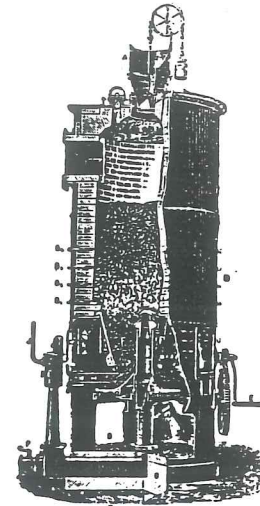




UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Tecnología y Medio Ambiente



Atecma

ATECMA

**TECNOLOGIA
Y
MEDIO-AMBIENTE**

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Servicio de Publicaciones

SPUPV-91.1023

Edita: SERVICIO DE PUBLICACIONES

Imprime: REPROVAL, S.L., C/ Vera, s/n

I.S.B.N. 84-7721-123-X

Depósito Legal: V - 2510 - 1990

CONFERENCIA:

NIVELES DE CONTAMINACION EN LA ALBUFERA DE VALENCIA Y
RECOMENDACIONES PARA SU RESTAURACION.

EDUARDO VICENTE Y MARIA ROSA MIRACLE.

Dto. de Microbiología y Ecología.

Facultad de Ciencias Biológicas

Universidad de Valencia.

46.100 BURJASOT . VALENCIA.

INTRODUCCION.

La Albufera y la marjal circundante constituyen un sistema acuático eutrófico y en su mayor parte dedicado al cultivo del arroz. Por su extensión e importancia, este conjunto fué declarado Parque Natural en Junio de 1986. Sus aguas discurren radialmente para reunirse en el vaso central del sistema, constituyendo el lago permanente de la Albufera. Como consecuencia de la escorrentía del sistema y de los aportes de aguas con residuos agrícolas urbanos e industriales, el lago se encuentra actualmente en un estado de hipertrofia extrema. Además, existe también la manipulación de la renovación de las aguas del lago por medio de unas compuertas que controlan la evacuación de las aguas al mar, y por tanto su nivel en el lago, de acuerdo con las necesidades del cultivo del arroz. Esto condiciona la evolución anual de los diferentes parámetros, diferenciándola de otros sistemas hipertroficados costeros, donde los ciclos se ajustan a las estaciones del año y a las características climáticas sin interferencias antrópicas. (Miracle et al., 1984; Serra et al., 1984).

DESCRIPCION DE L'ALBUFERA Y LA MARJAL

La Albufera de Valencia, laguna litoral de 25,6 km² de superficie, situada a 10 km al Sur de esta ciudad, es de forma casi circular de unos 8 Km de diámetro máximo. Su profundidad media es de aproximadamente un metro. Ocupa la parte central de un amplio humedal que se extiende entre las desembocaduras de los ríos Turia y Júcar, con una extensión aproximada de 223 Km², en su mayor parte dedicado al cultivo del arroz. La comunicación de la Albufera con el mar se lleva a cabo por tres canales o "golías" donde el flujo de agua es regulado por compuertas que mantienen su nivel en los valores más adecuados para el arrozal (ROSELLO, 1979). Al Oeste de la zona húmeda se sitúa un cordón de poblaciones que suman 300.149 habitantes y unas 4.000 industrias (censo de junio de 1986), cuyas aguas residuales se vierten, la mayoría sin depurar, a cauces naturales pertenecientes a la cuenca hidrográfica de la Albufera. Los aportes hídricos llegan por numerosas acequias procedentes de los ríos Turia y Júcar y varios barrancos. Si bien la parte Norte de la zona húmeda era anteriormente abastecida por el caudal del Turia, en la actualidad y debido al trasvase de aguas del río Júcar al Turia, y la canalización de las aguas de salida de la depuradora de aguas residuales de la Ciudad de Valencia, los aportes en esta zona corresponden a aguas de muy diversa composición y procedencia. Las zonas Oeste y Sur, por otra parte, se surten exclusivamente de las aguas del Júcar.

Entre los principales aportes de agua a la Albufera destacaremos:

- La carrera de "El Saler", con las aguas procedentes de la acequia del Oro, acequia de Favara, la depuradora de aguas residuales de Valencia y diversas acequias que recogen los vertidos de Alfaiar y Sedavi.
- El barranco de Chiva o de Massanassa, con aguas pluviales, residuales urbanas e industriales procedentes de una amplia cuenca y diverso origen.
- Las acequias Nova de Silla, Oro, Silla, Senyoret y L'Alqueresía con aguas residuales fundamentalmente urbanas e industriales procedentes de Silla, del matadero industrial de "La Ribera" y de la zona Sollana.
- Las acequias de Campets, Overa y Dreta, con aguas agrícolas procedentes de la Acequia Real del Júcar, y vertidos de origen lejano. (Pardo, 1942; Barauce, 1975).

LA CONTAMINACION DE LA ALBUFERA POR AGUAS RESIDUALES.

Dada la total ausencia de infraestructura sanitaria en las zonas circundantes a la Albufera, ésta se convierte en el receptor natural de las aguas residuales de los municipios y polígonos industriales ubicados en su cuenca hidrográfica. El contenido de agua residual en los diferentes cauces se ha evaluado en base a su comparación con el contenido en fósforo soluble y total de un agua residual tipificada. Para obtener el contenido medio de fósforo en el agua residual tipificada de la zona en estudio, se han efectuado cuatro medidas en distintos meses y horas del día, de las concentraciones de este elemento en dos efluentes urbanos (Silla y Alfaiar).

El valor medio de las 8 determinaciones de cada una de las formas de fósforo fue de 175 micro Molar de P soluble y de 315 micro Molar de P total.

Por medio de la relación entre estos valores y sus correspondientes en las aguas de las acequias se establece el porcentaje teórico de agua residual tipificada que contienen. Los valores superiores al 100% hay que relacionarlos con las aguas residuales de origen marcadamente industrial, cuyo contenido en P es superior al de los efluentes urbanos. Presentan esta característica el Barranco de Massanassa y las acequias de Rabisancho, Nova d'Alfaiar, Nova de Silla, Fus y Oliveral.

Con estos datos se ha estimado el aporte anual de aguas residuales por las diferentes acequias y el global para el lago, cifrado en 78,6 Hm³ de agua residual tipificada, que

corresponde al 28% del ingreso total de agua al lago (Tabla 1). Es de notar, que el contenido medio de agua residual en algunos cauces es superior al 75%, concretamente en el barranco de Massanassa, Rabisancho y Nova de Silla.

corresponde al 28% del ingreso total de agua al lago (Tabla 1). Es de notar, que el contenido medio de agua residual en algunos cauces es superior al 75%, concretamente en el barranco de Massanassa, Rabisancho y Nova de Silla. Contenidos superiores al 35% se encontraron en Nova de Alfaiar, Fus, Port de Catarroja, el Senyoret, el Derramador del Ale y el Barranco de Beniparrell. Esto contrasta con los cauces agrícolas de la mitad Sur en las que el P está más diluido.

