GENERALITAT VALENCIANA

DIPUTACIÓ DE VALÈNCIA

AJUNTAMENT DE VALÈNCIA

BANCAJA

UIMP

Del 20 al 23 de julio
Valencia, 1992

Medio Ambiente: visión multidisciplinar

Director:
Antonio Vercher Noguera
Fiscal del
Tribunal Superior de Justicia
de la Comunidad Valenciana

Secretario:
Vicent Llorens
Dpt. de Medi Ambient.
Ajuntament de Gandia

FISCALÍA GENERAL DEL ESTADO

P O N E N C I A

LA ALBUFERA DE VALENCIA: PASADO PRESENTE Y FUTURO

Eduardo Vicente
Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia.

1.-ANTECEDENTES HISTORICOS

La Albufera de Valencia es una laguna costera de tipo somero situada 12 Km. al norte de la ciudad de Valencia (UTM 30S YJ 2857).

Este sistema lacustre, Parque Natural desde 1986, se originó por el cierre de una bahía detrás de una barra costera de 30 Km. de longitud. Esta barra arranca de la desembocadura del rio Turia llegando en su extremo sur hasta los acantilados del cabo de Cullera. Estudios realizados en la plataforma continental así como los restos de calco-arenitas localizados en la barra sugieren que los sedimentos holocénicos reposan sobre otra barra anterior formada en el Pleistoceno. La barra holocénica está constituida principalmente por sedimentos procedentes del rio Turia, y alcanza una anchura de 500 a 1000 m. Dos sistemas dunares paralelos, hoy cubiertos por vegetación mediterránea (Devesa del Saler), se han desarrollado sobre la barra. Entre ambas cadenas dunares existe una depresión próxima al nivel freático denominada localmente "mallada". El cierre final de esta barra costera ocurrió hace unos 6000 años (SANJAUME, 1985).

En tiempos romanos la laguna, según descripciones coetáneas (Rufo Festo Avieno), cubría un área de 300 Km^2. Desde entonces su regresión a sido importante, si bien fue en la segunda mitad del S. XIX cuando su reducción fue más drástica, aterrándose el 60% de la superficie lagunar existente entonces para ganar tierras que dedicar al cultivo del arroz (Fig. 1). Hoy en día la laguna ocupa un área de 23,2 +- 0,1 Km^2. (Landsat-5), rodeada por 223 Km^2. de arrozales y algunas pequeñas áreas de margal residual (CAVANILLES, 1795; ROSELLO, 1976).

La Albufera, originalmente una laguna de aguas salobres, se transformó progresivamente en menos salina cuando el cierre de su barra costera quedó concluído, dejando una laguna totalmente independiente del mar. Al final del S.XVIII, las obras hidráulicas asociadas al creciente desarrolló agrícola en la zona, incrementaron el flujo de agua dulce que entraba en la laguna y también el flujo de salida a través de un canal abierto artificialmente entre el lago y el mar (Pujol Vell). Este canal, construido en 1762 y reconstruido

varias veces después de 1862, quedó definitivamente inoperante al final del S. XIX (MOMBLANCH, 1960).

La creciente conversión de la antigua Albufera en arrozales dejó algunos de los canales naturales de salida, localizados al sur de la laguna, fuera de servicio; por ello, hubo que abrir otros dos canales durante la primera mitad del S. XX (Pujol Nou y Perellonet) Así, la laguna salobre existente hasta el S.XVIII fue progresivamente transformada en la actual oligohalina Albufera de Valencia. Estos cambios de salinidad se han puesto de manifiesto en los estudios de las diatomeas del sedimento (MARGALEF y MIR, 1975) y la fauna de moluscos (ROBLES *et al.*, 1985).

En el momento presente los flujos de agua que entran en la laguna lo hacen por varios barrancos y una serie de canales practicados para el riego de los arrozales. La laguna también se alimenta del agua dulce procedente de surgencias localizadas tanto en su fondo como en la margal circundante. Los flujos de salida del lago son principalmente a través de tres canales que comunican La Albufera con el mar (Pujol Nou, Perellonet y Perelló, Fig. 1), estando el flujo de agua controlado por un sistema de compuertas ya que toda la laguna actúa como embalse regulador en concordancia con el ciclo de cultivo del arroz. Esta manipulación influencia el ciclo anual de los organismos y el nivel de agua de la laguna.

Tradicionalmente tanto el lago como la margal de la Albufera ha sido utilizado para el cultivo del arroz, la pesca y la caza, y solo en tiempos recientes la calidad del agua en el lago ha experimentado drásticos cambios. En los años sesenta el agua de la laguna era perfectamente transparente hasta el fondo y una exuberante pradera subacuática era visible desde la superficie. La población en su cuenca hidrográfica era entonces de unos 200.000 habitantes y el número de industrias rondaba las 500. Sin embargo, en tan solo una década la población prácticamente se duplicó y el número de industrias quedó multiplicado por diez. La Albufera se convirtió en la gran depuradora de todos los residuos de su cuenca hidrográfica, situación en la que continua hoy en día. El agua entra en la Albufera cargada de nutrientes y materia orgánica y abandona el lago, principalmente con dirección hacia el mar, libre de nutrientes pero altamente cargada de biomasa fitoplantónica, constituida casi exclusivamente por cianobacterias filamentosas.

La pradera de macrófitos que tapizaba el fondo de la Albufera ha desaparecido totalmente como consecuencia del extraordinario crecimiento del plancton, el cual impide la llegada de la luz necesaria para la fotosíntesis de dichos macrófitos. La laguna ahora, presenta permanentes "blooms" de cianobacterias no fijadoras de nitrógeno.

Asociada a la pradera de macrófitos, vivía una interesante fauna de invertebrados bentónicos, que incluía varios endemismos, los cuales obviamente también han desaparecido. El pequeño ciprinodonte endémico *Valencia hispánica* y la lubina *Dicentrarchus labrax* tan apreciada comercialmente, ambos se han desvanecido y las anguilas comienzan a escasear. Solo *Mugil cephalus* (llisa) y *Cyprinus carpio* son abundantes hoy en día. El importante paraiso de las aves acuáticas que este ecosistema fue antaño, hoy es solo historia. Hace tan solo 15 años, el plancton estaba constituido por una comunidad diversa característicamente integrada por diatomeas, si bien las clorofíceas también eran importantes durante el verano. Los primeros datos de la concentración de clorofila *a* en el agua indicaban una media anual de 13 μg/l. en 1972, 25 μg/l. en 1973 y 54 μg/l. en 1974 (DAFAUCE, 1975). Sin embargo recientemente, las concentraciones de clorofila a en el agua de la laguna se han incrementado hasta niveles superiores a los 400 μg/l. y el fitoplancton ha sufrido a menudo los cambios generales descritos como típicos en el deterioro de la calidad de las aguas, esto es, la sustitución de las algas verdes por las cianobacterias típicas de los lagos eutróficos, y la interacción competitiva entre las cianobacterias fijadoras y no fijadoras de nitrógeno de los lagos hipertróficos.

Toda cuenca hidrográfica de la Albufera esta hoy en día fuertemente contaminada; en ella se incluyen más de treinta ciudades con un total superior a los 400.000 habitantes y alberga más de 4.000 industrias de todo tipo. El agua residual tanto urbana como industrial va directamente a los barrancos y canales de riego y por ellos a la laguna, en la cual provocan altos niveles de eutrofización y dañan seriamente el sistema.

