

## EVOLUCION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RIO LOURO (SW DE GALICIA) EN LAS DOS ULTIMAS DECADAS: RESTRICCIONES A SU USO

X. L. OTERO<sup>1</sup>

### RESUMEN

En este trabajo se estudia la evolución interanual y estacional de la calidad de las aguas del río Louro en base a los siguientes usos: consumo humano, recreo, agronómico y conservación de la vida piscícola.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que ya en los primeros años de registro (1972/73) las aguas del río Louro presentaban una importante carga contaminante. En estos años, los episodios más críticos van asociados a los meses estivales. Las condiciones empeoran notablemente hacia finales de los años 80, donde se aprecia un incremento tanto en el número como en la frecuencia de los parámetros que superan los límites establecidos por las normativas vigentes que regulan los diferentes usos potenciales de las aguas.

**Palabras clave:** Calidad de aguas, legislación ambiental, estacionalidad, Galicia.

### INTRODUCCION

El uso indiscriminado de los medios acuáticos para la eliminación de residuos generados por la actividad humana provoca cambios sustanciales en las características naturales del agua. Estos cambios afectan a las comunidades fluviales que se ven fuertemente modificadas por este tipo de alteraciones (ARMITAGE, 1987; ARMITAGE *et al.* 1990, WRIGHT *et al.* 1988), así como a los usos potenciales reconocidos a las aguas superficiales (consumo humano, recreo, agronómico, conservación de la vida acuática) (ALVAREZ *et al.* 1989; MACIAS *et al.* 1991, OTERO y LÓPEZ, 1993).

Las aguas del Louro son objeto de múltiples aprovechamientos: uso tradicional de las aguas para riego en el período estival, abastecimiento de agua potable a la localidad de O Porriño, abastecimiento de agua a industrias y recreo (baño). En las dos últimas décadas han incrementado notablemente el volumen de aguas residuales que son vertidas directamente al río como resultado del

aumento de la población y del número de industrias instaladas en torno a sus riberas. No obstante, la mayoría de los usos de estas aguas se siguen todavía manteniendo en la actualidad (OTERO y MACIAS, 1992; OTERO 1993) lo cual puede entrañar cierto riesgo para la salud.

En el presente trabajo se estudia la evolución de la calidad de las aguas del río Louro durante el período 1972/1989.

### MATERIAL Y METODOS

La evolución anual y estacional de la calidad de las aguas se ha realizado en función de los datos facilitados por la confederación Hidrográfica del Norte de España (C.H.N.), procedentes de la estación de aforo 647 (Tui), localizada a pocos metros de la desembocadura. Los datos disponibles abarcan el período comprendido entre los años 1972/89.

Para el presente trabajo se han considerado los siguientes usos: agua potable, baño, vida piscícola tomando como referencia los valores guía que contempla el BOE (1988). Para los usos agronómicos se han utilizado diferentes criterios, la

<sup>1</sup> Departamento de Edafología y Química Agrícola. Fac. Biología. Univ. Santiago de Compostela.

mayoría de ellos procedentes del servicio de agricultura de los EE.UU. (U.S. SOIL SALINITY LABORATORY, 1954; UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS, 1974).

### Descripción del área de estudio

La cuenca del río Louro se encuentra situada en el Suroeste de la provincia de Pontevedra (Figura 1), ocupando una extensión de 156 km<sup>2</sup>. Su marcada orientación Norte-Sur es resultado de la acción de la Fractura Meridiana que recorre Galicia en esta misma dirección. El sustrato geológico está constituido por rocas ígneas (granitos y granodioritas) y metamórficas (neises de biotita, riebeckita, paraneises). En la mitad sur de la cuenca estos materiales sufrieron una fuerte alteración como consecuencia de procesos hidrotermales ligados a la Fractura Meridiana, dando origen a una gruesa capa arcillosa. En este área, como resultado de un sustrato arcilloso impermeable y un relieve llano, las aguas superficiales discurren de manera difusa, sin cauces bien definidos, dando lugar a lagunas y turberas de reconocido valor ornítico y botánico.

Las condiciones climáticas han sido definidas según la clasificación de Allué (ALLUÉ, 1966) como *Atlántica europea* para las partes altas de la cuenca y mitad norte del valle y *Mediterránea subhúmeda con tendencia atlántica* para la mitad sur (CARBALLEIRA *et al.*, 1982).

Las condiciones hidrológicas del río Louro se ajustan al régimen pluvial atlántico (LAUTENSACH, 1969) que se caracteriza por presentar máximos de caudal muy acentuados en los meses de precipitaciones y mínimos a finales de los meses estivales. El análisis de los caudales entre años y entre meses pone de manifiesto una fuerte depresión del caudal en los meses estivales donde el coeficiente medio de caudal resulta inferior a la unidad y una alta irregularidad para los meses de invierno (OTERO, 1993). En la Figura 2 se representa la evolución del caudal por día para los años 1973 y 1974, representando la línea base una caudal ecológico teórico (10% del caudal medio anual). La Figura 3 representa la oscilación del caudal medio mensual para el período 1972/79 y la Figura 4 la evolución mensual del coeficiente medio del caudal (cmc) para los años 1974 y 1978.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Condiciones Físico-químicas

#### *pH y Conductividad eléctrica*

Los valores medios anuales entre los que osciló el pH (5,7-7,4) y la conductividad eléctrica (110-304  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) pueden considerarse adecuados para todo tipo de usos potenciales de las aguas (vida piscícola, baño, consumo) según BOE (1988) (Fig. 5a). No obstante, el valor inferior del pH resulta demasiado bajo para corresponder a aguas fluviales gallegas, donde el pH suele situarse próximo a la neutralidad (MACIAS *et al.* 1991, LÓPEZ y CARBALLEIRA, 1991).