La tabla 2, nos muestra la distribución de las aguas residuales aportadas a las diferentes zonas del lago, destacando por su mayor contaminación el sector NORTE de la Albufera, al que se vierten 40,3 Hm³/año de agua residual, o sea más del 51% del total residual (Tabla 3). Cuando se considera el aporte total anual de agua residual a la Albufera, es decir considerando su contenido y el caudal involucrado, la ordenación de las acequias por su grado de aporte residual cambia por completo. Esto está reseñado en la tabla 3, en la cual se registran los porcentajes de contribución de las diversas acequias al aporte de agua residual al lago. De esta manera tenemos en primer lugar, Overa con un 35,8% seguida del Barranco de Massanassa con el 13,5% y con una contribución superior al 5% las del Fus, Nova d'Alfaiar, Port de Catarroja, Barranco de Beniparrell y Nova de Silla.

EFFECTO CORRECTOR DEL COLECTOR NORTE - OESTE.

El caudal residual anual interceptado por el colector (Tabla 1), tendría un valor medio de 27 Hm³/año de agua residual tipificada, lo que supone una eficacia del 34,3% respecto al agua residual que llega actualmente al lago.

Estos datos nos indican que el colector es necesario pero no suficiente para la descontaminación de la Albufera, ya que después de su entrada en funcionamiento, persistirá aproximadamente el 66% (valor medio) de la contaminación por agua residual, es decir que el agua de entrada a la Albufera todavía llevará un 18% de agua residual, o sea un 10% menos que la tasa actual situada en el 28% (Tabla 1).

CARGA DE NUTRIENTES Y EUTROFIZACION.

El aporte de compuestos de nitrógeno y fósforo a las aguas seguido de su asimilación por los organismos fotosintéticos conduce, por su biotransformación en materia orgánica, al crecimiento de las poblaciones. Cuando los aportes sobrepasan la capacidad del sistema para inmovilizarlos vía sedimentación desencadenan los crecimientos masivos propios de los sistemas hipertróficos. La tabla 1 recoge los aportes anuales de los principales nutrientes en el sistema de acequias

de la Albufera, basado en cálculos de la concentración de estos elementos en el agua y del caudal aportado al lago. Así, relacionando los datos de concentración y caudal, observamos que acequias no excesivamente contaminadas pero de gran caudal, suponen un aporte de nutrientes al lago mayor que otras muy cargadas pero de bajo caudal.

De los nutrientes más importantes se aportan a la Albufera anualmente (Tabla 1): N inorgánico 3.985 Tm (la mitad en sus formas oxidadas, nitrito y nitrato y la otra mitad en la forma reducida, NH_4^+). El P soluble está en una proporción algo más de 10 veces menor que el nitrógeno, proporción no muy lejana a la de la materia orgánica, llegando a la Albufera 372 Tm al año, con lo que este equilibrio favorecerá el desarrollo algal que no se encontrará limitado "a priori" por ninguno de estos dos componentes fundamentales. El P total que llega a la Albufera anualmente es del orden de 1.000 Tm. En la misma tabla se evalúan los nutrientes que retirará el colector y el porcentaje de carga de nutrientes remanente una vez entre en funcionamiento. El colector elimina aproximadamente una tercera parte de la contaminación por nutrientes, tanto del nitrógeno inorgánico total (34%) como del P (27%). En el caso del nitrógeno, elimina en mayor proporción la forma reducida (46%) que la oxidada (24%), debido a que está destinado a recoger las aguas residuales de la parte Norte, ricas en amonio. Con respecto al P, no hay tanta diferencia entre el soluble y el total, estando ambos disminuidos a la tercera parte. Cuando funciona el colector habrá aún una carga de nutrientes del orden de 2.600 Tm/año de N (7 Tm/día) y 238 Tm/año de P soluble (0,65 Tm/día) y 714 Tm/año de P total (2 Tm/día).

Los aportes anuales medios por unidad de superficie son muy grandes, del orden de 155 g/m² de nitrógeno inorgánico y 14,5 g/m² año de fósforo soluble. El nitrógeno orgánico no se ha evaluado y representaría una gran cantidad cuya mineralización lo haría asequible a las algas. Sin embargo, no lo hemos considerado, porque el elemento limitante del crecimiento algal en este ecosistema, dominado por las cianobacterias (algunas de ellas fijadoras de nitrógeno), es el P. El P total es del orden de 38,6 g/m². año. Todo ello supone aportes diarios/m² de las formas solubles de N inorgánico y P superiores respectivamente a los 400 y 40 mg, que es mucho si se consideran los valores que normalmente se utilizan en la fertilización de los acua-cultivos. A esto hay que unir, como ya se ha dicho los aportes de N y P orgánicos, solubles y particulados, que a más largo plazo son también asequibles a las algas y que en el caso del fósforo edicionan 60 mg más en forma particulada. La entrada en servicio del colector supondría la disminución de estas cargas por m² aproximadamente en una tercera parte, por lo que los 2/3 aproximados de carga remanente serían todavía 280 mg de N soluble/m² día y 80 mg de P total.

Las acequias con mayor carga son las más caudalosas (tablas 1 y 3). Las acequias del Sur son las responsables de la mayor parte de los aportes de nitratos (Overa 719 Tm/año, o sea 34,6% del total) que tienen su origen principalmente en la lixiviación de los campos de cultivo y la mineralización de los aportes residuales de larga distancia. En cambio, los aportes de amonio son importantes en la zona Norte, fundamentalmente por el Barranc de Massanassa que transporta 538,7 Tm/año (28% del total). En la zona Sur, donde esta contaminación no es característica, destaca el cauce del Senyoret, que a pesar de su poco caudal, transporta 96 Tm/año de amonio (5% del total) que proceden en su mayor parte del vertido sin depuración del matadero de la Kibera. Los aportes de P se concentran en la zona Norte por varios cauces, especialmente por el Barranco de Massanassa que vierte 68 Tm/año de P soluble (18,4% del total) y 132 Tm/año de P total (13,3% del total). Sin embargo, Overa en la zona Sur destaca también por su contribución debido a su comparativamente gran caudal, de manera que aporta 107 Tm/año de P soluble (28,8%) y 438 Tm/año de P total (44,2%). Hay que considerar sin embargo que las concentraciones son bajas en Overa y existe por ello un efecto de dilución. Es decir, existe un gran flujo de agua poco concentrada en P que no se acumula sino que sale de la Albufera de manera relativamente rápida por la Sequiota. Evidentemente, junto a la carga de nutrientes hay que considerar el tiempo de residencia del agua en el lago, de manera que en las zonas de mayor renovación la utilización de los nutrientes para la construcción de biomasa algal es menor porque depende no sólo de la cantidad global sino también de su concentración en el agua (efecto de dilución) y del tiempo para el desarrollo del cultivo algal (tiempo de residencia).

LA PRESENCIA DE ELEMENTOS METÁLICOS PESADOS Y SEMIPESADOS EN LAS AGUAS APORTADAS AL LAGO POR LAS ACEQUIAS

La tabla 4, registra las acequias cuyas aguas presentaban concentraciones importantes de estos elementos. Hay que hacer notar que se trata de medidas puntuales en el agua de estos cauces y que estos elementos precipitan muy fácilmente, quedando retenidos por el sedimento principalmente en forma de sus correspondientes sulfuros, desde donde pueden ser arrastrados o resolubilizados. Así, cuando se producen avenidas o tan solo se incrementa el caudal y velocidad del agua en las acequias por la lluvia, gran parte de los sedimentos cargados de metales son arrastrados al lago, donde pueden sedimentar o resolubilizarse, cuando el cambio de condiciones así lo determine, perturbando con ello el sistema. Análogamente, cambios de las condiciones reinantes en los cauces, como variaciones del pH y Eh pueden determinar la resolubilización de estos elementos sobre todo cuando descienda la concentración de sulfuro en los sedimentos. En cualquier caso, la carga de

metales tóxicos en los sedimentos de los cauces supone una amenaza constante, ya que solo es cuestión de tiempo que este patrimonio de la contaminación sea arrastrado al lago.

