nivel planetario no ha de expresarse con alarmismos apocalípticos. Consiste ante todo en el examen sereno de la vasta degradación que ha perpetrado el hombre en su entorno durante sólo un siglo de industrialización técnica, resultado que apenas había logrado iniciar en los centenares de milenios de su historia anterior.

Esto lleva consigo un cambio paulatino en la escala de valoraciones a aplicar sobre la esencia de la civilización industrial.

Durante algún tiempo los montones de minerales y residuos industriales fueron la gloria de las zonas que se consideraban a la cabeza del progreso. Hoy día este espejismo está superado, ya que se es consciente de que las innovaciones tecnológicas así como los nuevos productos químicos, medios de transporte, técnicas médicas o procesos industriales pueden representar un peligro para el hombre. El ritmo de la innovación tecnológica ha crecido tan vertiginosamente que sobrepasa la posibilidad de controlarla, de tal forma que el producto cuantitativo de la acción humana está invadiendo y estructurando el aspecto cualitativo de su vida, llegando con frecuencia a destruirlo. Por tanto esta tecnología tiene que prever perfectamente de ahora en adelante todas las posibles consecuencias directas e indirectas de su progreso.

Además, este proceso de boicot sistemático de la Tierra, se va incrementando en

profundidad y rapidez. Cualquier hombre que viva hoy sobre el planeta, no tiene que recurrir para constatarlo a los historiadores ni a las hemerotecas.

El corto periodo (desde el punto de vista de la historia geológica) de nuestra propia vida, nos permite ser testigos del abuso cada vez más alocado que la especie humana perpetra sobre la biosfera, que en realidad constituye la única plataforma apta para su supervivencia.

## EL PROBLEMA INTEGRAL.

La degradación de la biosfera es el interrogante más grave que tiene planteado la humanidad. Los problemas más acuciantes tales como las diferencias entre naciones ricas y pobres, la insolidaridad internacional y las innumerables guerras localizadas son como asuntos de familia que no atañen más que a nuestra generación. En cambio la preservación del soporte geobiológico de la vida del hombre irrumpe brutalmente en la historia futura de la especie humana en su conjunto. Ningún conflicto y ninguna injusticia social pueden incidir en la supervivencia global del hombre como especie biológica a un nivel tan radical como la degradación ecológica. Ni siquiera la guerra nuclear, ya que la victoria militar atómica no exigiría más allá de la aniquilación de todos los centros neurálgicos de una nación.

Se perfila por tanto como amenaza global de la supervivencia de la raza humana una descompensación apocalíptica del equilibrio ecológico, ya sea desencadenada en un proceso multiplicador irreversible, ya sea por una convergencia de causas, potenciándose mutuamente y confluyendo en un punto débil que haga estallar todo el equilibrio armónico de la biosfera.

Este problema, sin embargo, no debe arrastrar a una angustia escatológica e irracional que no conduce más que a evadirse de él, por ser psicológicamente imposible de soportar. Sólo una visión seria y serena, que abarque además a las generaciones que nos van a relevar y cuyo único soporte geobiológico estamos nosotros usando en préstamo, puede llevarnos a una acción responsable.

## MUERTE SILENCIOSA.

La palabra apocalíptico no debe hacernos pensar en una catástrofe repentina e instantánea. La degradación ambiental es algo oculto y sobrio en la mayoría de los casos. La Naturaleza crece y se extingue en silencio y sin estertores.

Los casos espectaculares (mareas negras, peces muertos, etc.) son proporcionalmente muy raros en comparación con los millones de muertes, envenenamientos, esterilizaciones, podredumbres, aniquilamientos y erosiones que se realizan sin boqueadas ni palpitos. La vida es esencialmente un proceso autónomo. Hasta cierto punto se pueden controlar negativamente los organismos, condicionándolos o confinándolos; pero se los destruye, si se exagera la presión.

Un ejemplo de la cara oculta del problema es posible verlo claramente incluso en la destrucción vegetal actual más desgarradora: la de la selva tropical del Amazonas. Por una parte está el lado visible de la tala: 150 mil hectáreas anuales de árboles son abatidos (un tercio de la superficie de España). Pero además, y este es el proceso verdaderamente terrible, después de la deforestación, en un decenio, se erosiona la capa vegetal y los terrenos se hacen improductivos.

Similar es el fenómeno de la desertización, asustante en toda la cuenca del Mediterráneo, por ejemplo. Esa delgadísima capa fértil de la biosfera, formada durante millones de años, va desapareciendo irreversiblemente en pocos decenios debido a la urbanización, sobreagricultura, incendios, etc.

No puede haber mejor símbolo de esta muerte silenciosa, que el comentario que existe en el Zoo de Bronx en Nueva York. En cada una de sus 225 lápidas está grabado el nombre de una especie animal que se ha extinguido en los tres últimos siglos, desde la tortuga gigante hasta el pato del Labrador. Se calcula que de por lo menos 170 de estos exterminios es el hombre el causante.

El "homo faber" o su versión moderna, el "homo technocraticus", debe ceder nuevamente su lugar al "homo sapiens".

## LA INVASION HUMANA.

Aun sin contar con el maquinismo técnico que centuplica el poder del hombre para hendir, domeñar o aniquilar la naturaleza, aun sin la dinámica civilizadora occidental basada en el poderío y la subyugación, la especie humana podría terminar con la biosfera por pura esquilación. Ninguna plaga, ni de lejos, se ha abatido sobre la corteza terrestre como la invasión humana. Aun sin tecnología, aun sin voluntad de dominación, la langosta humana esquilmaría todo resto de vida vegetal y animal en poco tiempo.

Para enfrentarse con el problema de la explosión demográfica es necesario dejar a un lado toda actitud emocional. Hay que analizar serenamente las cifras y examinar las

tendencias y a dónde conducen en el próximo futuro.

Algo va mal en la especie humana. Si observamos los periodos de tiempo que la humanidad ha empleado para producir 1.000 millones de habitantes veremos que ha necesitado, como poco, unos 500.000 años para llegar al primer millar de millones, cien años para el segundo, 30 años para el tercero, quince años para el cuarto millar de millones...

Por otro lado, dado que uno de los primeros puntos esenciales de la revolución ambiental debe ser el intento de primacía de lo cualitativo sobre lo cuantitativo, no es correcto plantear el problema demográfico sólo en el terreno de los recursos materiales. El equilibrio síquico humano exige también un cierto nivel de intimidad e independencia. Todas las experiencias de sicología animal a este respecto son reveladoras. Examinados en el laboratorio, los animales encerrados en jaulas superpobladas llegan a extremos de agresividad radical y a crisis de locura.

La calidad de la vida humana no irá sino deteriorándose en este sentido. La especial excitabilidad de los habitantes de las zonas urbanas superpobladas marca el estado hacia el que caminan estratos de población cada vez más extensos: México o El Cairo, por ejemplo.

*"Dentro de veinticinco años sólo los muy ricos podrán esperar vivir con la dignidad que conceden la tranquilidad y la intimidad. Lo mismo que la densidad de población racionará nuestras existencias de alimentos, existirá también un límite a la tolerancia del espíritu humano, llegándose al estancamiento social y cultural, o a la desaparición de la compasión, de la moralidad y de la dignidad del hombre".* (Hugo Fisher. "Moment in the sun", pg. 215).

## RACIONALIDAD HUMILDE.

La noción fundamental que la ecología ha extraído del complejo de la biosfera es el sentido interrelacional y cíclico de todas sus conexiones.

Una primera consecuencia debería por tanto inducir al hombre a ser más cauto en sus intromisiones en esos procesos encadenados y en sutil equilibrio. El examen esquemático del ecosistema de las aguas interiores muestra la importancia de todos los factores, no siendo posible actuar sobre uno de ellos sin perturbar gravemente todo el ciclo. Examinando una laguna, por ejemplo, se ve que el organismo más complejo e independiente es un pez que se alimenta del plancton vegetal y animal. Al morir el pez, los microorganismos del agua lo desintegran en minerales básicos, necesitando oxígeno para el proceso. El plancton vegetal tendrá la misión de ir reponiendo ese oxígeno pero necesitando esos minerales como elemento nutritivo propio. El plancton animal se nutrirá del plancton vegetal, alimentando ambos al pez y completándose así el ciclo, esquemáticamente reconstituido.

Cualquier cambio que el hombre introduzca con su tecnología, aun con las mejores intenciones, puede producir un colapso de todo el sistema ecológico. La Presa de Asuán fue realizada primordialmente para lograr nuevas zonas regables y conseguir una producción de energía eléctrica suficiente para el país. Sin embargo, y sin que se hubiera previsto, ha cambiado todo el milenar sistema de vida del valle del Nilo al retener una gran parte del limo fertilizante de sus aguas. Ha producido, además, un caos aún más imprevisible en la industria pesquera de alta mar. El Mediterráneo es un mar pobre en sustancias nutritivas

excepto en su extremo oriental donde el Nilo arrojaba sus ricos fangos orgánicos. La industria sardinera egipcia producía 18.000 toneladas anuales, representado casi la mitad de sus pescas en el mar. Al ser retenido gran parte de ese limo por la presa, la sardina, falta de alimento, se ha hecho más escasa y la producción de la industria sardinera ha descendido drásticamente a 500 toneladas.

El caso de Asuán se refiere a una acción humana llena de buena voluntad hacia el entorno y que sin embargo produce daños irreparables. ¡Que sucederá cuando el hombre se dedique con todo su potencial a destruir sistemáticamente la naturaleza!. El neologismo "ecocidio" debe ser entonces empleado con toda justicia. Este es el concepto que debe ser aplicado por ejemplo a la guerra química y de defoliantes en Vietnam, donde se procuró la destrucción del paisaje, medios de vida, y en consecuencia la vida social de la población. No hay en la historia ningún precedente a este conflicto que conduce a la destrucción de un país, de su suelo, de su fauna, de su flora, y como final lo que se pretendía: el de su misma población.

Lo más desconcertante, sin embargo, es que una vez que el hombre ha irrumpido en un sistema desarticulándolo, produce nuevas distorsiones imprevisibles al pretender equilibrarlo de nuevo. Esto no puede extrañar dada la complejidad, la inestabilidad y los largos milenios que tardó todo ecosistema en encontrar su propia armonía.

Un ejemplo esclarecedor lo constituyen los cambios en la población ictiológica que se producen en los Grandes Lagos, entre los Estados Unidos y Canadá, al terminarse el canal Welland que permitió a la lamprea acceder a ellos. Hasta entonces la trucha constituía el centro de la industria pesquera de los lagos, pero hacia 1955 ésta había desaparecido a causa

de la proliferación de la lamprea. Al desaparecer la trucha, los pequeños peces que estaban bajo el control de ese pez predatorio, proliferaron en extremo. El arenque, muy agresivo, dominó a todas las especies, reduciéndolas casi a la extinción, llegando a ser tan numeroso que por la incapacidad de lograr alimento moría frecuentemente en masa, pudriéndose en las orillas con gran perjuicio para los habitantes ribereños.

El hombre intentó devolver el equilibrio ecológico tratando de controlar la lamprea en los años 50 y 60 aclimatando a los lagos el salmón a partir de 1965. Este se multiplicó enormemente por constituir su alimento base el arenque, y en 1969 se convirtió en una gran fuente de pesca deportiva e industrial. Pero en 1970 grandes partidas de salmón han tenido que ser retiradas del mercado debido a la alta proporción de DDT que había ingerido en los lagos.

## EL HOMBRE ES NATURALEZA.

La irrupción de la nueva noción de ecología como ciencia global de la biosfera ha permitido que el hombre se haga más consciente de su puesto interrelacionado con su entorno. Es más, al estar incluido en ecosistemas de tipo circular, no puede sentirse ni independiente ni señor a nivel geobiológico. Por estar inserto el hombre como un eslabón de las cadenas biológicas, cualquier actuación en ellas, revertirá un día sobre sí mismo. El caso del DDT, es un claro ejemplo.

Se ha descubierto que los insecticidas tienen la particularidad de irse acumulando en los tejidos vivos sin destruirse. Muchos animales lo asimilan y lo van reteniendo en proporciones cada vez mayores; igual le pasa a

las algas que son el alimento de muchos peces. Y en los pájaros cuyo alimento son esos peces se puede llegar a una concentración muy peligrosa.

Un estudio realizado en el lago Clear de California dio las siguientes cifras: en el agua había una proporción de DDT de 2 centésimas partes por millón. Las plantas y animales del lago dieron una cifra de 5 partes por millón, es decir 250 veces mayor. Los peces cuya base alimentaria eran estos organismos animales y vegetales acumulaban en sus tejidos hasta 2.000 partes por millón. Por eso no es de extrañar que hubiera una gran mortandad entre los colimbos que se alimentaban de esos peces. Y todos esos peces y pájaros pueden ser el alimento corriente para el hombre.

En estos procesos cíclicos todos los eslabones son especialmente necesarios. De ahí que sea un error considerar al hombre como en la cúspide de una jerarquía. En la ronda por la supervivencia sigue siendo verdad que el pez grande se come al chico y en la cadena de alimentación la especie humana consume casi a todas las demás mientras que ha logrado prácticamente no ser pasto de ninguna otra. Pero mientras mantenga esta mentalidad de rey de la creación a nivel biológico, no hará más que destruir la armonía del ciclo vital y consecuentemente destruirse a sí mismo al mismo tiempo. El mundo físico no es más que la prolongación de su cuerpo, y él no puede esperar a desnaturalizar o arruinar ese cuerpo externo sin atentar con ello contra la base de su mismo ser en el mundo.

Si el hombre quiere sobrevivir a esta crisis tiene que hacerlo desarrollando una psique ecológica que le permita superar las ilusiones de independencia y superioridad con que ha considerado a la naturaleza, reconociendo que

no sólo está ligado a ella sino que él mismo es naturaleza.

Es desde esta perspectiva desde la que habría que aplicar el derecho ecológico reconocido en nuestra Constitución, aunque quizá esté redactado con una visión demasiado antropocéntrica: *"Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo"*. Artículo 45, 1.

## PANORAMA ACTUAL.

El relámpago de ecologismo fue deslumbrador entre los años 65 y 75, pero esencialmente se concretó en temas que pudiéramos llamar locales por muy amplios que fueran: basuras de los centros urbanos, polución atmosférica de las cuencas industriales, extinción de especies animales, problema de residuos radiactivos, crisis de materias primas no renovables y esencialmente de las energéticas, etc.

Este primer "susto" tuvo sus consecuencias provechosas y una respuesta relativamente preocupada y por tanto rápida. Además la crisis del petróleo del año 73 vino a señalar de forma dramática como las situaciones malas pasaban repentinamente a catastróficas al sobrepasar determinado umbral. El ecologismo se puso de moda y determinadas asociaciones hicieron llegar una seria protesta con respecto a las diversas degradaciones medioambientales, sobre todo en barrios urbanos.

Hay que reconocer sin embargo que esta aminoración del empeoramiento vino impuesta pura y simplemente por la gran recesión económica de la década que siguió al año 73. Haciendo de necesidad virtud el parón del crecimiento económico desaforado, la exigencia

de ahorro de una energía que había quintuplicado su precio, la recesión económica e industrial, etc., etc., llevaron a una cierta templanza que sin embargo ha vuelto a ser abandonada en gran parte en la segunda mitad de los años 80.

Resumiendo al máximo, pues si no estas reflexiones serian interminables, hay que señalar una nueva tipología de problemas globales, esencialmente atmosféricos, absolutamente insospechados, y que empiezan a pender sobre las cabezas de toda la humanidad.

No se trata en absoluto de volver a hacer catastrofismo pero los nuevos problemas ya no se centran en determinadas zonas (algunas costas ultrapoluídas por ejemplo) sino que afectan a la biosfera en general y especialmente a la atmósfera, donde la contaminación es incluso mucho más transmisible que en los mares o en tierra firme.

No citaré más que dos capítulos que por desgracia se han puesto un poco de moda antes de que los hayamos analizado en toda su gravedad: me refiero a la degradación de la capa protectora del ozono y al efecto invernadero que puede trastocar el delicadísimo equilibrio de la temperatura mundial.

## **INVERNADERO.**

Hasta ahora la preocupación se centraba en zonas más o menos amplias de la atmósfera contaminada como, por ejemplo el tristemente famoso "smog" de Londres o Los Angeles y entre nosotros el de Huelva o Avilés. Incluso los más graves, como el que siguió a la contaminación nuclear de Chernobil, dependían de la fuerza y dirección del viento, incidiendo en unas amplias zonas pero no en otras.

Por el contrario los cambios climáticos y de temperatura afectan en la misma proporción a todas las zonas del globo y son prácticamente irreversibles.

Hoy en día ya no hay duda de que el hombre está empezando a cambiar el clima de la Tierra. La historia de los cambios climáticos en el pasado subraya el delicado equilibrio de nuestra atmósfera y las grandes repercusiones que lleva consigo su menor modificación.

Estas pequeñas variaciones pueden producir efectos multiplicadores, por ejemplo sobre el volumen de hielo de los casquetes polares con una incidencia directa en el nivel de los océanos o sobre los climas así como su influjo en gran número de cosechas.

Las posibilidades que tiene el hombre de modificar el clima se pueden centrar en los capítulos siguientes:

12.- Cambiar la proporción de dióxido de carbono quemando combustibles sólidos.

22.- Disminuir la transparencia atmosférica con partículas sólidas o líquidas provenientes de la industria, el tráfico de superficie y las calefacciones, así con el polvo (partículas mayores que los aerosoles), debido sobre todo a prácticas agrícolas no adecuadas.

32.- Alterar las propiedades térmicas de la alta atmósfera debido al número creciente de aviones a reacción.

42.- Calentar la atmósfera quemando profusamente combustibles fósiles y nucleares.

52.- Cambiar las propiedades de la superficie de la tierra en orden a reflejar y devolver las radiaciones solares al espacio, debido a la urbanización o las deforestaciones.

62.- Alterar el ritmo de transferencia de la energía termal entre los océanos y la atmósfera dejando escapar petróleo en la superficie del agua. Estas partículas de petróleo pueden provenir de una combustión incompleta o por escapes de barcos y torres de prospección.

El dióxido de carbono es un regulador termal de la tierra. La energía atmosférica que determina el clima está producida sobre todo por la radiación solar que penetra hasta la superficie terrestre a través de la atmósfera. Esta superficie mantiene su equilibrio termal devolviendo parte de esa energía al espacio en forma de radiaciones de onda más larga. Pero el dióxido de carbono es virtualmente opaco a algunas de estas radiaciones de onda larga emitidas por la superficie. Por tanto cuando aumenta este dióxido se produce un efecto de "invernadero" que hace subir la temperatura terrestre.

## **EL OZONO.**

Por su parte la capa del ozono de la estratosfera protege a la tierra y a los seres vivos, y en especial a los mamíferos superiores, de la radiación de los rayos ultravioletas. Nunca se había pensado que esta capa protectora, sin la cual es imposible la vida sobre la tierra, pudiera empezar a tener fallos y discontinuidades. Todos somos sin embargo contemporáneos de la primera constatación de esta degradación: en 1979, es plenamente datable, se observa en la Antártida por primera vez lo que se ha llamado posteriormente los agujeros del ozono. Y hace 2 años se han empezado a detectar fallos similares en el Artico.

El ozono es destruido por una serie de productos químicos no naturales creados por el

hombre. Como tantas veces sucede en la naturaleza, y ya lo hemos hecho notar, pasado un determinado nivel la degradación de la naturaleza es repentina y muchas veces irreversible. Seguimos fabricando en cantidades cada vez mayores esos productos químicos. ¿Qué puede pasar?.

Las consecuencias más nefastas de los rayos ultravioletas cada vez menos tamizados son el ataque a los genes, distintos tipos de cáncer, en especial de piel, una disminución del crecimiento de las cosechas y una degradación de los organismos que están en los primeros eslabones de la cadena alimentaria.

Son precisamente los gases de la prosperidad y del desarrollo los que están atacando a la capa protectora del ozono. Los famosos clorofluorocarbonos empleados esencialmente en los acondicionadores de aire, neveras y todo tipo de aerosoles y sprays. En tierra se trata de composiciones inertes y sin peligro, pero en cuanto son arrojadas a la atmósfera cada molécula de cualquiera de estos cloro-fluorocarbonos asciende hasta la alta atmósfera y allí los átomos de cloro pasan de inertes a activos (ácido clorhídrico, monóxido de cloro) y atacan al ozono.

Se han iniciado tímidos intentos de solución con acuerdos de recortes de un 10 ó un 20 por ciento en la producción de estos gases. De todas formas estas reducciones, aun cumpliéndolas, no impedirán que de aquí a final de siglo estos gases tripliquen su presencia en la atmósfera sin saberse bien cual será la proporción del ozono destruido.

## EPILOGO.

La esencia de la civilización occidental y en especial de la europea ha sido siempre la propia autocrítica y, con ella, la fe y el deseo de progreso.

Hoy día, anquilosadas en parte las salidas ideológicas, son las perspectivas ecologistas las que están ejerciendo esa autocrítica esencial a nuestro espíritu.

La perspectiva ecológica cuestiona seriamente nuestro concepto de desarrollo y es la única que ha dado nacimiento (en un abanico político más bien inerte) a los únicos nuevos partidos (los partidos verdes) que rompen además el esquema lleno de inercia de izquierdas y derechas.

Son estas nuevas ideas las que están creando vectores que serán esenciales en esta nueva civilización que hemos llamado ecológica y que esta en ruptura con alguno de los valores esenciales en occidente desde el Renacimiento, tales como la noción de progreso o el dominio de la Naturaleza y sus leyes.

La situación parece ser tan grave que incluso los jefes de los ejecutivos de las naciones más desarrolladas han mostrado un susto repentino en los últimos meses.

La escalada de la preocupación ha cristalizado en la conferencia de La Haya de mediados de marzo de 1989 donde 24 jefes de Estado o de Gobierno se han reunido para tratar de la llamada cumbre sobre la protección de la atmósfera del globo y han firmado un acuerdo final que ha aparecido como publicidad de grandes anuncios de todos los periódicos nacionales con el nombre de "Declaración de La

Haya" y con el slogan genérico de "nuestro país es el planeta".

No puede uno impedir un cierto escepticismo al oír las frases bellas y rotundas de las declaraciones en él contenidas. Pero dándoles todo el valor intrínseco que tienen en sí, dejando aparte quienes las digan y en qué condiciones las dicen, pueden servir de colofón a estas reflexiones y al mismo tiempo de programa de trabajo para todos los que se interesan por los problemas de la supervivencia y calidad de vida de la especie humana, ahora y en las próximas generaciones:

*"Estudios científicos fiables han demostrado la existencia y alcance de peligros considerables vinculados en particular al caldeoamiento de la atmósfera y al deterioro de la capa de ozono".*

*"De acuerdo con los conocimientos científicos actuales, las consecuencias de estos fenómenos pueden perfectamente poner en peligro los sistemas ecológicos así como los intereses más vitales de toda la humanidad".*

*"Dado que el problema afecta a todo el planeta, sólo pueden concebirse soluciones de carácter mundial".*

*"La mayoría de las emisiones que afectan hoy a la atmósfera tienen su origen en las naciones industrializadas".*

*"La comunidad internacional y, especialmente, las naciones industrializadas, tienen la obligación particular de ayudar a los países en vías de desarrollo, que se verán afectados negativamente por los cambios en la atmósfera, aunque la responsabilidad de muchos de ellos en el proceso pueda ser hoy en día solo marginal".*

*"Los países signatarios reconocen y se*

*comprometen a promover los siguientes principios: ...".*

Estos principios ya son harina de otro costal. A veces suenan solo a buenas intenciones, que no se sabe como se van a concretar. Como punto final quedémonos pues con las serias reflexiones de los 24 jefes de estado o de gobierno que han aparecido respaldadas con sus firmas, en los anuncios de prensa; cumplámoslos nosotros y exijámosles (por los medios que nos sean posibles) su cumplimiento en favor de nuestro delicado y silencioso planeta azul.

# ENFERMEDADES DE TRANSMISION HIDRICA

MARIA PILAR GONZALO VICENTE  
Profesora Titular Interina de Microbiología  
Colegio Universitario Soriano

## 1.- NECESIDADES HUMANAS DEL AGUA.

Paradójicamente, aún a pesar de que la cantidad de agua existente en el mundo permanece prácticamente constante y ser el elemento químico más abundante en la naturaleza, su creciente demanda en los asentamientos humanos es cada día más difícil de atender en base a dos razones fundamentales. La primera dificultad nace del hecho de que, si bien, las 3/4 partes de la superficie terrestre están ocupadas por agua, sólo aproximadamente el 1% constituye la reserva de agua dulce teóricamente utilizable por el hombre. Pero aún así, el principal problema radica en la disponibilidad de agua de calidad adecuada para sus numerosos usos y aplicaciones.