Los valores máximos de la conductividad eléctrica también resultan elevados, si comparamos estos resultados con los obtenidos por LÓPEZ y CARBALLEIRA (1991) en 152 muestras procedentes de diferentes ríos gallegos. Por otra parte, los valores máximos suelen ir asociados al período estival u otoñal (Fig. 5a). Este patrón se repite en la mayoría de los componentes de las aguas que más abajo se comentan. Estos resultados son consecuencia de la marcada estacionalidad existente, propia de climas mediterráneos o con influencia de éste como es el sur de Galicia. La escasa precipitación estival, inferior al 10% de la precipitación total anual en la cuenca de Louro (OTERO, 1993), conlleva una depresión del caudal y un incremento de la concentración iónica en las aguas.

#### *Composición iónica*

Aniones:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$

Los registros de las concentraciones medias anuales para el ión cloruro oscilan entre 19,37 mg l<sup>-1</sup> para el año 1974 y 48,25 mg l<sup>-1</sup> para el año 1981 (Fig. 5a). Sus concentraciones no constituyen límite alguno a los usos potenciales reconocidos a los medios fluviales (BOE, 1988) ni tampoco para actividades agrícolas (ALPI y TOGNONI, 1984; LÓPEZ RITAS y LÓPEZ MELIDA, 1985).

Las concentraciones de fosfatos experimentan un fuerte incremento a partir del año 1982 constituyendo, a partir de esta fecha, un claro limitante para la mayoría de los usos considerados (Fig. 5b). Únicamente, estas altas concentraciones pueden considerarse beneficiosas para