A pesar de la extensión e importancia naturalística de la Albufera, solo unos pocos estudios limnológicos se han llevado a cabo. PARDO (1942) publicó una monografía general sobre la historia natural de la Albufera, que resumía los primeros datos limnológicos. DAFAUCE (1975) hizo una revisión a partir de una serie de estudios llevados a cabo durante los años 1972-74, enfatizando sobre el creciente proceso de eutrofización en curso. Así se llega hasta los años ochenta en los que el grupo de limnología de la Facultad de Ciencias Biológicas de Valencia retoma los trabajos sobre aspectos fisico-químicos y biológicos del lago, pretendiendo modelar el funcionamiento de este sistema hipertrófico.

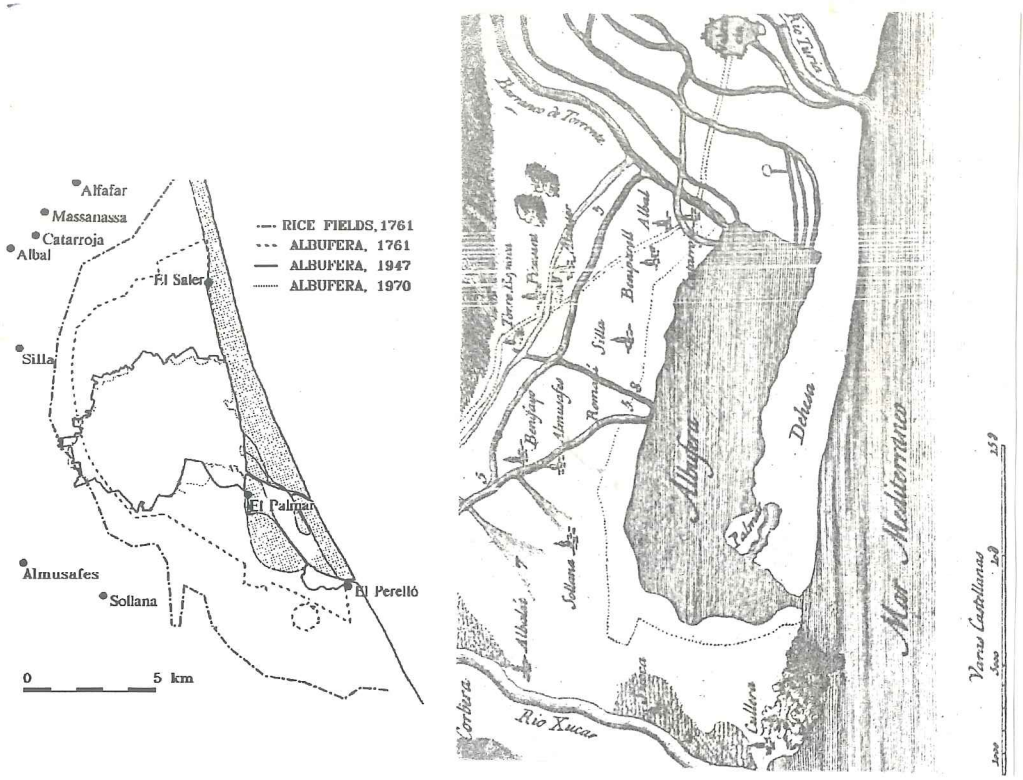


FIGURA 1. Mapa actual de la Albufera indicando la superfície del lago en diferentes épocas, así como los límites del arrozal (izquierda). Mapa de la Albufera de la época de Cavanilles (finales del s. XVIII).

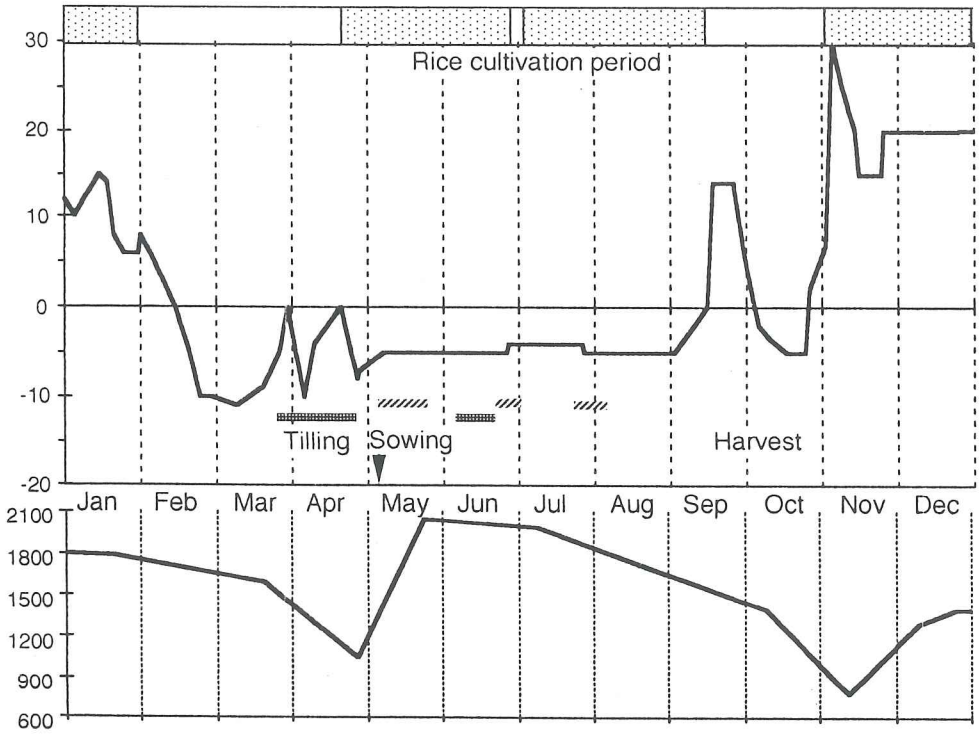


FIGURA 2. Nivel de agua y conductividad durante el ciclo anual de 1988. El momento de las principales labores de cultivo del arroz están indicadas.

2.- ESTADO ACTUAL DE LA ALBUFERA

2.1. Características hidroquímicas del sistema.

Considerando la tipología obtenida a partir de un estudio global de las zonas húmedas mediterráneas de España (LOPEZ y TOMAS, 1989), la Albufera de Valencia correspondería al rango más extremo del tipo oligohalino y eutrófico. Las proporciones iónicas (en equivalentes químicos) corresponden a características más cercanas al agua dulce que a la marina. Así, la concentración de sulfatos es bastante similar a la de cloruros y en muchos casos incluso superior. El calcio está presente en proporciones que pueden llegar a igualar en ocasiones a las de sodio. Las concentraciones de calcio y magnesio son generalmente bastante similares, aunque el calcio presenta valores ligeramente superiores en la mayoría de los casos. Las aguas de la Albufera corresponden a las siguientes relaciones: $SO_4^{2-} >< Cl^-$ >Alcalinidad y $Na^+ >< Ca^{2+} >< Mg^{2+} > K^+$.

La conductividad(Fig. 2) presenta un ciclo anual asociado a la manipulación humana de la laguna de acuerdo con el ciclo de cultivo del arroz. En la Albufera hay dos períodos de baja conductividad, que corresponden a la apertura de compuertas y al flujo de agua que ello genera. Estos periodos suceden en los meses de marzo-abril y septiembre, dedicados respectivamente al laboreo de los campos y siembra del arroz y al tiempo de cosecha. En verano y en invierno la conductividad alcanza los valores más altos cuando las compuertas están cerradas y el flujo de agua es bajo. El flujo es menor en invierno que en verano porque los arrozales en cultivo requieren un ligero flujo de agua.