Hoy, los abastecimientos de agua se consideran por parte de todos los países como inversiones básicas de interés general, en el sentido de que posibilitan actividades humanas e industriales que influyen en la tasa de crecimiento económico y la Salud Pública.

La Carta Europea del Agua comienza diciendo

*"No existe vida sin agua. El agua es un bien precioso, imprescindible a todas las actividades humanas".*

El hombre necesita del agua para satisfacer

sus necesidades primarias, tanto en el aspecto estructural como dinámico, además de las domésticas, municipales, agrícolas, ganaderas e industriales. Sumadas estas necesidades arrojan resultados que rebasan los 900 litros por persona y día, con clara tendencia a un incremento paulatino dependiente del desarrollo industrial y elevación del nivel de vida.

Teniendo en cuenta las necesidades primarias, y desde un punto de vista fisiológico, el agua debe ser considerada como un alimento y mecanismo de disolución y transporte de una gran variedad de sustancias necesarias para el organismo o bien de productos catabólicos que han de ser eliminados a fin de mantener su isotonia. La regulación del metabolismo del agua y electrolitos por la sensación de la sed y actividades hormonales permite que el volumen de agua del organismo sea prácticamente constante, aún existiendo pérdidas definitivas a través de la piel, pulmones, orina y heces. Hecho que nos obliga a un intercambio con el medio ambiente y que de ordinario supone la ingesta de unos dos litros diarios de agua. Es a través de este intercambio cuando, fundamentalmente, surge la posibilidad de que el agua actúe como un vehículo transmisor de enfermedades por dos razones fundamentales:

- La posible incorporación de agentes biológicos que pueden sobrevivir, difundirse y llegar al hombre por mecanismos directos e indirectos.

- Sus propiedades le permiten formar disoluciones que pueden determinar la entrada en el organismo de sustancias inorgánicas u orgánicas peligrosas.

La O.M.S. calcula que alrededor de 500 millones de personas al año contraen enfermedades incapacitantes transmitidas por el

agua o relacionadas con ella, de las cuales más del 50% ocurren en la población infantil.

## 2.-CONTAMINACION DE LAS AGUAS.

### 2.1 GENERALIDADES.

La polución ambiental es uno de los resultados negativos del desarrollo de las sociedades y civilizaciones modernas. La polución industrial, el crecimiento demográfico condensado en áreas geográficas limitadas y los residuos de toda índole figuran entre las principales causas de polución, en especial de las aguas superficiales.

La polución o contaminación es un proceso de alteración de los equilibrios físicos, químicos o biológicos del agua que son los responsables de su calidad. Alterar la calidad del agua, hecho que ocurre principalmente a través de actividades del hombre, la hace impropia y peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, lo cual significa atentar contra la vida del hombre y los restantes seres vivos que dependen de ella. De ahí, la imperiosa necesidad de vigilar y conservar la calidad del agua en los niveles apropiados para los usos previstos y, en especial, satisfacer las exigencias de Salud Pública.

La influencia de la contaminación de las aguas sobre la salud, depende del desarrollo tecnológico y sanitario. En países con elevado nivel sanitario y alto desarrollo industrial la contaminación por sustancias químicas es preocupante (1) pues de su comportamiento en el organismo, aunque a veces es todavía desconocido, se derivan consecuencias patológicas cada vez más alarmantes cuyo paradigma

es el cáncer. En aquellos otros países subdesarrollados ocurren con una mayor incidencia las enfermedades trasmisibles del grupo hídrico, reapareciendo, en determinadas situaciones, afecciones erradicadas temporalmente.

En cualquier caso, pueden presentarse brotes epidémicos hídricos como consecuencia de accidentes o negligencias en la necesidad ineludible de un riguroso control y adopción de medidas permanentes, de acuerdo con las normas oficiales de cada país, siguiendo en general las directrices de la O.M.S. (2).

Haciendo referencia al origen de la contaminación distinguiremos una polución física, una contaminación química y una contaminación microbiológica, sobre la cual desarrollaremos más extensamente ciertos aspectos (3, 4, 5).

## ***2.2 POLUCION FISICA.***

Suele ser consecuencia del aporte de residuos que provocan un aumento de la turbidez, materias en suspensión, de la temperatura y radioactividad y que, aparte de los efectos químicos directos, por diferentes motivos suele determinar una disminución del oxígeno disuelto en la masa del agua con la consiguiente alteración de los mecanismos de autodepuración. Su importancia, desde el punto de vista sanitario depende de la naturaleza y proporcionalidad de las sustancias que causen dichas alteraciones (6).

## **2.3 CONTAMINACION QUIMICA:**

### **SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD.**

Este tipo de contaminación constituye una causa importante de la disminución de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, debido a los procesos de disolución que se producen con las partículas sólidas en suspensión y con el suelo por el que discurren o por el aporte directo de vertidos y la llegada por filtraciones de sustancias nocivas, algunas de las cuales al no ser fácilmente degradables presentan una acción persistente (3, 6).

La presencia de estos polucionantes químicos en el agua, a parte de afectar al hombre de un modo directo a través de la ingesta de esas aguas o de sus actividades recreativas, pueden incidir indirectamente sobre su salud ya sea perturbando los ecosistemas acuáticos o por acumulación, a concentraciones muy superiores a las existentes en el agua, en los tejidos de ciertos organismos utilizados en su alimentación (3).

Desde el punto de vista sanitario, todavía se sigue desconociendo la acción residual que sobre el organismo humano pueden ejercer algunos componentes y la experiencia de que se dispone resulta insuficiente para evaluar la importancia de la ingesta de agua en la dieta de estos compuestos, debido a que el aporte más representativo suele estar en los alimentos. Otro hecho a destacar sería que sus efectos, en todo caso, dependen más bien de una persistente ingesta de aguas en las que la concentración de los contaminantes es elevada.

Teniendo en cuenta las acciones que las

distintas sustancias químicas pueden ejercer sobre la fisiología humana, podemos establecer los siguientes grupos:

A).- Sustancias habitualmente presentes en el agua pero que por encima de ciertos límites pueden presentar un riesgo para la salud. A modo de ejemplo, y siendo el contenido de nitratos en aguas superficiales no contaminadas raramente superior a 5 mg/l, el consumo de agua con niveles elevados de nitratos puede ocasionar dos peligros sanitarios: La metahemoglobinemia infantil y la formación de carcinógenos. En ambos casos, el poder reductor de la flora intestinal origina el paso de nitratos a nitritos, los cuales, tras su paso a sangre, pueden o bien transformar la hemoglobina en metahemoglobina o, tras reaccionar directamente con aminos de los alimentos ingeridos formar nitrosaminas y nitrosaureas con poder carcinógeno comprobado.

B).- Sustancias que en débiles cantidades son necesarias para el organismo humano pero que por encima de ciertos límites resultan tóxicas o perjudiciales. Existe una correlación entre ciertos desórdenes orgánicos como trastornos gastrointestinales, lesiones hepáticas, caries dental durante los primeros años de vida, dermatitis, síntomas artríticos y alteraciones en la gestación con una elevada ingesta de selenio. Igualmente, se ha demostrado que cuando la concentración de fluoruros en el agua de bebida es inferior a 0,5 mg/l, la incidencia de casos de caries dental aumenta. No obstante, cuando la concentración en el agua sobrepasa los 2-3 mg/l, debido a su efecto acumulativo y preferentemente en la población infantil, puede ocasionar fluorosis con riesgo de lesiones óseas: En los niños produce el esmalte moteado y en fases más avanzadas la osteoesclerosis y una mayor densificación de las estructuras óseas.

C).- Sustancias cuya presencia puede hacer el agua no apta para el consumo debido a que alteran las características organolépticas (fenoles, Manganeso, grasas, etc.). En general, teniendo en cuenta que pequeñas cantidades de estos compuestos son suficientes para proporcionar olores y sabores desagradables, incluso intensificados con la cloración, y su posibilidad de degradación en el organismo, los riesgos sanitarios derivados de la ingesta de estas aguas suelen ser poco frecuentes. No obstante, en cuanto al manganeso como oligoelemento es esencial para el organismo, pero a concentraciones elevadas resulta tóxico. La intoxicación crónica por ingestión continua y prolongada de aguas que presentan concentraciones superiores a 0,05 mg de Mn/l o de animales acuáticos que tienen tendencia a acumularlo en proporciones elevadas (hasta 30 mg Mn/kg), origina un deterioro progresivo del sistema nervioso central y, a veces, alcanza el sistema piramidal ocasionando una letargia y síndromes de tipo parkinsoniano.

D).- Sustancias tóxicas cuya sola presencia determina un riesgo para la salud (Mercurio, plomo, arsénico, cadmio, cianuro, hidrocarburos aromáticos policíclicos, etc.).

Respecto a los metales pesados, la principal fuente de contaminación procede de los vertidos industriales, la agricultura y de los sistemas de conducción de las aguas. La abundante información suministrada al respecto nos indica que los riesgos sanitarios reales de intoxicación humana radican fundamentalmente en la ingesta de alimentos, por la gran tendencia a acumularse en los lodos y en todos los eslabones de la cadena trófica acuática (Plantas, microorganismos, crustáceos, moluscos y peces) aún a pesar de que su presencia en las aguas superficiales sea mínima. Las principales manifestaciones clínicas ocasionadas por estos compuestos van desde alteraciones hemáticas,

trastornos de la musculatura lisa, litiásis renal y cáncer de próstata hasta afecciones del sistema nervioso periférico y central.

## **2.4 CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA: EFECTOS SOBRE LA SALUD.**

Las aguas superficiales y las subterráneas poco profundas (freáticas) contienen gérmenes diversos, procedentes en su mayoría del suelo y de las plantas, así como del aire y de las excretas de los seres vivos (7, 8).

Sin embargo, como consecuencia de los fenómenos de autodepuración, son los microorganismos que podríamos considerar habitantes normales o flora autóctona los mayoritariamente representados. En menor cuantía, y de manera transitoria, pueden encontrarse posibles oportunistas y ciertos patógenos estrictos que son eliminados a través de las excretas del hombre y los animales, como consecuencia de un estado de infección o de portador sano.

Por diversos motivos (Figura 1), pueden llegar a contaminar el agua de bebida y de recreo o los alimentos regados con ella y a través de sus ingestas (*Salmonella*, *V. parahaemolyticus*, *VHA*) o contacto con la piel y mucosas durante el baño (Adenovirus tipo 3, amebas limax y leptospiras) pueden llegar a afectar al hombre, cerrándose el ciclo entero-hídrico-entérico característico de las enfermedades de transmisión hídrica (Figura 2), las cuales plantean diversos problemas clínicos y epidemiológicos (Tabla 1).

Del mismo modo que la presencia de microorganismos patógenos en el agua y/o alimentos guarda una relación causa-efecto con la aparición de casos de estas enfermedades,

aunque no existe una relación fija y constante entre el número de microorganismos indicadores de contaminación fecal y la presencia de estos patógenos, un nivel máximo del indicador, variable según el uso a que se destine el agua, puede representar un criterio de seguridad aceptable para la salud (9).

Aunque, en general, cualquier agente patógeno puede llegar al agua y propagarse por esta vía, solo un reducido número tendría posibilidades de llegar con el agua a dosis suficientes para producir la enfermedad. Esto explica que las infecciones y epidemias hídricas (fiebres tifoparatíficas, disentería bacilar, cólera, hepatitis infecciosa, etc.) se producen cuando no media mucho tiempo entre el momento de la contaminación del agua y su consumo.

La transmisión por el hielo es semejante, por ser el frío, en general, un buen conservante de gérmenes.

A parte de esta intervención del agua como vector inanimado de enfermedades, también interviene favoreciendo el desarrollo de artrópodos (Glossina, Anopheles, Culex, Chytops, Simulium, etc.) que actúan como vectores activos de enfermedades, en este caso menos frecuentes en nuestro medio, como la tripanosomiasis, paludismo, filariasis, etc. y de moluscos, crustáceos, plantas, peces y batraceos que actúan como hospedadores intermediarios de agentes patógenos para el hombre como ocurre en el caso de las distomatosis, esquistosomiasis y la esparganosis (10, 11, 12). A modo de ejemplo, en la Figura 3 se representa un esquema general del ciclo biológico de los *Trematodes*.

### 3. EL AGUA COMO VECTOR INANIMADO.

#### 3.1 TRANSMISION ORAL.

El agua como vector inanimado puede transportar agentes etiológicos de enfermedades de localización extraintestinal o intestinal a las cuales, por vía oral, pueden llegar directamente y tras su multiplicación intestinal producen un síndrome diarréico (*E. coli*, *Salmonella* sp, *Vibrio*, Rotavirus, *Cryptosporidium*, etc.) o bien, tras su ingesta, el germen se multiplica en formaciones linfáticas faríngeas o de la mucosa intestinal y tras su paso a sangre afectan diversos órganos y tejidos (Hígado, SNC.) como ocurre en el caso de las enfermedades producidas por poliovirus, virus de la hepatitis tipo A (VHA) y fiebres tifoparatíficas.

Refiriéndonos a los cuadros de gastroenteritis o enterocolitis, son numerosos los microorganismos causantes (Tabla 2). En la trascendencia del proceso interviene no solo la patogeneidad del agente sino la respuesta particular de cada huésped y de su propio ecosistema microbiano (13).

#### 3.1.1 DEFENSAS ENTERICAS DEL HUESPED.

De los muchos mecanismos defensivos del huésped que se oponen a la colonización, adhesión y proliferación de los patógenos entéricos señalamos :

##### A).- LA HIGIENE.

La dosis infectiva que puede ser pequeña para unos, *S. typhi* y *Shigella* (10 -100 gérmenes) debe ser elevada (10.000 - 100.000.000) para otros (*V. cholerae*, *E.*

*coli, Salmonellas* p). La higiene del huésped, al reducir o eliminar el número de microorganismos ingeridos, es de primordial importancia como primera medida defensiva contra la infección.

**B).- FACTORES INTESTINALES MECANICOS,  
CELULARES Y QUIMICOS.**

A parte del peristaltismo intestinal como mecanismos de eliminación de microorganismos y la descamación normal de las células epiteliales intestinales, la capa de mucina que protege de la adhesión de determinados patógenos, la acidez gástrica junto con la bilis que puede inactivar virus con membrana de envoltura son mecanismos eficaces para impedir el desarrollo de un gran número de patógenos.

**C).- FLORA MICROBIANA INTESTINAL NORMAL.**

La alteración de la flora intestinal normal permite reducir la dosis infectante. El motivo podría ser la mayor facilidad que estos tienen para colonizar el tracto intestinal, ya que las bacterias comensales se encuentran adheridas a las células epiteliales dificultando la anidación de patógenos.

**D).- FACTORES CITO HUMORALES ESPECIFICOS E  
INESPECIFICOS.**

En el intestino existen anticuerpos que dirigidos frente a diferentes constituyentes bacterianos o sus toxinas tienen efecto bactericida opsonizante o neutralizante.

El hierro, captado por los sideróforos bacterianos, estimula el crecimiento y virulencia de algunas bacterias, así como inhibe enzimas que destruyen bacterias fagocitadas (14). Factores que se oponen a este efecto son la lactoferrina y transferrina, que compiten eficazmente con los sideróforos

bacterianos en fijar hierro.

### **3.1.2 FACTORES MICROBIANOS.**

Los notables avances en el estudio de los factores de patogenicidad permiten estudiar las afecciones entéricas desde un punto de vista etiopatogénico. Entre estos factores señalamos:

#### **A).- LA MOVILIDAD Y PRODUCCION DE FERMENTOS.**

*V. cholerae*, por ejemplo, es una bacteria activamente móvil que llega a la célula intestinal muy fácilmente, aunque, sin duda, favorecida por la producción de mucinasa que destruye eficazmente la película mucosa protectora.

#### **B).-FACTORES DE COLONIZACION.**

Los *E. coli* enteropatógenos (EPEC) se caracterizan por adherirse íntimamente a la mucosa del intestino delgado y grueso produciendo una destrucción del borde apical de los enterocitos. La lesión producida es superficial y no va seguida de invasión de la mucosa y se relaciona con la presencia de un plásmido conjugativo de 50 a 70 Md. que codifica o regula la síntesis de un factor de adherencia (15).

Epidemiológicamente son cepas que pertenecen a determinados serogrupos clásicos (16), no producen toxinas y están asociadas preferentemente a la producción de diarrea infantil endémica. En España, la incidencia de coprocultivos positivos para estas cepas se cifra entre un 0,5% a 4,5% (17, 18, 19).

Además, los factores de colonización resultan esenciales para que las enterotoxinas

producidas por ciertos microorganismos puedan ejercer la acción patógena sobre las células.

### C).- INVASIVIDAD.

Algunos enteropatógenos tienen especial capacidad para penetrar en las células epiteliales de la mucosa intestinal, donde pueden multiplicarse causando disfunción y muerte celular e, incluso, invadir la lámina propia.

Mientras que *Shigella* sp y los *E. coli* enteroinvasivos (EIEC) excepcionalmente producen bacteriemia y adenitis, las serovariedades gastroenteríticas de *Salmonella* proliferan en la lámina propia y alcanzan los ganglios linfáticos mesentéricos siendo la bacteriemia e infección sistémica infrecuente a diferencia de lo que ocurre en las salmonelas tifoparatíficas.

La capacidad de penetración en las células por parte de *Shigella* está en relación con la presencia del antígeno somático en fase lisa y la de genes que codifican la capacidad de invadir las células epiteliales del intestino grueso y proliferar en ellas. Estos hechos se relacionan con la presencia de plásmidos de 120-140 Md. (15, 20).

Las cepas de *E. coli* (EIEC) producen cuadros disenteriformes clínicamente indistinguibles de los producidos por *Shigella* y su capacidad invasiva está también relacionada con la presencia de plásmidos de igual tamaño (20). Plásmidos de menor tamaño están relacionados con la virulencia en cepas de *Salmonella* (17, 21).

Los datos del Boletín Epidemiológico semanal del periodo 1982-1988 señalan que *Salmonella* sp es el agente bacteriano que se aísla con más frecuencia en los casos de enteritis

declarados en España. Aunque las serovariedades prevalentes pueden variar de unas zonas a otras, *S. typhimurium* y *S. enteritidis* alcanzan la máxima incidencia (17, 22, 23, 24). Por el contrario, la importancia de cepas EIEC como agentes de diarrea endémica es escasa (25) si bien recientemente se ha producido un pequeño brote de toxoinfección alimentaria por una cepa de serogrupo O124 (26). En cuanto a la baja proporción de infecciones producidas por *Shigella* señalar el claro predominio de *S. sonnei*.

Los diferentes virus para producir el síndrome diarréico precisan multiplicarse en las células epiteliales intestinales (27). La penetración se produce de forma pasiva por fagocitosis o fusión con la membrana de la célula epitelial.

En el caso de parásitos como *E. histolytica*, parece que la invasividad está favorecida por la secreción de enzimas histolíticas, mientras que *Cryptosporidium* lo hace de forma similar a los virus (28, 29).

En cuanto a su ocurrencia, los rotavirus son el agente infeccioso que se asocia con mayor frecuencia con la diarrea del niño, siendo la población más susceptible los niños con edad comprendida entre los tres meses y los tres años (30). Además, con cierta frecuencia se encuentran asociados con otros patógenos entéricos y su máxima incidencia de infección se produce en los meses más fríos. Desde que en 1976 se describiese el primer caso de criptosporidiosis humana se ve que la incidencia, aunque baja, es ascendente sobre todo en personas inmunodeprimidas y durante los meses más cálidos y húmedos (31).

#### D).- PRODUCCION DE TOXINAS.

La mayoría de los patógenos bacterianos intestinales producen una o varias sustancias con capacidad de lesionar las células (toxinas citotóxicas) o alterar su funcionalidad (toxinas citotónicas). Entre estos agentes podemos señalar: *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *V. cholerae*, *Shigella* y *Salmonella*. (32).

Sirvan de ejemplo las cepas ETEC que se caracterizan por adherirse a los enterocitos (ver apartado 3.1.2.b) y producir enterotoxinas, termoestables (ST) y/o termolábiles (LT), cuyo efecto sobre la mucosa conduce a una pérdida abundante de agua y electrolitos. No hay invasión de la mucosa y las alteraciones producidas son funcionales y reversibles.

Los genes que codifican la producción de estas toxinas se localizan en plásmidos que se mantienen establemente en determinados serotipos de *E. coli*. Estas bioserovariedades típicamente enterotoxigénicas representan clones particulares que se han difundido mundialmente.

En cuanto a la difusión de cepas ETEC, diversos estudios prospectivos han demostrado que constituyen una causa importante de diarrea en países subdesarrollados (33) pero no parecen desempeñar un papel importante como causa de diarrea endémica en países que tienen buenas condiciones sanitarias, si bien se han descrito algunos brotes epidémicos vehiculizados por agua y alimentos contaminados (34). Las cifras de incidencia en nuestro país son poco importantes (0.6%- 2.6%) (35, 36) lo que no excluye la aparición de brotes epidémicos (37).

### **3.2 TRANSMISION CUTANEO MUCOSA.**

En este apartado nos referiremos a aquellas enfermedades de transmisión hídrica, cuyo principal mecanismo de transmisión es por contacto superficial directo con la piel y mucosas, y cuya acción patógena se localiza a nivel extraintestinal.

En general, la incidencia de estos procesos es muy inferior a la de los anteriormente comentados y en cuanto a su trascendencia, ésta puede variar desde cuadros graves, como la enfermedad de Weil, producida por *Leptospira* la meningoencefalitis amebiana, producida por amebas limax (*Naegleria* y *Acanthamoeba*), pasando por la aparición de casos aislados y brotes epidémicos de legionelosis, hasta algunos casos de micosis superficiales y dermatitis de origen bacteriano como la producida por cercarias existentes en el agua de los ríos y lagunas que ocasionan enfermedades en aves acuáticas (38).

Diversos estudios sobre la presencia de amebas limax en aguas de piscinas demuestran su existencia a lo largo de todo el año (39, 40).

*Legionella pneumophila* puede formar parte de la comunidad microbiana de los ecosistemas acuáticos. Su presencia, asociada o no a brotes epidémicos o casos aislados, se ha demostrado en ríos, lagos, instalaciones de aire acondicionado y de conducción de agua en hoteles y hospitales.

Basándose en una igualdad de serotipos: 1 y 6 e identidad de patrones plásmídicos, trabajos realizados en la región de Cantabria durante 1984, muestran una identidad de cepas de *L. pneumophila* aisladas de aguas superficiales con las aisladas de enfermos hospitalizados y de la red de suministro de agua y del sistema de refrigeración del hospital (41, 42).

Por orden de frecuencia, y seguido de las enfermedades de vías respiratorias, las enfermedades del grupo hídricoalimentario ocupan el segundo lugar de aparición. La disminución del número de casos pasa, entre otras medidas, por la necesidad ineludible de todos de evitar, vigilar y controlar la contaminación de los recursos hídricos.

***"Cuando el agua, una vez utilizada, se devuelve a su medio natural, no debe comprometer los usos ulteriores, tanto públicos como privados, que de ella pueden hacerse".***

***"El agua carece de fronteras. Es un bien común que requiere la cooperación internacional"*** Carta Europea del Agua.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Margalef, R. (1983): Ríos. Limnología pp 711. Ed. Omega. Barcelona.
- 2.- American Public Health Association (1980): Standar Methode for the examination of waster and wastewater. 15th ed. APHA-AWWA-WPCF.
- 3.- González, F. y Caballero, F. (1975): El agua como alimento y elemento imprescindible de la vida rural y urbana. Sustancias químicas contaminantes, tóxicas o indeseables. Medicina Preventiva y Social. Higiene y Sanidad Ambiental, pp 759. Ed. Amaro. Madrid.
- 4.- Piédrola-Angulo, G. y Caballero, F. (1975): El agua como vehículo de infecciones virales, bacterianas y parasitarias. Epidemiología hídrica. Medicina Preventiva y Social. Higiene y Sanidad Ambiental, pp 779. Ed. Amaro. Madrid.
- 5.- Margalef, R.: Simpósium sobre la polución de las aguas. Documentos de investigación hidrológica. Supl. rev. Agua, 1969, nº 7.
- 6.- Vaquero, J. L. (1982): Estudio higiênico-sanitario del aire, el agua y el suelo. Salud Pública pp 165. Ed. Pirámide. Madrid.
- 7.- Guinea, J.; Sancho J. y Parés, R. (1979): Análisis microbiológico de aguas. Aspectos aplicados. Ed. Omega. Barcelona.
- 8.- Vaquero, J. L. (1982): Epidemiología y prevención de los procesos trasmisibles: Enfermedades de transmisión hidricoalimentaria. Salud Pública pp 319. Ed. Pirámide. Madrid.
- 9.- Parés, R.: Estudio de la contaminación fecal del agua. Laboratorio, 1986, 82: 325-354.

