

---

# Variación de la calidad de las aguas de los ríos gipuzkoanos al cabo de veinte años (1981-2001).

Change in water quality of the gipuzkoan rivers after twenty years (1981-2001).

IMANOL ARLUZIAGA\*



## RESUMEN

Se presentan los resultados de los muestreos de macroinvertebrados bénticos, así como de los análisis físico-químicos de las aguas de los ríos gipuzkoanos de 2001 y se comparan con los obtenidos hace 20 años en los mismos puntos. Del estudio se desprende que la calidad de las aguas mejora en todas las estaciones muestreadas, excepto en el río Urola.

• **PALABRAS CLAVE:** Indices bióticos, macroinvertebrados, calidad de aguas, ríos gipuzkoanos.

## ABSTRACT

This study presents the results of samplings of benthic macroinvertebrates and those of the physical-chemical analysis of the gipuzkoan rivers made in 2001, and they are compared with those taken 20 years ago in the same sites. From the study can be concluded that the water quality is better in all the sampling sites, except for the Urola river.

• **KEY WORDS:** Biotic indexes, macroinvertebrates, water quality, Gipuzkoan rivers.

## LABURPENA

2001. urtean Gipuzkoako ibaietan eginiko uren analisi fisiko-kimikoak eta makroornogabe bentikoen laginetetan lorturiko emaitzak aurkezten dira eta 20 urte lehenago puntu berdinetan eskuratutakoekin alderatzen dira. Ikerketaren ondorioz, uren kalitatea lagin puntu guztietan hobetzen dela jakinarazten da, Urola ibaian izan ezik.

• **GAKO HITZAK:** Indize biotiko, makroornogabe, ur kalitate, Gipuzkoako ibai.



---

## INTRODUCCIÓN

Si se tiene en cuenta que las estimaciones efectuadas para el año 2025 de que uno de cada tres habitantes de la Tierra vivirá en países con problemas de agua, la importancia

---

\* *Sociedad de Ciencias Aranzadi. Departamento de Entomología. Zorroagaina, 11 • 20014 Donostia-San Sebastián.*

que toma el control de la cantidad y calidad de las aguas epicontinentales así como el estudio de la evolución de las mismas es cada día mayor.

Concretamente, en Gipuzkoa puede afirmarse que apenas existen en general, problemas de cantidad de agua pero no así de calidad. En efecto, la configuración territorial y la ubicación de núcleos urbanos e industriales en los valles fluviales, con la consiguiente concentración de vertidos, hace que las aguas se vean continuamente alteradas. Fue en la década de los 70 cuando se efectuaron los primeros estudios de las características físico-químicas y biológicas de los ríos gipuzkoanos (ALZATE & IRIBAR, 1977). En la actualidad es el Departamento de Obras Hidráulicas y Urbanismo de la Diputación Foral de Gipuzkoa el que se encarga de la vigilancia y control de los recursos hidráulicos del Territorio.

Es conocido en Limnología que las aguas dulces son las mejores indicadoras del estado de salud de los ecosistemas terrestres (MARGALEF, 1985). Se diría pues que lo que se propone es el equivalente al análisis de orina que nos ordena nuestro médico para que conozcamos la salud de nuestro cuerpo.

Con ese fin se estimó conveniente realizar un análisis de las aguas, con 20 años de intervalo, sin variación de los puntos de muestreo y utilizando los mismos métodos, para evaluar el estado actual de nuestras aguas fluviales y compararlo con el de la etapa anterior. Está comprobado que la perspectiva de las evaluaciones biológicas aporta una información muy valiosa en este tipo de estudios (KARR, 2000), sin olvidar evidentemente las químicas (variables químicas) y las físicas (hidrológicas, canal...), por lo que en la materialización de este estudio comparativo se ha tenido muy en cuenta esa visión integradora.

## ÁREA DE ESTUDIO

---

En el Mapa 1 pueden apreciarse la situación de los puntos de muestreo en los ríos estudiados: Bidasoa, Oiartzun, Urumea, Oria, Urola y Deba en el Territorio Histórico de Gipuzkoa.

Cabe resaltar que solamente se ha muestreado en los tramos finales de cada río, por considerar que son los más idóneos para el objetivo que se persigue en este trabajo, esto es, comparar la situación de los tramos finales de las cuencas fluviales en los periodos 1981 y 2001. En la Tabla I se especifica la relación de los puntos de muestreo con su localización geográfica.