Es de destacar, según nuestros análisis, la contaminación por Cu y Ni de la acequia de Oliveral, como consecuencia probablemente del vertido de industrias de recubrimientos metálicos electrolíticos. Esto está ligado a la fuerte contaminación por cloruros y sodio también características de esta acequia.

EVOLUCION HISTORICA DEL PROCESO DE CONTAMINACION DE LA ALBUFERA

El lago de la Albufera es el receptor de todos los caudales contaminados descritos anteriormente. En realidad actúa como una depuradora, de manera que recibe y procesa toda esta contaminación.

La Albufera como laguna litoral somera, fue durante mucho tiempo y hasta hace unos 25 años un sistema dominado por los macrofitos bentónicos. Estas praderas de macrofitos tenían una fauna de invertebrados asociada, con especies muy interesantes desde el punto de vista biogeográfico puesto que se consideran endemismos de la zona del Levante español o son de distribución restringida. Algunos de estos invertebrados como la "gambeta", desaparecida actualmente de la Albufera, eran objeto de una explotación comercial de carácter artesanal. La diversidad e importancia numérica de esta flora y fauna bentónica es la que sin duda permitía la existencia de importantes poblaciones de vertebrados y explicaría la riqueza piscícola del Lago y la consideración de la Albufera como uno de los refugios de aves más importantes de las costas mediterráneas. Además, la vegetación bentónica, hoy totalmente desaparecida a causa de la eutrofización, controlaba perfectamente el oleaje generado por el viento, por lo que disminuía la erosión de las "matas" y reducía la resuspensión del sedimento y de los nutrientes ligados a él. Fue hacia los años 1970, cuando a raíz del enorme impacto humano generado por la expansión industrial y turística de Valencia en la década anterior, la sociedad toma conciencia del progresivo deterioro del ecosistema. Pescadores y cazadores veían disminuir de modo alarmante la fauna vertebrada del lago y las aguas presentaban características claramente eutróficas. Una serie de organismos de la capital valenciana, se interesaron por un estudio integrado sobre la Albufera y colaboraron en un proyecto, que como "Estudio piloto del Mediterráneo" coordinado por el ICORNA, pretendía determinar el proceso de degradación y establecer las medidas correctoras precisas. Los resultados de estos estudios fueron recopilados por Dafauce (1975) en una monografía, basada en su parte limnológica principalmente en los estudios

realizados por el Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (CSIC) durante los años 1972-73. De estos estudios, se deduce que el lago ya era eutrófico en estas fechas. Se considera eutrófico un lago en el que la cantidad de clorofila sea del orden de 5 a 100 mg/m³ y la producción algal de 0,3 a 1g C/m² día. En el libro de Dafauce se registran medidas de este mismo orden. Los macrofitos habían casi desaparecido. Sin embargo, de aquellos años hasta ahora la eutrofización ha seguido un proceso acelerado, convirtiéndose en un lago hipereutrófico. Como ejemplo se podría poner la evolución de la clorofila en la Albufera, que en los diferentes años ha registrado los siguientes valores máximos:

Años	1972	1973	1974	1980-88
mg Clorofila a /m ³ :	20	40	78	600-800

Los valores en la década de los 70 corresponden a los valores máximos extraídos de la publicación de Dafauce. Los de la década de los 80 proceden de nuestras determinaciones. El salto entre unos y otros es muy grande e ilustrativo. Si hacemos un análisis detallado de los diferentes años del 80 al 88 se observa que existe una gran heterogeneidad en los valores de clorofila, que dependen de los diferentes "blooms" o crecimientos explosivos algales. También se observa que los valores de 700 - 800 mg/m³ son ya los máximos permisibles por un sistema acuático, puesto que nunca se han encontrado valores más altos. En realidad un valor de 350 mg/m³ absorbe ya el 99% de la luz por lo que concentraciones de 700-800 mg/m³ sólo dejarían pasar la luz hasta 0,5 m de profundidad y el que se encuentren algas vivas más abajo es sólo posible si el agua es turbulenta y pueden pasar algún tiempo en la superficie. En el caso de la Albufera, la contaminación creciente no es sólo por nutrientes minerales, sino también por materia orgánica, ambos a un ritmo acelerado. Además el gran crecimiento algal implica una gran cantidad de materia orgánica que se adiciona a la de los aportes autóctonos. Toda esta materia sigue procesos de descomposición, favoreciendo el crecimiento de las bacterias heterótrofas, cuyo desarrollo se ha incrementado en los últimos años, de manera que ahora se observa una tendencia a la disminución de la concentración de clorofila en favor de un desequilibrio hacia la heterotrofia.

La evolución histórica de un sistema acuático, queda bien registrada en sus sedimentos y por ello, a partir del estudio de la columna sedimentaria podemos deducir su evolución. Además, el extrato superficial del sedimento, juega un papel crucial en el metabolismo del lago, pues en las aguas hipereutróficas someras como la Albufera, la importancia del fenómeno de "fertilización interna", es decir el paso de nutrientes del sedimento al agua, es grande.

El acúmulo de compuestos de nitrógeno inorgánico en los diferentes estratos sedimentarios es bajo, como corresponde a un compuesto muy soluble y con especies químicas susceptibles de sufrir desnitrificación, con valores ligeramente más elevados en superficie. El fósforo total es bastante elevado, sobre todo en la parte superficial. Evidentemente la descomposición de la materia orgánica prosigue en las capas antiguas del sedimento y siempre se da un aumento de los nutrientes, P y N, en las capas superiores. Sin embargo, en el caso de la Albuera, este aumento, está muy exagerado, por la gran carga contaminante en los sedimentos recientes, consecuencia del proceso de eutrofización. Esto es muy patente en el punto 7 que recibe el mayor impacto de contaminación, ya que está situado a la salida, del barranco de Massanassa. Allí el fósforo es de 1,5 mg/g de sedimento (peso seco) en superficie, valor extraordinariamente elevado. En los testigos de sedimento se observa que la capa más superficial (0 - 10 cm) tiene siempre mucha mayor cantidad de fósforo que el resto. En el amonio la tendencia también es ésta, así... con pocas excepciones. (Fig. 1). Así, en estos diez primeros centímetros la cantidad de fósforo es prácticamente la mitad del total acumulado en los restantes 50 cm de la columna sedimentaria (es decir aproximadamente un tercio del total acumulado en 60 cm). Esto nos confirma la acelerada tasa de acúmulo de P en los años recientes. En el caso del amonio la cantidad acumulada en los 10 primeros centímetros es un cuarto de la total y los valores absolutos son muy pequeños en relación con los del fósforo, en cambio en el agua ocurre al revés. Esto es debido a la gran movilidad del amonio / en contraste con el ciclo del fósforo típicamente mucho más sedimentario. En cambio, la materia orgánica representa en una comparación semejante solo un quinto del total. En algunos lugares cerca de las matas hay un aumento de materia orgánica en capas profundas, en las que abundaban restos de troncos de macrófitos. Esto se debe a mortalidades masivas de plantas acuáticas debido a algún factor (enterramiento, cambios de salinidad, cambios ambientales bruscos, etc.). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la heterogeneidad de la distribución del contenido de materia orgánica en el sedimento, está relacionada con el ritmo de deposición de ella misma y de la materia mineral procedente de la erosión de la cuenca y también interaccionada con las corrientes de agua de la Albuera.