Por otra parte, los valores encontrados para el resto de los parámetros fisico-químicos están condicionados por la alta producción primaria de la laguna. Así, se presenta: 1) muy baja reserva alcalina (1-3 meq l^{-1}), 2) un pH extraordinariamente alto (8'5-10'5) con un acusado ciclo diario y anual y 3) niveles de oxigeno disuelto fluctuantes pero normalmente sobresaturados, aunque el potencial de oxidoreducción es siempre bajo (350-390 mV) como consecuencia de las elevadas cantidades de compuestos orgánicos presentes en el agua.

La concentración de nutrientes en la Albufera se equilibra como resultado entre los aportes y el consumo por el plancton. Así la concentración media de nitrato es superior a 30 µM en invierno, disminuyendo a lo largo del verano para ser menor de 1 µM en septiembre. Esta variación se atribuye a las proliferaciones algales de primavera que consumen el nitrato disponible. En cuanto a su

distribución espacial los valores más altos de nitrato se producen en la zona de influencia de los canales agrícolas del sector Sur como consecuencia de la lixiviación de los fertilizantes.

El nitrito presenta valores moderados ya que es un compuesto de transito en la transformación de las especies químicas del nitrógeno.

El ión amonio se encuentra en forma abundante en toda la zona de influencia de los barrancos y acequias de la zona norte, fuertemente contaminados por aguas residuales. Un aumento de la concentración de amonio en las aguas ha podido observarse a lo largo de los años, llegándose a valores de 2200 μM en el periodo invierno-primavera de los años 1985 y 1988.

El fósforo presenta sus valores máximos en los mismos lugares que el amonio, esto es en la zona de influencia de los canales contaminados del sector Norte. Así, concentraciones de fósforo soluble con máximos de 185 μM y 212 μM se han registrado en el Barranc de Masanasa en enero de 1985 y 88 respectivamente. Sin embargo, a pesar de estos importantísimos aportes, en el agua de la Albufera, la concentración de fósforo soluble es mínima ya que este elemento es rápidamente incorporado para formar parte de la extraordinaria biomasa algal.

2.2. La contaminación 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 Alfafar).

El valor medio de las 8 determinaciones de cada una de las formas de fósforo fue de 175 μM de P soluble y de 315 μM 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

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, Hm3/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, Hm3/dia		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, Hm3/día		0.14		4.31	2.82	7.13	0.65	1.96
Aporte agua residual persistente, %			18.5 % del caudal de entrada					

Distribución de la contaminación por unidad de superficie del lago de la Albufera (aportes/m2)

	Agua residual	N.OX	AMONIO	N.INORG	P.SOL	P.TOT
Actualmente:						
	m3/año.m2	g/año.m2	g/año.m2	g/año.m2	g/año.m2	g/año.m2
Total	3.06	80.8	74.3	155.1	14.5	38.6
	l/día.m2	g/día.m2	g/día.m2	g/día.m2	g/día.m2	g/día.m2
Aporte diario medio	8.38	0.221	0.203	0.425	0.040	0.106
Tras la entrada en servicio del colector:						
	m3/año.m2	g/año.m2	g/año.m2	g/año.m2	g/año.m2	g/año.m2
Contaminación restante	2.01	61.25	40.10	101.36	9.28	27.80
	l/día.m2	g/día.m2	g/día.m2	g/día.m2	g/día.m2	g/día.m2
Aporte diario medio	5.45	0.17	0.11	0.28	0.03	0.08

el Barranc de Massanassa y las acequias de Rabisancho, Nova d'Alfafar, 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 Hm^3 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 Barranc de Massanassa, Rabisancho y Nova de Silla. Contenidos superiores al 35% se encontraron en Nova de Alfafar, Fus, Port de Catarroja, el Senyoret, el Derramador del Ale y el Barranc de Beniparrell. Esto contrasta con los cauces agrícolas de la mitad Sur en las que el fósforo 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 Hm^3/año de agua residual, ó 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 medio 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 34,8%, seguida del Barranc de Massanassa, con el 13,5%, y con una contribución superior al 5% las del Fus, Nova d'Alfafar, Port de Catarroja, Barranc de Beniparrell y Nova de Silla.

2. 3. Carga de nutrientes y eutrofización.

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 cómputos de la concentración de estos elementos en el agua y del correspondiente 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 3985 Tm (la mitad en su formas

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

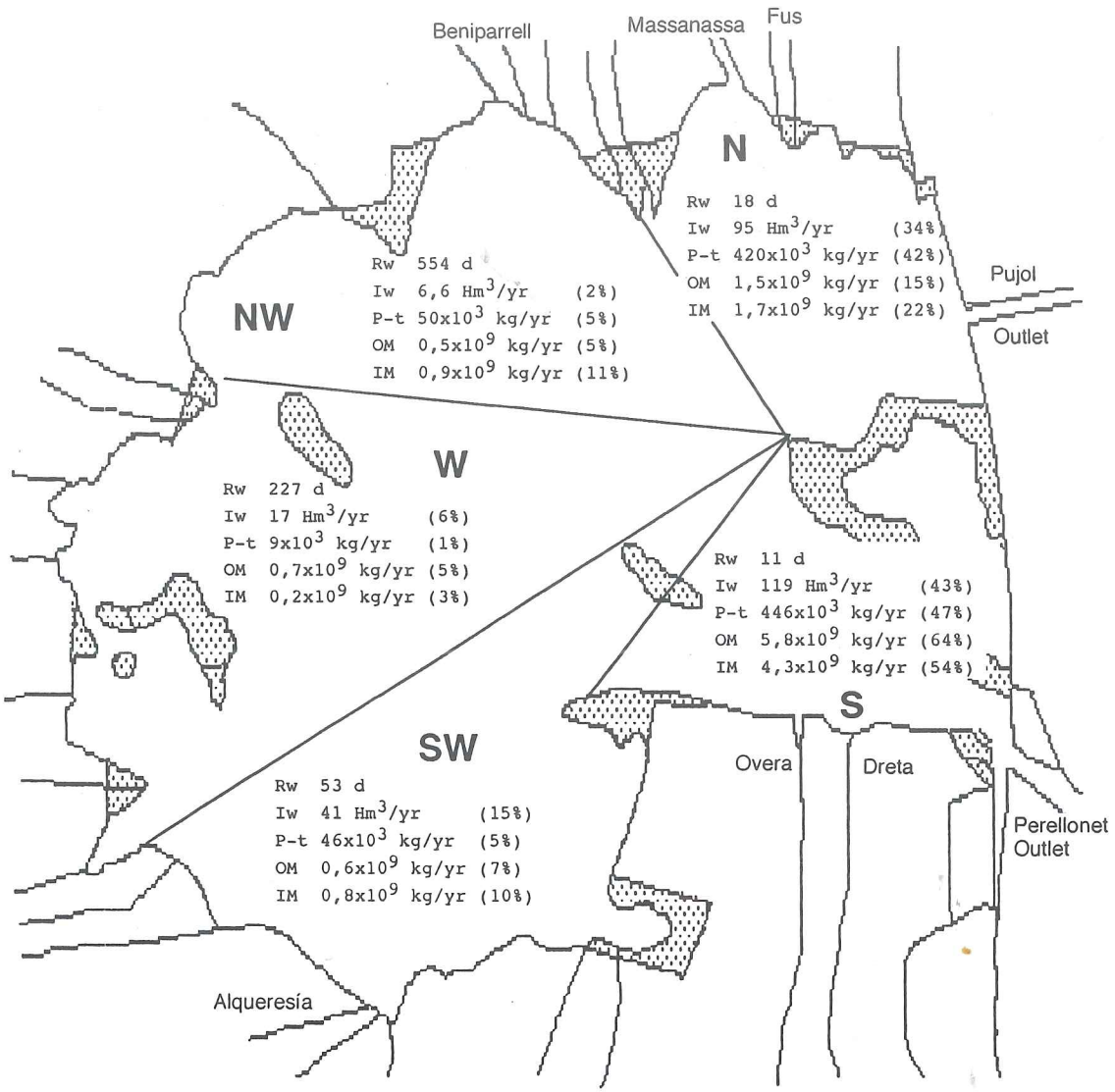
TABLA 3. Contribución porcentual de las diferentes acequias a la contaminación de la Albufera por aguas residuales y nutrientes. Se señalan con 1 los cauces confluentes en el Carreró del Saler y con 2 los de Barranc de Beniparrell.