- 10.- Volk, A.; Benjamin, D. C.; Kadner, R. and Parsons, T. (1988): Parasitología Médica. Microbiología Médica pp 753. Ed. Interamericana-Mcgraw-Hill.
- 11.- Nash, T. E. (1984): Schistosomiasis: an update. In Leive, L.; Schlessinger, D. (eds): Microbiology. pp 202. Washington D. C., America Society for Microbiology.
- 12.- García-Rodríguez, J. A.; Martín-Sánchez, A. M. y Pérez-Zaballos, M. T.: Incidencia de parasitismos intestinales humanos en la provincia de Salamanca. Rev. Ibérica de Parasitología, 1985, 45:129-139.
- 13.- Levine, M. M.; Kaper, J. B.; Black, R. E. and Clements, M. Z.: New knowledge on pathogenesis of bacterial enteric infections as applied to vaccine developement. Microbiol. Rev., 1983, 47:510-550.
- 14.- Nassif, X. and Sansonetti, P.: Les systemes bacteriens de captation du fer: Leur role dans la virulence. Bull. Inst. Pasteur, 1987, 85:307-327.
- 15.- Hardy, K. (1983). Bacterial plasmids. In Cole, J.A.; Knowles, C.J.; Schlessinger, D. (eds.): Aspects of Microbiology 4. V. Nostrand Reinhold (UK).
- 16.- Edelman, R. and Levine, M. M.: Summary of a workshop on enteropathogenic Escherichia coli. J. Infect. Dis., 1983, 147:1108-1118.
- 17.- Castillo, F. J. y Gómez-lus, R.: Enteritis causadas por enterobacterias. Laboratorio 1986, 82:301-323.
- 18.- Sierra, M.; Latorre, C. y Juncosa, T.: Revisión de los coprocultivos realizados durante un año en un hospital pediátrico. Inmunologika, 1982, III:256-262.

- 19.- Blanco, J. y González, E. A.: Características de los Escherichia coli que causan diarrea en seres humanos. *Enf. Infec. y Microbiol. Clin.*, 1985, 3:145-150.
- 20.- Sansonetti, P.; d'Hauteville, H.; Escobichon, C. and Pourcel, C.: Molecular comparison of virulence plasmids in Shigella and enteroinvasive Escherichia coli. *Ann. Microbiol. (Paris)* I, 1983, 134:295-318.
- 21.- Nakamura, M.; Sato, S.; Ohya, T.; Suzuki, S. and Ikeda, S.: Possible relationship of a 36-megadalton Salmonella enteritidis plasmid to virulence in mice. *Infect. Immun.*, 1985, 47:831-833.
- 22.- Velasco, A. C.; Mateos, M. L.; Mas, G.; Pedraza, A.; Díez, M. y Gutiérrez, A.: Three-year prospective study of intestinal pathogens in Madrid, Spain. *J. Clin. Microbiol.*, 1984, 20:290-292.
- 23.- Jorquera, F.; Bragado, A.; de Castro, M. R.; Pérez, M. R.; Fernández, I. y Alcoba, M.: Estudio epidemiológico de la gastroenteritis aguda por Salmonella en un hospital de León. *Revista de Salud Pública de Castilla y León*. 1988, 1: 343-346.
- 24.- Boletín Epidemiológico Semanal. Del nº 1654, semana 34/1984 al nº 1828, semanas 7-8/1989.
- 25.- Pumarola, A.; Prats, G.; Mirelis, B.; Calaf, A.; Torruella, J.; Jiménez de Aute, M. T.; Salvado, M. y Llorens, E.: Incidencia de E. coli enteroinvasor en nuestro medio. Estudio prospectivo de 14 meses. *Enf. Infec. y Microbiol. Clin.*, 1985, 3:241-242.
- 26.- Espinosa, P.; Usera, M. A.; Echeita, A.; Marne, C. y Segura, F.: Toxiinfección alimentaria por Escherichia coli enteroinvasor,

serogrupo O124. Med. Clin. 1986, 86:236-238.

27.- Loma de la, A.; Bernal, A.; Martín-Aragón, M. V.; Santamaría, I.; García-Sicilia, J.; Ferro, O.; Ortega, F. y Herrera, I.: Aspectos epidemiológicos en la provincia de Madrid de las diarreas infantiles por Adenovirus "difíciles". Infectologika, 1985, VI:184-187.

28.- Tzipori, S.: Cryptosporidiosis in animals and humans. Microbiol. Rev., 1983, 47:84-96.

29.- Ares, M. E.; Villacorta, I.; Bajo, M. T.; Pérez del Molino, M. L. y Balboa, M. J.: Detección de cryptosporidium spp en las ganaderías ovina y porcina gallegas. Rev. Ibérica de Parasitología, 1988, 48:241-244.

30.- Benito, R. J.: Aportación al diagnóstico de las infecciones por Rotavirus. Infectologika, 1983, I:39-52.

31.- Clavel, A. y Castillo, F. J.: Criptosporidiosis. Infectologika, 1986, VII:212-219.

32.- Soriano, F. (1983): Síndrome diarreico. En: Enfermedades infecciosas, Patogénesis y diagnóstico. Perea, J. E. pp 411 ed. Salvat. Barcelona.

33.- Rowe, B.: The role of E. coli in gastroenteritis. Clin. Gastroenterol., 1979, 8:625-644.

34.- WHO. Scientific Working Group: Escirichis coli diarrhoea. Bull. WHO, 1980, 58:23-36.

35.- López-brea, M.; Jiménez, M. C. y Ayarza, R.: Enterotoxigenic E. coli: Incidence in Madrid. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 1982, 76:709-710.

36.- Blanco, J.; González, E. A.; Bernardez, I.; Regeiro, B.: Enterotoxigenic E. coli in

Galicia (North-Wes Spain). Med. Microbiol. Inmunol., 1983, 172:165-169.

37.- Espinosa, P.; Manrique, A. y Loma de la, A.: Brotes intrahospitalarios de diarrea por E. coli enterotoxigénica y enteropatógena. IX Congreso Nacional de Microbiología. Resúmenes de comunicaciones. 1983, I:241-242.

38.- Simón, F.: Dermatitis de los bañistas en ecosistemas acuáticos en Salamanca. Rev. Ibérica de Parasitología, 1983. 43:423-424.

39.- Madrigal, M. J.; Santillana, I. y Martínez, A. R.: Presencia e identificación de amebas limax en el agua de piscinas de Madrid. Rev. Ibérica de Pasitología, 1984, 44:379-386.

40.- González-Cuesta, N.; Arias-Fernández, M. C.; Paniagua-Crespo, E. y Martí-Mallén, M.: Presencia de amebas de vida libre en aguas de piscinas de Galicia (España). Rev. Ibérica de Parasitología, 1987, 47:207-210.

41.- Hierro, F.; Agüero, J.; Rodríguez, L.; Seoane, A. y Mellado, A.: Legionella pneumophila en aguas superficiales de la región Cantabria. Laboratorio, 1985, 80:159-165.

42.- Hierro, F.; Agüero, J.; Rodríguez, L.; Seoane, A. y Mellado, A.: Perfil plasmídico de diferentes serogrupos de Legionella pneumophila procedentes de un ambiente hospitalario. Laboratorio, 1985, 89:77-84.

# **TABLA Nº 1: ENFERMEDADES DEL GRUPO HIDRICO. CARACTERISTICAS EPIDEMIOLOGICAS.**

- 1.- AGENTES ETIOLÓGICOS :**
  - Muy diversos: bacterias, virus, protozoos, helmintos.
  - Poder resistir en el medio más o menos tiempo.
- 2.- MECANISMO DE TRANSMISION PRINCIPAL :**
  - Bucofecal: Directo e Indirecto.
- 3.- RESERVORIO :**
  - Humano y/o animal.
- 4.- INCIDENCIA :**
  - En general alta.
  - Variable en función del área geográfica, agente etiológico a considerar.
- 5.- PREVALENCIA ESTACIONAL :**
  - En general en los meses más cálidos.
- 6.- DISTRIBUCION POR EDADES :**
  - Todas. Algunas con predominio infantil.
- 7.- DIFUSIBILIDAD :**
  - Alta. Relacionada con el grado de higiene ambiental y personal.
  - Pueden aparecer brotes epidémicos.
- 8.- VALOR DEL GRADO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL Y PERSONAL :**
  - Muy alto.
- 9.- FORMAS DE ATAQUE :**
  - Formas clínicas y subclínicas.
- 10.- PROFILAXIS DE DISPOSICION :**
  - Valor discutible y variable según el tipo de afectación.
- 11.- DECLARACION DE LA ENFERMEDAD :**
  - Obligatoria.

# TABLA Nº 2

## ENFERMEDADES DEL GRUPO HIDRICO: PRINCIPALES AGENTES ETIOLÓGICOS.

### A).- EL AGUA COMO VECTOR INANIMADO.

#### A-1).- Transmisión bucofecal.

Bacterias: Escherichia: E. coli.

Vibrio: V. Cholerae.

Shigella: S. dysenteriae.

S. flexneri.

S. sonnei.

Salmonella: S. typhi.

S. enteritidis.

Salmonella sp.

Aeromonas.

Virus: Enterovirus

- Virus de la polio.

- Virus de la hepatitis A (VHA).

- Virus coxsackie.

- Virus Echo.

Rotavirus.

Adenovirus.

Parásitos: Entamoeba: E. histolytica.

Balantidium: B. coli.

Giardia: G. lamblia.

Cryptosporidium.

Ascaris: A. lumbricoides.

Trichiuris: T. trichiura.

#### A-2).- Transmisión por contacto del agua con piel y mucosas.

Bacterias: Vibrio: V. parahaemolyticus.

Legionella: L. pneumophila.

Parásitos: Amebas limax: Naegleria.

Acanthamoeba.

### B).- EL AGUA EN EL DESARROLLO DE HUESPEDES INTERMEDIARIOS.

#### B-1).- Huéspedes pasivos:

Trematodes: Fasciola: F. buski.

F. hepatica.

Schistosoma: S. haematobium m.

S. mansoni. S.

japonicum.

Cestodes: Diphyllobotrium: D. latum.

Nematodes: Dracunculus: D. medinensis.

(filarias)

#### B-2).- Huéspedes activos:

Virus: Arbovirus.

Virus de la fiebre amarilla.

Protozoos: Plasmodium.

Nematodes: Wuchereria bancrofti.

(Filarias) Ioa Ioa.

Onchocerca volvulus.

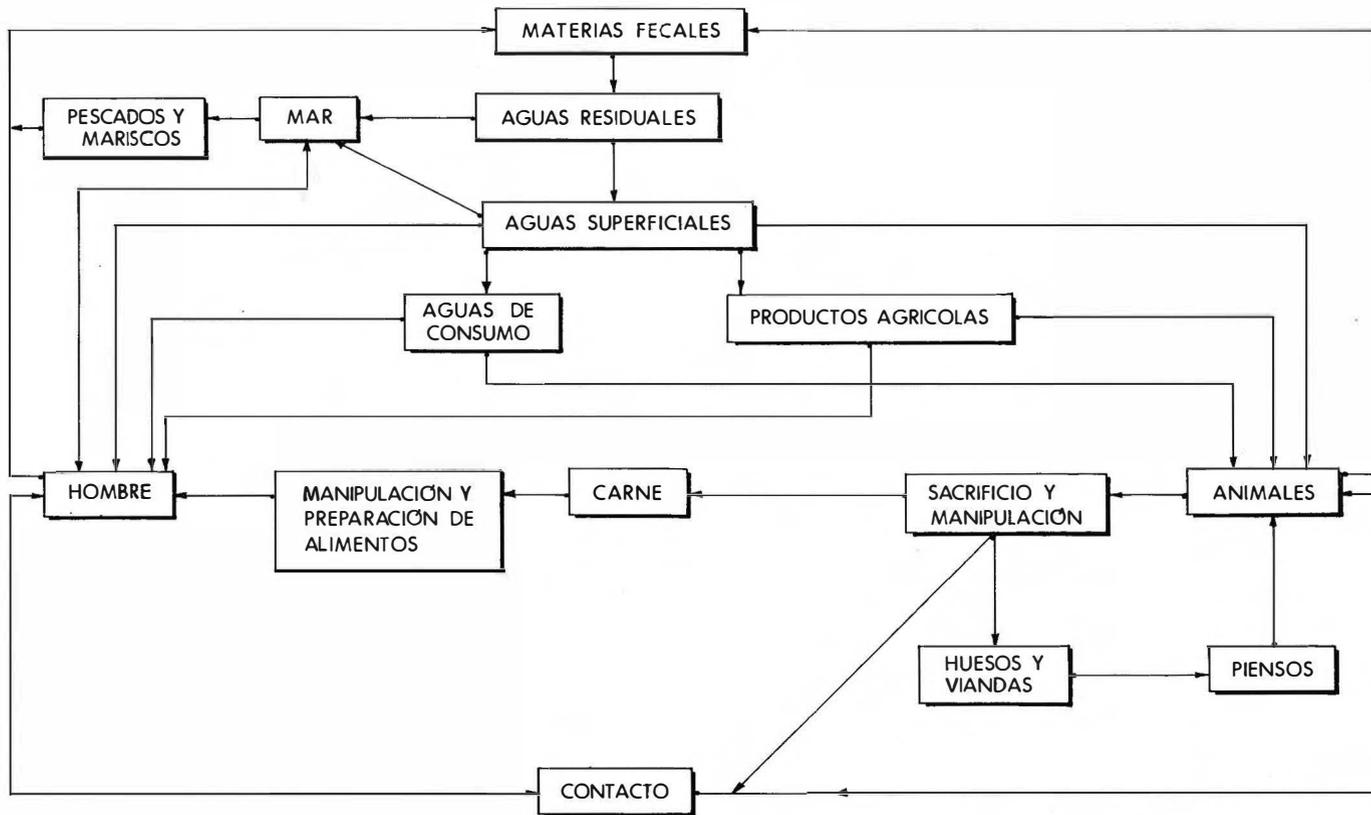


Fig. nº 1.- El agua y los alimentos como vehiculos de contaminación.

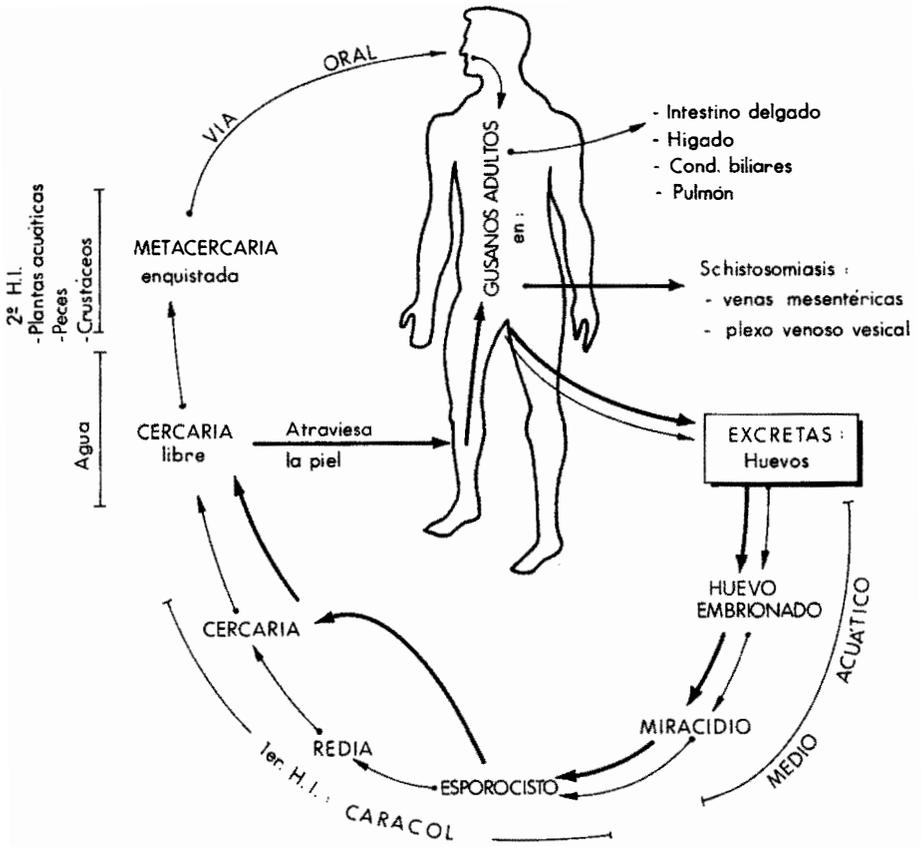


Fig. nº 3.- Trematodes : Ciclo biológico. H. I. ; Hospedador intermedio

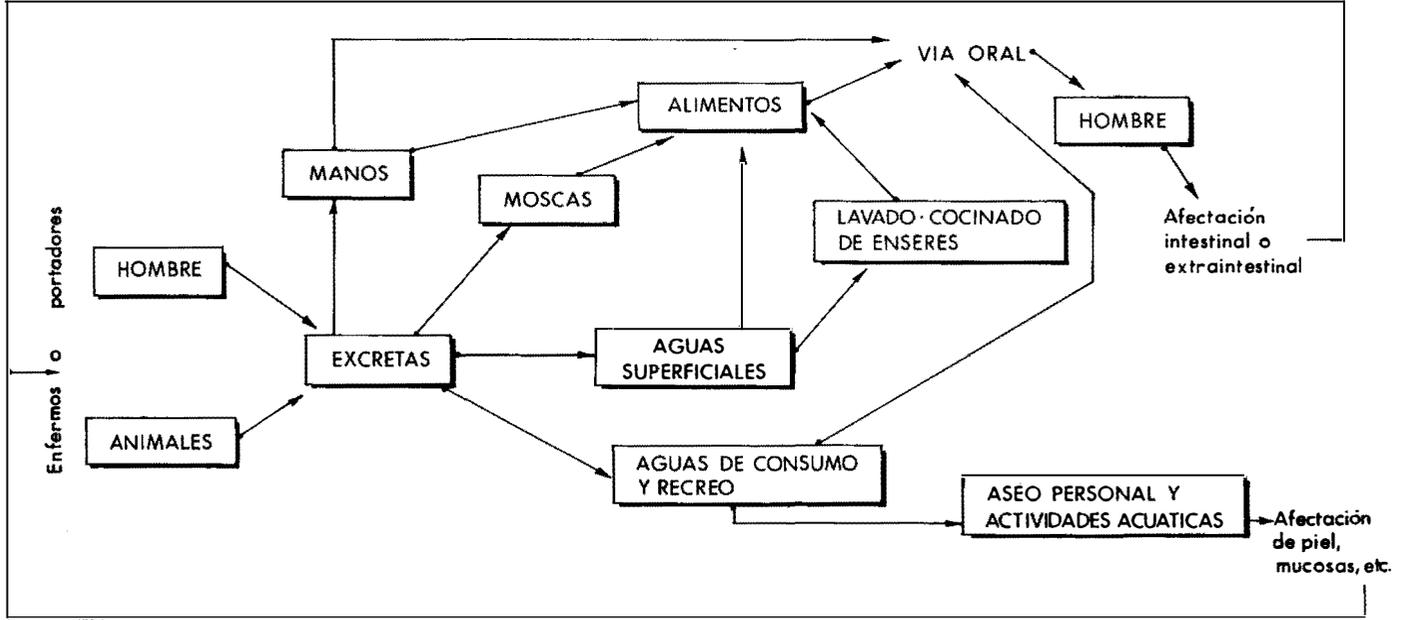


Fig. nº 2 - Mecanismos de transmisión de las enfermedades hidricoalimentarias



# CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RIO DUERO

EMILIA LATORRE MACARRON  
Profesora Titular Interina de Biología Celular  
Colegio Universitario de Soria

## INTRODUCCION.

La escasez de agua es un problema que atañe a la humanidad entera. Si algunos pueblos del mundo mueren por falta de agua, los países industrializados que la poseen, tienen que mentalizarse de que el agua es un bien escaso. Si se agotaran los combustibles fósiles que son una base fundamental para su desarrollo económico, se cambiarían los hábitos de vida, se revolucionaría la sociedad, pero se podría vivir. Sin embargo, sin agua no se puede vivir, y como se recoge en el punto IV de la Carta Europea del agua: *La calidad del agua debe conservarse en los niveles apropiados para los usos previstos y debe, en especial, satisfacer las exigencias de la salud pública.*

El concepto de calidad del agua no deriva solamente de la imagen evocadora de un arroyo cristalino que corre saltarín entre plantas silvestres en contraposición de otra imagen de un río que arrastra sustancias extrañas de una u otra índole. Los ríos son sistemas dinámicos que evolucionan de manera natural, modificando su composición y estructura según el terreno por el que circulan sus aguas, por causas naturales, climatológicas, y que por otra parte sufren las modificaciones impuestas por una sociedad que demanda más y más agua, y que después de usada la devuelve al cauce con diversos tipos de contaminantes.

Cada masa de agua tiene unos digamos

"mecanismos de defensa" ante las también digamos "agresiones" que sufre por variaciones naturales o por parte del hombre. A algo de esto se refiere el dicho popular de "agua corriente no mata a la gente", si bien este refrán tiene cada vez menor validez. El incremento de la demanda de agua por parte de la sociedad y su escasez progresiva obliga al hombre a explotar y forzar los ecosistemas acuáticos, y no es posible forzar un ecosistema más allá de un cierto punto en el que pierde su capacidad natural para recuperar su equilibrio, por lo que la correcta utilización de los recursos hídricos requiere el establecimiento de unos controles cada vez más exhaustivos que permitan la adopción de medidas de conservación o en su caso corrección.

El concepto de calidad del agua hay que referirlo, por una parte, a la composición del agua en sí misma, en sus aspectos físicos, químicos y biológicos, y por otra parte, al uso que se va a hacer de esa agua.

Una manera de valorar objetivamente la calidad de una masa de agua es por medio de índices. Un índice de calidad es una valoración ponderada de un conjunto de parámetros físico-químico-biológicos que determinan las características de una masa de agua. Reunir distintos parámetros en un solo valor permite hacer más comprensible la información de los distintos análisis y más fácil la valoración a lo largo del tiempo y del espacio del estado de una cuenca, así como del efecto que sobre el agua ejercen los vertidos puntuales de aguas residuales.

Existen diversos índices que, en función de las características de las aguas para los que han sido diseñados, se diferencian por los parámetros utilizados para su cálculo y por la importancia relativa que se atribuye a los mismos. Para calcular cualquier índice, sin

embargo, no es posible, ni conveniente, utilizar los innumerables parámetros que pueden ser analizados en una muestra de agua. Para la realización del presente trabajo se ha utilizado el Índice de Calidad General (I.C.G.) que es el aplicado por el M.O.P.U. en su red de control de la contaminación fluvial, el cual distingue tres tipos de parámetros:

a) Aquellos cuya concentración es siempre significativa, cualquiera que sea su valor. A esta categoría de variables, denominadas básicas, pertenecen:

- Oxígeno disuelto
- Materias en suspensión
- pH
- Conductividad
- Materia orgánica
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Coliformes totales
- Fosfatos totales
- Nitratos totales.

b) Los que solo afectan a la utilización del agua a partir de un determinado valor, denominados variables complementarias, entre las que se incluyen iones como sulfatos, sodio, etc., o en otro grupo los fenoles y los detergentes.

c) Los parámetros que no afectan al uso previsto.

El valor del I.C.G. varía entre 0 y 100, y a cada intervalo se le asigna una determinada calidad:

Entre 100 y 90	Excelente
Entre 90 y 80	Buena
Entre 80 y 70	Intermedia
Entre 70 y 60	Admisible
Entre 60 y 0	Inadmisible

Los valores del ICG por debajo de 60 corresponden a una calidad inadmisibile, aunque hay que señalar que, independientemente del valor absoluto del ICG, cuando uno sólo de los parámetros utilizados para su cálculo, valorado individualmente, presenta una calidad inaceptable, la calidad general se considera inadmisibile.