La contaminación por aguas industriales se pone de manifiesto por las concentraciones de metales pesados que son de gran toxicidad para la vida. En la tabla 4 se muestra los análisis de las muestras de agua tomadas en los diferentes puntos. En la tabla sólo se reseñan los datos de aquellos elementos que resultaron detectables en el agua, si bien estarían presentes como precipitados en el sedimento, por ello debemos advertir del peligro que supone la presencia de estos elementos pesados para el normal funcionamiento del lago, teniendo en cuenta las frecuentes avenidas y la periódica resuspensión del sedimento superficial durante los días de

viento. Pero además hay que recordar que si bien estos metales hoy se encuentran fijados al sedimento en forma de compuestos altamente insolubles, principalmente sulfuros metálicos, esto no garantiza su permanencia como tales indefinidamente, pues si se producen cambios químicos que modifiquen el estado de óxido-reducción del fondo, los sulfuros metálicos podrían ser lentamente oxidados, liberando de manera continua durante años la reserva de metales tóxicos acumulada. El patrimonio existente es suficiente para dificultar la regeneración del lago y no debemos acrecentarlo con nuevos aportes que sólo provocarían un agravamiento de la ya sobradamente comprometida situación actual.

Las concentraciones de Cd y Hg en los sedimentos del lago estudiados, resultaron con valores inferiores al límite de detección de 5 microgramos/gramo y 0,5 microgramos/gramo de peso seco de sedimento respectivamente. Fe y Micromolar no se consideran metales pesados sino elementos de transición, pero los hemos incluido en la tabla por ser interesante la relación Fe/Micromolar que viene determinada por el estado de óxido-reducción del sistema. Tanto las concentraciones de Fe como las de Micromolar en el sedimento son las encontradas normalmente en ambientes naturales no muy ricos en estos elementos. Sólo el Fe presenta un máximo de 4.500 microgramos/gramo en el punto 5 precisamente a la salida de la acequia del Port de Silla donde desaguan varias industrias dedicadas a la metalurgia del hierro.

La contaminación mayor entre las detectadas es la de Cr, que en el punto 4, (frente a Nova de Silla) presenta valores de 250 microgramos/gramo, cuando en sedimentos naturales en lagos sin impactos importantes del hombre, los valores reseñados en la bibliografía oscilan entre 7 y 13 microgramos/gramo. Este punto se encuentra a la salida de la acequia Nova de Silla que lleva el vertido de una empresa de curtidos. Otro elemento con valores por encima de lo tolerable es el Cu que en el punto 7, a la salida del Barranco de Massanassa, muestra valores de 110 y 185 microgramos/gramo, muy por encima de los 14 a 16 microgramos/gramo encontrados típicamente en sedimentos. En este punto se observan también valores muy grandes de Pb y Zn. El Zn es también muy abundante en el punto 4 (Nova de Silla) donde hay también contaminación por Cr, de tal manera que cuando se detecta aumento de uno de estos elementos también suele acompañarle contaminación por otros varios. La contaminación zonal de la Albuera por metales tóxicos se presenta resumida en la Figura 2.

ALGUNAS CONCLUSIONES.

La Albuera de Valencia ha resultado ser uno de los ecosistemas acuáticos más hipertroficados del mundo. Su funcionamiento se asemeja al de un gran quimioestado, el colector final de más de cuarenta acequias importantes con una carga de

nutrientes y de materia orgánica muy elevada. Estas elevadas cantidades de nutrientes, se reducen muchísimo durante el paso de las aguas por el lago, de manera que su concentración en la Albufera y las golias de salida es, respecto de la existente en los aportes más contaminados, mil veces menor en cuanto a su concentración de fósforo y cien veces menor respecto a las de nitrógeno, pasándose de los contenidos típicos de las aguas residuales a las concentraciones en aguas no excesivamente contaminadas. Debido a este proceso de bioconversión, se generan "blooms" de cianobacterias, con proliferaciones explosivas continuadas durante todo el año, cuya biomasa se exporta al mar o al sedimento del propio lago. Esto contrasta con los ciclos anuales de los lagos eutróficos, en los que los "blooms" algales son solo puntuales.

La producción primaria es muy elevada al igual que la producción secundaria bacteriana, dándose una alternancia de los pulsos de actividad de ambos procesos. El balance autotrofia/heterotrofia podría decantarse en alguna zona y algún momento (más probable en alguna noche de verano) hacia una total anoxia de la columna de agua. Los datos obtenidos parecen indicar una plasticidad metabólica en el plancton dominante de cianobacterias, capaces de heterotrofia, de anoxigénica y de fijación o no de Nitrógeno.

El sedimento ha revelado unos cambios notables de la salinidad de las aguas, de marinas a dulces con un amplio periodo de aguas salobres, que van asociados a su vez a una eutrofia creciente. Las fracciones sedimentarias correspondientes a aguas salobres son particularmente interesantes, con abundantes indicadores bioquímicos de los tipos algales (isoprenoides) y bacterianos (dipitenos) y frústulos de los diferentes grupos de diatomeas, bien estratificados y que pueden corresponder a cambios periódicos de salinidad. La parte superficial del sedimento corresponde a diatomeas dulceacuícolas y oligohalinas y revela abundantes productos antropogénicos (esteroles e hidrocarburos, metales pesados, etc.) confirmando el importante impacto humano que sufre recientemente el sistema.

La contaminación de la Albufera es un proceso grave, que está hipotecando la recuperación del lago en un plazo razonable. La magnitud de los aportes contaminantes, por ejemplo fosfatos, es tal que conjuntamente con la actividad fotosintética del fitoplancton, reduce la reserva alcalina de las aguas desde valores de 5-6 meq/l (kilpidos del agua aportada por las principales acequias) a valores de 1-2 meq/l en el lago. Grandes cantidades de coprecipitado de carbonato y fosfato de calcio se acumulan en el sedimento, que se enriquece continuamente en fósforo.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REGENERACION DE LA ALBUFERA

La regeneración de cualquier sistema lacustre precisa la reducción de las entradas de al menos un nutriente, preferiblemente aquel que sea un factor limitante o esté más próximo a serlo comparado con los restantes elementos. Por lo general, la elección en sistemas de agua dulce es reducir los aportes de fósforo, ya que existen medios técnicos disponibles para conseguir una reducción sustancial de este elemento a precios razonables. En la práctica, otros agentes contaminantes a menudo se verán reducidos simultáneamente. Por ejemplo, la desviación de vertidos eliminará simultáneamente la entrada de nutrientes y componentes tóxicos de los efluentes, al tiempo que la precipitación de fosfato en el tratamiento de aguas residuales reducirá también los niveles de materia orgánica y metales. Este punto es importante en la valoración del éxito de los métodos de regeneración, pero el diseño de todo programa de restauración debe basarse fundamentalmente en un único nutriente clave por ejemplo el fosfato.

En nuestra opinión, una postura pragmática consistiría en evaluar el problema con los datos que poseemos, que por otra parte son suficientes para determinar la contaminación urbano-industrial y también la producida por las actividades agrícolas y ganaderas, y entrentar estos datos con el nivel de regeneración que pretendemos conseguir; en nuestro caso debe centrarse en volver a una Albufera de los años 1.950 como objetivo mínimo a corto plazo.