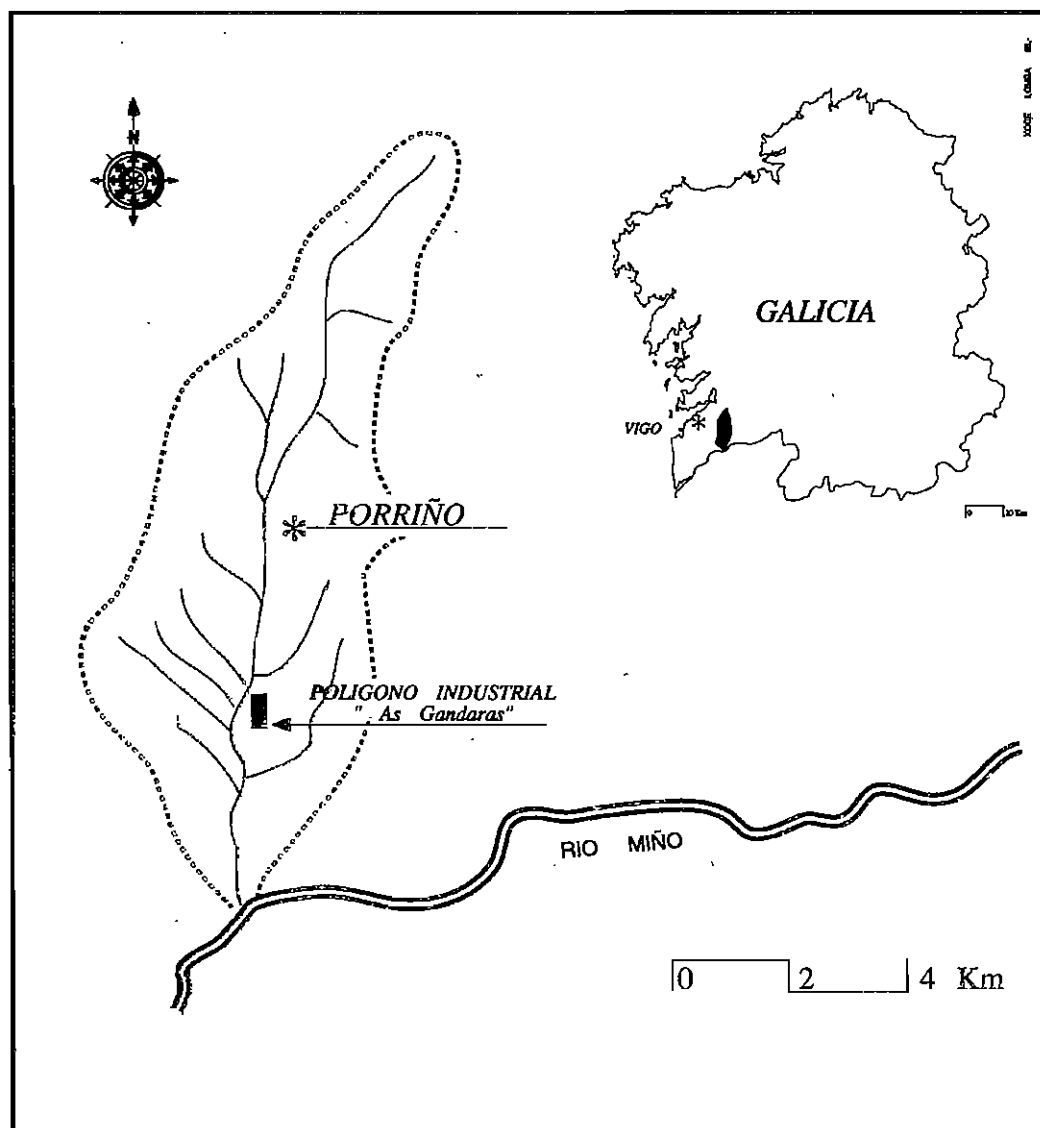


Fig. 1. Localización del área de estudio.

el uso agronómico debido a su valor como fertilizante.

Los niveles medios anuales de sulfatos oscilaron entre  $7,25 \text{ mg l}^{-1}$  para el año 1989 y  $3,7 \text{ mg l}^{-1}$  para 1977. En la Figura 5a se observa que sus concentraciones apenas experimentan cambios

sustanciales con el tiempo y en ningún momento resultan un limitante.

Formas nitrogenadas:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$

Los nitratos presentan valores que van de  $6,65 \text{ mg l}^{-1}$  para el año 1977 a  $2,15 \text{ mg l}^{-1}$  para el año 1989. Al contrario de lo que sucede con la mayo-

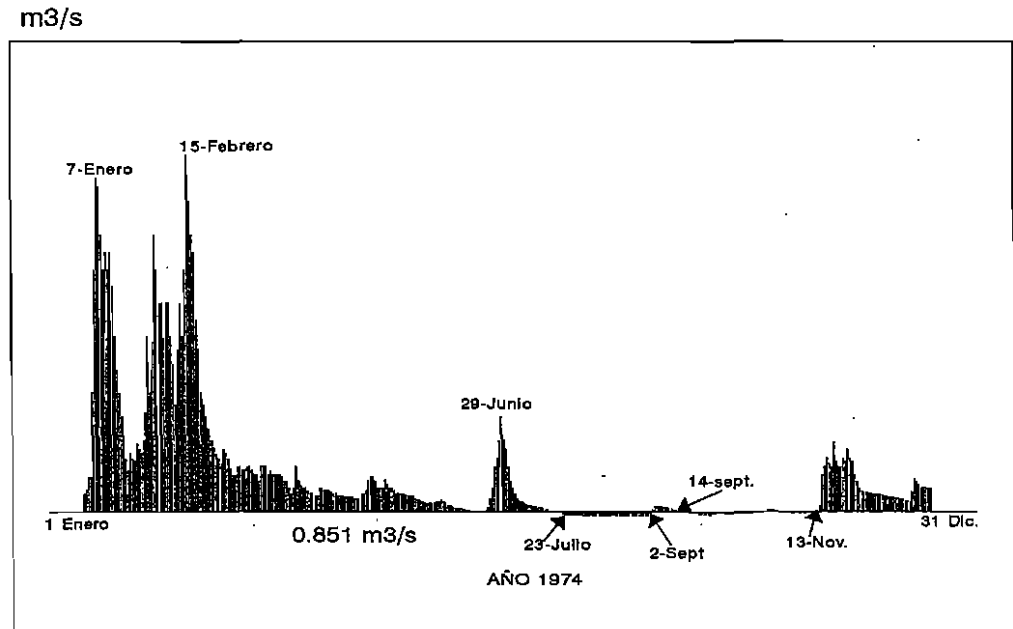
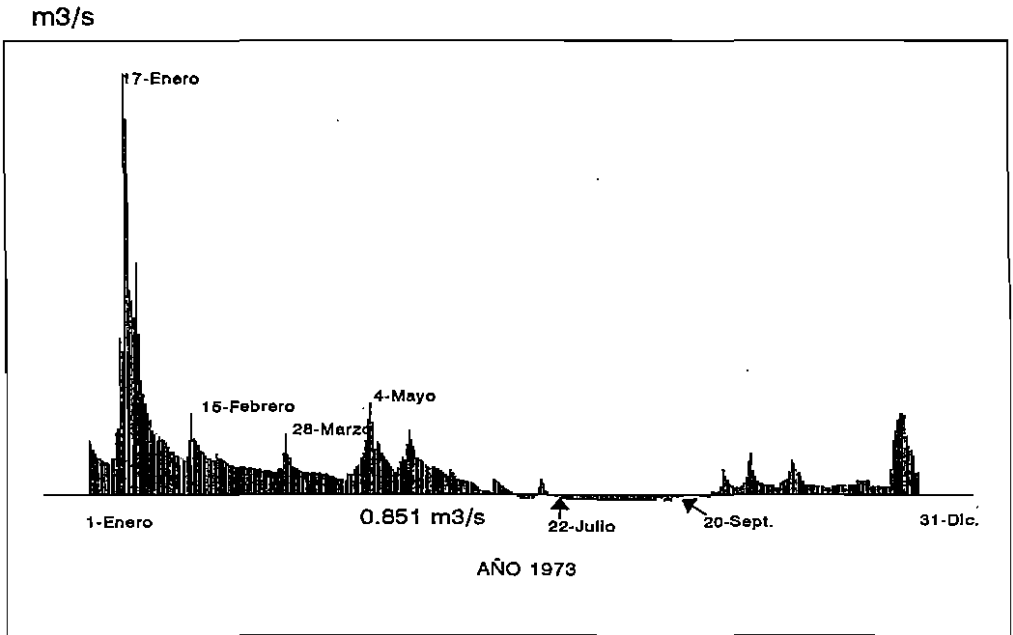