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

oxidadas, nitrito y nitrato, y la otra mitad en la forma reducida, NH+). 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 de P al año.Estos nutrientes favorecerán el desarrollo algal que no se encontrará limitado "a priori" por ninguno de estos dos elementos 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 diferencia entre el soluble y el total, estando ambos disminuídos a la tercera parte. Cuando funcione el colector habrá aún una carga de nutrientes del orden de 2600 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/m^2 de nitrógeno inorgánico y 14,5 g/m^2 de fósforo soluble. El P total es del orden de 38,6 g/m^2 año. Todo ello supone aportes diarios/m^2 de las formas solubles de N inorgánico y P superiores respectivamente a los 400 y 40 mg, que es mucho si consideran los valores que normalmente se utilizan en la fertilización de los aquacultivos. 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 adicionan 60 mg más en forma particulada. La entrada en servicio del colector supondría la disminución de estas cargas por m^2 aproximadamente en una tercera parte, por lo que los 2/3 aproximados de carga remanente serían todavía 280 mg de N soluble/m^2 día y 80 mg de P total.

Las acequias con mayor carga son las más caudalosas (tablas 1, 3 y Fig.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 las 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%



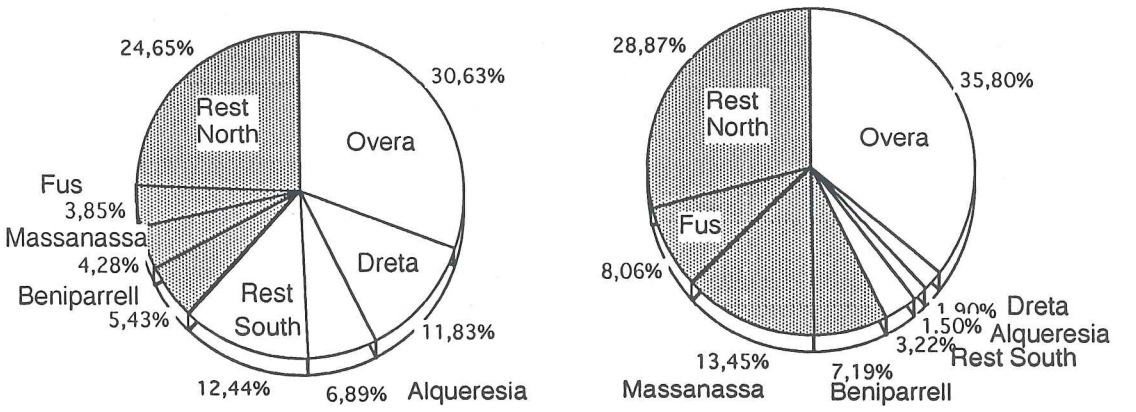


FIGURA 3. Arriba: Distribución zonal de los aportes de agua y tiempos de renovación en la Albufera de Valencia. Abajo: Aporte porcentual de las diferentes acequias al caudal de agua total recibido por el lago (izquierda) y de agua residual (derecha). Las acequias de la zona Sur se representan con fondo blanco y las de la zona Norte, sombreadas.

del total) que proceden en su mayor parte del vertido sin depuración del matadero de la Ribera. 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 (Fig.3), de manera que en 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).

2.4. Modelo de funcionamiento de la Albufera de Valencia, basado en el flujo y balance de fósforo.

Un estudio del flujo y balance de nutrientes realizado en 1988, basado en medidas periódicas del flujo y concentración de nutrientes en los principales 36 cauces afluentes, y los tres canales de salida, así como en el agua de la Albufera (MIRACLE, VICENTE y SORIA, 1989).ha sido utilizado para elaborar un modelo de funcionamiento de este ecosistema (Fig. 4).

Los aportes anuales de nutrientes a la Albufera son extremadamente elevados ya que los canales que llegan al lago reciben a lo largo de su curso aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento. Hemos estimado que la proporción de agua residual en el agua que entra en la Albufera es del 28% sobre el flujo total (tabla 1).

La concentración de nutrientes en el agua de la Albufera y en los canales de salida es siempre baja (Fig.5) Los valores que se alcanzan para la concentración de nitrógeno y fósforo en el lago son respectivamente 10 y 50 veces más bajos que sus correspondientes en la desembocadura de los cauces afluentes.

La figura 4 nos muestra el funcionamiento de la Albufera de Valencia basado en el balance de fósforo. El fósforo entra al lago en forma inorgánica soluble o como partículas de materia orgánica con

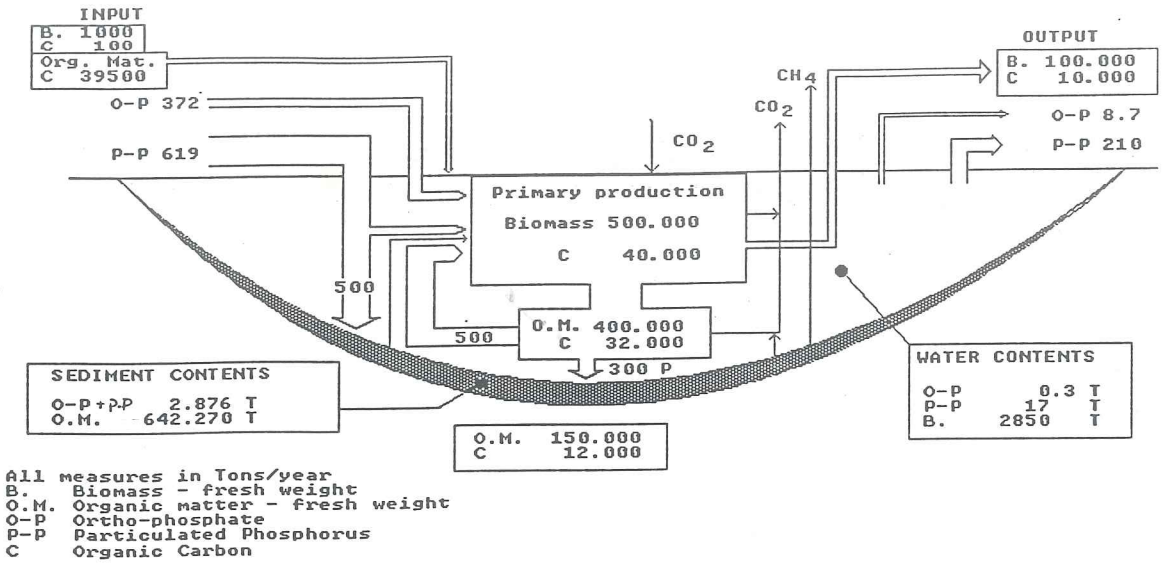


FIGURA 4. Modelo de funcionamiento de la Albufera de Valencia basado en el flujo y balance de fósforo.