La magnitud de la reducción de los aportes requerida para restaurar un lago eutrofizado ha de ser muy considerable, de tal manera que el contenido en fósforo de sus aguas ha de decrecer hasta valores muy bajos antes de que se aprecien mejoras visibles. Según datos basados en el plan de regeneración de lagos en Suecia, para tan solo detener el proceso de eutrofización es necesario eliminar al menos el 40% del fósforo aportado al lago, o un 50-60% si se trata de lagos someros con sedimentos saturados de fósforo como es el caso de la Albufera. Para obtener una mejora sustancial del lago se precisan reducciones mínimas del 70%, que se elevan hasta el 90% en los sistemas hipertróficos con sedimentos cargados de nutrientes. En nuestro caso, las obras previstas del colector Oeste sólo reducen en un 25-30% los aportes de fósforo, por lo que son claramente insuficientes para conseguir tan solo la detención del proceso de degradación. Por ello, son de la máxima urgencia la puesta en servicio de nuevos proyectos que retiren al menos otro 30% de la contaminación. Entre ellos, podríamos destacar por su carácter prioritario la desviación de las aguas del barranc de Massanassa (uno de los cauces más contaminantes del Parque) y la depuración del Barranc de Beniparrell y de los vertidos afluentes a la acequia de Overa, ya que se trata de caudales muy importantes que a pesar de su mediana concentración de contaminantes, producen un fuerte impacto en el lago.

Pero recordemos que nuestra Albufera solo iniciará una recuperación cuando seamos capaces de retirar del sistema al menos el 70% de las entradas de fósforo. Si recordamos nuestros datos, las actuales 991 Tm/año de P que se aportan a la Albufera, se verán disminuidas en 277 Tm/año cuando entre en servicio el colector, pero seguirán aportándose 714 Tm/año. Una reducción capaz de detener el proceso deberá ser de 595 Tm/año y al Lago solo deberían llegar un máximo de 396 Tm/año. Pero una restauración eficaz solo se conseguiría con reducciones mucho mayores, del orden del 80 al 90%, o sea de 694 a 892 Tm/año, lo que supondría dejar entrar en el Lago tan solo un máximo de 297 Tm/año o mejor 99 Tm/año de fósforo, ello si queremos garantizar la regeneración de un sistema que por su interés ecológico ha merecido la calificación de Parque Natural.

Además, solo con esta carga de aproximadamente 100 Tm de P/año podríamos aproximarnos al estado de la Albufera de los años 1950, considerado como el deseable a corto plazo. Estas 100 Tm P/año generarían en el actual estado del sistema una concentración media de clorofila en las aguas de 37,8 mg/m³. Pero esta cifra está basada en los datos actuales, que corresponden a un lago en el que la productividad del fitoplancton está limitada por la luz, que como sabemos se extingue a 0,5 m de profundidad, aproximadamente la mitad de la columna de agua, como consecuencia del fenómeno de autosombra derivado de la alta densidad del propio fitoplancton. Aunque la turbulencia del agua compensa en parte la falta de luz y permite la fotosíntesis de todo el plancton, no nos da admitir que el sistema no está funcionando a su máximo rendimiento. Una situación futura, con concentraciones de clorofila diez veces menores y por tanto mayor transparencia del agua, supondría menos limitaciones a la fotosíntesis por falta de luz y se vería aumentada la eficacia de la biotransformación del fósforo en biomasa algal. Por ello es probable que se alcanzasen concentraciones de clorofila superiores a los 37,8 mg/m³ equivalentes a las 100 Tm de P/año aportadas, extrapoladas a partir de la actual situación, pero según las consideraciones antedichas referidas a la transparencia del agua debemos admitir que en el peor de los casos no se sobrepasarán concentraciones del doble, o sea alrededor de 70-75 mg/m³ de clorofila, lo que queda dentro de nuestras perspectivas de conseguir una Albufera semejante a la de los años 1950.

Pero no debemos olvidar que el proceso de mejora nunca será instantáneo en un lago cuyos sedimentos acumulan un patrimonio de 1.000 Tm de fósforo tan solo en sus primeros 10 cm, de espesor y 2.000 Tm, mas en los 50 cm, siguientes. Esto significa que al ritmo de pérdida de fósforo calculado en nuestro trabajo y que es de mas de 200 Tm/año, se precisarán al menos 5 años para eliminar este nutriente del estrato superficial, que es el mas activo, y otros 5 a 10 años adicionales para su reducción en los 60 cm siguientes del sedimento que constituyen la zona activa desde el punto de vista

del intercambio agua-sedimento. Por tanto, no debe extrañarnos que cualquier mejora estable y duradera en el lago se haga esperar al menos 5 ó 10 años, pero este tiempo que pudiera parecer largo será menor cuanto antes decidamos cortar los vertidos contaminantes.

Las cifras de reducción ya las tenemos y las principales dianas a donde dirigir nuestras medidas correctoras son fáciles de seleccionar a corto plazo, solo nos falta actuar con rapidez y proveer fondos suficientes para que los proyectos de saneamiento sean hechos de manera inteligente y eficaz.

Podemos establecer que un valor entre 0,1 a 1 g de P/m². año aportados al agua, puede considerarse como normal en lagos de los países desarrollados. Los lagos eutróficos presentan aportes entre 10 a 100 g de P/m². año, entre ellos se encuentra obviamente la Albufera (38,6 g P/m². año), donde por tratarse de una masa de agua somera la acción de los nutrientes es especialmente eutrofizante, pues los mecanismos de dilución, restricción de la fotosíntesis por la extinción de la luz y autodepuración no poseen la eficacia que se da en los lagos profundos.

El valor normal límite para el aporte de fósforo a las aguas, podemos cifrarlo en 1 g de P/m². año, equivalente a los aportes de 1.000 habitantes por Km² de superficie del Lago, lo que para la Albufera (25,6 Km²) supondría una población ribereña admisible de unos 25.000 - 26.000 personas, sin contar los aportes por los detergentes o los derivados de la actividad industrial. Sin duda, este era el estado que afectaba a la Albufera hasta tiempos recientes y por ello el lago se había conservado en un estado semejante al natural. Sin embargo, las cosas han cambiado desde los años 1940 - 50 y la población en la zona se ha incrementado 10 ó 15 veces, además de la contaminación ligada al nivel de vida moderno y a la actividad industrial, lo que ha generado como consecuencia unas entradas al Lago cercanas a los 40 g de P/m². año. La eutrofización de la Albufera responde a este aumento del fósforo aportado y nos demuestra que no es posible seguir una política desarrollista, pues en ella nunca se contemplan inversiones para la depuración de las aguas residuales.