Fig. 2. Evolución de los caudales diarios para los años 1973/74.

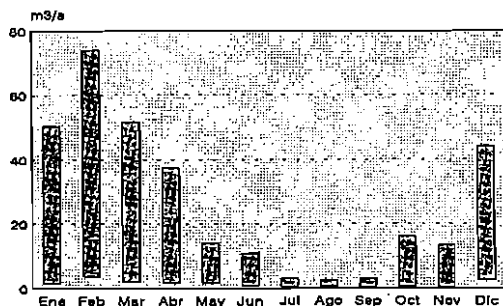


Fig. 3. Variación de los caudales medios mensuales durante el período 1972/79.

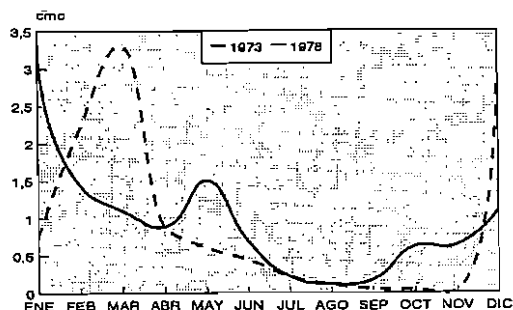


Fig. 4. Evolución del coeficiente medio del caudal (cmc) para los años 1974 y 1978.

ría de los iones, los valores más bajos corresponden a los dos últimos años de registro (1988/1989). Estos resultados se pueden explicar en base a las condiciones Eh/pH de las aguas. Así, OTERO (1993) encuentra que las aguas del río Louro a partir de la población de O Porriño y hasta su desembocadura (Figura 1) presentan unas condiciones Eh/pH que favorecen las formas nitrogenadas reducidas. Las concentraciones de nitratos no suponen limitación alguna para su potabilización, baño o vida piscícola (BOE, 1988). Únicamente su utilización para riego presentaría un riesgo de tipo «mediano», según los criterios establecidos por el UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS (1974).

Los nitritos y amonio constituyen uno de los principales limitantes para la vida piscícola y el uso de las aguas para consumo humano. Las concentraciones de los nitritos resultan tóxicas ya en los primeros años de registro y se mantienen a lo largo del tiempo (Fig. 5a). Su evolución no experimenta grandes oscilaciones a lo largo del tiempo. El amonio, por el contrario, incrementa notablemente sus concentraciones a partir del año 1984 (Fig. 5b).

Cationes:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$

El estudio de estos tres macronutrientes tiene su interés desde el punto de vista de establecer posibles riesgos de salinización sobre los suelos que son regados con agua de baja calidad. El cálculo de la Relación de Sodio Adsorbido (SAR) se presenta en la Tabla I. Según los criterios establecidos por U.S. SOIL SALINITY LABORATORY

(1954) no existen restricciones para el riego. No obstante, se observa un empeoramiento notable para el año 1989. (Figura 6).

#### Oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>, DQO

En base a los valores medios anuales, los niveles de oxígeno disuelto presentan limitaciones para el baño y para la vida de los salmónidos en los primeros años de registro (Figura 5b), resultado, sobre todo, de los bajos niveles existentes en el período estival y en otoño. Sin embargo, las concentraciones existentes en invierno no presentan limitación alguna para los diferentes usos hasta el año 1988. A partir de esta fecha, los niveles de oxígeno descienden notablemente, resultando limitantes incluso para la vida de los ciprínidos. Esta caída va asociada a un aumento generalizado de la DQO, DBO<sub>5</sub> y  $\text{NH}_4^+$  que pone de manifiesto a la presencia de contaminantes de origen orgánico en las aguas del Louro.

#### Metales pesados: Fe, Zn, Cu, Cr (IV), Cd, Mn

Las concentraciones de metales pesados, a pesar de su alta toxicidad, no superan en ningún momento los límites establecidos por las normativas específicas para cada tipo de uso. Estos resultados coinciden con los encontrados por LÓPEZ *et al.* (1996) donde en un estudio sobre la calidad de las aguas del Louro en base a briófitos acuáticos no encuentran contaminación para ninguno de los metales estudiados (Fe, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Co, Mn). Tan sólo, para el Fe encuentran una situación sospechosa en una de las estaciones. El Fe también es el metal que alcanza los niveles más altos en las aguas (Tabla II).