En alguno de estos puntos y en el transcurso de estos últimos 20 años se han efectuado diversas obras (en márgenes, encauzamientos, etc.) por lo que se presentan a veces problemas de accesibilidad al cauce, resultando que el punto de muestreo de 1981 no coincide exactamente con el de 2001, como por ejemplo, en Astigarribia (1981)-Mendaro (2001). En el río Urola ocurre por otra parte que, en un mismo año, los puntos de toma de muestras para análisis físico-químicos y biológicos no son coincidentes aunque sí próximos, como por ejemplo en Aizarnazabal (2001)-Oikina (2001).



Mapa 1.- Situación de los puntos de muestreo en los ríos estudiados.  
 Map 1.- Situation of the sampling sites in researched rivers.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El método utilizado se fundamenta básicamente en dos pilares. En primer lugar, los análisis físico-químicos del agua que informan sobre las características naturales del agua y de la presencia o no de contaminantes. Y en segundo término, la utilización de macroinvertebrados bénticos como indicadores biológicos de la calidad de las aguas.

Tabla I.- Localización geográfica de los puntos de muestreo.  
 Table I.- Geographical location of the sampling sites.

RÍO	ESTACIÓN	CÓDIGO	MUNICIPIO	UTM	ALT.	LOCALIZACIÓN
Bidasoa	Endarlaza	1-1	Lesaka	30TXN0394	27 m	Antes de la afluencia de la regata de Endara.
Oiartzun	P. Fanderia	2-3	Errenteria	30TWN9095	4 m	Entre la presa de la Fanderia y la estación de aforo.
Urumea	Ergobia	3-3	Astigarraga	30TWN8492	4 m	Aguas abajo del puente de Ergobia.
Oria	Usurbil	4-3	Usurbil	30TWN7790	5 m	Aguas abajo de la Presa de San Esteban.
Urola	Aizarnazabal	5-4	Aizarnazabal	30TWN6290	10 m	Aguas arriba del puente del barrio Etxabe.
Deba	Mendaro	6-3	Mendaro	30TWN5090	4 m	Aguas abajo de Mendaro antes del puente del ferrocarril.

## **MUESTREOS FÍSICO-QUÍMICOS**

Los análisis físico-químicos se han realizado en el Laboratorio Agrario Provincial que la Diputación Foral de Gipuzkoa posee en la finca de Fraisoro en Zizurkil (Gipuzkoa) y los datos del agua correspondientes al periodo 2000-2001 se han obtenido de la Memoria anual sobre la calidad de las aguas de los ríos elaborado por el Departamento de Obras Hidráulicas y Urbanismo (DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA, 2002). Los análisis del año 1981 se realizaron en la Comisaría de Aguas del Norte de España de Donostia y los resultados forman parte del informe sobre la situación de los ríos gipuzkoanos realizado por encargo del Gobierno Vasco (ARLUZIAGA, 1982). Los valores que se manejan para el análisis de resultados comparativo corresponden a medias anuales en cada periodo.

## **MUESTREOS BIOLÓGICOS**

El método empleado para la toma de muestras de macroinvertebrados bénticos ha sido el mismo que se ha utilizado en anteriores estudios (ARLUZIAGA & ALZATE, 1984; ARLUZIAGA *et al.*, 1987) con el fin de que los resultados sean comparables. Básicamente se han empleado dos técnicas.

En primer lugar, el muestreo con red Surber, que consiste en una red de 0,5 mm de luz de malla y 0,1 m<sup>2</sup> de superficie. Con esta red se retienen por lavado en contracorriente los macroinvertebrados bénticos de una superficie conocida del lecho río, normalmente 0,3 m<sup>2</sup>, junto con detritus, piedrecillas, etc. Todo el material se recoge en un frasco con formol al 5% para su posterior separación, conteo e identificación en laboratorio. Una vez clasificados se guardan en tubos por separado en alcohol al 70%.