En resumen, creemos imprescindible aplicar durante los próximos años una política de inversiones encaminada a conseguir la mas amplia depuración de los efluentes residuales, a minimizar los impactos de la agricultura y favorecer la compra de los terrenos que conserven valores naturales como son los uliales o que puedan contribuir a la depuración natural o controlada (fitodepuración) del exceso de nutrientes en las aguas, pues solo así se logrará rebajar los aportes a cantidades menores de 1 g de P/m². año, que posibilitarán la descontaminación del Lago. Otras inversiones podrían dirigirse a compras de una zona de arrozales circundante a la Albufera, que

proporcionaría refugio a la flora y fauna del Parque y facilitaría la gestión del Lago y la protección de sus especies, y también constituiría una franja ecotonal idónea para la instalación de estaciones de lagunaje y fitodepuración de las aguas previamente tratadas, pero todavía demasiado ricas en nutrientes para ser vertidas directamente al lago y que permitiría una mayor capacidad de maniobra en la gestión del Parque. Hay que tender a que todas las plantas de tratamiento de aguas residuales estén dotadas de procesos terciarios para la precipitación del fósforo, y si su contenido en este elemento lo hiciera necesario se procederá a un proceso de lagunaje de maduración y/o proceso de fitodepuración en origen de tal manera que los efluentes lleguen a la Albufera con contenidos muy bajos en fósforo. Sólo cuando hayan sido cubiertos estos objetivos prioritarios podremos pensar en obras de redistribución de caudales u otras obras de ingeniería encaminadas a corregir los desequilibrios que puedan existir o a solucionar problemas menores, si se comparan con el que supone la "contaminación", auténtica clave de todos los males que aquejan a nuestra Albufera.

Es precisamente por los graves problemas de contaminación mencionados y cuya solución pasa en parte por la desviación de caudales fuera del lago, que hemos de insistir en la necesidad de no restar ni una sola gota de agua de buena calidad al sistema, considerando como tal no solo la Albufera sino también la marjal. Al lago deben llegar al menos los 300 hm³/año actuales pero reemplazando el agua residual por aportes no contaminados y ello nunca será posible si se permite la reducción de los módulos aportados por la Confederación Hidrográfica del Júcar justificando la merma en base a una mejor gestión. Progresos en la gestión del agua deben existir, pero encaminados a aumentar los aportes hídricos al Lago y a las reservas naturales del parque de modo que se saque un mayor partido de los recursos presentes. En este marco y solo a título de ejemplo mencionaremos la posibilidad de hacer llegar agua del Júcar lo mas al Norte posible, valiéndonos del último tramo de la Acequia Real, hoy en día fuera de uso, pero que perfectamente podría acondicionarse a tales efectos con un desembolso económico mínimo comparado con el beneficio para el Lago que supone cualquier aporte de agua de calidad a la muy castigada mitad Norte.

Por último, podemos mencionar la potencialidad que suponen los ullales y la marjal en general como reserva de especies que potenciarán la recolonización y regeneración del Lago, después de suprimidas las causas que han provocado su degradación.

BIBLIOGRAFIA

- DAFAUCE, C. 1975. La Albufera de Valencia: un estudio piloto. Monografías del ICONA. Ministerio de Agricultura. 4:1-127.
- MIRACLE, M.E., VICENTE, E. y GARAY, E. 1984. L'Albufera de Valencia i la problemàtica de la contaminació de les aigües continentals costaneres. XII congrés de Merces i Biòlegs de llegua catalana. Libro de ponencias: 153-166.
- PARDO, L. 1942. La Albufera de Valencia. Biología de las aguas continentales 11. Inst. Forest. Inv. Exp. Madrid. n° 24: 263 pp.
- ROSELLO V.M. 1979. Els espais albuferencs del País Valencià. Acta Geològica Hispànica, 14: 487-493.
- SERRA M., M.R. MIRACLE y E. VICENTE 1984. Interrelaciones entre los principales parámetros limnológicos de la Albufera de Valencia. Limnetica 1: 9 - 19.

TABLA 1. Valor medio de los aportes de agua residual tipificada y carga de nutrientes.
Efecto corrector de la contaminación tras la entrada en servicio del Colector Oeste.
(Se señalan con s los cauces interceptados por el Colector)

ACEQUIA		Agua residual media, Hm ³ /año	% agua residual	N.OX Tm/año	N-AMONIO Tm/año	N.INORG Tm/año	P.SOL Tm/año	P.TOT Tm/año
VINYA (P39)	s	1.26	37.31	26.05	11.92	37.97	7.46	14.63
OLIVERAL (P40)	s	0.11	17.49	3.68	1.65	5.32	0.34	1.87
PAS NOU (P12)	s	0.99	29.65	22.26	39.91	62.17	6.31	13.07
ANOMIA 1 (P54)	s	0.06	26.50	3.61	2.21	5.82	0.55	0.87
ORO NORTE (P53)		1.11	32.50	17.94	11.51	29.45	6.86	9.51
NOVA D'ALFAFAR (P6,2)	s	5.58	69.27	11.68	297.96	309.64	31.51	61.51
RABISANXO (P3)	s	2.54	84.53	2.74	92.65	95.38	15.90	21.96
FUS (P7)	s	6.33	43.75	52.48	170.68	223.17	29.83	51.95
BARRANC MASSANASSA (P8)		10.57	88.25	14.60	538.70	553.31	68.30	131.69
PORT CATARROJA (P11)	s	4.32	49.51	65.97	90.43	156.39	17.87	34.18
ALBAL (P13)	s	0.72	7.20	93.37	41.77	135.14	1.33	14.02
FONT DE MARIANO (P14)	s	0.96	10.47	85.33	32.33	117.66	4.76	11.77
BARRANC BENIPARRELL (P15)		5.65	37.17	179.64	186.28	365.92	35.48	51.85
POL.IND BENIPARRELL (P16)	s	0.07	4.05	22.51	6.44	28.95	0.03	1.52
ALAPONT (P17+18)	s	0.00	0.12	22.76	0.71	23.47	0.01	0.06
CAMINAS -VERTEDERO (P22)	s	0.00	0.50	9.55	0.05	9.60	0.00	0.07
PORT DE SILLA (P55)	s	0.01	1.00	9.89	0.05	9.93	0.00	0.13
NOVA DE SILLA (P21)	s	4.01	75.33	71.26	88.83	160.09	17.44	49.36
ORO DE SILLA (P23)		0.97	22.43	32.58	1.53	34.11	2.02	7.74
S. DEL ULLAL -M.LLUENT (P25)		0.00	0.03	58.17	5.23	63.40	0.00	0.09
ULLAL AUTOPISTA (P51)		0.00	0.50	0.61	0.02	0.63	0.00	0.01
FEMMAR (P26)		0.02	0.61	40.03	1.26	41.29	0.06	0.53
LA FOIA (P27)		0.07	1.09	74.17	2.83	77.00	0.18	0.94
EL CALESERO (P29)		0.00	0.03	0.70	0.00	0.71	0.00	0.01
EL SENYORET (P30)		1.02	41.64	3.64	96.26	99.90	6.47	9.51
DERRAMADOR -S.DEL ALE (P32)		0.58	40.40	8.60	51.46	60.05	1.95	9.59
S. DEL DESAIGUE (P33)		0.12	2.65	10.50	0.67	11.17	0.08	0.39
L'ALQUERESIA -AZARBE (P35)		1.16	6.01	123.38	26.27	149.65	4.12	16.75
LA CAMPANA (P36)		0.15	4.11	9.82	1.56	11.38	0.61	1.77
FISCAL -CAMPETS (P38)		0.46	6.88	41.80	8.90	50.70	2.71	5.01
NOVA -PAS PODRIT (P41)		0.11	3.56	2.97	0.09	3.06	0.07	2.59
OVERA (P42)		28.13	32.78	719.35	90.97	810.33	107.13	438.12
DRETA (P43)		1.48	4.45	235.29	6.80	242.09	2.40	28.06
TOTAL		78.58	28.04	2076.94	1907.92	3984.85	371.80	991.13
Aportes diarios medios, Hm ³ /día		0.22		5.69	5.23	10.92	1.02	2.72
Total interceptado por Colector		26.96		503.13	877.58	1380.71	133.34	276.95
% eliminado por colector (eficacia)		34.31		24.22	46.00	34.65	35.86	27.94
Contaminación restante		51.62		1573.81	1030.34	2604.14	238.46	714.18
% no eliminado		65.69		75.78	54.00	65.35	64.14	72.06
Aporte diario medio restante, Hm ³ /día		0.14		4.31	2.82	7.13	0.65	1.96
Aporte agua residual persistente, %				18.5 % del caudal de entrada				

TABLA 2. Distribución zonal de la contaminación en los cinco sectores del lago que se indican.