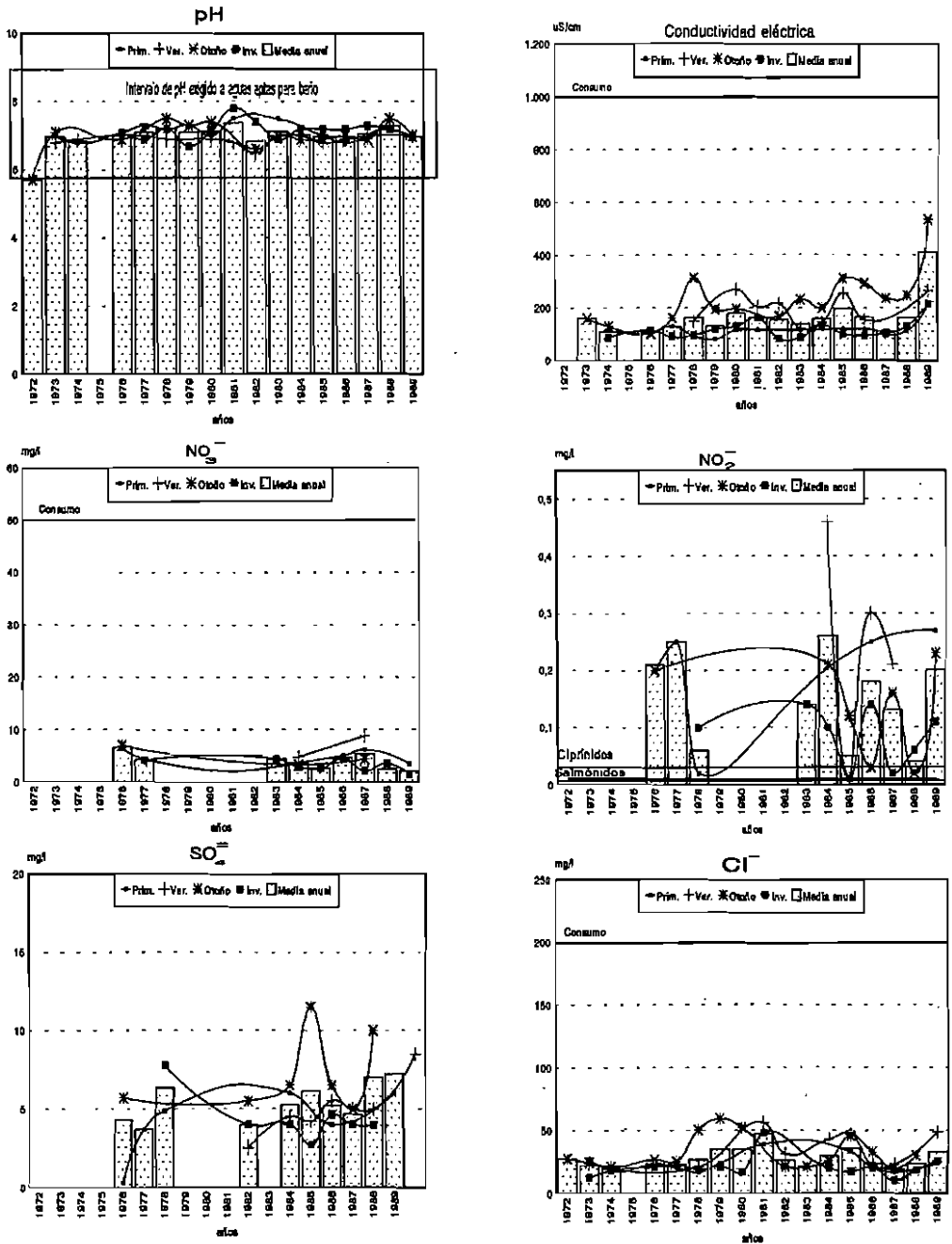


Fig. 5a. Evolución anual y estacional de diferentes parámetros indicadores de calidad del agua. Las líneas horizontales indican el límite para cada uso.