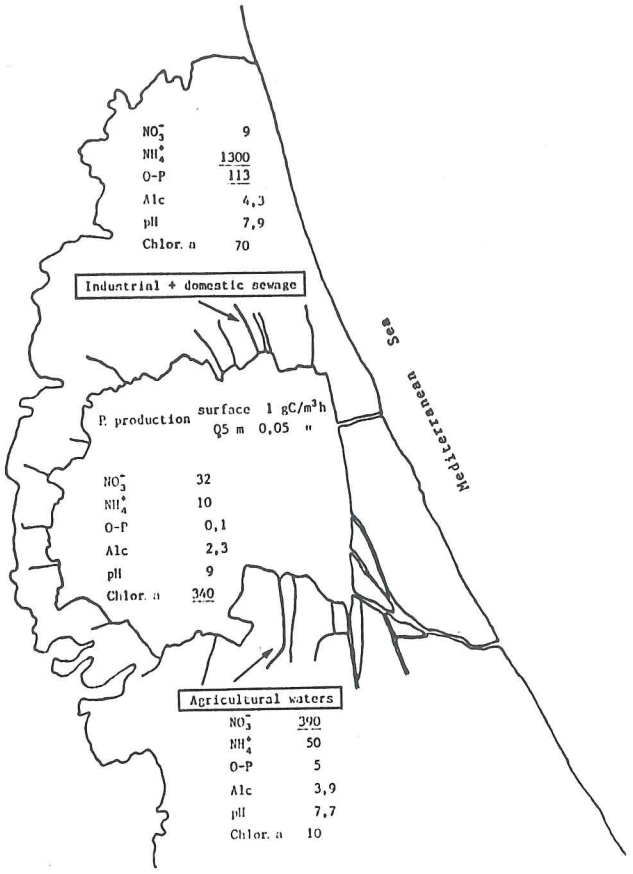


FIGURA 5. Esquema de la Albufera y los arrozales indicando la media anual de nutrientes y otros parámetros relacionados con el crecimiento del fitoplancton durante el año 1985.

una baja proporción de células algales y abandona el sistema principalmente en forma de biomasa fitoplanctónica. Experimentos en acuarios utilizando agua y sedimento de la Albufera han demostrado que el fósforo soluble adicionado al agua permanece en esta siendo la tasa de precipitación hacia el sedimento extremadamente baja, puesto que éste está ya saturado. Sin embargo, el fósforo particulado si puede depositarse quedando ligado al sedimento en forma de materia orgánica no reciclable.

Por otra parte, la cantidad de biomasa que sale del sistema es 100 veces mayor que la que entra en él. Esto es porque la laguna actúa como un cultivo continuo. La producción primaria que se desarrolla a partes iguales a partir de fuentes externas de nutrientes y del reciclage de éstos procedente de la descomposición de producción fitoplanctónica anterior. Asumiendo esto y teniendo en cuenta que la relación fósforo/biomasa = 1/500, se estima que el fitoplancton utiliza aproximadamente la mitad de los aportes totales de fósforo (los cuales se cifran alrededor de 1000 Tm $año^{-1}$). Si el fósforo inorgánico soluble permanece en el agua, alrededor de 500 Tm de fósforo particulado alóctono, deberían sedimentar anualmente junto a 300 Tm de fósforo particulado, procedente de los 150000 Tm $año^{-1}$ de materia orgánica procedente de la producción primaria autóctona no reciclable. Resumiendo, la mitad de la producción primaria es reciclada y reincorporada al sistema estimulando nueva producción, mientras que la otra mitad es exportada: el 20% al mar y el 30% al sedimento. La producción primaria en la Albufera es demasiado baja si se compara con los aportes de fósforo y la biomasa algal presente en el lago. El sistema está limitado por la luz, rindiendo una producción máxima en primavera-verano de alrededor de 2 g C m^{-3} h^{-1} (que corresponden a 4 mg C/mg Clorofila), restringida a la capa de agua más superficial, y siendo despreciable en el resto del perfil en profundidad (Fig.5,valor medio anual de la producción en 1985) .Así, la producción primaria diaria es de alrededor de 4 g C m^{-2} si consideramos una media anual. Evidentemente dicha producción varia estacionalmente. Esta media teórica anual de 4 g C m^{-2} d^{-1} basada en al balance de fósforo es muy parecida a los valores reales obtenidos en experimentos de producción primaria utilizando el método del ^{14}C.

En conclusión, la Albufera funciona al mismo tiempo como un quimiostato y una planta depuradora de agua residual. Grandes cantidades de nutrientes y materia orgánica entran en la laguna, mientras que el agua que abandona el lago se encuentra prácticamente libre de los nutrientes limitantes fósforo y nitrógeno. Sin embargo en el interior de la laguna los nutrientes y la materia

orgánica son convertidos en biomasa, la cual abandona progresivamente el sistema por sedimentación, siendo, en una fracción menor, exportada al mar a través de las "golas" de salida.

2. 5. Conclusiones acerca del estado actual de la Albufera de Valencia.

La Albufera ha resultado ser uno de los ecosistemas acuáticos más hipertróficos del mundo. Su funcionamiento se asemeja al de una gran quimiostato, el colector final de más de 40 acequias importantes con una carga de nutrientes y 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 golas de salida es respecto de la existente en los aportes más contaminados varios órdenes de magnitud menor, pasándose desde los contenidos típicos en las aguas residuales a las concentraciones en aguas no excesivamente contaminadas. Debido a este proceso de bioconversión se generan "blooms" de cianobacterias, con proliferaciones 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 sólo puntuales.

El carácter somero de la Albufera, la turbulencia y la bioturbidez favorecen el metabolismo heterotrófico en el agua. El sistema se encuentra tan estresado que los nutrientes y la materia orgánica disuelta liberados por las células a su muerte, pueden utilizar cortocircuitos de los ciclos biogeoquímicos para ser inmediatamente reincorporadas por el permanente "bloom" de organismos autotróficos y mixotróficos.

Más de la cuarta parte de la biomasa algal existente en el agua no pude ser reciclada por el sistema cuando se produce la muerte natural de las algas y por ello se deposita como sedimentos mientras que otra cuarta parte será trasferida al mar. Las cadenas tróficas del plancton se han visto muy reducidas y las comunidades litoral-bentónicas fuertemente simplificadas. La biodiversidad, por tanto, se ha reducido fuertemente, lo cual es fácilmente visible al observar los organismos superiores tales como macrófitos y vertebrados.

Después de años sin cambios aparentes, pueden producirse modificaciones calificables de catastróficas. Hacia el final de los años 60 y principios de los 70 la pradera sumergida de macrófitos

desapareció y las comunidades planctónicas cambiaron drásticamente. Así, el sistema funciona ahora en base a las cianobacterias autotróficas y mixotróficas y a las abundantes poblaciones de bacterias heterótrofas. Cambios en la intensidad luminosa, la temperatura u otros factores, pueden fácilmente causar la muerte masiva de las poblaciones algales y por ello, el delicado balance entre producción y respiración puede invertirse produciendo una crisis distrófica.