## EL RIO DUERO EN CASTILLA Y LEON.

La parte española de la Cuenca del río Duero abarca la práctica totalidad de la región de Castilla y León. En esta cuenca (figura 1) se encuentran situadas 38 estaciones de análisis del M.O.P.U., de las cuales 7 están situadas sobre el río principal, correspondiendo a:

- 2 - Garray (Soria)
- 7 - San Esteban de Gormaz (Soria)
- 13 - Aranda de Duero (Burgos)
- 54 - Villamarciel (Valladolid)
- 62 - Toro (Zamora)
- 93 - Puente el Pino (Zamora)
- 132 - Quintanilla (Valladolid)

Con los datos analíticos publicados por el M.O.P.U. se calculó el ICG medio anual de cada estación (figura 2a), observándose un descenso de la calidad aguas abajo, con el mínimo siempre en la estación 54. Dicha estación corresponde a la zona más industrial de la región, después de la desembocadura del río Pisuerga, que arrastra la contaminación de la zona de Valladolid. En las dos siguientes estaciones se observa una recuperación importante de la calidad del agua hasta el año 1982, pero a partir de este año se presenta un nuevo descenso en la estación 93, al entrar el río en Portugal.

Esta situación planteaba la duda de si el descenso del valor del ICG en este tramo del

río a partir de 1982 era debido a un empeoramiento real de la calidad del agua o a un tratamiento inadecuado de los datos. El análisis detenido de los mismos mostró que desde 1982 había aumentado el número de análisis efectuados en esta estación, concretamente se había empezado a medir el parámetro de Coliformes totales, parámetro que por otra parte era medido de una manera variable, no en todas las estaciones ni en todos los meses.

Con el fin de manejar conjuntos homogéneos de datos, procedimos entonces a calcular para todas las estaciones y todos los años el ICG de nuevo, considerando aquellos parámetros que habían sido analizados siempre, es decir, todos los enumerados anteriormente en el grupo de variables básicas, excepto coliformes, obteniéndose entonces (figura 2b) unos valores similares en aquellas estaciones de ICG elevado, pero más altos en las que lo presentaban bajo. Las estaciones con un ICG elevado raramente incluían este parámetro, por lo que su valor no se alteraba con el segundo tratamiento de datos.

La representación gráfica del índice da lugar a los mapas de calidad, en los cuales se asocia un determinado color a cada uno de los intervalos de calidad (véanse las figuras correspondientes):

De 100 a 85: Excelente  
De 85 a 75: Buena  
De 75 a 65: Intermedia  
De 65 a 50: Admisible  
Menor de 50: Inadmisible

Algún parámetro de pésima calidad: Inadmisible

Hay que decir que estos mapas presentan dos inconvenientes: la discontinuidad no real de la calidad y la extensión a una gran zona del cauce de las características puntuales de las estaciones. Sin embargo, su gran ventaja es la

simplicidad y la rápida comprensión de las características globales de las aguas.

En la figura 3 se presentan los mapas de calidad del río Duero con los dos tratamientos analíticos mencionados, es decir, sin incluir el parámetro de Coliformes totales (a) o incluyéndolo (b), en los diferentes años hidráulicos, siendo:

- 1 = 1977-78
- 2 = 1978-79
- 3 = 1980-81
- 4 = 1981-82
- 5 = 1982-83
- 6 = 1983-84.

En este gráfico se observa:

1 - Elevación del índice cuando se elimina el parámetro coliformes totales, excepto en los primeros años considerados, ya que durante este periodo, el M.O.P.U. no determinó en ninguna estación el parámetro microbiológico.

2 - Empeoramiento de la calidad en el tiempo, en cada una de las estaciones, aun eliminando el parámetro microbiológico.

3 - Disminución de la calidad a lo largo del río, hasta un mínimo en la estación 54, seguido de una ligera recuperación aguas abajo de este punto.

4 - Índices muy bajos, siempre, en la zona de influencia de Valladolid.

5 - Índices de calidad, en general, más bajos en los meses de verano.

La crítica que se desprende de esta exposición hacia la gestión de la Confederación Hidrográfica del Duero en cuanto al control de la contaminación de sus aguas, está basada en

dos consideraciones. En primer lugar, el único parámetro microbiológico considerado en el índice, el de coliformes totales, con las implicaciones sanitarias y el riesgo para la salud pública que comporta, no siempre es analizado. Por otra parte, la situación de las estaciones en el río deja amplias zonas del mismo sin vigilancia. Hasta 1985 este organismo tenía 2 estaciones de control en nuestra provincia (Garray y San Esteban de Gormaz), separadas por más de 150 km y sin tener en cuenta que en ese intervalo se producen los vertidos de aguas residuales más importantes de la provincia, los de la ciudad de Soria y los de la villa de Almazán. Además desde ese mismo año se ha suprimido la estación de Garray, lo que significa que la Sección de Protección de la Calidad de las Aguas de la Dirección General de Obras Hidráulicas ignora el estado de la cabecera del río Duero.

## EL RIO DUERO A SU PASO POR SORIA

Para dar una idea de la influencia del vertido de las aguas residuales de Soria sobre el río Duero, se presentan a continuación los resultados obtenidos por uno de los miembros del equipo de que formo parte, la Dra. Arribas, en el periodo comprendido entre los años 1980 y 1985.

En este estudio se muestrearon 5 estaciones a lo largo de 5 km del cauce del río (figura 4):

- P-1: La zona de baños denominada El Peñón.
- P-2: La salida misma del colector principal de aguas sucias de la ciudad.
- P-3: El punto de unión del colector con el río.
- P-4: La zona de influencia de esta salida en el río, a 50 m del punto anterior.

P-5: Una zona de recreo situada a 4,5 km de la salida del colector.

En la misma figura se muestran los mapas de calidad elaborados con los datos obtenidos en dicho estudio, y en ella se puede observar:

1 - Calidad inadmisibile del agua, siempre, en las proximidades del vertido.

2 - Elevación del índice, aguas abajo del vertido, por efecto de la dilución, con recuperación de la calidad del agua a niveles similares a los del punto 1 hasta el año 1984, demostrando la capacidad de autodepuración del río.

3 - Ampliación de la zona de calidad inadmisibile hasta el punto 5 en el año 1985, indicando una disminución de la capacidad de autodepuración del río, puesto que en este año la calidad del agua en dicho punto, por efecto del vertido de la ciudad de Soria, es inferior a la del punto 1, antes de la toma de aguas para el abastecimiento de la ciudad.

Quizá sería aconsejable en este momento hacer un repaso de los conceptos de dilución y de autodepuración. Cualquier contaminante vertido en una masa de agua suficiente, se diluye, haciendo que aumente la calidad de la misma por disminución de su concentración relativa. El proceso de autodepuración, sin embargo, implica mecanismos físicos, químicos y biológicos.

El vertido de las aguas residuales de una ciudad como la de Soria representa, fundamentalmente, la llegada al río de productos orgánicos, incluyendo bacterias de origen fecal. El primer efecto sobre estas sustancias es el de la dilución, es decir, disminución de la concentración relativa e, inmediatamente, se inician los efectos de la

autodepuración: unas bacterias se multiplican, de momento con facilidad, porque tienen suficientes nutrientes, otras mueren, otras se sedimentan, otras son comidas por otros organismos existentes en el agua. El resultado final es, hablando en términos simplificados, una disminución de la concentración de bacterias y de la materia orgánica, y un aumento de los componentes minerales, es decir la autodepuración. Todo este proceso implica multitud de interrelaciones físicas, químicas y biológicas que demuestran la "salud" del ecosistema. Con los análisis realizados durante los años 1980 a 1985 ya mencionados, y con los que a continuación se presentan, realizados en 1986 y 1987, una de las conclusiones obtenidas por nuestro equipo es la pérdida de capacidad de autodepuración del río, como se demuestra por el hecho de que, después del vertido de aguas residuales de Soria, el río tarda más en recuperar su calidad inicial.

## EL RIO DUERO EN LA PROVINCIA DE SORIA

Los datos a que me he referido, correspondientes a los años 1986 y 1987, son los obtenidos en el trabajo realizado por nuestro equipo durante esos años, con el patrocinio de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León.

Durante 1986 se muestrearon, mensualmente, 6 estaciones sobre el río Duero (figura 5), situadas en:

1. Salduero.
2. Playa Pita.
3. Río Duero en el puente de Hinojosa.
4. El peñón.
5. Río Duero en el puente de Almarail.
6. Almazán.

En 1987, además de estos puntos, se

muestrearon, también mensualmente, los de:

7. Río Duero en el término de Bayubas.
8. San Esteban de Gormaz.
9. Río Tera en Garray.
10. Río Rituerto.
11. Río Ucero en Burgo de Osma.

Los ICG obtenidos en estos años, junto con los correspondientes mapas de calidad, se muestran en las figuras 6 y 7. En ellas se observa que:

1. La calidad del agua del río Duero hasta Almazán es inferior en 20 unidades como mínimo con respecto al calculado por el MOPU, a excepción de Playa Pita que presenta calidad excelente.

2. El efecto del vertido de la villa de Almazán hace que, a su paso, el río Duero presente una calidad admisible/inadmisible.

3. Si bien la calificación de las aguas en los puntos 4 y 5 es de intermedia, teniendo en cuenta que los mapas se han hecho con los valores medios del ICG, hay que destacar que en la época estival los valores del ICG son menores, encontrándose en los límites para ser consideradas aguas aptas para el baño.

Con respecto a 1987, se observa una situación similar, aunque en este año hay que incluir en las zonas de calidad en el límite de inadmisibile al fragmento de río que está bajo la influencia del vertido de San Esteban de Gormaz. Obsérvese en este gráfico que el índice de calidad sufre dos grupos de oscilaciones importantes: la primera en los meses de febrero, marzo y abril, como resultado de las fluctuaciones del caudal debidas a los deshielos, y las correspondientes a los meses de verano, en sentido contrario. Por otra parte obsérvese como las oscilaciones van siendo

menores aguas abajo, como corresponde a un sistema que va madurando, con la excepción de los puntos 6 y 8, que son cloacas. En ellas, las oscilaciones hacia arriba del valor del ICG corresponden, no a situaciones en las que ha disminuido el número de bacterias de origen fecal, sino seguramente a la existencia de algún vertido tóxico que ha destruido todas las bacterias.

En la figura 8 se presenta el mapa de calidad correspondiente a los valores medios del ICG de todas las estaciones estudiadas durante 1987.

Para terminar, convendría resaltar que, si bien el río Duero a su paso por Soria presenta una calidad admisible, se aprecian en el mismo signos de deterioro que sería aconsejable corregir antes de que éste sea irreparable. Se va a construir una depuradora de las aguas residuales de Soria, no se si está previsto que se construya otra en Almazán, pero la buena gestión de los recursos hídricos requiere más esfuerzos que eso. Requiere, como dice el punto IX de la carta europea del agua, *un importante esfuerzo de investigación científica, de formación de especialistas y de información pública.*

## RELACION DE FIGURAS.

figura 1.- Cuenca del Río Duero y estaciones de la Red de Vigilancia de la Contaminación Fluvial del M.O.P.U.

figura 2.- Valores medios, máximos y mínimos anuales del ICG en los años y estaciones indicadas.

- a) Incluyendo Coliformes Totales.
- b) Sin incluir Coliformes Totales.

figura 3.- Mapas de calidad por meses de las

estaciones indicadas y en los años indicados (Véase texto).

figura 4.- Mapas de calidad del río Duero a su paso por Soria.

figura 5.- Estaciones de muestreo en la provincia de Soria.

figura 6.- Mapa de calidad por meses de las estaciones indicadas durante 1986.

figura 7.- Mapas de calidad por meses de las estaciones indicadas durante 1987.

figura 8.- Calidad de las aguas del río Duero y sus afluentes en el año 1987.

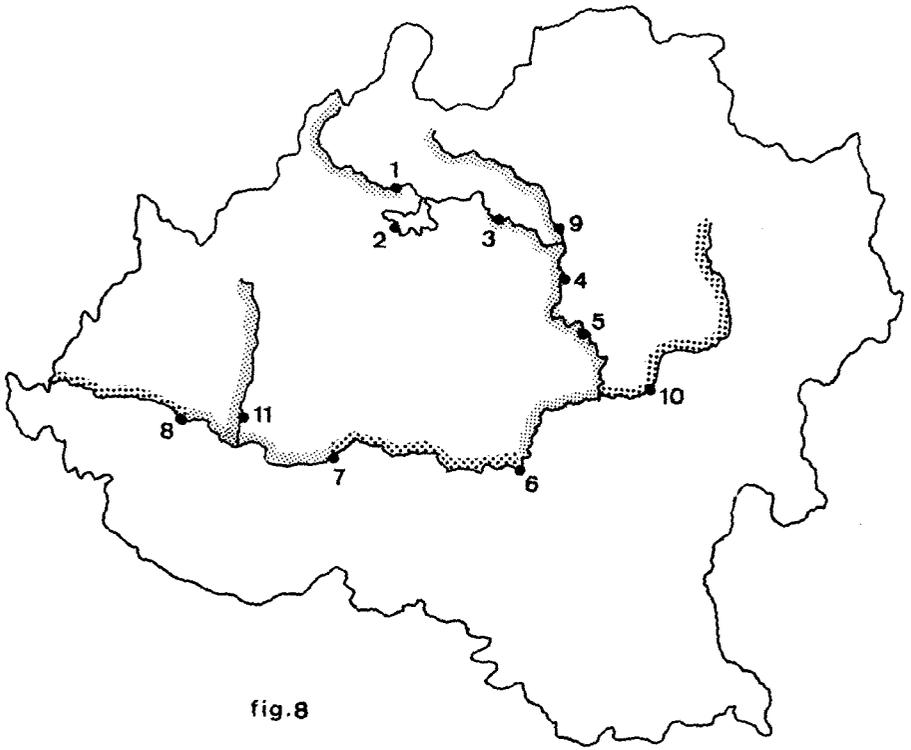


fig.8

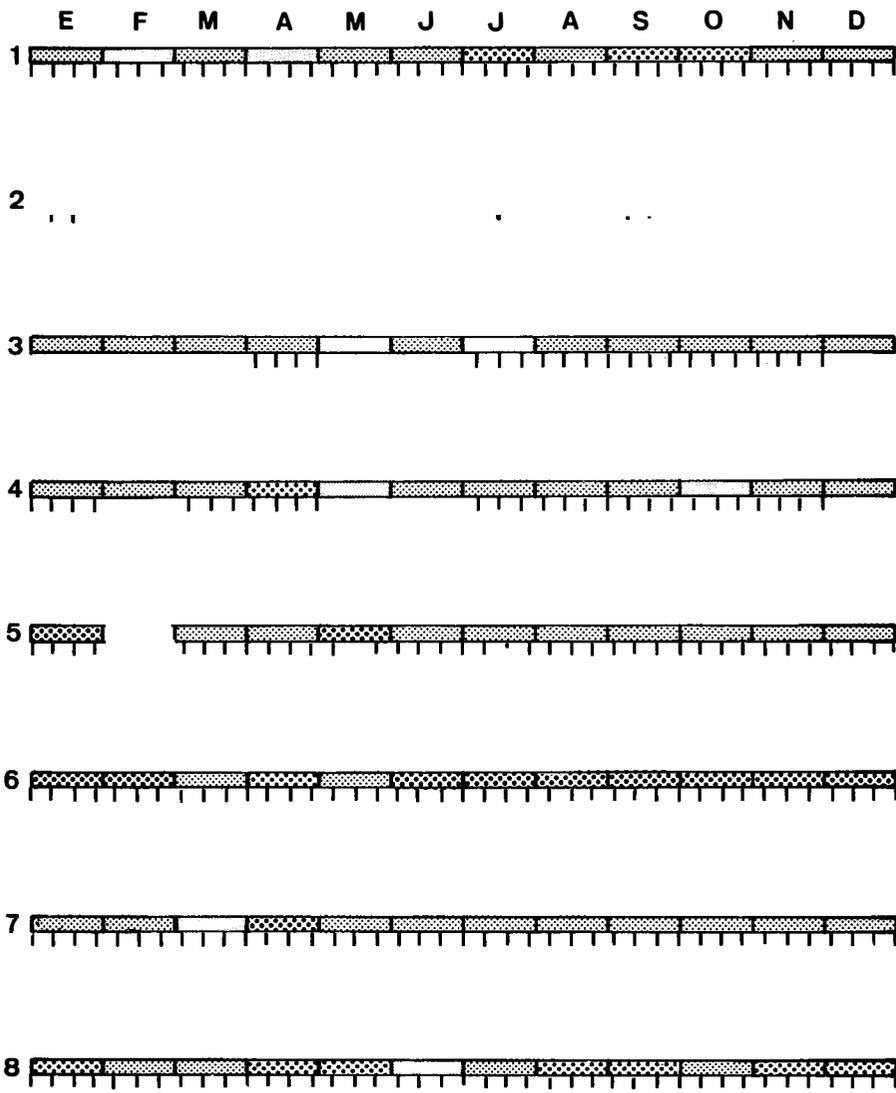


fig.7



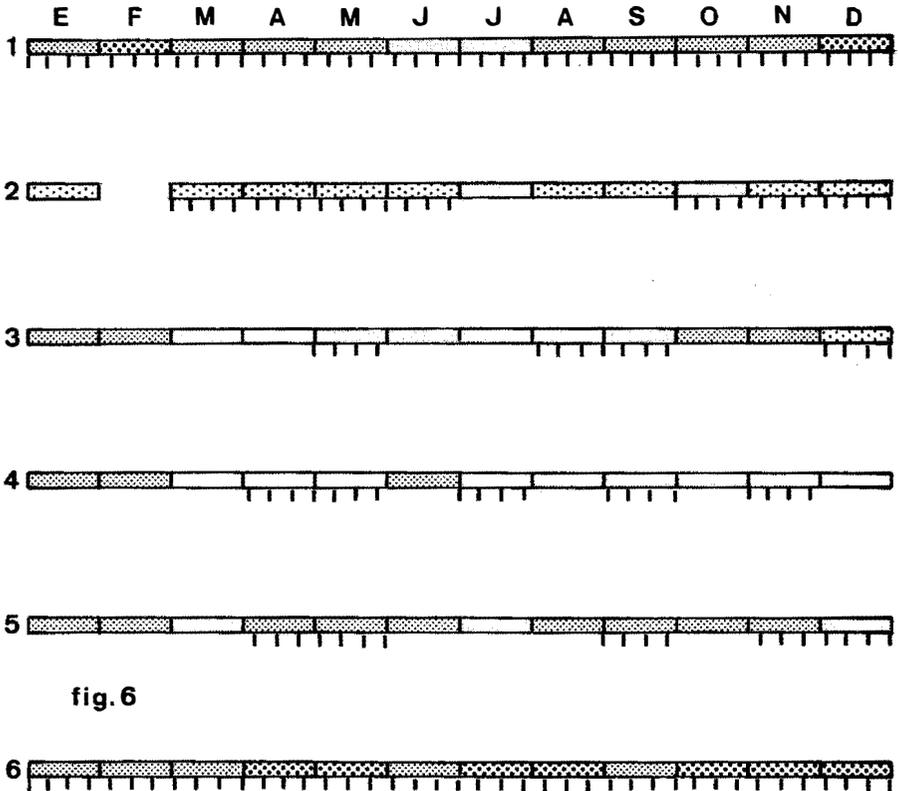


fig. 6

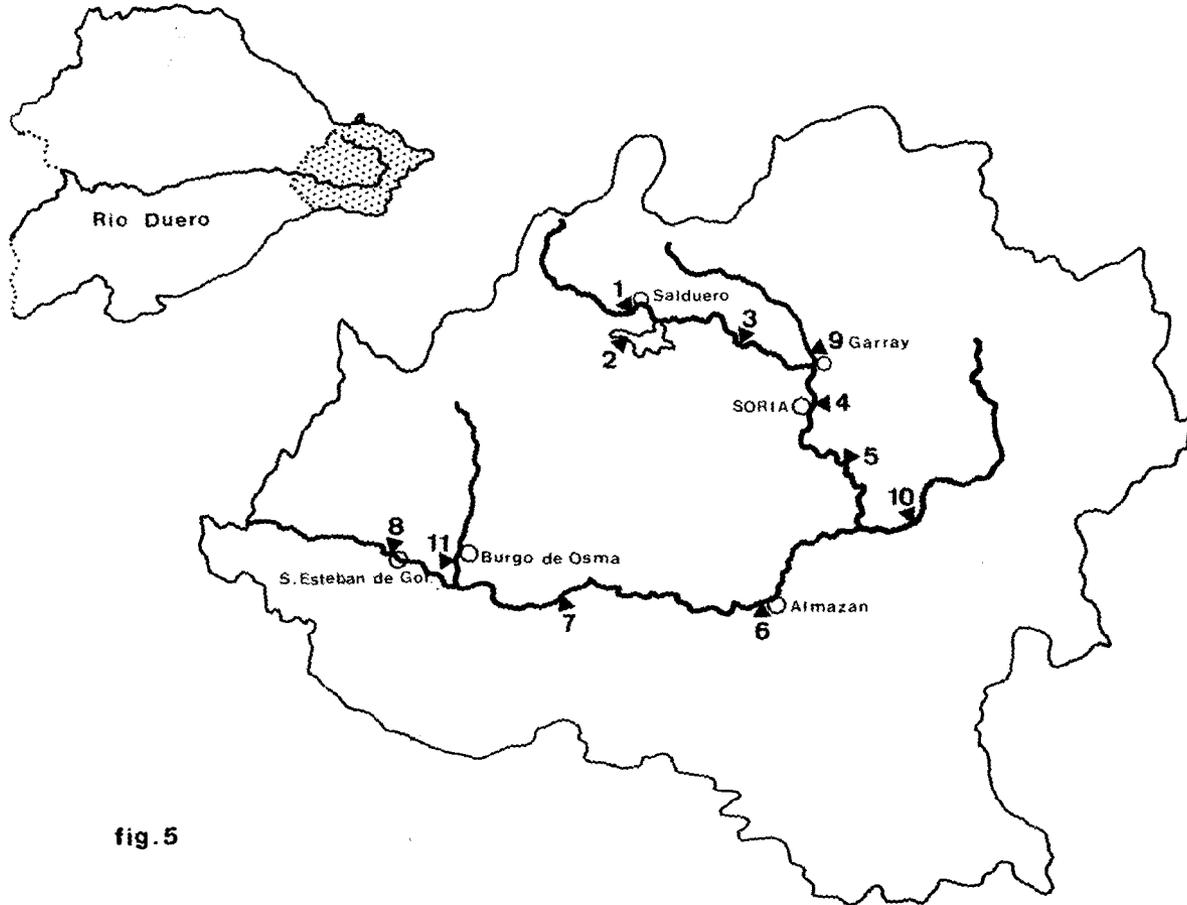
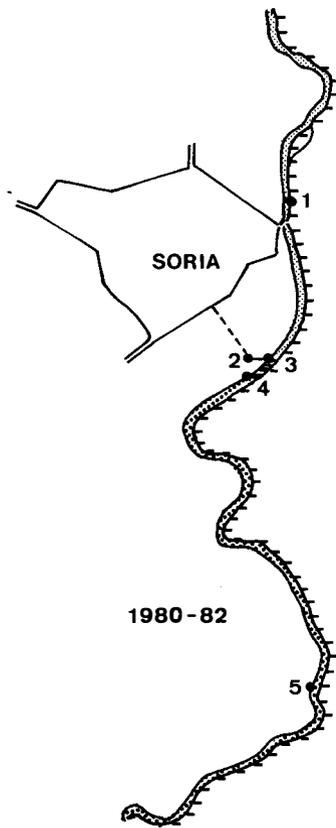
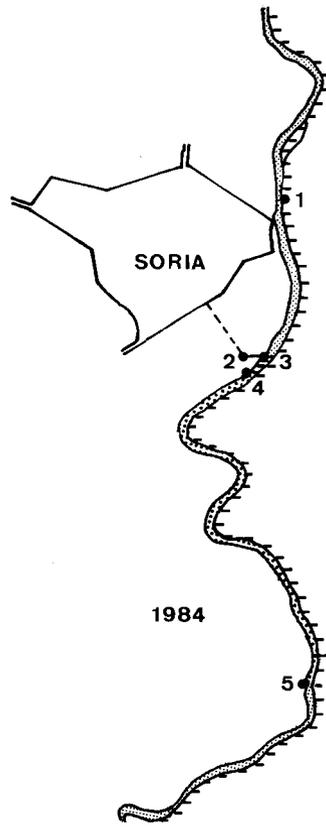


fig.5

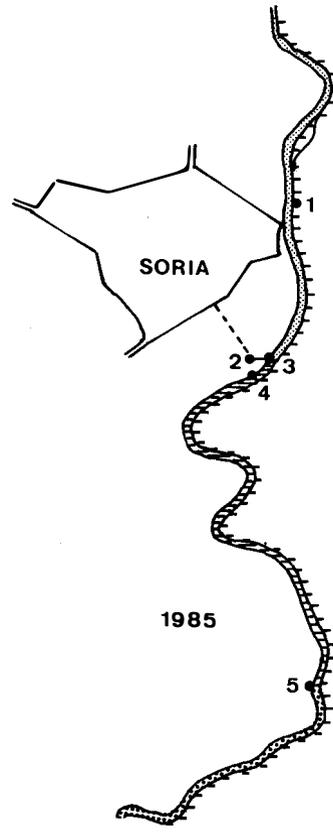


1980-82

fig.4



1984



1985



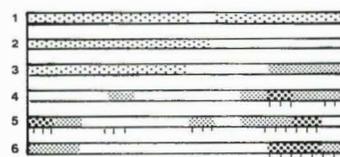
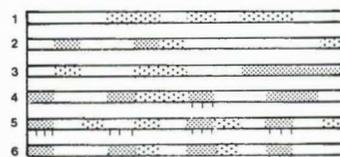
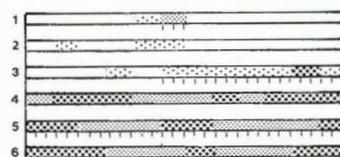
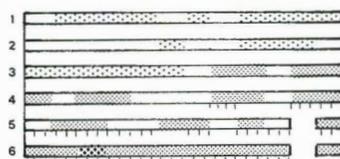
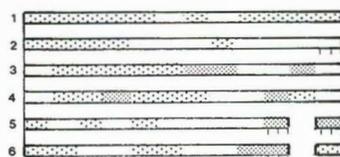
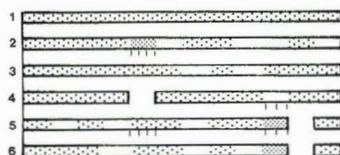
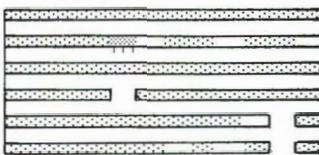


fig.3

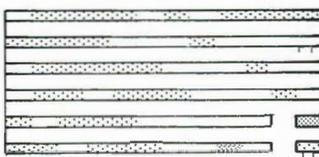
a)