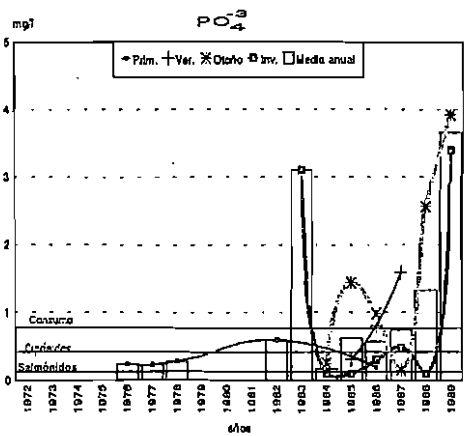
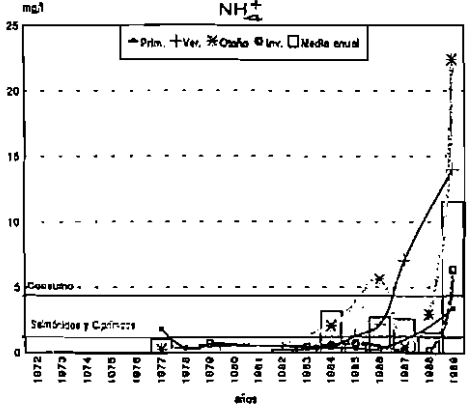
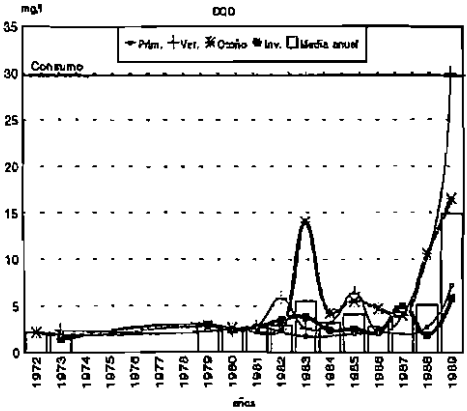
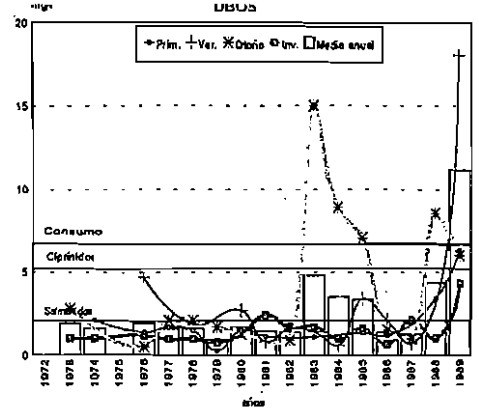
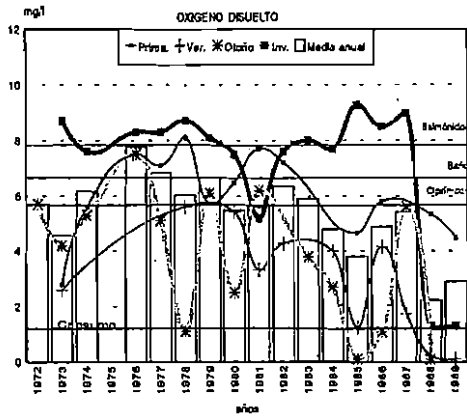


Fig. 5b. Evolución anual y estacional de diferentes parámetros indicadores de calidad de agua. Las líneas horizontales indican los límites para cada uso.