La contaminación de la Albufera es pues un proceso muy 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 5-6 meq/l (típicos 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 el cual se enriquece continuamente en fósforo.

3. DEL PASADO HACIA EL FUTURO

3.1. El registro histórico de la Albufera basado en el estudio de los sedimentos del Lago.

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 estrato superficial del sedimento juega un papel crucial en el metabolismo del lago, ya que en las aguas hipertróficas someras tales como las de 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 sedimentos es bajo como corresponde a la alta solubilidad de sus especies químicas y a la posibilidad, en algunas de ellas, de sufrir procesos de desnitrificación. El fósforo total es bastante elevado sobre todo en los estratos más superficiales. Evidentemente la descomposición de la materia orgánica prosigue en las capas más antiguas del sedimento provocando un aumento de los nutrientes fósforo y nitrógeno en los estratos superiores. Sin embargo, en el caso de la Albufera (Fig.6), este aumento está muy exagerado por la gran carga contaminante existente en los sedimentos recientes

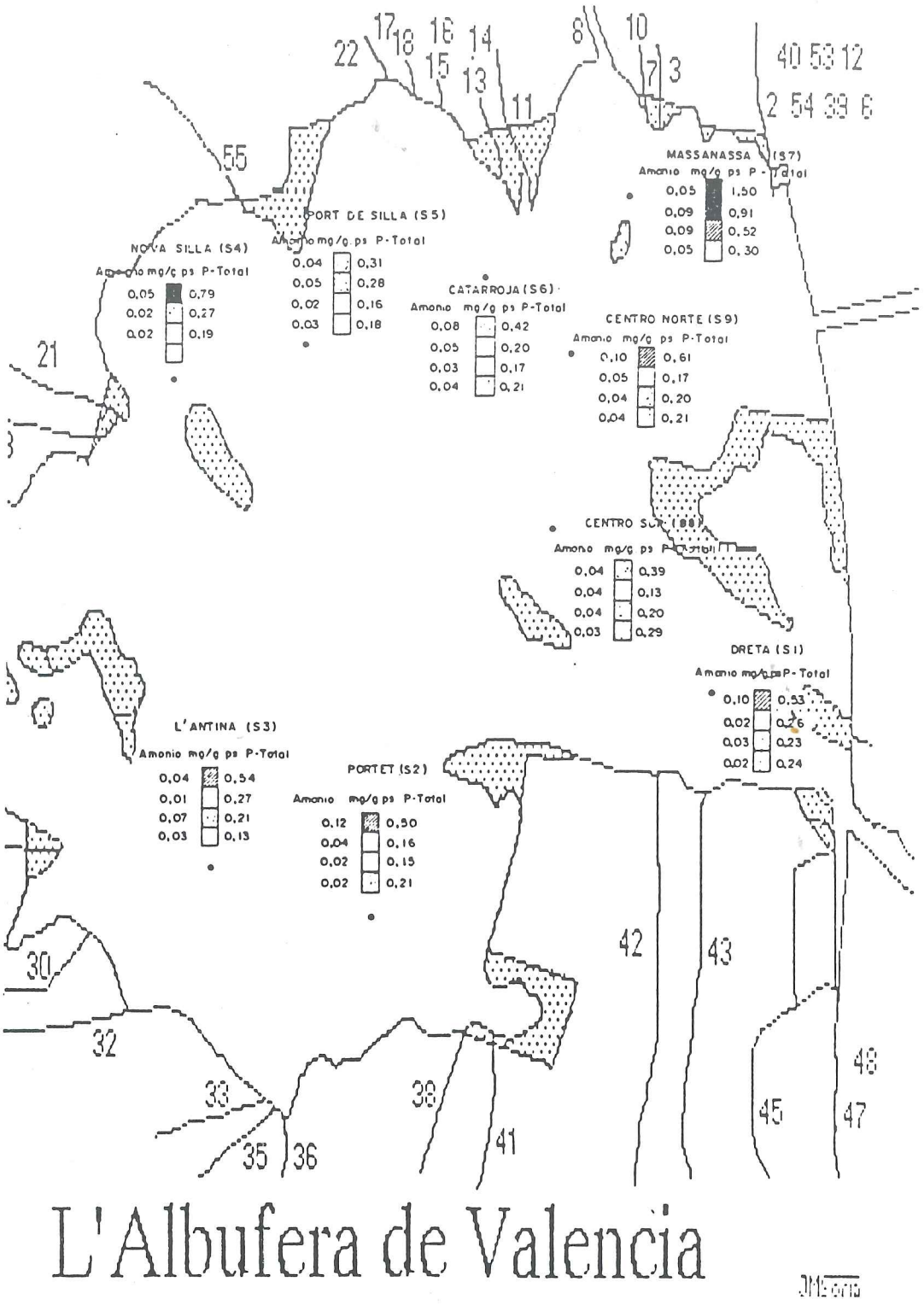


FIGURA 6. Situación de la contaminación por amonio y fósforo en las columnas sedimentarias correspondientes a los testigos extraídos en diferentes zonas del Lago. La columna de 60 cm. se divide en cuatro estratos. La intensidad de la trama es proporcional a la cuantía de la contaminación.

consecuencia del proceso de eutrofización. Esto es muy patente en los testigos extraídos en la zona Norte de la Albufera, cerca de los cauces afluentes más contaminados. Allí el contenido fósforo es de 1.5 mg/g de sedimento (peso seco) en superfície, valor extraordinariamente elevado. en los testigos de sedimento tomados en las diferentes zonas del lago, se observa que las capas más superficiales (0-10 cm) tienen siempre mucha mayor cantidad de fósforo que el resto. Respecto al contenido en amonio, la tendencia es similar (Fig. 6). Así, en estos 10 primeros centímetros la cantidad de fósforo es prácticamente la mitad del total acumulado en los restantes 50 cm de la columna sedimentaria. Esto nos confirma la acelerada tasa de acúmulo de fósforo en los años recientes. En el caso del amonio la cantidad acumulada en los 10 primeros centímetros es un cuarto de la totalidad y los valores absolutos menores con relación a los del fósforo. Sin embargo, en el agua, ocurre lo contrario, lo que es debido a la gran movilidad del amonio en contraste con el carácter tipicamente sedimentígeno del fósforo. Respecto al análisis de la materia orgánica, cálculos semejantes muestran que en la zona superficial sólo existe 1/5 del total.

La contaminación por aguas industriales se pone de manifiesto por las concentraciones de metales pesados en el sedimento. Así, en la zona noroeste frente a la acequia Nova de Silla, se presentan valores de Cromo de 250 μg/g, cuando en sedimentos naturales , en lagos sin impactos importantes del hombre, oscilan entre 7-13 μg/g. Otro elemento con valores por encima de lo tolerable es el Cobre, que en algunos testigos de la zona Norte, principalmente frente al Barranc de Massanasa muestra valores de 110 y 185 μg/g, muy por encima de los 14-18 μg/g encontrados típicamente en sedimentos. En esta zona se observan también valores muy grandes de Plomo y Zinc, elemento éste también abundante frente a la Acequia Nova de Silla, de tal manera que cuando se detecta aumento de alguno de estos elementos también suele acompañarle contaminación por otros varios. Un esquema de la contaminación zonal de la Albufera por metales tóxicos se presenta resumida en la figura 7.