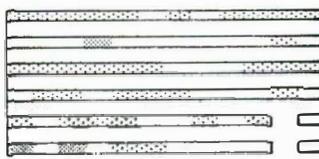
2



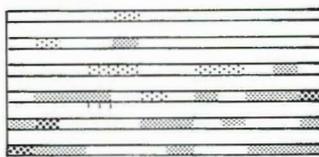
7



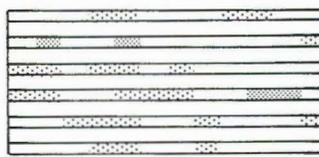
13



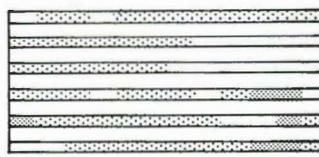
132



54



62



93

b)

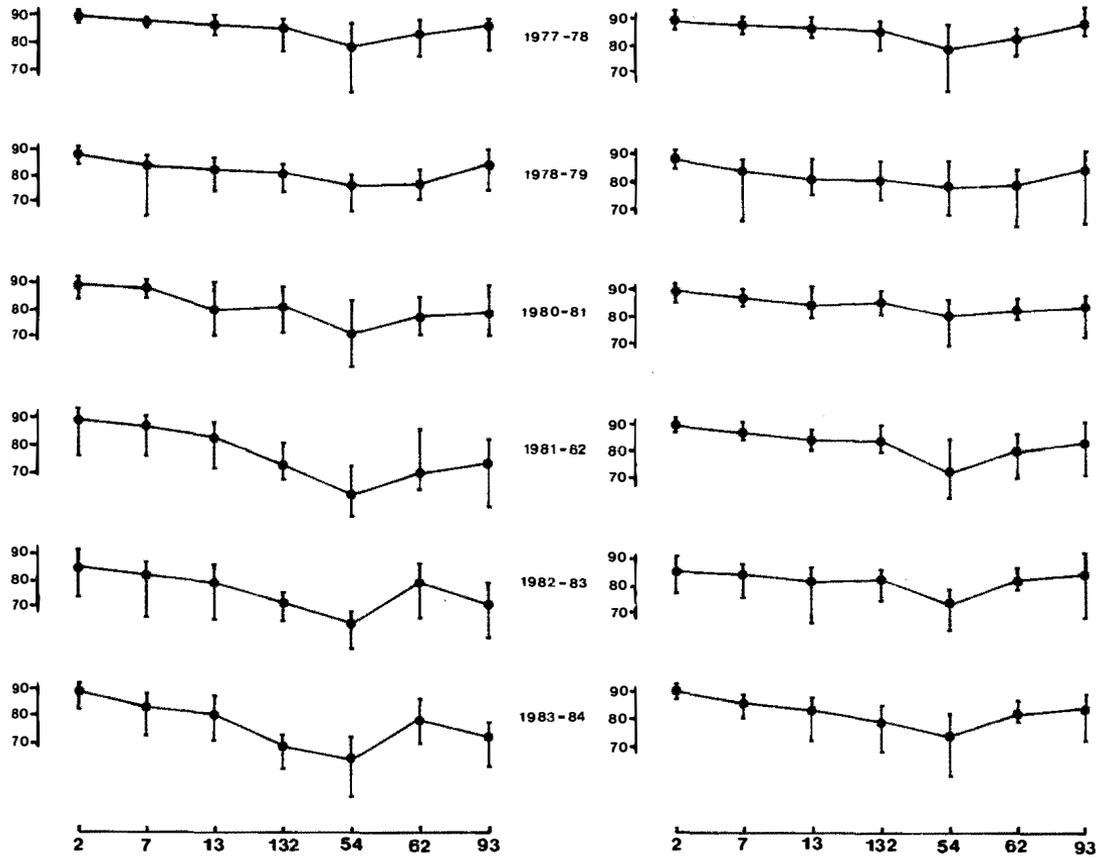


fig.2

a)

b)

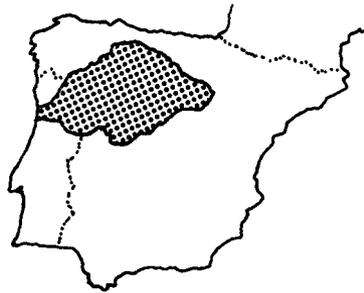
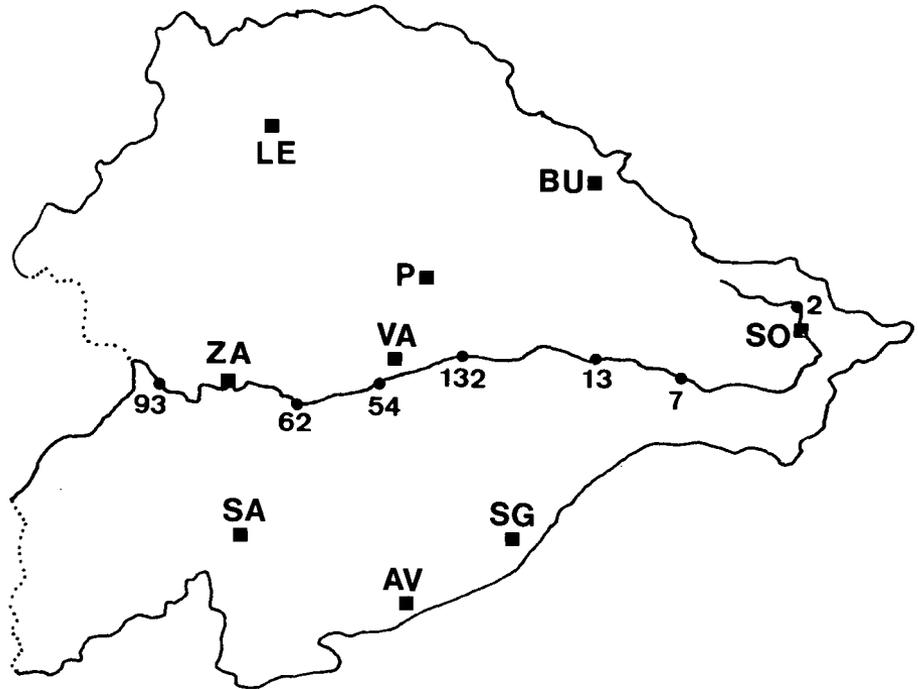


fig.1



# LA CONTAMINACION DEL AGUA.

FERNANDO GONZALEZ FERRERAS  
Jefe del Departamento de Ciencias del  
Instituto Politécnico de F. P. - Soria

## INTRODUCCION

Todos estamos de acuerdo en que el agua es imprescindible para la vida; nuestra civilización depende de la disponibilidad de agua, pero el agua es un bien escaso y desigualmente repartido. Un factor que disminuye la disponibilidad del agua es la contaminación.

## USOS DEL AGUA

El agua se emplea para todo; casi todas las actividades humanas necesitan agua. Sus principales aplicaciones son:

- 1.- Abastecimiento de agua potable.
- 2.- Mantenimiento de la fauna acuática.
- 3.- Riegos agrícolas y explotaciones ganaderas.
- 4.- Usos industriales.
- 5.- Generación de energía hidroeléctrica.
- 6.- Refrigeración de centrales térmicas, convencionales y nucleares.
- 7.- Actividades deportivas.
- 8.- Evacuación de residuos domésticos e industriales.

El agua es elemento primordial o materia prima de todo los procesos de producción y/o transformación industrial o agropecuaria.

El mayor consumo se produce en el sector agrícola y ganadero, que consume más del 80 % del total del agua empleada.

Como ejemplo del agua empleada en estos sectores podemos ver la siguiente tabla:

## CONSUMOS DE AGUA EN DIVERSAS ACTIVIDADES

Actividad	Unidad de producción	metros cúbicos de agua por unidad de producción.
Alcoholeras	metro cúbico	1,2
Azucareras	tonelada	13
Aceites	tonelada	21
Conservas	tonelada	25-50
Leche	tonelada	15
Mataderos	tonelada	18
Curtidos	tonelada	60
Papeleras	tonelada	20-30
Petróleo	tonelada	10
Acero	tonelada	50-200
Algodón	tonelada	10.000
Arroz	tonelada	4.000
Trigo	tonelada	1.500
Maíz	tonelada	1.000

Podemos apreciar el gran consumo de la agricultura, aunque sus aguas residuales no están muy contaminadas, al contrario de las aguas residuales de alcoholeras, azucareras, aceites, mataderos y curtidos.

El agua necesaria debe salir de la naturaleza, de los recursos naturales, pero el agua es un bien escaso.

## DISPONIBILIDAD DEL AGUA

### ESTIMACION DE LOS RECURSOS DE AGUA MUNDIALES,

(Miles de kilómetros cúbicos).

#### Agua dulce:

- Hielo polar y glaciares .....	28.200
- Agua subterránea .....	8.450
- Lagos .....	125
- Humedad del suelo .....	69
- Vapor de agua en la atmósfera .	13,5
- Ríos .....	1,5

#### Agua salada:

- Océanos .....	1.348.000
- Lagos salados y mares interiores .....	105

El agua describe en la naturaleza un ciclo (figura 1); el agua se evapora mediante la energía solar de los ríos y de los océanos, ese agua en forma de nubes precipita como lluvia, nieve, granizo o cualquier otro fenómeno atmosférico; por procesos de percolación y filtración, o por medio de los ríos acaba en los océanos, donde comienza de nuevo el proceso.

El ciclo del agua, parece señalar que el agua es una especie abundante y que no debería haber problemas de desabastecimiento porque está describiendo un ciclo continuo y su cantidad sería constante. Sin embargo, no toda el agua que hay en la naturaleza, es utilizable directamente por nosotros.

La estimación de los recursos del agua del mundo especifica que el agua dulce equivale únicamente al 2,66 % del agua total, el resto es agua salada en los océanos o lagos salinos, mares interiores y demás. Solamente el 2,6% corresponde a agua dulce, a agua directamente utilizable. Si descontamos el hielo polar y los glaciares que están suficientemente alejados de la civilización como para ser utilizables, y si descontamos una parte del agua subterránea por la misma razón, la cantidad de agua realmente disponible es muy escasa.

Empleando un símil, si suponemos que todo el agua del mundo son cuatro litros (un caldero), el total de agua dulce ocuparía unos cien mililitros, es decir, poco más o menos un vaso de agua. El agua dulce total que no es hielo, ni está en glaciares, es decir, que está en forma de agua directamente utilizable sería unos 25 mililitros (una copa pequeña), y de ese agua la que realmente tenemos disponible cerca de la civilización equivaldría simplemente a una gota.

El agua no es tan abundante como parece, y además de ser un recurso natural muy limitado, está desigualmente repartida. A nivel nacional, en la cuenca del Duero, en Castilla y León, un habitante dispone de 5.532 metros cúbicos por año, sin embargo en la zona catalana un habitante dispone de 500 metros cúbicos por año. Entre estas dos regiones autónomas, la nuestra tiene una disponibilidad de agua diez veces mayor. A escala internacional, hay países con una disponibilidad de agua exigua, agua que

tienen que cuidar si realmente quieren atender a sus necesidades.

Dentro de su ciclo en la naturaleza, el agua sufre procesos de autodepuración, procesos que permiten ir asegurando su calidad. Este proceso natural se ve interferido por los vertidos, por las aguas residuales y así se reduce la disponibilidad.

En un río sin contaminar viven algas unicelulares (Navicula), cangrejos de río, insectos (larvas de Ephomera), truchas, etc. Un vertido residual, una fábrica, consume el oxígeno eliminando la vida animal, y ese agua ya no es útil para los usos habituales; por eso, se considera como agua contaminada la que no es suficientemente buena para el consumo, o que no permite albergar la vida o que no permite su utilización en los usos habituales a los que ese agua estaría destinada.

El agua pura, no contaminada, tiene una concentración de oxígeno disuelto de alrededor de cinco miligramos por litro. Un miligramo por litro se suele llamar una parte por millón, es decir, que el agua lleva una concentración de oxígeno disuelto de cinco partes por millón.

En el agua pueden existir varios contaminantes, que podemos agrupar en tres tipos distintos: los contaminantes que requieren oxígeno, los contaminantes que son tóxicos o peligrosos y los contaminantes que, sin ser tóxicos ni peligrosos, son molestos y hacen que el agua no sea idónea para consumo humano.

## **CONTAMINANTES QUE CONSUMEN OXIGENO.**

Los más importantes son las sustancias orgánicas, desechos de materia orgánica que consumen el oxígeno disuelto y hacen que el

agua pierda la capacidad de autodepuración, para la que se necesita oxígeno disuelto.

Cuando el agua es pura y tiene oxígeno disuelto, el carbono se oxida a dióxido de carbono, el nitrógeno se oxida a aminas, el azufre a ácido sulfúrico y el fósforo a diversos ácidos. En cambio, cuando no hay oxígeno disuelto, lo que se denomina condiciones anaerobias, el carbono se transforma en metano que es un gas inflamable, el nitrógeno se transforma en amoníaco y en aminas (las aminas suelen tener olor desagradable a pescado podrido), el azufre se transforma en ácido sulfhídrico (con el olor desagradable a huevo podrido), y el fósforo produce fosfamina y fosfinas (compuestos de olor molesto). Los contaminantes que requieren oxígeno hacen al agua incomoda para el olfato, para la vista y por supuesto incomoda para el consumo.

La cantidad de oxígeno que necesita una masa de agua, que es una medida del grado de contaminación, se mide con un índice llamado demanda bioquímica de oxígeno. A una muestra de agua contaminada se añade agua con oxígeno en exceso y al cabo de cinco días se mide el oxígeno sobrante; el oxígeno gastado es el que hubiera necesitado el agua para autodepurarse. El problema del análisis de agua mediante DBO5 estriba, que es un análisis que tarda cinco días y hay veces que la información a los cinco días no sirve pierde parte de su utilidad, ya que se requiere con mayor urgencia. Además, el análisis es complicado y difícilmente reproducible, ya que el mismo operario haciendo el mismo análisis con la misma muestra, tiene un porcentaje de error que puede llegar hasta el 15 ó 20% con facilidad.

En vez del DBO5 se utiliza otro sistema de trabajo más rápido llamado demanda química de oxígeno (DQO) que utiliza un oxidante enérgico sobre la muestra de agua; a las tres horas, más

o menos, se puede saber la cantidad de materia orgánica, de compuestos oxidables, que tiene ese agua.

Recientemente se utiliza otra técnica distinta, llamada carbono orgánico total (COT) que se ejecuta en unos 5 ó 6 minutos.

Los tres índices no son equivalentes, pero guardan correlación. La demanda química de oxígeno, que se hace con un oxidante enérgico, arroja siempre valores más altos que la demanda bioquímica de oxígeno, ya que el oxidante oxida materias que los microorganismos del agua ignoran. El carbono orgánico total proporciona valores más bajos que la demanda bioquímica de oxígeno, puesto que no todo lo que tienen que oxidar los microorganismos es carbono.

Un agua casi pura tiene un DBO5 (unas necesidades de oxígeno) de una parte por millón, de un miligramo por litro; todavía es pura hasta tres partes por millón y por encima de cinco partes por millón se considera dudosa. Sirva un ejemplo para señalar la influencia de los vertidos industriales: las aguas residuales típicas de una azucarera tiene una demanda bioquímica de oxígeno del orden de 18.000 miligramos por litro; si se arroja sin depurar, teniendo en cuenta que una azucarera consume más de un metro cúbico de agua por tonelada de remolacha y que una fabrica trabaja alrededor de 3000 toneladas de remolacha por día, un sencillo calculo demuestra que el vertido es auténtico veneno para el medio ambiente.

## **EL CALOR**

Otro contaminante importantísimo a la hora de requerir oxígeno es el calor. Generalmente el agua en la industria se utiliza como refrigerante. Pero el agua es el transporte del

oxígeno para la vida acuática y vegetal que está en el agua.

El oxígeno disuelto en el agua depende específicamente de la temperatura y a mayor temperatura menos moléculas de gas disuelto. En la figura 2 que relaciona la solubilidad del oxígeno con la temperatura puede observarse que la solubilidad del oxígeno disminuye muchísimo cuando aumenta la temperatura. Un aumento de diez grados de temperatura (entre 20 y 30 °C) baja la solubilidad de 0045 a 0035; esta diferencia en la cantidad de oxígeno disuelto, que parece pequeña, es la diferencia entre la vida y la muerte para gran cantidad de especies animales.

Si no hay oxígeno disuelto no se puede respirar y si no se puede respirar no se puede vivir. El problema se agrava si tenemos en cuenta que diez grados de aumento en la temperatura dobla la velocidad de una reacción, por lo que se dobla la velocidad de respiración. Si aumenta la temperatura (lo que disminuye el oxígeno disuelto) y aumenta la velocidad con que se respira, disminuye más deprisa la concentración de oxígeno; la vida vegetal y animal sufren una disminución cada vez más acusada de oxígeno.

Además, la temperatura tiene una gran influencia en la reproducción de gran cantidad de especies animales. Los peces soportan con bastante facilidad los cambios de temperatura que no sean bruscos, pero nunca los cambios bruscos; si el cambio de temperatura se establece mediante un vertido de alta temperatura que llega de forma inmediata al río, la vida vegetal y animal sufre un gran desgaste a todos los niveles.

La solubilidad del oxígeno también depende de la altitud, ya que esta condiciona la

presión atmosférica y a menor presión atmosférica menor cantidad de oxígeno disuelto (figura 3): En zonas altas, como la nuestra, la combinación de altura y calor puede ocasionar efectos muy graves.

## ***NUTRIENTES DE LAS PLANTAS***

Otro grupo de materias que consumen una gran cantidad de oxígeno que son los nutrientes de las plantas, los fertilizantes y los detergentes. Actualmente el consumo de detergentes en España se ha disparado, como en todo el mundo; los detergentes contienen, prácticamente todos, grandes cadenas de fosfatos, pero los fosfatos son un abono excelente para las plantas.

Los vertidos de las ciudades llevan gran cantidad de nutrientes para la vida vegetal del río. Generalmente aparece, entonces, un fenómeno llamado eutroficación. La palabra deriva del griego (eutros significa bien nutrido, bien alimentado) y la eutroficación consiste en el desarrollo desmesurado de la vida vegetal por efecto de los nutrientes de las aguas; en lagos y pantanos se recubre la superficie de gran cantidad de algas azul verdosas. La abundancia de algas acaba rápidamente con el oxígeno disponible, y comienzan a morir (al igual que la vida animal).

Al morir, se van depositando en el fondo del pantano. El pantano se va haciendo cada vez menos profundo porque va depositándose toda la capa orgánica muerta y llega un momento que el fondo del lago se vuelve anaerobio al no haber oxígeno disponible para descomponer toda la materia orgánica caída. La capa superficial contiene todavía oxígeno pero el fondo del lago no; empiezan las reacciones anaerobias y lo que empezó siendo un desarrollo floreciente de la

vida vegetal y animal al final acaba convirtiéndose en una tragedia.

Si el fenómeno ocurre en un lago, la elevación del fondo y la capa de materia orgánica depositada lo transforma en una especie de pantano, un espacio lleno de algas, una extensión de agua barrosa que acaba en un proceso de desertización. Este fenómeno de eutroficación, de desertización que nos parece escaso y aún poco peligroso está más extendido de lo que creemos. El MOPU ha publicado el estado de los embalses en España respecto al fenómeno de eutroficación y en el Norte de España de 53 embalses, eutróficos hay tres; supone el 5%, pero en los embalses de la cuenca del río Tajo, de 57 embalses 36 son eutróficos.

Este proceso es un proceso irreversible naturalmente, salvo que se tomen medidas externas. En algunos países, sobre todo nórdicos, se ha aumentado el aporte de oxígeno a los lagos eutróficos para invertir la situación. Pero la oxigenación requiere un cuidadoso estudio previo del problema.

La diferencia de temperatura en las capas de agua corresponden a diferencias de densidad. La capa superficial puede tener oxígeno y la de abajo no; si se oxigena la capa superior, la capa profunda no recibe oxígeno y no se mejora la situación global. La oxigenación debe realizarse por debajo de la capa de inversión térmica (la capa que separa la zona fría de la cálida), por por eso, a veces, la oxigenación no conduce a los resultados esperados.

## **CONTAMINANTES TOXICOS Y/O PELIGROSOS.**

En este segundo grupo de contaminantes del agua ocupan un lugar destacado los agentes productores de enfermedades, virus, bacterias,

etc, tema que ya fue tratado por la Doctora Pilar Gonzalo.

## **LOS METALES PESADOS**

El segundo grupo de elementos tóxicos y/o peligrosos lo constituyen los metales pesados. Los metales han sido los primeros elementos que el hombre descubrió, y los primeros elementos que el hombre utilizó.

Se extraen de las minas, se manipulan, y se utilizan. Se tardó en ser consciente de que los metales se están diseminando por el medio ambiente y que están volviendo a la atmósfera y a la hidrosfera.

Pasaron muchos años hasta que la comunidad científica comprendió que la exposición a pequeñas cantidades de metales es causa de enfermedad. La razón de esta tardanza pudo ser la gran dificultad de su estudio, puesto que se trata de concentraciones muy pequeñas (que presentan dificultades de análisis), además, hay gran diferencia entre los efectos que se producen en diferentes personas, ya que no todos tenemos la misma sensibilidad. Por otro lado, en los ensayos de envenenamiento con metales se han utilizado animales, y no siempre ha sido fácil correlacionar lo que ha ocurrido en los animales o las dosis e incluso los efectos con lo que ocurre en las personas. Ignoramos la mayoría de los ciclos de los metales en la naturaleza. Conocemos algunos ciclos, el ciclo del agua, el del oxígeno, el del nitrógeno, etc, pero hay ciclos de metales que esperan su resolución.