SECTORES	Agua residual media, Hm3/año	N.OX Tm/año	N-AMONIO Tm/año	N.INORG Tm/año	P.SOL Tm/año	P.TOT Tm/año
SECTOR NORTE	40.28	634.17	1525.19	2159.36	226.54	420.51
SECTOR NOROESTE	4.02	81.15	88.88	170.02	17.44	49.49
SECTOR OESTE	1.07	206.26	10.88	217.14	2.27	9.33
SECTOR SUROESTE	3.60	200.72	185.20	385.92	16.02	45.62
SECTOR SUR	29.61	954.64	97.77	1052.42	109.53	466.18
TOTAL	78.58	2076.94	1907.92	3984.85	371.80	991.13

TABLA 3. Contribución porcentual de las diferentes acequias a la contaminación de la Albufera por aguas residuales y nutrientes. Se señalan con 1 los cauces confluentes en el Carreró del Saler y con 2 los de Barranc de Beniparrell.

ACEQUIA	Agua residual %	N.OX %	N-AMONIO %	N.INORG %	P.SOL %	P.TOT %
VINYA (P39)	1.6	1.3	0.6	1.0	2.0	1.5
OLIVERAL (P40)	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
PAS NOU (P12)	1.3	1.1	2.1	1.6	1.7	1.3
ANOMIA 1 (P54)	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
ORO NORTE (P53)	1.4	0.9	0.6	0.7	1.8	1.0
NOVA D'ALFAFAR-INIC (P6)	7.1	0.6	15.6	7.8	8.5	6.2
RABISANXO (P3)	3.2	0.1	4.9	2.4	4.3	2.2
FUS (P7)	8.1	2.5	8.9	5.6	8.0	5.2
BARRANC MASSANASSA (P8)	13.5	0.7	28.2	13.9	18.4	13.3
PORT CATARROJA (P11)	5.5	3.2	4.7	3.9	4.8	3.4
ALBAL (P13)	0.9	4.5	2.2	3.4	0.4	1.4
FONT DE MARIANO (P14)	1.2	4.1	1.7	3.0	1.3	1.2
BARRANC BENIPARRELL (P15)	7.2	8.6	9.8	9.2	9.5	5.2
POL.IND BENIPARRELL (P16)	0.1	1.1	0.3	0.7	0.0	0.2
ALAPONT (P17-18)	0.0	1.1	0.0	0.6	0.0	0.0
CAMINAS -VERTEDERO (P22)	0.0	0.5	0.0	0.2	0.0	0.0
PORT DE SILLA (P55)	0.0	0.5	0.0	0.2	0.0	0.0
NOVA DE SILLA (P21)	5.1	3.4	4.7	4.0	4.7	5.0
ORO DE SILLA (P23)	1.2	1.6	0.1	0.9	0.5	0.8
S. DEL ULLAL -M.LLUENT (P25)	0.0	2.8	0.3	1.6	0.0	0.0
ULLAL AUTOPISTA (P51)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEMMAR (P26)	0.0	1.9	0.1	1.0	0.0	0.1
LA FOIA (P27)	0.1	3.6	0.1	1.9	0.0	0.1
EL CALESERO (P29)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EL SENYORET (P30)	1.3	0.2	5.0	2.5	1.7	1.0
DERRAMADOR -S.DEL ALE (P32)	0.7	0.4	2.7	1.5	0.5	1.0
S. DEL DESAIGUE (P33)	0.2	0.5	0.0	0.3	0.0	0.0
L'ALQUERESIA -AZARBE (P35)	1.5	5.9	1.4	3.8	1.1	1.7
LA CAMPANA (P36)	0.2	0.5	0.1	0.3	0.2	0.2
FISCAL -CAMPETS (P38)	0.6	2.0	0.5	1.3	0.7	0.5
NOVA -PAS PODRIT (P41)	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3
OVERA (P42)	35.8	34.6	4.8	20.3	28.8	44.2
DRETA (P43)	1.9	11.3	0.4	6.1	0.6	2.8

CAUCES CONFLUENTES

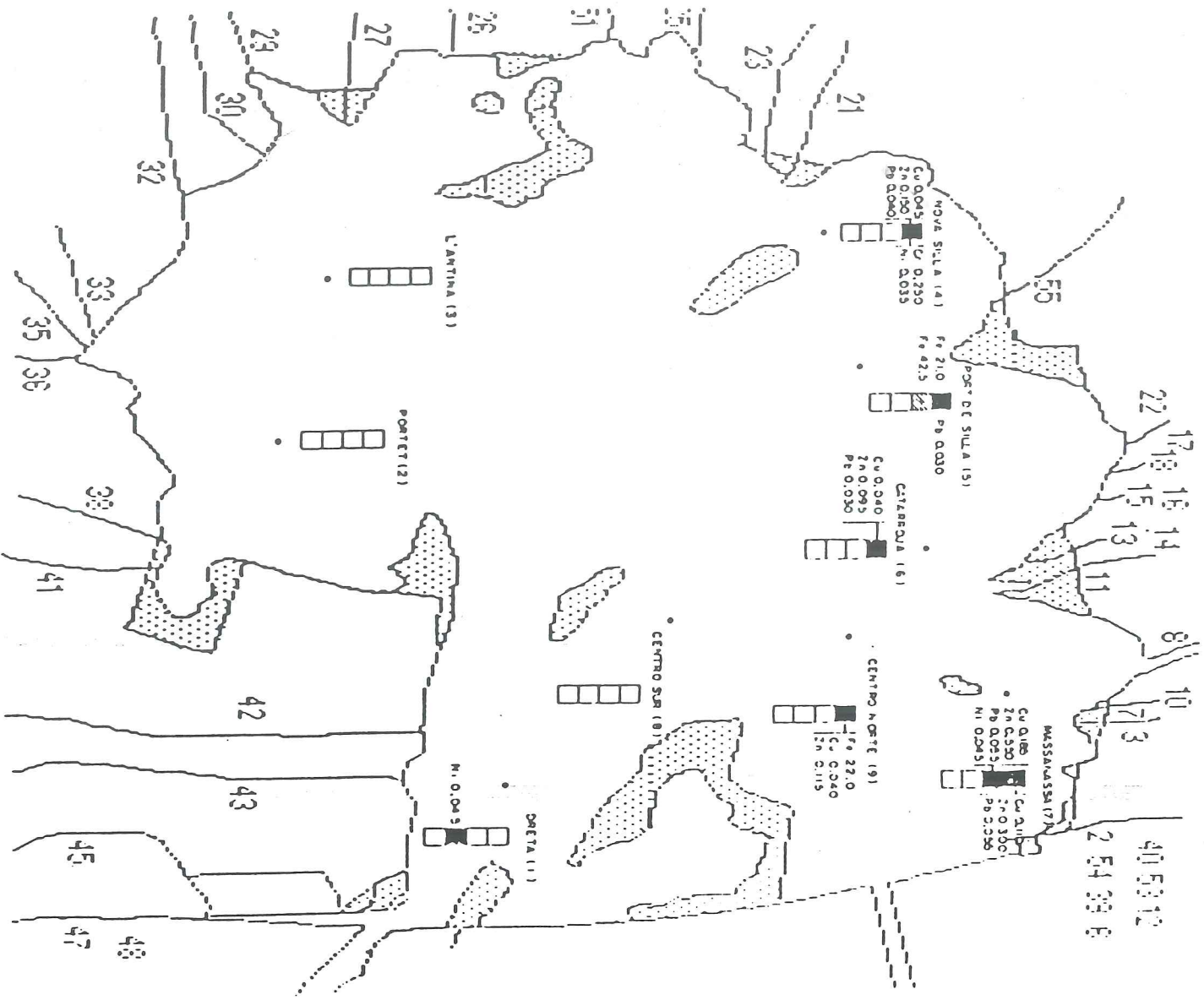
CARRERO DEL SALER (1)	11.60	4.10	19.14	11.30	14.26	10.24
BARRANC BENIPARRELL (2)	7.28	9.73	10.10	9.91	9.55	5.38