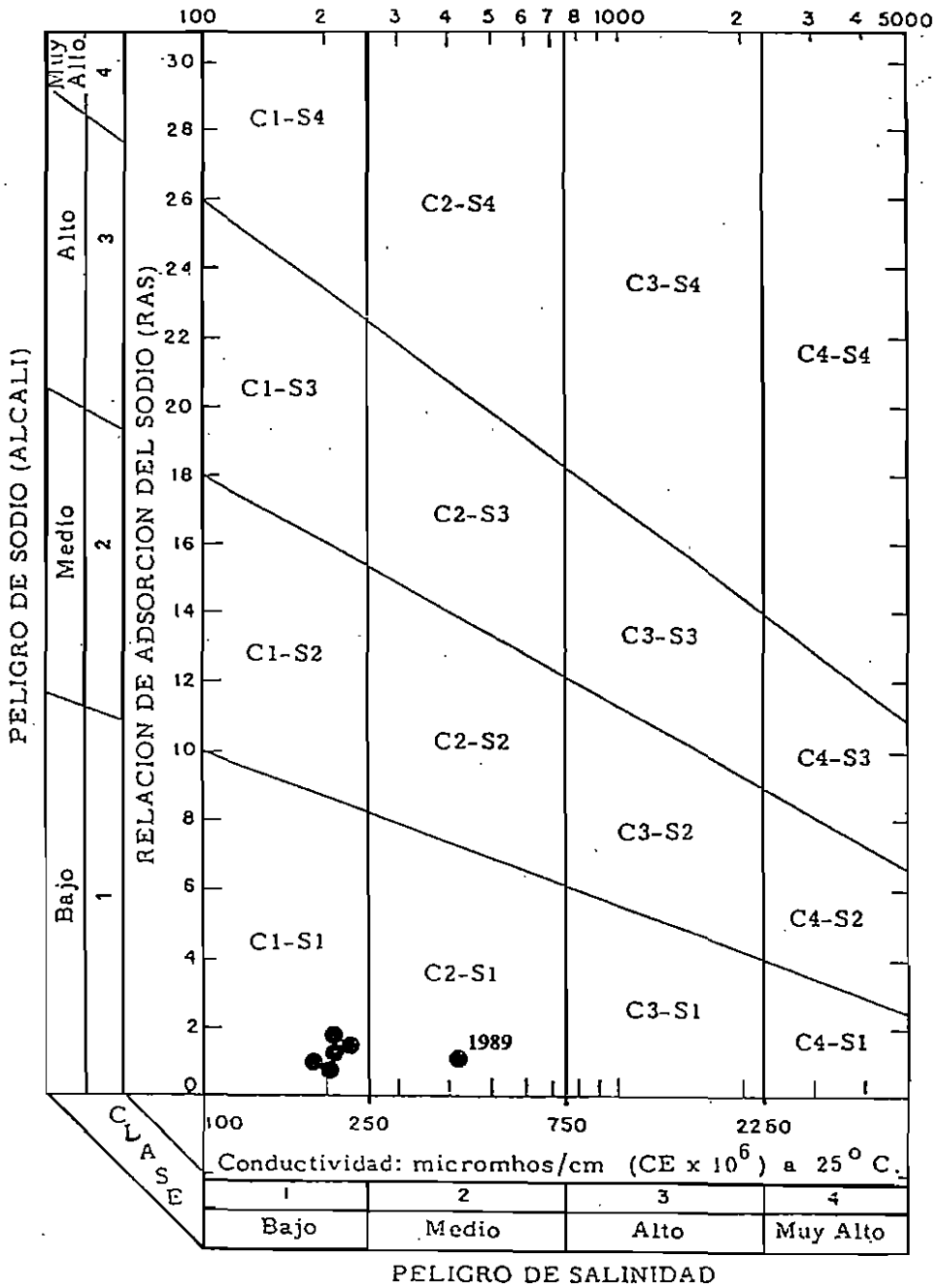


Fig. 6. Clasificación de las aguas del río Louro para riego. Riesgos de salinidad y alcalinidad según SOIL SALINITY LABORATORY (1954).



TABLA I  
CONCENTRACIONES DE Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y Na<sup>+</sup> y RAS

Año	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	RAS
	meq l <sup>-1</sup>			
1984	1,00	0,18	0,61	0,79
1985	0,82	0,10	0,73	1,07
1986	0,60	0,14	0,74	1,21
1987	0,70	0,06	0,74	1,19
1988	0,74	0,24	0,74	1,06
1989	0,90	0,14	0,76	1,05

TABLA II  
CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LAS AGUAS DEL RIO LOURO

Fecha	Fe	Mn	Cd	Cu	Cr(IV)	Pb	Zn
	mg l <sup>-1</sup>						
23/04/76	0,20	nd	-	nd	nd	-	-
21/10/77	0,24	nd	-	nd	nd	-	-
28/04/77	0,20	nd	-	nd	nd	-	-
26/01/78	0,21	nd	-	nd	nd	-	-
08/06/78	0,26	nd	-	nd	nd	-	-
25/10/84	0,39	0,03	-	nd	nd	0,002	-
31/01/85	0,04	nd	-	1 10 <sup>-4</sup>	nd	nd	nd
16/07/85	0,40	0,53	5 10 <sup>-4</sup>	0,02	nd	0,007	0,05
24/10/85	0,62	nd	nd	nd	nd	nd	nd
29/01/86	0,22	0,02	nd	0,02	nd	nd	nd
18/04/86	0,50	0,06	nd	nd	nd	nd	nd
18/07/86	0,60	0,03	nd	0,01	nd	nd	nd
22/10/86	0,70	0,03	1 10 <sup>-4</sup>	nd	nd	nd	0,01
29/01/87	0,42	0,01	nd	nd	nd	nd	nd
23/07/87	0,50	0,11	nd	nd	nd	nd	0,01
22/10/87	0,17	0,01	nd	0,01	nd	nd	nd
21/01/88	0,39	nd	nd	0,02	nd	nd	0,01
27/10/88	0,95	0,15	nd	nd	nd	nd	0,03
19/01/89	0,58	0,14	nd	0,02	nd	nd	nd
16/02/89	0,80	0,16	nd	nd	nd	nd	nd
06/07/89	0,88	0,12	nd	nd	nd	nd	0,1

nd: no detectado; -: no analizado.

### Composición microbiana

La concentración de coliformes totales se presenta en la Tabla III. Sus niveles confieren a las aguas del Louro fuertes limitaciones para las actividades recreativas (BOE 1988). Su utilización para suministro de agua potable sólo es posible previo tratamiento tipo A3 según contempla el BOE (1988). El uso agronómico de las mismas

queda limitado al riego de productos no consumidos directamente por el hombre o aquellos que son previamente cocinados (OMS, 1988).

### CONCLUSIONES

El estudio de los valores que toman los principales parámetros indicadores de calidad, revela la existencia de problemas por contaminación a

TABLA III  
CARGA MICROBIANA EN LAS AGUAS DEL RIO LOURO

Fecha	Coliformes totales (100 ml)	Fecha	Coliformes totales (100 ml)
26/01/78	6.400	23/10/86	30.000
08/06/78	5.800	29/01/87	6.200
21/01/83	4.600	23/07/87	7.700
31/01/85	1.700	22/10/87	2.400
11/07/85	10.080	21/01/85	1.800
24/01/86	4.160	19/01/89	12.000
18/04/86	1.540	16/02/89	34.000
17/07/86	380	06/07/89	40.000

principios de los años setenta, donde algunos ya alcanzan valores inadecuados para la vida de los peces.