Los metales tienen la propiedad de que sus efectos son acumulativos. El que haya una pequeña concentración en el medio ambiente no quiere decir que esa sea la concentración a lo

largo de todas las especies que vivan en ese medio ambiente. La concentración de cada especie es muy diferente.

El primer metal que se estudió fue el plomo, porque fueron los efectos que más fácilmente y más pronto se observaron. Incluso hay historiadores que achacan la caída del imperio romano al envenenamiento del plomo ya que forraban sus acueductos de plomo y utilizaban cerámica vidriada con plomo; si se utiliza en un recipiente para vino, que tiene reacción ligeramente ácida, es fácil que se solubilicen muy pequeñas cantidades de plomo, pero se van acumulando en el organismo y pueden producir problemas. Este proceso afectaría, sobre todo, a las capas dirigentes de la población, con lo que la repercusión fue mayor.

La concentración de plomo ha aumentado de forma exponencial en el medio ambiente. Una expedición enviada a Groenlandia a analizar el hielo se encontró (figura 4) con que la cantidad de plomo presente ha aumentado en un factor de 4 desde la Revolución Industrial. En los años anteriores prácticamente no hay plomo en el hielo; al comienzo de la Revolución Industrial se incrementa la concentración, y desde el uso masivo de la gasolina con plomo (se emplea el tetraetilo de plomo como antidetonante) el aumento de concentración es exponencial, y eso en un lugar tan apartado como Groenlandia, donde no se anda en coche.

En los Estados Unidos de América se midió la cantidad de plomo al lado de una autopista por la que circulaba, diariamente, un promedio de 58.000 vehículos diarios (figura 5); a 150 metros de la carretera todavía la concentración de plomo es importante y no digamos nada al lado de la carretera. Incluso en otra autopista de 19800 vehículos de promedio las cantidades son altas.

El plomo desprendido es arrastrado por el agua de lluvia, incorporándose a la hidrosfera; pasa a nuestro organismo y se va acumulando, ya que no podemos eliminarlo fácilmente. Sus efectos biológicos son importantes: empieza por diarrea, anemia, anorexia (la enfermedad conocida como saturnismo) y acaba en parálisis, lesiones cerebrales y la muerte.

El plomo se utiliza ampliamente en las baterías de los automóviles; en tuberías, como antidetonante en la gasolina, y en pinturas, ya que es muy soluble en agua y agarra bien con la cola, por lo que cubre bien. La pintura blanca contiene una gran proporción de carbonato de plomo (II), la pintura roja contiene tetraóxido de triplomo, la pintura amarilla lleva cromato de plomo (II). La masilla de sujeción de los vidrios a las ventanas contiene una gran parte de plomo.

El plomo abunda en el medio ambiente. Lo absorbemos con cierta facilidad, pasa a los huesos donde se fija, igual que el calcio, y de allí se va liberando en el torrente sanguíneo, comenzando los síntomas de la enfermedad.

El segundo metal, históricamente, que se estudió fue el mercurio. En la bahía de Miramata en Japón, hubo gran cantidad de muertes a comienzos del siglo; las muertes se localizaban en una zona restringida. Se tardó varios años en descubrir que estaban muriendo envenenados por mercurio que absorbían al alimentarse con el pescado de la zona y los granos de arroz, puesto que había, aguas arriba, una fábrica de plásticos que vertía grandes cantidades de mercurio al río.

En aquellos tiempos se pensaba que el mercurio no tenía ninguna incidencia en el medio ambiente, porque al ser más denso que el agua se iría al fondo de la laguna o al fondo del mar. Posteriormente se descubrió que había

una serie de bacterias que eran capaces de actuar sobre ese plomo, solubilizarlo y reciclarlo. Fue el comienzo del estudio del envenenamiento por mercurio; las conclusiones fueron graves: el mercurio provoca pérdida del control muscular, pérdida de poder visual (oscurecimiento de la visión), fallos renales y fenómenos de parálisis.

El mercurio se utiliza abundantemente; en lámparas (lámparas de vapor de mercurio), en instrumentación científica porque tiene la ventaja de que es un metal líquido desde 40 grados bajo cero hasta 396 grados, lo cual le hace un líquido idóneo para medir temperaturas ambientales.

El mercurio es un metal muy volátil. En nuestro país ya hubo un envenenamiento (en Cantabria) por inhalación de mercurio; ocluyó los pulmones y sobrevino la muerte. En España el problema del mercurio en el medio ambiente tiene una incidencia especial puesto que se emplea abundantemente en la industria del cloro y el sodio. El mercurio tiene la propiedad de disolver fácilmente otros metales formando amalgamas (por ejemplo esa especie de pintura roja que tienen detrás los espejos es una amalgama de sodio, una disolución de sodio-mercurio). Los vertidos de esas fabricas, si no se depuran, introducen mercurio en el medio ambiente.

El tercer metal en importancia como tóxico, y el tercero en estudiarse fue el cadmio. Al igual que en la bahía de Miramata, en la Prefectura de Tokoyama, también en Japón, se registraron gran número de muertes, pero debido al cadmio a causa de las aguas vertidas por una fundición. El río, al regar los campos de cultivo, transportaba el cadmio, que se adhería al arroz, de donde pasaba al hombre y produjo una larga serie de muertes.

El cadmio es tóxico, se acumula rápidamente en el organismo donde produce alteraciones renales y desintegraciones de los huesos. Hay estudios médicos que relacionan la cantidad de cadmio en el organismo con los problemas de hipertensión. Ingerimos de forma frecuente cadmio a través de dos vías, fundamentalmente: una el tabaco, ya que las hojas de tabaco tiene cadmio entre sus componentes, y la otra vía a partir de los neumáticos de los coches ya que el desgaste de los neumáticos libera el cadmio de su composición al medio ambiente. Al fumar, en el agua de bebida o en los alimentos regados acaba en nuestro torrente sanguíneo.

## ***LOS MATERIALES RADIATIVOS.***

Se ha hablado mucho, en contra y a favor, de la energía nuclear, pero el hecho es que está instalada en este país, que hay una serie de fabricas de energía nuclear y que hay minas de uranio, que es el combustible de la energía nuclear.

En síntesis, en las minas de uranio se pica el mineral, se transporta con agua, se criba, etc; en la fabrica se concentra para obtener el metal en concentraciones útiles para su empleo en un reactor. A lo largo de ese proceso se liberan hacia el medio ambiente productos radiactivos de baja intensidad (en el agua de lavado, polvo en suspensión que puede provocar lluvias radioactivas, etc).

Las experiencias nucleares realizadas en el Pacifico produjeron gran cantidad de residuos en la atmósfera; precipitaron con la lluvia produciendo lluvia radiactiva. Los isótopos radioactivos creados en una explosión nuclear o los del polvo atmosférico de las minas, mediante la lluvia, van al suelo, del suelo a la vegetación y de la vegetación al hombre

mediante el consumo. Del suelo, si es un suelo herbáceo, va al ganado y del ganado mediante el consumo al hombre; si es ganado productor de leche de consumo humano, acaba en el hombre.

Los isótopos que han caído al agua pasan, a través de las plantas y animales acuáticos, al hombre. Al final, toda la lluvia radiactiva, todos los isótopos radiactivos producidos acaban en nosotros.

Los experimentos nucleares tienen, además, la desventaja de la universalidad; la explosión se produce en un lugar determinado pero los vientos llevan y diseminan los residuos por todos los lugares. El accidente de Chernobil produjo efectos nocivos y diseminó isótopos radioactivos por gran parte del espacio europeo, no solo donde ocurrió el accidente.

Las plantas de energía nuclear pueden ser un foco de contaminación radiactiva. Una planta de energía nuclear típica funciona, básicamente, con un reactor de barras de uranio, barras de cadmio para controlar la reacción y un circuito de refrigeración del reactor. El agua de refrigeración se calienta hasta vapor, mueve la turbina que genera la electricidad, se enfría, y vuelve otra vez a repetir el ciclo; para enfriarla hace falta más agua de refrigeración que se suele tomar del río más cercano. Este es un sistema simplificado de un solo circuito.

Generalmente un reactor nuclear, en España, tiene alrededor de 100 toneladas de óxidos de uranio y trabaja hacia los 600 grados de temperatura. El vapor de agua del ciclo ha de ser enfriado lo que se suele realizar con agua del río más cercano. El agua que ha refrigerado el vapor vuelve al río; entra fría a la fábrica y sale caliente. Si no se refrigera antes del vertido llega caliente al cauce de donde se tomó, y ya sabemos los efectos del aumento de temperatura, la incidencia en la cantidad de

oxígeno disuelto, el aumento de la velocidad de respiración sobre los peces, etc.

Los otros riesgos de un reactor nuclear son de dos tipos, uno defectos de funcionamiento del sistema, y si hay algún problema de escape de radiactividad, el agua de refrigeración irá contaminada al río, creando grandes problemas medioambientales. Pero hay otro aspecto que no es necesariamente defecto de funcionamiento y es simplemente la fatiga de los materiales: no hay manera humana de mantener estanco un circuito durante años, y años, y años; algún día siempre hay una fuga. En ella se producen residuos de baja energía que son impurezas del agua de refrigeración, óxidos de hierro que se crean y que han estado bombardeados por neutrones y que son ligeramente radioactivos. Por otro lado, siempre hay residuos líquidos y residuos gaseosos de pequeños escapes que es casi seguro que se van a producir, porque es imposible mantener la situación controlada durante todo el tiempo y porque no hay válvula que resista 10 años evidentemente.

Pero estos no son únicamente los problemas fundamentales, los problemas fundamentales son los residuos procedentes de la fusión. Un reactor nuclear quema uranio, el uranio se va agotando y llega un momento (entre 1 y 3 años) que la carga del reactor ya no es útil para seguir produciendo energía eléctrica. En ese momento el reactor se vacía, se sacan las barras y se sustituyen por nuevas barras de uranio.

Los residuos, que son de alta toxicidad, de alta energía radiactiva, a veces se reprocesan para obtener material fisiónable con destino a las bombas nucleares, pero otras veces no se reprocesan y el problema es qué se hace con ellos. En España se utilizó una mina en Córdoba para enterrar residuos, pero no tenemos la certeza de que los depósitos son seguros ni

estancos, ni cómo los puede afectar la evolución geológica.

La seguridad del sistema de almacenamiento es la variable fundamental del problema. Se utilizó la fosa del Atlántico y seguro que todavía recuerdan la polémica que se desató. Nadie sabe cual será el estado de esa fosa dentro de 1000 años, ni si los bidones serán aún estancos o si los habrá deteriorado el agua del mar. No podemos asegurar que los depósitos estarán controlados durante largos periodos de tiempo. Se están almacenando esos residuos en condiciones en que no tenemos la seguridad de que eso vaya a permanecer controlado durante mucho tiempo. Esta es la raíz del problema, y si un día hay algún escape importante de estos depósitos, será un grave problema para nuestra sociedad.

## **PLAGUICIDAS**

Y por último, en este campo, está el tema de los plaguicidas, que se utilizan masivamente y están invadiendo el medio ambiente.

Los plaguicidas, muy frecuentemente, se extienden con avión; el vertido desde un avión es incontrolado, cae en las tierras de labor, cae en las conducciones de agua, y (al menos) una parte de lo que cae en el suelo acaba en el agua. Su presencia en el medio ambiente es cada vez mayor.

Hay insecticidas de muchos tipos: fungicidas para las algas, hematocidas, herbicidas, etc. Por su composición se dividen en organoclorados, clorofenoxiácidos, organofosfatados y carbamatos.

## ORGANOCLORADOS

Los hidrocarburos clorados más importantes son:

Nombre comercial	Utilización
DDT	Insecticida para huertos y jardines. Control de la malaria al actuar sobre los insectos.
Lindano	Insecticida para manzanas.
Heptacloro	Insecticida para maíz.
Aldrín	Insecticida para maíz.

Los hidrocarburos clorados tienen una gran capacidad de acumulación en el medio ambiente y en los organismos vivos. En la figura 6 está representado el tiempo de permanencia de estos insecticidas en el medio ambiente. Algunos animales absorben estos insecticidas con suma facilidad; la ostra llega a tener 70.000 veces mayor concentración en su organismo que la existente en el agua que la rodea.

En caso de intoxicación producen temblores y convulsiones.

## CLOROFENOXIACIDOS.

Los clorofenoxiácidos se utilizan para el control de las malas hierbas; se emplean bastante al ser de bajo precio.

De esta familia fueron los defoliantes que utilizaron los Americanos en la guerra de

Vietnam. Estos defoliantes tienen dos formas de actuar o bien, pelando toda la parte verde de la planta y dejándola sin posibilidad de sintetizar los carbohidratos necesarios para la vida, o bien provocando una especie de aumento en las hormonas del crecimiento y generando un crecimiento tan rápido y exagerado que la planta consume rápidamente todos sus recursos y muere.

## ORGANOFOSFATADOS.

Habrán oído hablar de ellos puesto que fue la hipótesis del Doctor Muro para explicar el síndrome tóxico en vez del aceite de colza.

Nombre comercial	Utilización
Paratiòn	Insecticida de uso general.
Metil paratiòn	Insecticida para algodón.
Malatiòn	Insecticida de usos domèsticos (casa y jardín).

Probablemente son los más tóxicos para el medio ambiente. Se cree que actúan a nivel de la hendidura sináptica; el movimiento se establece a través de los músculos ya que, cuando la sensación llega a la hendidura sináptica, se libera la acetilcolina que es la que transfiere al músculo siguiente la sensación de movimiento y que inmediatamente es desactivada por la acetilcolinesterasa, la encima que destruye esa molécula y que deje de mandar las señales. Parece ser que los organofosfatados actúan sobre la acetilcolinesterasa inhibiendo su acción de tal forma que en el momento que se inicia el movimiento, se repite de forma sistemática, produciendo temblores incontrolados y la muerte.

## CARBAMATOS

=====	
Nombre comercial	Utilizaci3n
=====	
Baygon	Moscas y mosquitos.
Sevin	Insecticida de uso general.
Temik	Insecticida para semillas.
Zectran	Insecticida para caracoles y babosas.
=====	

Los carbamatos tienen, pr3cticamente, la misma acci3n que los organofosfatados, y actúan a nivel, igualmente, de la hendidura sináptica.

## LA HISTORIA DEL DDT.

No resisto la tentaci3n de comentar el caso del DDT por ser uno de los m3s ilustrativos de la historia de como la ignorancia en la actuaci3n sobre la naturaleza puede influir sobre el medio ambiente.

El DDT fue descubierto en 1874 por un químico alem3n, Othmar Zieidler, que estaba preparando su doctorado en sntesis orgánica; public3 su descubrimiento en una revista y pas3 desapercibido.

En 1939, un químico suizo, Paul Mueller, en su estudio sobre sustancias que tuvieran propiedades insecticidas redescubri3 el compuesto, parece ser que sin haber leído la referencia bibliográfica del anterior.

En la segunda guerra mundial, el bloqueo de las líneas comerciales impidió el empleo del insecticida utilizado en América (Piretro); el Doctor Mueller proporciono unas muestras de DDT para su estudio. Las muestras dieron un resultado excelente y empezó a utilizarse de una manera habitual.

El DDT se apuntó, rápidamente, grandes éxitos; en los años 43-44 acabó con la epidemia de tifus en Italia, en Ceilan redujeron la mortalidad en un 34 % en un año al fumigar charcas y acabar con moscas y mosquitos. Parecía el producto idóneo para solucionar todos los problemas que tenía la sociedad en aquel tiempo, tanto que el Doctor Paul Mueller recibió el Premio Nobel de Química en 1948.

En los años 60 se dejaron oír las primeras voces discrepantes, que automáticamente fueron acalladas; los discrepantes fueron tildados de agoreros con opiniones infundadas cuando no malintencionadas. Un laboratorio americano señaló que algunos insectos habían desarrollado un cierto grado de inmunidad. Otras voces se unieron al coro proclamando que causaba daños a aves y peces. Posteriormente se comprobó que su efecto se amplificaba de forma extraordinaria en la cadena trófica.

Posteriormente su uso fue prohibido. Se le achacan diversos efectos biológicos, tales como el fracaso reproductor de algunas aves (al inhibir la acción de una enzima necesaria para el metabolismo del calcio, lo que impide la puesta de huevos con cascara resistente), la elevada mortalidad de especímenes jóvenes de algunas especies de peces, etc.

Las razones de su prohibición, además de las ya citadas, pueden resumirse en que los efectos del DDT en el medio ambiente son desconocidos en su totalidad, y ya que permanece mucho tiempo en el medio ambiente, más vale prevenir.

No obstante, todavía hay quien critica la prohibición señalando que ningún ser humano ha sido gravemente dañado por el DDT, y que sus efectos sobre aves y peces no se deben al uso normal, sino a sobredosis accidentales, lo que podría evitarse si su manejo se confiara, únicamente, a especialistas.

## **SUSTANCIAS INDIRECTAMENTE PELIGROSAS.**

Son sustancias que, sin ser claramente tóxicas o peligrosas, ni consumir oxígeno, son molestas y hacen que el agua no sea apta para el consumo habitual.

## **SUSTANCIAS QUE CAMBIAN EL COLOR, OLOR Y SABOR.**

Los más destacados son los ácidos, que provienen de las lluvias ácidas (de los gases emitidos a la atmósfera) o del drenaje de las minas. Tiene un efecto destructor sobre la vida acuática y las cosechas.

## **SOLIDOS EN SUSPENSION EN EL AGUA.**

Los terrenos erosionados (sin vegetación que sustente la capa de tierra) generan gran cantidad de sedimentos en el agua a través de la lluvia. El agua turbia es nefasta para los peces, ya que impide la visión directa y, por tanto, la alimentación, además de recubrir sus nidos. También es nociva para la vida vegetal al reducir la fotosíntesis.

Este problema se ve favorecido por la deforestación. En Castilla-León el 18,7 % del suelo está gravemente erosionado, y el 36,3 %

moderadamente. A nivel nacional estas cifras son 4,8 % y 1,6 %.

Uno de los factores más importantes de la erosión del suelo y de la deforestación es el incendio forestal. Generalmente se producen por negligencias o intencionados. En el año 1984 el 41% de los incendios declarados fue de origen intencionado, y el 14% fue causado por alguna negligencia. Tan solo el 5% fue debido a causas naturales (el rayo).

## ***PETROLEO.***

El petróleo es una mezcla muy compleja de, fundamentalmente, hidrocarburos. Al medio ambiente llega por accidentes de petroleros o plataformas marinas o por limpieza de los tanques y sentinas (46,5 %) de los barcos. Tiene importantes efectos biológicos, ya que impide el paso de los rayos de sol, por lo que disminuye la fotosíntesis, atacando a la cadena trófica. Las aves acuáticas, al cubrirse de petróleo, disminuyen su capacidad de vuelo, la flotabilidad y el valor aislante del plumaje.

## ***CONCENTRACIONES ELEVADAS DE SALES.***

Las concentraciones elevadas de sales provocan que el agua sea desagradable para la bebida. Además tienen gran importancia en la agricultura, reduciendo las cosechas.

Se producen por vertidos industriales (en fabricas con procesos de neutralización), por explotación abusiva de los recursos hídricos costeros (que provocan la entrada de agua de mar), utilización de sal en las carreteras (en invierno contra el hielo) y escapes de minas o pozos petrolíferos.

## CONCLUSIONES.

Hemos hecho un repaso, bastante exhaustivo, a los riesgos de nuestro medio ambiente. No cabe duda que si queremos legar a nuestros descendientes un hogar donde vivir hemos de empezar a cuidar nuestra Tierra y a desarrollar una conciencia ecológica.

Los poderes públicos han de legislar y sancionar, pero no desde la óptica de "quien contamine, que pague", que no ataca la raíz del problema, sino desde el planteamiento de "quien contamine, que deje de contaminar". La Carta Europea del Agua debe ser cumplida. En las escuelas deben impartirse programas sobre el cuidado y la conservación del medio ambiente. Pero éste esfuerzo social debe estar acompañado de un despertar de la conciencia individual, única garantía de un futuro mejor.

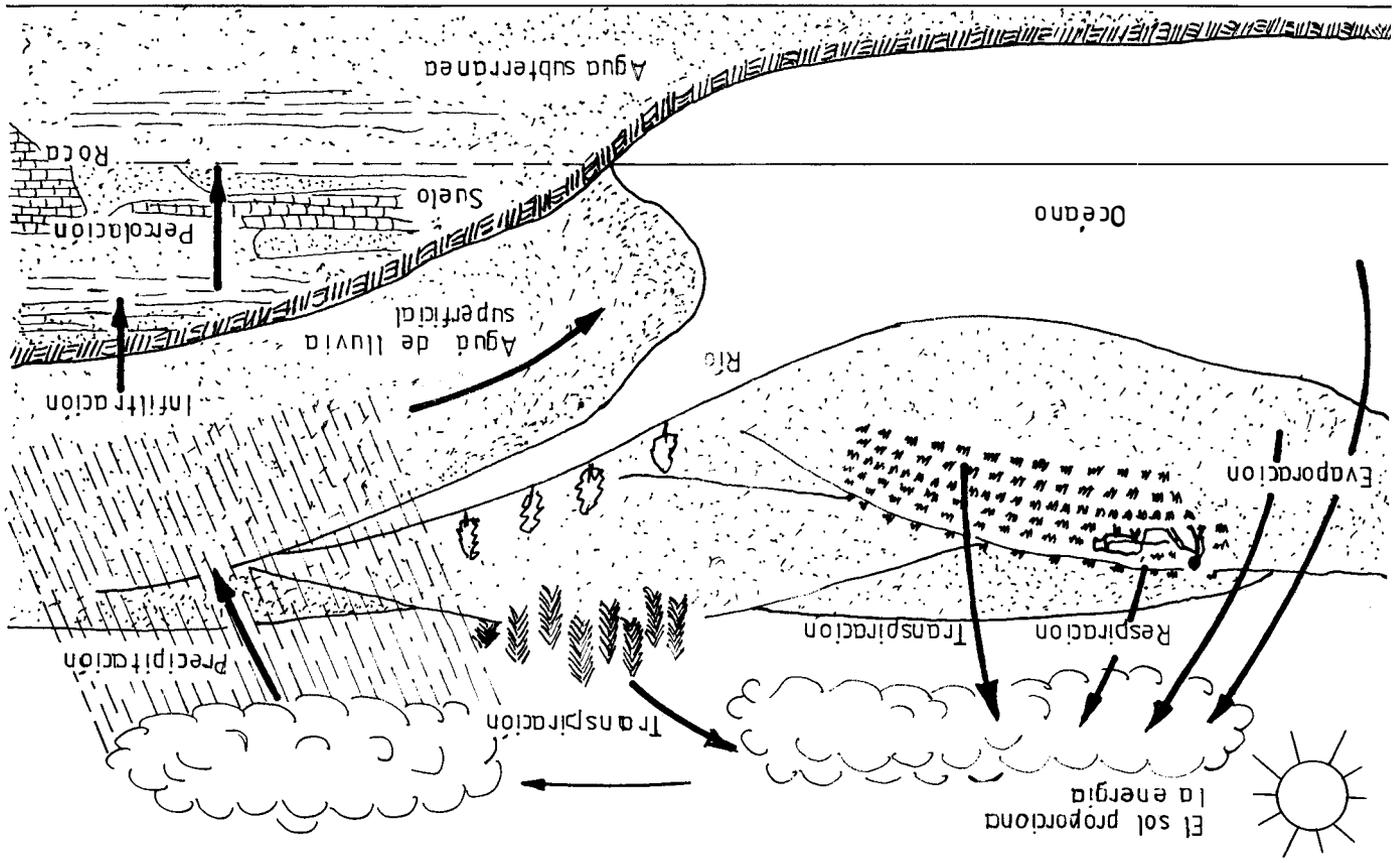
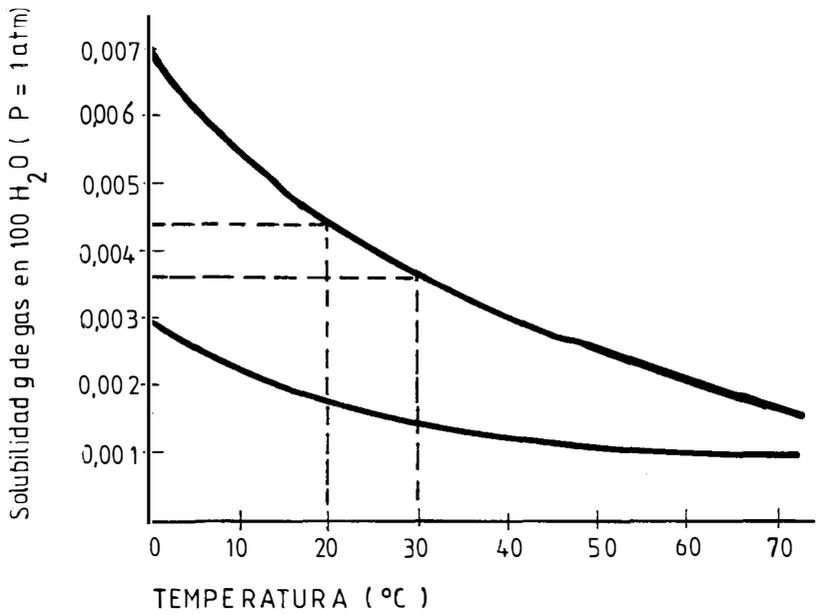
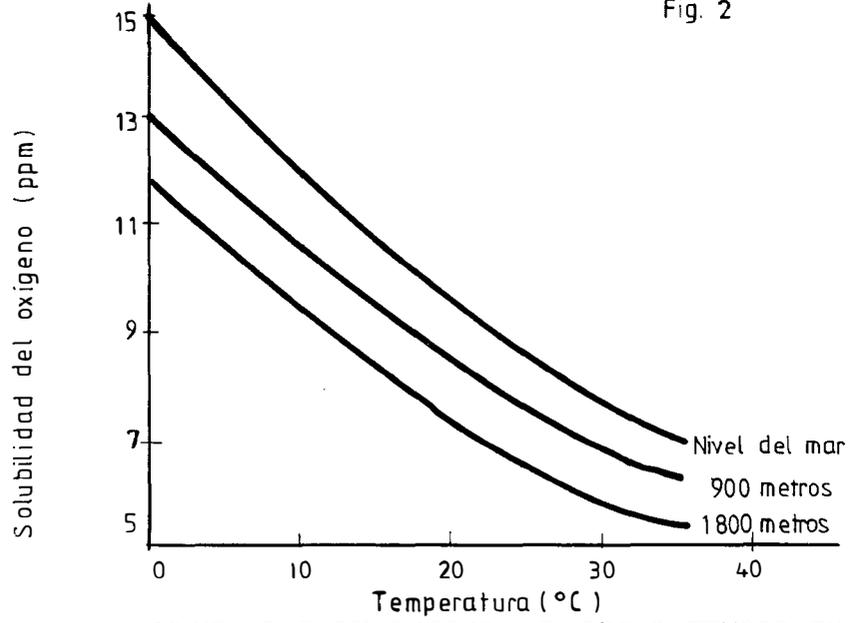


Fig. 1



SOLUBILIDAD DEL NITROGENO Y DEL OXIGENO EN EL AGUA A 1 ATM.