A nivel de la historia geológica de la Albufera, el estudio del sedimento también puede ser muy revelador. La identificación de las diferentes especies de diatomeas a través de sus frústulos conservados en el sedimento nos revela cambios notables de la salinidad de las aguas del lago a lo largo de los últimos milenios, desde las aguas marinas hasta el agua dulce de hoy en día, pasando por un amplio periodo de aguas salobres, y asociada a esta evolución un estado de eutrofia creciente. Las fracciones sedimentarias

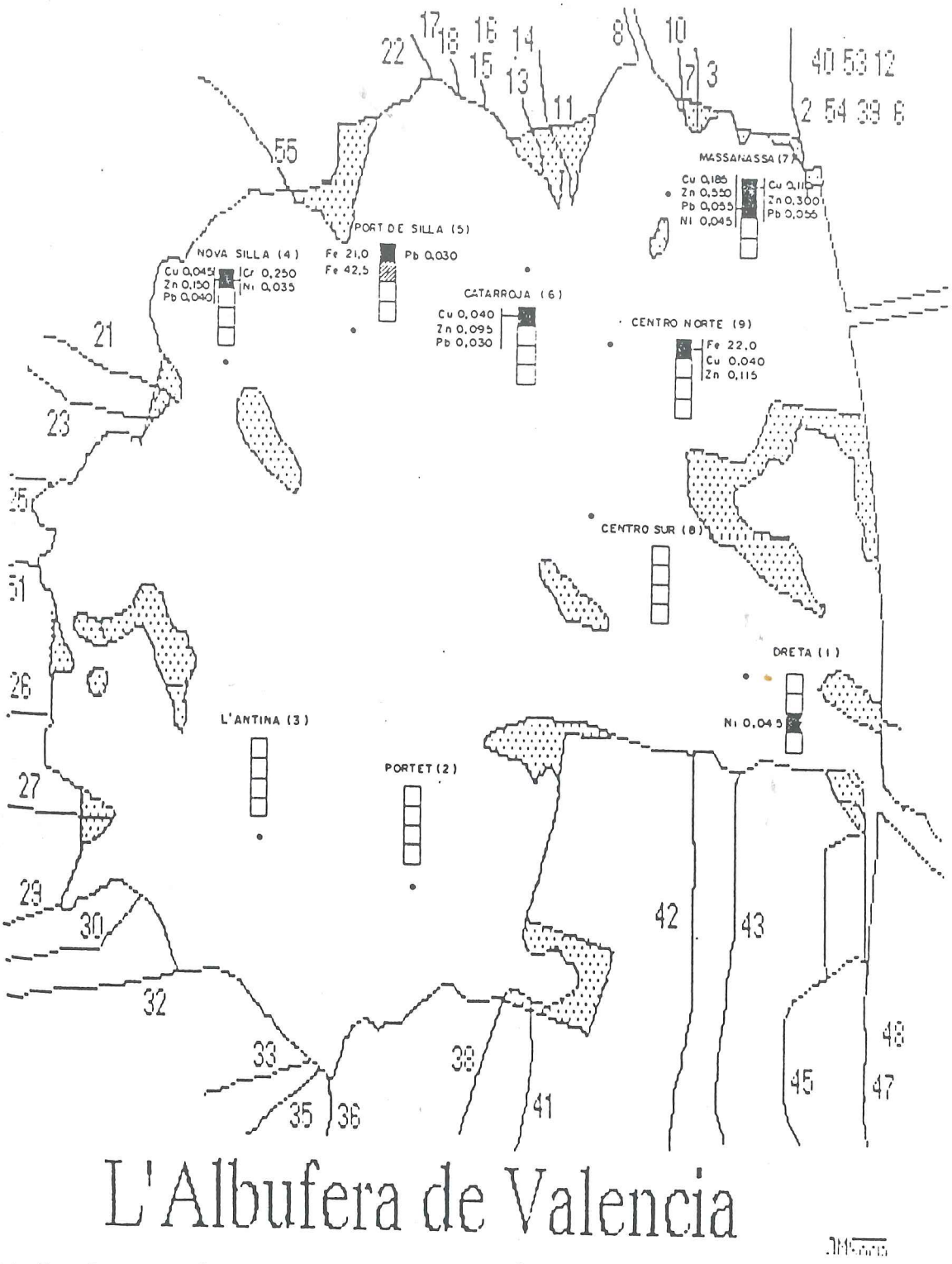


FIGURA 7. Situación de la contaminación por metales pesados en las columnas sedimentarias correspondientes a los testigos extraídos en diferentes zonas del Lago.

correspondientes a aguas salobres son particularmente interesantes, con abundantes indicadores bioquímicos de los diferentes tipos algales (isoprenoides) y bacterianos (diploteno), que junto al estudio de los diferentes tipos de frústulos de diatomeas permiten poner de manifiesto dada su buena estratificación los cambios periódicos de salinidad. La parte superficial del sedimento corresponde a diatomeas dulceacuícolas y oligohalinas y revela abundantes productos antropogénicos (esteroles, hidrocarburos, metales pesados, etc) confirmando el importante impacto humano que sufre recientemente el sistema.

3.2. Proyectos encaminados a corregir la contaminación de la Albufera : el colector Norte.

Uno de los proyectos más esperados entre los defensores de la conservación y regeneración de la Albufera es la entrada en servicio del colector Norte-Oeste, que recogería la contaminación de origen urbano e industrial generada en esta zona de la laguna y que sin lugar a dudas es por su densidad de población y censo industrial una de las más contaminantes. El caudal anual de agua residual interceptada por el colector tendría un valor medio de 27 Hm^3/año (agua residual tipificada), lo cual supone una eficacia del 34% respecto al total de agua residual que llega actualmente al lago.

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

3. 3.**¿ Es posible la regeneración 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 fósforo.

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 enfrentar estos datos con el nivel de regeneración que pretendemos conseguir; en nuestro caso, debe cifrarse en volver a una Albufera de los años 1950 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 24-30% 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 sólo 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, lo que supondría dejar entrar en el Lago tan sólo 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, sólo 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 de P/año generarían en el actual estado del sistema una concentración media de clorofila en las aguas de 37.8 mg/m^3. 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, hemos de 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 para 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/m^3 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/m^3 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 mejoría nunca será instantáneo en un lago cuyos sedimentos acumulan un patrimonio de 1000 Tm de fósforo tan sólo en sus primeros 10 cm de espesor y 2000 Tm más en los 50 cm siguientes. Esto significa que al ritmo de pérdida de fósforo calculado en nuestro trabajo y que es de más de 200 Tm/año, se precisarán al menos 5 años para eliminar este nutriente del estrato superficial, que es el más activo, y otros 5 o 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 mejoría 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/m^2. año aportados al agua, puede considerarse como normal en los lagos de los paises desarrollado. Los lagos eutróficos presentan aportes entre 10 a 100 g de P/m^2. año, entre ellos se encuentra obviamente la Albufera (38.6 g P/m^2. 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/m^2. año, equivalente a los aportes de 1000 habitantes por Km^2 de superficie del Lago, lo que para la Albufera (23 Km^2) supondría una población ribereña admisible de unas 25.000 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/m^2. año. La eutrofización de la Albufera responde a éste aumento de 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 más 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 ullales o que puedan contribuir a la depuración natural o controlada (fitodepuración) del exceso de nutrientes de las aguas, pues sólo así se logrará rebajar los

aportes a cantidades menores de 1 g de P/m^2. 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 hiciere necesario 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 otras obras de ingeniería encaminadas a corregir los desequilibrios que pueden 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 sólo la Albufera sino también la marjal. Al lago deben llegar al menos los 300 $Hm^3/$ 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 sólo 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 del lago.