A partir de 1983, se produce un empeoramiento notable de la calidad de las aguas del Louro que se pone de manifiesto con el incremento de las concentraciones de  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , un descenso en el contenido de oxígeno de las aguas y la aparición de nuevos limitantes como la DBO<sub>5</sub> y DQO. Como consecuencia de esta situación, los usos potenciales de las aguas para la vida piscícola (tanto ciprínidos como salmónidos), baño y consumo no resultan posibles según la normativa vigente.

Los valores más críticos observados en los anteriores parámetros suelen coincidir con el final del período estival o inicios del otoño, momentos en los que el caudal del río alcanza los niveles más bajos.

No se detectan niveles tóxicos para metales pesados. Los parámetros estudiados ponen de manifiesto que la naturaleza de la contaminación de las aguas del río Louro es, sobre todo, de origen orgánico y microbiológico.

Finalmente, teniendo en cuenta el carácter puntual de este trabajo (las muestras proceden de un único punto) y existiendo una clara tendencia al empeoramiento de la calidad de las aguas, resultaría aconsejable un estudio más detallado en diferentes tramos del río así como un seguimiento periódico de la calidad de sus aguas.

#### AGRADECIMIENTOS

A la Confederación Hidrográfica del Norte de España por la colaboración ofrecida en la realización de este trabajo.

#### SUMMARY

Seasonal and between-year water quality has been studied in the Louro river (SW Pontevedra-Galicia), in order to assess its potential use as drinking water, swimming water, cultural and aquicultural use.

Our results show up a strong water pollution even from the first recording (years 1972/73). Water quality was increasingly worse since the middle of the 1980s, even beyond the legal limits of considered uses. Poorest water quality samples corresponded to summer season.

**Key words:** Water quality, Environmental laws.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLUE J. L. 1966: *Subregiones fitoclimáticas de España*. I.F.I.E. Ed. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- ALPI A. y TOGNONI F. 1984: *Cultivo en invernadero*. Ed. Mundi-Prensa.
- ALVAREZ E., CALVO DE ANTA R. y MACIAS F. 1989: *Calidad de las aguas del río Umia*. Tecnología de Aguas 61: 35-44.
- ARMITAGE P. D. 1987: «The classification of tail waters sites receiving residual flows from upland reservoirs in Great Britain, using macroinvertebrata data». In: J. F. CRAIG y J. B. KEMPER (eds.) *Regulated Streams, Advantages in Ecology*. Plenum Press. New York.
- ARMITAGE P. D., PARDO I., FURSE M. T. & WRIGHT J. F. 1990: «Assessment and prediction of biological quality. A demonstration of a british macroinvertebrate-based method in two spanish rivers». *Limnetica*, 6: 147-156.
- BOE 1988: *Reglamento del dominio público hidráulico que desarrolla la ley de aguas*. BOE 209: 26421-26425.
- CARBALLEIRA A., DEVESA C., RETUERTO R., SANTILLAN E. y UCIEDA, F. 1983: *Bioclimatología de Galicia*. Fundación Pedro Barrié de la Maza. A Coruña. 389 pp.
- LAUTENSACH 1969: En: *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*. 2 Grandes presas. MOPU. 1989.
- LÓPEZ RITAS J. y LÓPEZ MELIDA J. 1985: *El diagnóstico de suelos y plantas*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 368 pp.
- LÓPEZ J. & CARBALLEIRA A. 1991: «A comparative study of pigment contents and response to stress in five species of aquatic bryophytes». *Lindbergia* 15: 188-194.
- LÓPEZ J. OTERO X. L. y CARBALLEIRA A. 1996: «Calidad de las aguas de río Louro (NW de Galicia) analizada a través de briófitos acuáticos». *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 6: 83-90.
- MACIAS VÁZQUEZ F., ALVAREZ RODRÍGUEZ E. y CALVO DE ANTA R. M. 1991: «Impactos de origen agrario y urbano en la cuenca del río Ulla». *Ecología* 5: 3-89.
- MOPU 1984: *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. Serie manuales nº 3. CEOTMA. Madrid. 572 pp.
- OTERO X. L. y LÓPEZ M. E. 1993: «Calidad agronómica de las aguas del río Louro (SW Galicia)». *TecnAmbiente* 30: 49-54.
- OTERO X. L. y MACIAS F. 1992: *Impactos y calidad de las aguas del río Louro*. COTOP. Xunta de Galicia. Informe inédito.
- OTERO X. L. 1993: *Contribución a la ordenación de los suelos y aguas de la cuenca del río Louro (Pontevedra)*. Tesis de licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS 1974: University of California. Davis. pp 13.
- SOIL SALINITY LABORATORY STAFF 1954: *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. U.S. Dept. of Agric. Handbook. 60. U.S. Govt. Print. Office. Washington D.C.
- WRIGHT J. F., ARMITAGE P. D., FURSE M. T. & MOSS D. 1988: «A new approach to the biological surveillance of river quality using macroinvertebrates». *Verg. Int. Verein Limnol.* 23: 1548-1552.