Fig. 2



SOLUBILIDAD DEL OXIGENO A DIVERSAS TEMPERATURAS Y ALTITUDES

Fig. 3

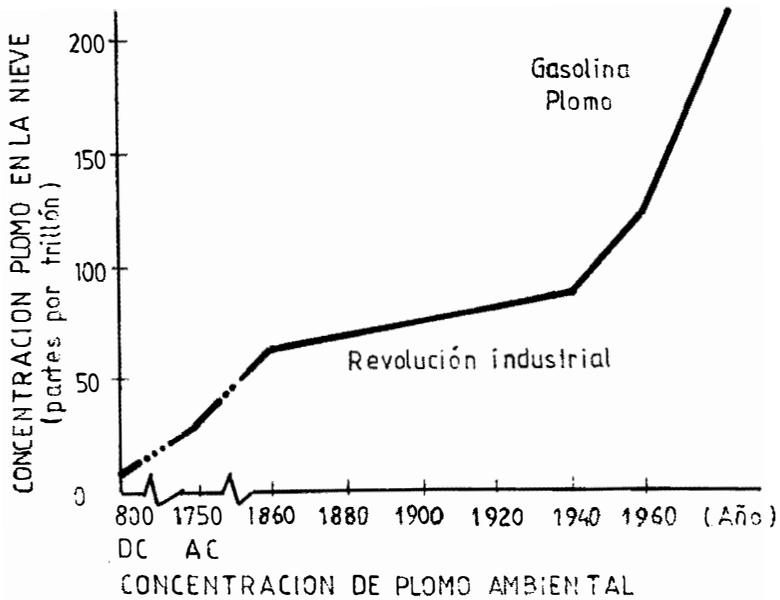


Fig.4

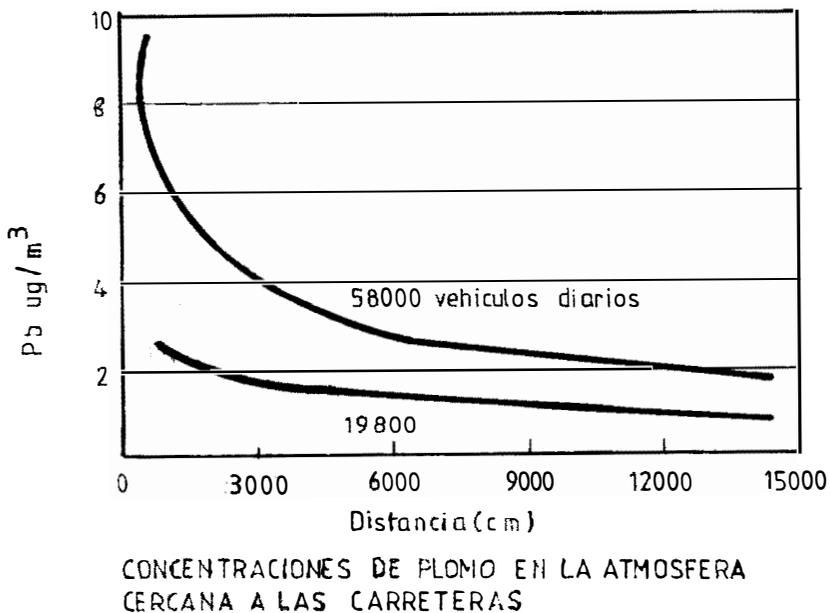
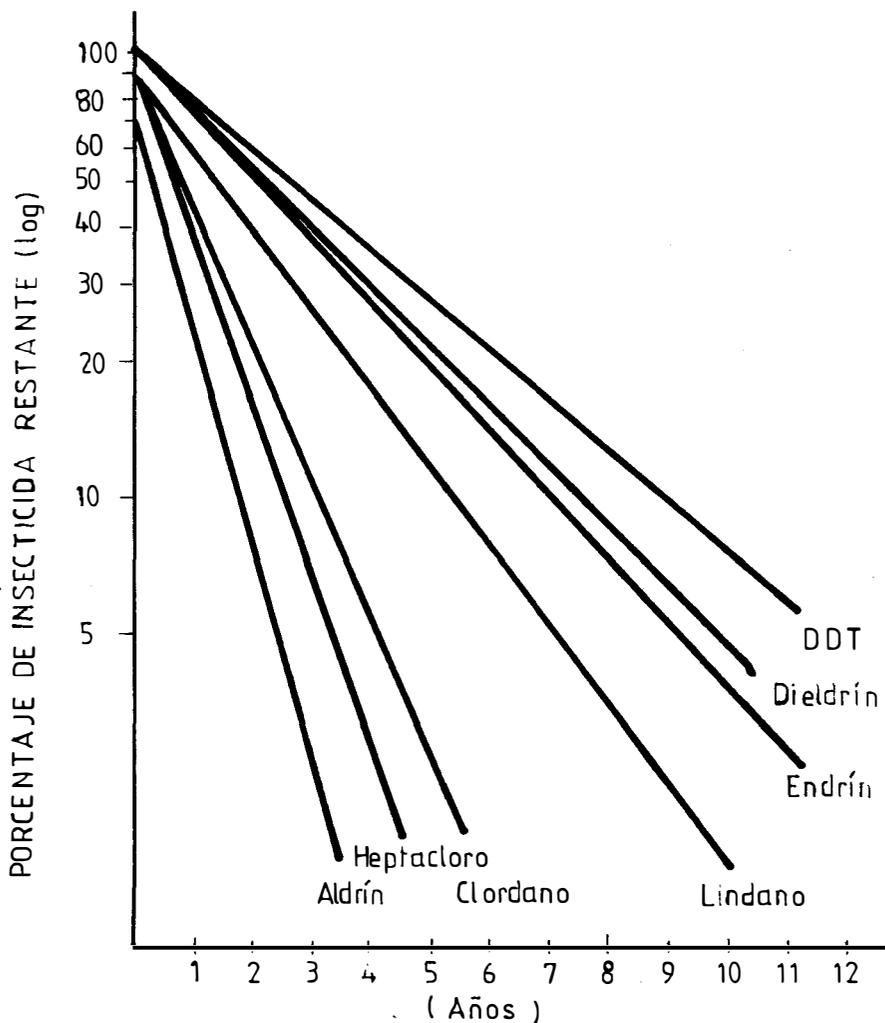


Fig. 5



TIEMPO DE DEGRADACION PARA LOS HIDROCARBUROS CLORADOS EN EL SUELO.

Fig.6



# LOS RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS: SU PRESENCIA EN LAS AGUAS RESIDUALES

MARIA-TERESA ESTEVAN BOLEA  
Doctora Ingeniera Industrial

## INTRODUCCION

Vamos a cerrar estas sesiones de trabajo que han tenido en esta semana, en estos días, con un tema de mucha actualidad porque tiene una enorme entidad. Tanto en la prensa como en la televisión o en la radio oirán ustedes hablar de los residuos tóxicos y peligrosos, como oímos hablar de otros temas macroecológicos como son la alteración de la capa de ozono, el efecto invernadero, la contaminación del mar y otros. Los deterioros transnacionales se acusan de forma creciente. Es fundamental frenar el deterioro de la atmósfera y el de los mares, debido a las emisiones de contaminantes a la atmósfera por un lado y a las emisiones de vertidos no depurados que van a los ríos y de los ríos al mar o directamente a la zona del litoral. Estas son las dos grandes inquietudes de la Comunidad Económica Europea; las del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, que tiene su sede en Nairobi, y de las infinitas y numerosas conferencias que hay cada mes en diferentes lugares del mundo.

Cuando me hablaron de este curso me pareció necesario abordar el tema de los residuos tóxicos y voy a decir por qué. En un curso que trata de las aguas, cuando decimos residuos tóxicos deberíamos entender residuos sólidos o

pastosos, lodos o bien líquidos segregados de las aguas residuales, eso lo englobamos en el capítulo de residuos; pero la triste realidad es que estos residuos tóxicos se canalizan al exterior a través de las aguas residuales entre un 80 y un 90 % en España. Oficialmente se dan cifras más bajas, pero da igual, da igual que sea un 50 % o un 90 %, da igual que sea un millón de toneladas al año o dos millones de toneladas al año porque en cualquier caso, es una cantidad desorbitada y un problema grave.

## 1.- LOS RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS:

### DEFINICION.

Se consideran residuos tóxicos y peligrosos a los subproductos y desechos de producción o aquellas sustancias químicas que ingresan en el Medio Ambiente como resultado directo o indirecto de las actividades normales del hombre y que representan una amenaza real, directa o indirecta, para el hombre y para el medio.

En este concepto se incluyen dos efectos, uno que sea de alcance mundial, es decir macroecológico, puesto que traspasan las fronteras y el otro se refiere a que exista un peligro para el hombre y su entorno.

Los residuos se consideran peligrosos si presentan un determinado peligro, actual o potencial, para la salud humana u otros organismos vivos, por alguna de las siguientes causas:

- no ser degradables y sí persistentes en el lugar del vertido,
- tener efectos nocivos de carácter

acumulativo,

- sufrir transformaciones de tipo biológico, con agravamiento de sus efectos,
- contener componentes letales en cantidades significativas.

La Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, señala en el artículo 2º que a efectos de dicha Ley se entiende por Residuos tóxicos y peligrosos:

*los materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que siendo el resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor destine al abandono y contengan en su composición alguna de las sustancias y materias que figuran en el anexo de la presente Ley en cantidades o concentraciones tales que representen un riesgo para la salud humana, recursos naturales y Medio Ambiente.*

En las legislaciones de los países industrializados se han incluido relaciones o listas de sustancias tóxicas y peligrosas.

El problema de los residuos tóxicos o peligrosos radica en sus riesgos potenciales y en el elevado número de productos a considerar.

La preocupación mundial respecto a los efectos perjudiciales de muchos productos químicos sobre la salud es cada vez mayor, especialmente en lo que concierne a los riesgos de efectos tóxicos crónicos, que supone la exposición a determinadas sustancias químicas.

La descarga generalizada de productos tóxicos o persistentes en el Medio Ambiente puede provocar una dispersión a escala mundial o a escala nacional pero en un ámbito amplio,

si el producto químico es móvil en el Medio Ambiente y en consecuencia, pueden quedar expuestos a su acción gran número de organismos, ecosistemas y poblaciones humanas. Con frecuencia, los efectos o lesiones se producen a distancia del punto de vertido. Por otra parte, hay unas reacciones y unos fenómenos de sinergia que dan lugar a sustancias más peligrosas que las inicialmente descargadas en el aire o en el agua.

Los organismos pueden bioacumular o bioampliar las concentraciones de sustancias provenientes de su medio ambiente, lo que puede repercutir en poblaciones enteras (caso del DDT en las aves o las intoxicaciones a través de productos alimenticios debidas al cadmio, mercurio y otros compuestos).

Los daños o efectos que los productos químicos pueden causar en el hombre y en los otros organismos vivos tienen un espectro muy amplio. Exposiciones cortas pero con emisiones elevadas de determinados productos pueden causar envenenamiento, intoxicaciones y alteraciones graves en un corto plazo. En tanto que exposiciones continuadas a baja dosis pueden ocasionar enfermedades crónicas pulmonares, cáncer, esterilidad y otros problemas.

Para prevenir los potenciales perjuicios sobre la salud de las sustancias químicas es necesario conocer los caminos por los que dichas sustancias llegan a los ecosistemas y al hombre, así como las reacciones y transformaciones que tienen lugar, su destino final y su degradabilidad o persistencia.

Uno de los caminos críticos por los que la contaminación química llega al hombre es la alimentación, de ahí la atención que hay que prestar a los aditivos químicos, a los restos de pesticidas y herbicidas que pueden quedar en los vegetales y los componentes peligrosos o

tóxicos de los productos que frecuentemente ingerimos.

Las sustancias químicas se introducen en el aire, en el agua y en el suelo a lo largo de su ciclo de producción-transporte-utilización o en su eliminación. Los vectores fundamentales por los que las sustancias tóxicas llegan al hombre son el agua y el suelo, pero especialmente el agua. También se incorporan al Medio Ambiente por medio de reacciones intermedias ligadas a la producción y consumo de energía. Los productos químicos que afectan de un modo más intenso al medio son los que se introducen directamente en él en cantidades muy grandes: fertilizantes, insecticidas y herbicidas.

Son casi típicos los accidentes de Seveso en Italia, debidos al escape de dioxina; el accidente de Bhopal en la India debido al escape de isocianatos; las enfermedades neurológicas de Minamata y Niigata en Japón, o los accidentes de Suecia, Perú, Irán, Pakistán, Guatemala debidos al mercurio; la intoxicación crónica por cadmio (enfermedad de Itai-Itai) en Japón debida al consumo de arroz contaminado con el cadmio presente en las aguas residuales de una mina de zinc; los casos del Love Canal en Niágara Falls en EE.UU.; los efectos del DDT, los bifenilos policlorados (PCB) y otros organohalogenados; los efectos del plomo, el amianto, los cromatos y tantas otras sustancias con efectos letales sobre el hombre y otros organismos de las cadenas tróficas.

Entre los productos tóxicos y peligrosos hay que considerar los siguientes: residuos tóxicos, biológicos especiales como los derivados de las armas biológicas, oxidantes, explosivos, inflamables, corrosivos y finalmente los residuos radiactivos que tienen unas características y tratamientos propios.

Estos residuos requieren una especial vigi-

lancia y control, es decir, un seguimiento desde el momento en que se producen hasta que se eliminan o depositan definitivamente, o como se suele decir, desde su nacimiento hasta su tumba.

Los residuos tóxicos o que pueden descomponerse en productos tóxicos por efecto de la temperatura, humedad, contacto con ácidos, etc., deben ser almacenados antes de su tratamiento o deposición final, en lugares especiales y deben controlarse periódicamente.

Existen diversos tratamientos, de neutralización, oxidación, estabilización y, quizá, uno de los procesos de tratamiento más utilizado por los residuos tóxicos es la incineración.

En cualquier caso existe una gran preocupación mundial por estos residuos y requieren atención y Programas prioritarios dentro de la política ambiental.

## **2.- CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES SEGUN LOS PROCEDIMIENTOS DE TRATAMIENTO Y ELIMINACION.**

Es frecuente clasificar los residuos industriales según los procedimientos para su tratamiento y eliminación en los siguientes grupos:

- Residuos de características inertes,
- Residuos de características semejantes o asimilables a los residuos urbanos,

- Residuos especiales tóxicos y peligrosos .

***Residuos tóxicos y peligrosos o residuos industriales especiales***

- 1.- El arsénico y los compuestos del arsénico
- 2.- El mercurio y los compuestos del mercurio
- 3.- El cadmio y los compuestos del cadmio
- 4.- El talio y los compuestos del talio
- 5.- El berilio y los compuestos del berilio
- 6.- Compuestos de cromo hexavalente
- 7.- El plomo y los compuestos del plomo
- 8.- El antimonio y los compuestos de antimonio
- 9.- Los fenoles y los compuestos fenólicos
- 10.- Los cianuros orgánicos e inorgánicos
- 11.- Los isocianatos
- 12.- Los compuestos órgano-halogenados, con exclusión de los polímeros inertes y otras sustancias mencionadas en esta lista .
- 13.- Los disolventes clorados
- 14.- Los disolventes orgánicos
- 15.- Los biocidas y las sustancias fitosanitarias
- 16.- Los compuestos farmacéuticos
- 17.- Los peróxidos, cloratos, percloratos y nitruros
- 18.- Los éteres
- 19.- El amianto (polvos y fibras)
- 20.- El selenio y los compuestos de selenio
- 21.- El telurio y los compuestos de telurio
- 22.- Los compuestos aromáticos policíclicos (con efectos cancerígenos)
- 23.- Los carbonilos metálicos
- 24.- Los compuestos solubles de cobre
- 25.- Las sustancias ácidas y/o básicas utilizadas en los tratamientos de superficie de los metales
- 26.- Los aceites usados minerales o sintéticos, incluyendo las mezclas agua/aceite y las emulsiones .

La solución idónea para estos residuos especiales es su tratamiento en grandes Plantas centralizadas o su depósito en vertederos de seguridad, especialmente controlados.

Agrupándolos en conjuntos mayores se pueden distinguir los siguientes:

- . Sólidos orgánicos halogenados
- . Sólidos orgánicos no halogenados
- . Líquidos orgánicos halogenados
- . Líquidos orgánicos no halogenados
- . Lodos orgánicos
- . Taladrinas
- . Aceites
- . Baños de cromo hexavalente
- . Cianuros
- . Compuestos alcalinos
- . Baños de sales metálicas
- . Carbonatos, bicarbonatos
- . Hidróxidos metálicos
- . Amianto

Se incluyen, por consiguiente, en la clasificación de residuos tóxicos y peligrosos un elevadísimo número de compuestos, subproductos y residuos de fabricación de naturaleza sólida, líquida o fangosa, que en general presentan un grave riesgo para el Medio Ambiente, aún cuando el grado de peligrosidad varía significativamente de unos a otros, y que se consideran residuos tóxicos, por ejemplo tanto los residuos de cal o carbonatos, como sustancias organocloradas, o compuestos de mercurio, plomo, cadmio, cromatos, cianuros, isocianatos y otros muchos.

Estos residuos tienen en común el hecho de que no pueden ser incluidos dentro de los Planes de Gestión de los residuos sólidos urbanos de características inertes, ni en el caso de los líquidos pueden ser aceptados por los colectores comunales y ser integrados

dentro del Plan General de Saneamiento de Aguas. Presentan por lo tanto, un problema grave y específico, que debe de ser estudiado y solucionado de forma independiente.

### 3.- PRODUCCION GLOBAL DE RESIDUOS EN LA CEE

En los 12 países de la CEE se generan anualmente unos 2.000 millones de toneladas de residuos sólidos, de los que la mayor parte son residuos agrícolas, por lo tantos orgánicos y biodegradables. Del resto cabe destacar los siguientes:

	millones de Tm -----
Lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales:	300
Residuos industriales: (De ellos entre 30 millones de toneladas son residuos químicos especiales.)	150
Residuos domésticos y asimilados	200

En España los residuos industriales suman unos 10 millones de toneladas. De ellos 1,8 millones de toneladas son residuos especiales.

#### *3.1.- Producción de residuos especiales en España y Castilla y León.*

Los datos procedentes del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, que se recogen en el cuadro nº 1, indican una producción de residuos tóxicos y peligrosos en España en 1988 de 1.807.513 toneladas. De ellos, el 13,5%

deberían ser incinerados; el 30% tratados físico-químicamente; el 52,5% almacenados en Depósitos de Seguridad y el 4% son aceites y taladrinas que pueden recuperarse a través de su regeneración.

Como puede observarse, en Castilla y León la producción anual se ha estimado en 114.000 t/año. De ellos 23.000 deben incinerarse, 23.000 toneladas tendrán que ser sometidos a un tratamiento físico-químico y 65.000 t son aptos para su almacenamiento en Depósitos de Seguridad.

En Castilla y León no hay ninguna instalación de tratamiento específico para estos residuos.

## 4.-SECTORES INDUSTRIALES PRINCIPALES

### PRODUCTORES DE RESIDUOS

En el cuadro nº 2 se indican los sectores industriales que son potencialmente productores de residuos tóxicos y peligrosos.

En el cuadro nº 3 se indica el porcentaje de residuos que se producen en España en los principales sectores industriales.

Como puede observarse, en España 3 sectores producen el 80% de los residuos tóxicos y peligrosos. En otros países, los porcentajes son semejantes.

En consecuencia, estos sectores son los que prioritariamente deberán tomar medidas para el control de sus desechos, principalmente la industria química básica, los fabricantes de celulosa y papel y las empresas de transformados metálicos.

Hay que añadir también los lodos de algunos tratamientos de aguas residuales.

## 5. TRATAMIENTO Y ELIMINACION

Se entiende por tratamiento a las operaciones cuya finalidad es reducir o anular la toxicidad y demás características de peligrosidad para la salud humana y el Medio Ambiente, así como facilitar transporte, almacenamiento eliminación y recuperación de los recursos contenidos en los residuos.

Se entiende por eliminación todo procedimiento que no implique la recuperación de los residuos, como es el vertido controlado, la incineración sin recuperación de energía, la inyección profunda, etc.

Los métodos de tratamiento y/o de eliminación de los Residuos Industriales Especiales son los siguientes:

- Plantas de tratamiento físico-químico
- Depósitos de Seguridad
- Incineración

Las diferentes fases que configuran el proceso de control de los residuos, son:

- Generación
- Almacenamiento y pre-recogida
- Recogida
- Transporte
- Tratamiento y eliminación.