CONTAMINACION SECTORIAL

SECTOR NORTE	51.25	30.53	79.94	54.19	60.93	42.43
SECTOR NOROESTE	5.12	3.91	4.66	4.27	4.69	4.99
SECTOR OESTE	1.36	9.93	0.57	5.45	0.61	0.94
SECTOR SUROESTE	4.58	9.66	9.71	9.68	4.31	4.60
SECTOR SUR	37.68	45.96	5.12	26.41	29.46	47.04

TABLA 4. Relación de acequias que presentaron contaminación por metales pesados o de transición en las muestras tomadas durante las campañas de 1988. No se relacionan en el listado los valores por debajo del límite de detección de la técnica utilizada (EAA), y que se indican al pie de la tabla (valores expresados en mg/l).

ACEQUIA	Mn	Fe	Cu	Zn	Ni	Cd	Hg	Pb	Cr	B
FUS (mayo)				0.2						
BARRANC MASSANASSA (mayo)		1								
PORT CATARROJA (julio.N)				0.2						
BARRANC BENIPARRELL (julio.N)				0.2						
NOVA DE SILLA (mayo)				2.5						
NOVA DE SILLA (julio.N)				0.2						
ORO DE SILLA (mayo)	1.4									
SENYORET (julio.N)				0.2						
OLIVERAL (mayo)			2.7		2.9					
FAVARA (mayo)			0.2	0.25						
LIMITE DE DETECCION	0.1	0.1	0.1	0.1	0.25	0.1	0.01	0.25	0.1	0.5



L'Albufera de Valencia

Figura 2. Situación de la contaminación por metales pesados en las columnas sedimentarias correspondientes a los testigos extraídos en diferentes zonas del Lago.

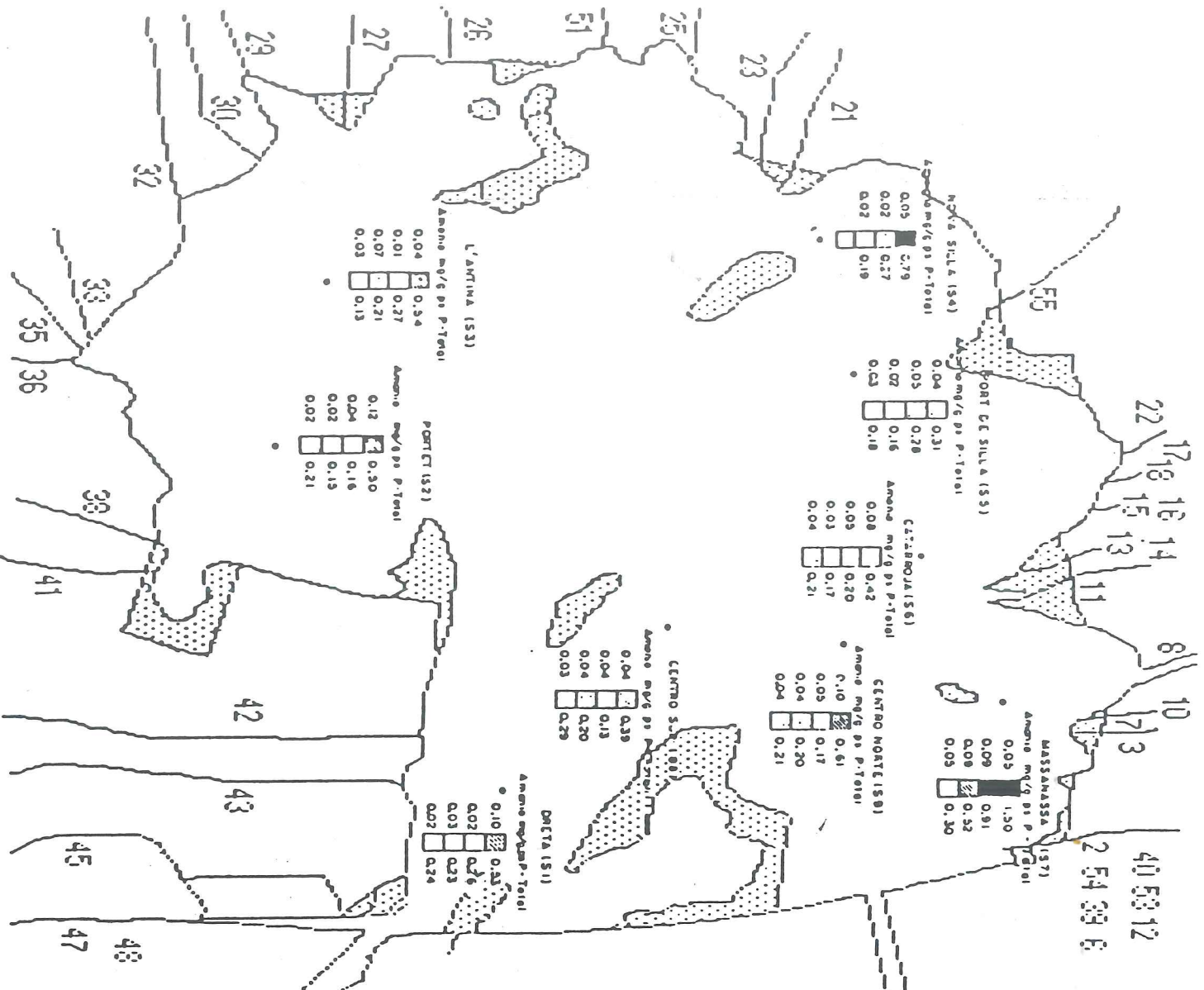


Figura 1.

L'Albufera de Valencia

Situación de la contaminación por amonio y fósforo en las columnas sedimentarias correspondientes a los testigos extraídos en diferentes zonas del Lago. La columna de 60 cm. se divide en cuatro estratos. La intensidad de la trama es proporcional a la cuantía de la contaminación.