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.

REFERENCES

ALCAIDE, E. & E. GARAY. 1984. R.-plasmid transfer in *Salmonella spp* isolated from wastewater ans sewage-contaminated surface waters. Appl.Environ.Microbiol. 48:435-438.

ALCAIDE, E., J.P. MARTINEZ & E. GARAY. 1982.Improved *Salmonella* recovery from moderato to highly polluted waters. J.Appl. Bacteriol. 53:143-146.

ALFONSO, M.T. & M.R. MIRACLE. 1990. Distribución espacial de las comunidades zooplanctónicas de la Albufera de Valencia. Scientia gerundensis 16(2):11-25.

AREVALO, C. 1916. Introducción al estudio de los cladóceros del plancton de la Albufera. Anal.Ins.Gral.Tec. Valencia 1:1-65.

AREVALO, C. 1918. Algunos rotíferos planctónicos de la Albufera de Valencia. Anal.Ins.Gral.Tec. Valencia 8:1-74.

BIANCO, C. 1981. Evolución planctónica en una zona en regresión. Guaita 8:29-33.

BLANCO, C. 1974. Estudio de la contaminación de la Albufera de Valencia y de los efectos de dicha contaminación sobre la fauna y la flora del lago. Ph.D. thesis. Universitat de Valencia, Valencia (Spain). 193 pp.

CAVANILLES, A.J. 1775. Observaciones sobre la Hsitoria Natural, Geografía, Agricultura, Población y flutos del Reyno de Valencia. Imprenta Real. Madrid (Spain).

CRAIG, S.R. 1987. The distribution and contribution of picoplankton to deep photosynthetic layers in some meromictic lakes. Acta Acad. Aboensis. 47:55-81.

DAFAUCE, C. 1975. La Albufera de Valencia. Un estudio piloto. *Monografías* 4. ICONA, Madrid. 127 pp.

GARCIA, M.P., E. VICENTE & M.R. MIRACLE. 1984. Sucesión estacional del fitoplancton de la Albufera de Valencia. Anales de Biología Mucia 2 (Secc.Esp. 2):91-100.

LOPEZ, P. & X. TOMAS. 1989. Chemical composition of the small coastal lagoons of the Mediterranean Spanish littoral. In: Topics in marine biology. ROS, J.D. (Ed.). Scient.Mar. 53(2-3):591-599.

LORENZEN, C.J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: Spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr. 12:343-348.

MAGUE .....

MARGALEF, R. & M. MIR. 1973. Indicadors de canvis de salinitat en els sediments de l'Albufera de València. Treb.Soc.Cat.Biol. 32:111-117.

MIRACLE, M.R., M.P. GARCIA & E. VICENTE. 1984. Heterogeneidad espacial de las comunidades fitoplanctónicas de la Albufera de Valencia. Limnetica 1:20-31.

MIRACLE, M.R., M. SERRA, R. OLTRA & E. VICENTE. 1988. Differential distributions of *Brachionus* species in three coastal lagoons. Verh.Internat.Verein.Limnol. 23:2006-2015.

MIRACLE, M.R., J.M. SORIA, E. VICENTE & S. ROMO. 1987. Relaciones entre la luz, los pigmentos fotosintéticos y el fitoplancton en la Albufera de Valencia, laguna litoral hipertrófica. Limnetica 3:25-34.

MIRACLE, M.R. & E. VICENTE. 1985. Phytoplankton and photosynthetic sulphur bacteria production in the meromictic coastal lagoon of Cullera (Valencia, Spain). Verh.Internat.Verein.Limnol. 22:2214-2220.

MIRACLE, M.R., E. VICENTE & E. GARAY. 1984. L'Albufera de València i la problemàtica de la contaminació de les aigües continentals costaneres. XII Congrés de Metges i Biòlogs de llengua catalana. Llibre de Ponencies: 153-166.
MIRACLE, M.R., E. VICENTE & J.M. SORIA. 1989. Plan de saneamiento integral del Parque Natural de la Albufera. Informe Técnico. COPUT - Generalitat Valenciana.
MOMBLANCH Y GONZALEZ, F.P. 1960. Historia de la Albufera de Valencia. Exmo. Ayuntamiento de Valencia.
OLTRA, R. & M.R. MIRACLE. 1984. Comunidades zooplanctónicas de la Albufera de Valencia. Limnetica 1:51-61.
OLTRA, R. & M.R. MIRACLE. 1992. Seasonal succession of zooplankton populations in the hypertrophic lagoon Albufera of Valencia (Spain). Arch.Hydrobiol. 124:187-204.
PARDO, L. 1942. La Albufera de Valencia. Biología de las aguas continentales II. Inst.Forest.Inv.Exp. Madrid nº 24. 263 pp.
ROBLES, F., M.A. COLLADO & V. BORREDA. 1985. Variaciones de la fauna de moluscos en la Albufera de Valencia: implicaciones paleogeográficas. In: Geomorfología litoral y cuaternario. Homenaje a Juan Cuerda. Universidad de Valencia: 123-133.
ROMO, S. 1991. Estudio del fitoplancton de la Albufera de Valencia, una laguna hipertrófica y somera, entre 1980 y 1988. Ph.D thesis. Univ. de Valencia (Spain). 197 pp.
ROMO, S. & M.R. MIRACLE. Annual and seasonal periodicity of *Planktothrix agardhii*, *Pseudoanabaena galeata* and Geitlerinema sp in a shallow hyprtrophic lagoon, the Albufera of Valencia (Spain). Arch.Hydrobiol. In press.
ROSSELLO, V.Ma. 1976. Evolution recente de l'Albufera de Valencia et ses environs. *Mediterranée* 4:19-30.
SANJAUME, E. 1985. Las costas valencianas. Sedimentología y morfología. Sección de Geografía. Universidad de Valencia, Valencia. 505 pp.
SERRA, M., M.R. MIRACLE & E. VICENTE. 1984. Interrelaciones entre los principales parámetros limnológicos de la Albufera de Valencia. Limnetica 1:9-19.
SHOAF, W.T. & b.n. LIUM. 1976. Improved extraction of chlorophyll *a* and *b* from algae using dimethyl-sulphoxide. Limnol. Oceanogr. 21:926-928.
SORIA, J.M., M.R. MIRACLE & E. VICENTE. 1987. Aporte de nutrientes y eutrofización de la Albufera de Valencia. Limnetica 3:227-242.
SORIA, J.M., M.R. MIRACLE & E. VICENTE. 1987. La Albufera de Valencia: comunidades fitoplanctónicas en la campaña 1982-83. Act. VI Simp. Nac.Bot.Cript.: 165-172.
STRICKLAND, J.D.H. & T.H. PARSONS. 1972. A practicl handbook of seawater analyses (2nd ed.) Bull.Fish.Res. Bd. Canada. 167 pp.
VICENTE, E. & MIRACLE, M.R. 1988. Estructura y función de los procariotas en dos ecosistemas lagunares costeros: la Albufera de Valencia y el Estany de Cullera. Actas del Congreso de Biología Ambiental (II Congreso Mundial Vasco) 1:79-107.
WISZNIEWSKI, J. 1931. Sur quelques rotiferes trouvés en Espagne. Arch.Hydrobiol. et Ichtiol., Varsovia 6:1-41.