A continuación se indican los tratamientos idóneos para los siguientes residuos:

**TRATAMIENTOS IDONEOS PARA LOS SIGUIENTES RESIDUOS**

Residuos	Tratamiento
-----	-----
Organohalogenados .....	Incineración o recuperación
Cianuros .....	Físico-químico o incineración, según concentración. Posible recuperación.
Isocianatos .....	Físico-químico o incineración, según concentración
Disolventes clorados .....	Incineración o recuperación
Disolventes orgánicos .....	Incineración o recuperación
Plaguicidas, insecticidas, pesticidas y sustancias fitosanitarias .....	Incineración
Peróxidos .....	Físico-químicos o incineración
Aromáticos policíclicos .....	Incineración
Acidos y álcalis empleados en tratamientos de superficies ..	Físico-químico o reutilización
Baños agotados .....	(Bolsas de residuos)

Emulsiones .....	Físico-químico
Aceites y mezclas agua-aceite	Regeneración
Residuos farmacéuticos .....	Vertedero o incineración
Residuos Hospitalarios .....	Incineración
Antimonio y sus compuestos ..	Vertedero o físico-químico
Arsénico y sus compuestos ...	Vertedero o físico-químico
Berilio y sus compuestos ....	Vertedero o físico-químico
Cadmio y sus compuestos .....	Vertedero o físico-químico
Cromo hexavalente .....	Vertedero o físico-químico
Mercurio y sus compuestos ...	Vertedero o físico-químico
Talio y sus compuestos .....	Vertedero o físico-químico
Plomo y sus compuestos .....	Vertedero o físico-químico
Zinc y sus compuestos .....	Vertedero o físico-químico
Hierro y sus compuestos .....	Vertedero o físico-químico
Selenio y sus compuestos ....	Vertedero o físico-químico
Teluro y sus compuestos .....	Vertedero o físico-químico

Cobre y sus compuestos ..... Vertedero o  
físico-químico

Parte de los residuos son susceptibles de depositarse en un vertedero controlado o depósito de seguridad, entre ellos:

- Fangos de depuradoras, con un contenido en sólidos superior al 40 por 100.
- Lodos industriales:
  - . Lodos de afluentes de tratamiento de superficies
  - . Lodos de pinturas
  - . Lodos de hidróxidos
  - . Lodos de plantas de celulosa y papel
  - . Lodos de decantación
  - . Lodos de lavado de mineral
  - . Lodos de tintes
  - . Lodos de cal
  - . Lechadas de cemento
  - . Otros residuos sólidos y pastosos
- Amiantos
- Polímeros y copolímeros, colas, resinas, barnices solidificados, colas de emulsiones, polvo y restos de pintura, residuos de encolado, pasta de impresión.
- Sustancias con fluoruros
- Compuestos de cobre (sólidos o fangos)
- Compuestos de cinc (sólidos o fangos)
- Compuestos de níquel (sólidos o fangos)
- Compuestos de otros metales pesados y mezclas (sólidos o fangos)
- Fangos y sólidos de carácter ácido
- Restos de fosfatación (sólidos o fangos)
- Otros fangos y sólidos de carácter alcalino
- Sólidos o fangos con Cr(VI)
- Sólidos o fangos con aceites y grasas no susceptibles de incineración.
- Envases vacíos que hayan contenido productos o residuos tóxicos.
- Cenizas procedentes de la incineración de residuos tóxicos y peligrosos.

Los residuos que se indican a continuación deben incinerarse o someterse a un tratamiento físico-químico o recuperarse, mediante su regeneración.

### ***Incineración***

- Sólidos o fangos con aceites y grasas, susceptibles de incineración.
- Compuestos orgánicos no halogenados que contienen nitrógeno, fósforo o azufre (líquidos).
- Compuestos que contienen nitrógeno, fósforo o azufre (sólidos o fangos).
- Compuestos orgánicos no halogenados que contienen oxígeno (líquidos).
- Compuestos que contienen oxígeno (sólidos o fangos).
- Fenoles derivados (Sólidos o fangos).
- Compuestos de ácidos orgánicos (líquidos).
- Disolventes no halogenados.
- Restos de fuel, alquitrán, gasolina, etc. (Líquidos).
- Hidrocarburos no incluidos en otros subgrupos (Líquidos).
- Restos de colas, barnices y pinturas (Líquidos).
- Restos de colas, barnices y pinturas (Sólidos o fangos).
- Otros compuestos orgánicos no halogenados y mezclas (líquidos).
- Otros y mezclas (Sólidos o fangos).
- Restos de desengrasantes halogenados (Líquidos).
- Restos de desengrasantes halogenados (Sólidos o fangos).
- Disolventes halogenados.
- P.C.B. y análogos.
- Otros compuestos orgánicos halogenados,

- mezclas y no identificados (Líquidos).
- Otros compuestos orgánicos halogenados, mezclas y no identificados (Sólidos o fangos).
- Cianuros sólidos.
- Restos de tenerías.

### ***Tratamiento físico-químico***

- Compuestos de zinc - Líquidos.
- Compuestos de níquel - Líquidos.
- Compuestos de cadmio - Líquidos
- Compuesto de otros metales pesados y mezclas - Líquidos
- Acido clorhídrico
- Acido sulfúrico.
- Acido nítrico.
- Otros ácidos y mezclas.
- Baños fosfatantes.
- baños de NaOH.
- Otros baños alcalinos.
- baños cianurados.
- baños con Cr (VI)
- Restos de cal (lechadas de cal).

### ***Regeneración : Aceites y Taladrinas***

- Aceites de engrase.
- Aceites de laminación.
- Aceites térmicos.
- Aceites hidráulicos.
- Aceites no especificados y mezclas.
- Emulsiones de aceites minerales.

## **6. LEGISLACION**

Es muy reciente la atención y gestión de los residuos tóxicos y peligrosos por parte de los Gobiernos. Por ello la legislación se ha promulgado en los últimos años y todavía no

están bien estructuradas las diferentes actuaciones.

En España existe la Ley 20/1986, de 14 de Mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, que será desarrollada por su correspondiente Reglamento.

Además existe Legislación de varias Comunidades Autónomas, como Cataluña y País Vasco.

Por otra parte, España como los países comunitarios, tiene que cumplir prioritariamente la Directiva 78/319/CEE, de 20 de Marzo de 1978, relativo a los residuos tóxicos y peligrosos, que es una Directiva marco de la se derivan otras que regulan específicamente el control de diferentes productos.

## **7. PLAN NACIONAL DE RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS.**

Actualmente los 1,8 millones de t/año de residuos generados em España son tratados "in situ" por las propias empresas que los originan por métodos más o menos aptos, son exportados a empresas gestoras del tratamiento, principalmente a Gran Bretaña y Francia, son entregados para su incineración en el mar; son enviados a Planta de Tratamiento o Depósito de Seguridad o son almacenados de forma poco controlada temporalmente.

Actualmente solo existe en España una planta centralizada para el tratamiento de residuos tóxicos y peligrosos en Madrid. Tiene una capacidad de tratamiento de 20.000 t/año. Solo Madrid dispone también de un Deposito de Seguridad, con una capacidad de 100.000 metros

cúbicos.

En España existen numerosísimos puntos con residuos tóxicos y peligrosos abandonados. El control de los residuos se pretende realizar a través de un Plan Nacional.

La recogida y tratamiento de residuos tóxicos y peligrosos se efectuará de acuerdo con lo previsto en el PLAN NACIONAL DE RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS, financiado por el MOPU, con una inversión global de 22.000 millones de pesetas, hasta 1993.

Se han previsto las siguientes actuaciones principales:

### ***Plantas de Incineración***

Tres situadas en Madrid, País Vasco y Cataluña  
La capacidad de cada una es de 30.000 t/año.  
Coste previsto: 7.701 millones de pesetas.

### ***Plantas de tratamiento físico-químico***

Cinco

- Cataluña .....	80.000 t/año
- País Vasco .....	40.000 t/año
- Valencia .....	40.000 t/año
- Andalucía .....	40.000 t/año
- Murcia .....	40.000 t/año
- Madrid .....	20.000 t/año

Construida y en operación.

Coste previsto: 975 Millones de pesetas.

### ***Depósitos de Seguridad***

1 País Vasco .....	80.000 toneladas
1 Andalucía .....	80.000 toneladas
2 Cataluña .....	80.000 toneladas

		cada uno	
1	Valencia .....	40.000	toneladas
1	Galicia .....	40.000	toneladas
1 Madrid: 100.000 metros cúbicos de capacidad. Construido y en operación.			

Coste previsto : 3.482 millones de pesetas.

**Centros de recogida**

25 de 16.500 t/ cada uno.

Coste previsto : 2.375 millones de pesetas

**Tratamiento de aceites y taladrinas.  
Regeneración**

Se subvencionará la regeneración.

En el cuadro nº 4 se indican los 9 programas que configuran el Plan Nacional de Residuos Tóxicos y Peligrosos. Recientemente el Consejo de Ministros aprobó la creación de la Empresa Nacional de Residuos Tóxicos y Peligrosos, que se encargará de esta cuestión, colaborando con las Autonomías que son las encargadas de la gestión de los residuos.

El control de los residuos tóxicos y peligrosos, junto con los efectos de las lluvias ácidas sobre la vegetación, el suelo, el agua y el patrimonio arquitectónico, son los problemas que preocupan más a la CEE. En España no sólo no existe un control de estos residuos sino que ni siquiera se tiene un buen conocimiento de los mismos. Por ello, es urgente adoptar las medidas precisas construyendo las instalaciones necesarias.

**CUADRO NUMERO 1**

**PRODUCCION DE RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS EN ESPAÑA**

CC. AA.	Tm/año				
	<i>Incineración</i>	<i>Fis. Química</i>	<i>Dep. Seg.</i>	<i>Recup. Aceit. y taladri.</i>	<i>TOTAL</i>
Andalucía .....	17.000	40.000	100.000	2.400	159.400
Aragón.....	13.500	25.240	59.900	1.440	100.080
Asturias .....	3.300	11.000	36.000	3.700	54.000
Baleares .....	2.000	3.000	11.000	235	16.235
Canarias .....	5.000	4.000	13.500	125	22.625
Cantabria.....	4.000	8.000	9.000	830	21.830
Castilla-La Mancha...	5.000	12.000	22.000	500	39.500
Castilla y León .....	23.000	23.000	65.000	3.000	114.000
Cataluña.....	75.000	98.000	285.000	24.000	482.000
Extremadura.....	1.500	10.000	9.000	250	20.750
Galicia.....	3.500	4.000	35.000	500	43.000
Madrid.....	30.000	67.000	75.000	4.600	176.600
Murcia .....	5.000	46.000	18.500	675	70.175
Navarra .....	10.000	10.000	9.000	2.000	31.000
País Vasco.....	30.000	156.000	77.000	19.000	282.000
Rioja (La) .....	1.500	6.000	5.000	370	12.870
Valencia.....	15.887	20.775	119.358	5.488	161.508
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>245.187</b>	<b>544.015</b>	<b>949.258</b>	<b>69.113</b>	<b>1.807.513</b>

## CUADRO NUMERO 2

# SECTORES INDUSTRIALES POTENCIALMENTE PRODUCTORES DE RESIDUOS QUIMICOS PELIGROSOS Y TOXICOS

### A) Actividades y/o procesos industriales que producen residuos tóxicos orgánicos

#### *Sector Caucho*

- Obtención de productos de caucho, con empleo de nitrobenzeno.

#### *Sector Farmacéutico*

- Obtención de productos por fermentación, extracción y síntesis química.
- Reutilización y/o eliminación de productos caducados.

#### *Sector Pesticidas*

- Obtención pesticidas organofosfóricos.
- Obtención pesticidas carbonatos.
- Obtención de herbicidas benzoicos.
- Obtención de herbicidas alifáticos clorados.
- Obtención de fumigantes de hidrocarburos alifáticos halógenos.
- Obtención de herbicidas de fenil-urea.
- Obtención de herbicidas fenoxilicos.
- Obtención de pesticidas de hidrocarburos policlorados.
- Acabado de pesticidas. Envasado.
- Obtención de pesticidas nitrilos.

#### *Sector Plásticos*

- Obtención de cloruro de vinilo.

#### *Sector Químico*

- Obtención de formaldehído.
- Obtención de acetaldehído por oxidación de etileno.
- Síntesis de metanol.
- Obtención de butadieno por deshidrogenación de n-butano.
- Obtención de sulfato de dimetilo.
- Acabado de dicloruro de etileno y cloruro de vinilo.
- Obtención de cloro.
- Otros.

#### *Sector Textil*

- Obtención de filtros de síntesis química.
- Acabado de filtros naturales y sintéticos.

### **Varios**

- Obtención de pinturas y colorantes.
- Obtención de nitrocelulosa.
- Obtención de nitroglicerina.
- Obtención de incendiarios y explosivos de alta potencia.
- Obtención de ovoides sin humo.
- Preservación de la madera. Productos de preservación.

## **B) Actividades y/o procesos industriales que producen residuos tóxicos inorgánicos**

### **Sector Curtidos**

- Cromatos de curtición.

### **Sector Farmacéutico**

- Obtención de productos por fermentación, extracción y síntesis que producen mercurio y arsénico como residuos.

### **Galvanoplastia**

- Galvanoplastia de Cr, Cu, Ag, Zn, Ni, Pb, Sn.
- Baños de anodizado.
- Cianuros de galvanoplastia.
- Cadmio de galvanoplastia.
- Acabado de metales con ácido crómico.
- Decapado de hierro y acero.

### **Sector Minería**

- Proceso de tostación menas de Zn.
- Proceso de beneficio menas de Hg, Cd, Pb, ...

### **Sector Pasta y Papel**

- Lejías negras de la fabricación de pasta y papel.

### **Sector Pesticidas**

- Obtención de pesticidas con arsénico como residuo.
- Obtención de pesticidas con arseniatos como residuo.
- Obtención de fungicidas con mercurio como residuo.
- Obtención de pesticidas y herbicidas con arsénitos como residuos.

### **Sector Textil**

- Teñido y lavado de filtros o materia prima con generación de residuos con cromo y mercurio.
- Hipocloritos gastados de blanqueo.

### **Sector Químico**

- Obtención cromato potásico.
- Obtención sulfato amónico.
- Obtención fertilizantes.
- Obtención éter de celulosa.
- Obtención ácido perclórico.
- Depuración de ácido fosfórico.

- Obtención de fluoruros de bromo y cloro.
- Obtención de fluor.
- Obtención de cianuro mercúrico.
- Obtención de sales de bario.
- Obtención de sales de berilio.
- Obtención de cloro-sosa (celdas de diafragma).
- Obtención de cloro-sosa (celdas de mercurio).
- Obtención de borax.
- Obtención de dióxido de titanio.
- Obtención de dicromato sódico.
- Obtención de óxido de Zn.
- Obtención de óxido de antimonio.
- Obtención de carbonato de bario.
- Obtención de carbonato de estroncio.
- Obtención de clorato sódico.
- Obtención de cromo.
- Metales pesados de refino del petróleo.

### **Varios**

Cromatos de la obtención de pigmentos y tintes.  
 Cd. y Se. de la obtención de pigmentos.  
 Fabricación de circuitos impresos, fusiles, tubos electrónicos, etc.  
 Fabricación de baterías.

### **C). Fangos y lodos**

- Fangos y lodos de la obtención de dicromato sódico.
- Lodos galvánicos con Cn, Cr, Cu, Zn, Ni, Co.
- Fangos de sulfato de bario.
- Lodos de la fabricación de pintura al aceite y al agua.
- Lodos y fangos de la obtención de plomo tetraetilo y tetrametilo.
- Lodos de cal de curtición. Fangos de curtición.
- Envases, contenedores y lavado de cualquier tipo de recipientes que hayan contenido:
  - arsenato cálcico;
  - pesticidas carbonatados, alifáticos;
  - arseniato de plomo;
  - fungicidas mercuricos, orgánicos;
  - insecticidas orgánicos.
- Fangos de refinerías.
- Fangos de petroquímica con fenoles y cianuros.
- Lodos fabricación de hierro y acero.
- Trióxido arsénico de fundición.
- Productos de selenio.
- Tricloruro de arsénico.

### CUADRO NUMERO 3

## PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE LOS DIFERENTES SECTORES INDUSTRIALES EN LA GENERACION DE RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS

### ESPAÑA

PUESTO	SECTOR INDUSTRIAL (Actividad)	Porcentaje producción residuos sobre total	
		Actividad % Parcial	Sector % Total
1	INDUSTRIA QUIMICA.....		30
	1.1. Fabricación productos químicos para la industria.....	16	
	1.2. Fabricación productos químicos de consumo final.....	4	
	1.3. Fabricación químicos agrícolas.....	3,5	
	1.4. Fabricación productos químicos básicos.....	3	
	1.5. Fabricación materias plásticas.....	3	
	1.6. Fabricación productos farmacéuticos.....	0,5	
2	INDUSTRIAS DEL PAPEL Y CELULOSAS.....		27
	2.1. Fabricación pasta papelera y papel y cartón.....	25	
	2.2. Artes gráficas y actividades anexas.....	2	
3	TRANSFORMADOS METALICOS.....		23
	3.1. Acabados metálicos y fabricación herramientas.....	12,5	
	3.2. Tratamiento y recubrimiento de metales.....	10,5	
4	INDUSTRIAS METALICAS BASICAS.....		9
	4.1. Siderurgia.....	6	
	4.2. Fundiciones.....	2,9	
	4.3. Calderería.....	0,1	
5	INDUSTRIA TEXTIL.....		3
	5.1. Algodón, lana, fibras artificiales y sintéticas y acabados textiles.....	3	
6	CUERO, CALZADO Y CONFECCION.....		3
	6.1. Cuero.....	2,5	
	6.2. Calzado y confección.....	0,5	
7	ALIMENTACION, BEBIDAS Y TABACO.....		2
	7.1. Industrias lácteas.....	0,9	
	7.2. Juegos y conservas vegetales.....	0,7	
	7.3. Otras industrias alimenticias.....	0,1	
	7.4. Bebidas y tabaco.....	0,3	
8	INDUSTRIAS DE LA MADERA.....		1
	8.1. Fabricación productos madera, corcho y muebles de madera.....	1	
9	INDUSTRIAS PRODUCTOS MINERALES NO METALICOS.....		1
	9.1. Vidrio.....	0,5	
	9.2. Cerámica.....	0,5	
10	COMPONENTES ELECTRICOS Y ELECTRONICOS.....		1
	10.1. Componentes eléctricos.....	0,9	
	10.2. Componentes electrónicos.....	0,1	

## CUADRO NUMERO 4

### PLAN NACIONAL DE RESIDUOS TOXICOS Y PELIGROSOS

#### OBJETIVOS E INVERSION POR PROGRAMA (1989-1993)

<i>Programas</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Inversión total millones ptas.</i>	<i>Inversión estatal millones ptas.</i>
P.1. Inversiones en infraestructura de servicios de gestión de RT y P.	— 90.000 t/año de tratamiento por incineración.	9.810	
	— de 180.000 - 200.000 t/año de tratamiento físico-químico.	2.264	
	— 440 t/año en depósito seguridad.	5.500	
P.2. Tratamiento <i>in situ</i> de residuos y recuperación	— eliminar 175.000 t/año de residuos.	4.000	
P.3. Fomento de técnicas limpias.	— reducción de un 15% volumen total de residuos.	26.000	
P.4. Fomento a la Investigación y Desarrollo.	— desarrollo de lo previsto en el Programa y Plan Nacional.		
P.5. Promoción, Información-publicidad.	— realización de campañas.		
		1.500	1.500
P.6. Identificación, control y recuperación.		5.000	
P.7. Centros de Recogida.	— 34 módulos de 15.000 t/año.	3.230	
P.8. Aceites usados.	— 96.000 t/año.	4.800	
P.9. Eliminación de PCB's.	— Eliminación de 12.000 t/año.		
<b>Total programas</b>		<b>62.104</b>	<b>22.694</b>



# CARTA EUROPEA DEL AGUA

El agua no conoce fronteras

El agua es un problema

## I

No existe vida sin agua. El agua es un bien precioso indispensable a todas las actividades humanas.

## II

Los recursos del agua no son inagotables. Es indispensable preservarlos, controlarlos y, si ello es posible, acrecentarlos.

## III

Alterar la calidad del agua significa atentar contra la vida de los hombres y la de los restantes seres vivos que dependen de ella.

## IV

La calidad del agua debe conservarse en los niveles apropiados para los usos previstos y debe, en especial, satisfacer las exigencias de la salud pública.

## V

Cuando el agua, una vez utilizada, se devuelve a su medio natural, no debe comprometer los usos ulteriores, tanto públicos como privados, que de ella pueden hacerse.

## VI

El mantenimiento de una capa vegetal apropiada, preferentemente forestal, es esencial para la conservación de los recursos del agua.

## VII

Los recursos del agua deben ser objeto de inventario.

#### VIII

La correcta gestión hidráulica debe ser objeto de un plan establecido por las autoridades competentes.

#### IX

La conservación de los recursos hidráulicos implica un importante esfuerzo de investigación científica, de formación de especialistas y de información pública.

#### X

El agua constituye un patrimonio común cuyo valor debe ser conocido por todos. Cada uno tiene el deber de economizarla y de usarla cuidadosamente.

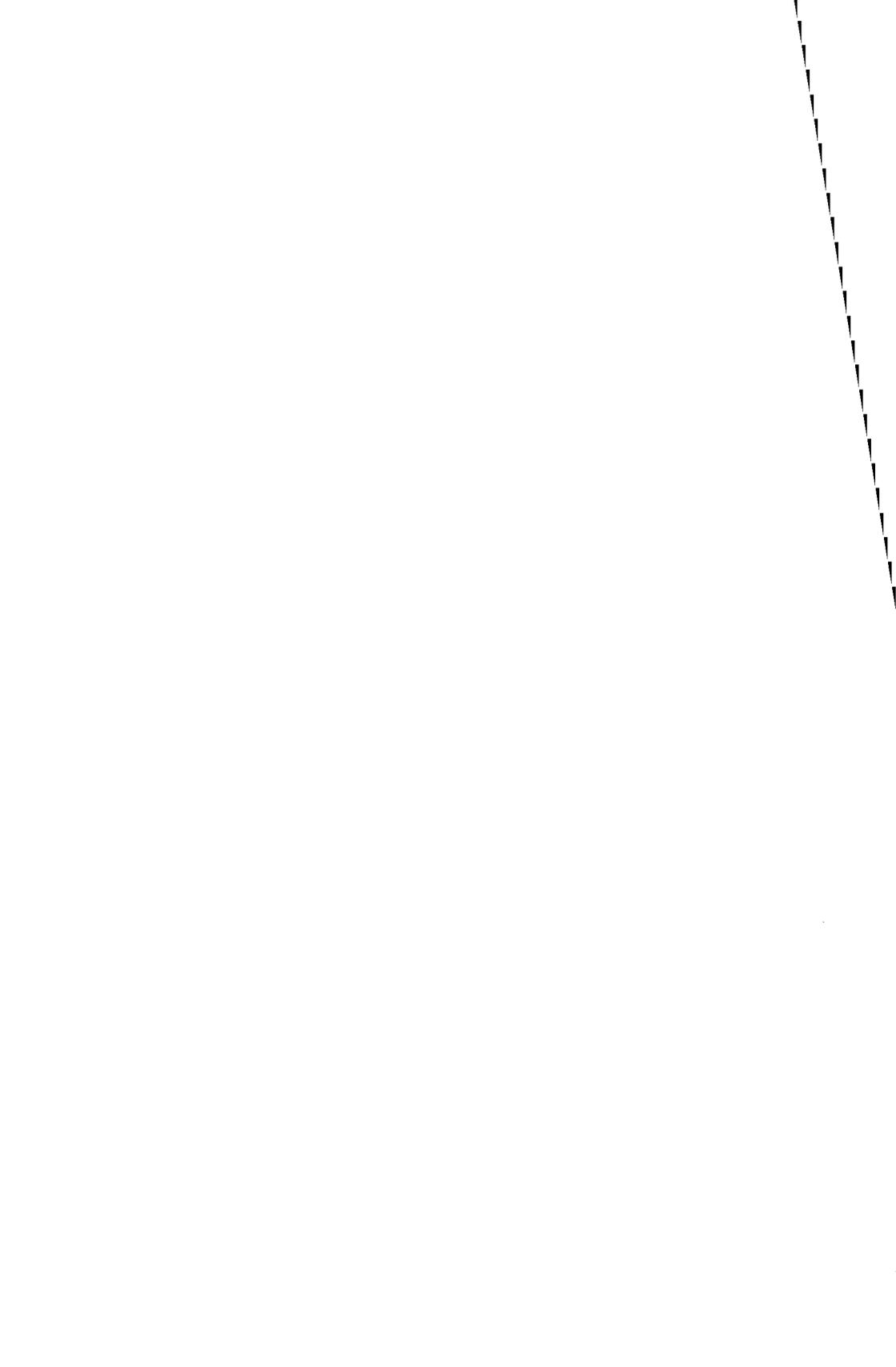
#### XI

La gestión de los recursos hidráulicos debería realizarse dentro del marco de la cuenca natural, con preferencia al de las fronteras administrativas y políticas.

#### XII

El agua carece de fronteras. Es un bien común que requiere la cooperación internacional.





Excma. Diputación Provincial de Soria  
Fundación Cánovas del Castillo

---