En segundo lugar, el muestreo con red Kick. Consiste en una red de pie utilizada generalmente en sitios contaminados debido a la potencial peligrosidad que suponen en estos lugares los cortes con cristales, metales, latas, peligro de infecciones etc. El fundamento de este método viene a ser equiparable al anterior, diferenciándose en que las piedras no se lavan sino que son removidas con el pie y que mientras que con la Surber la unidad de muestreo se refiere a superficie, con la Kick se refiere a tiempo de muestreo (entre 5 y 10 minutos). La luz de malla suele ser la misma en ambos casos, 0,5 mm. Para complementar se efectúan exploraciones manuales, lavado de piedras, etc. Las muestras biológicas que se comparan pertenecen a muestras otoñales de los años estudiados.

---

## **RESULTADOS**

### **ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS**

En la Tabla II se expresan los valores medios, máximos y mínimos de los distintos parámetros físico-químicos correspondientes a los puntos muestreados en los años 1981 y 2001.

ENDARLATZA								
	1981				2001			
	N	MIN	MEDIA	MAX	N	MIN	MEDIA	MAX
T. agua °C	6	9,2	13,35	18,9	8	8,65	13,65	19,90
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	5	< 0,01	0,038	0,05	9	< 0,01	0,038	0,1
Conductividad µS/cm	6	150	188,33	230	9	106	227	361
Turb. NTU	6	1,2	1,6	2,2	9	1,0	4,7	17
pH	6	7,4	7,65	7,80	9	7,5	8,0	8,3
O <sub>2</sub> mg/l	6	8,8	10,08	11,1	6	8,26	10,27	12,08
DBO <sub>5</sub> mg/l	6	1,0	1,51	2,3	0	-	-	-
Dureza mg/l de Ca <sup>++</sup>	6	25,6	36,6	46,4	0	-	-	-
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	4	0,055	0,077	0,10	9	< 0,03	0,10	0,27
Fe mg/l	6	< 0,05	0,14	0,33	9	0,02	0,10	0,28
Cr mg/l	6	0,002	0,015	0,074	9	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cu mg/l	6	< 0,005	< 0,006	< 0,01	0	-	-	-
Zn mg/l	6	0,06	0,12	0,25	9	< 0,02	0,02	0,03
Hg mg/l	6	0,0001	0,0231	0,136	0	-	-	-

PRESA FANDERIA								
	1981				2001			
	N	MIN	MEDIA	MAX	N	MIN	MEDIA	MAX
T. agua °C	6	9,7	13,7	18,5	11	6,5	12,8	18,5
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	5	0,08	0,36	1,0	11	0,02	0,17	0,65
Conductividad µS/cm	6	180	214	260	11	197	2,64	340
Turb. NTU	6	1,2	2,9	9,2	11	1,2	2,9	10
pH	6	6,9	7,3	7,5	11	7,8	8,0	8,2
O <sub>2</sub> mg/l	6	8,1	9,3	10,6	9	9,1	11,23	14,17
DBO <sub>5</sub> mg/l	6	3,6	4,5	7,0	11	< 2	2,3	6
Dureza mg/l de Ca <sup>++</sup>	6	27,6	36,8	47,2	11	29,9	45,6	57,1
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	4	0,136	0,221	0,37	11	0,07	0,121	0,28
Fe mg/l	6	0,05	0,29	0,8	11	0,06	0,10	0,25
Cr mg/l	5	< 0,001	< 0,002	< 0,005	11	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cu mg/l	6	< 0,005	< 0,006	< 0,01	11	< 0,002	0,002	0,004
Zn mg/l	6	0,2	0,33	0,45	11	0,07	0,12	0,19
Hg mg/l	5	< 0,0002	0,00036	0,0008	6	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabla II.- Valores de los distintos parámetros físico-químicos en los años 1981 y 2001 (N es el número de muestras).

Table II.- Values of the different physico-chemical parameters in 1981 and 2001 years (N is the number of samples).

ERGOBIA								
	1981				2001			
	N	MIN	MEDIA	MAX	N	MIN	MEDIA	MAX
T. agua °C	6	10,2	13,2	18,1	10	6,1	12,2	19
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	5	0,35	0,52	0,67	11	0,01	0,18	0,31
Conductividad µS/cm	6	120	175	250	11	88,8	138	171
Turb. NTU	6	1,3	3,8	6,8	11	1,5	3,6	9,6
pH	6	5,6	6,4	7,1	11	7,4	7,6	7,9
O <sub>2</sub> mg/l	6	6,8	8,8	10,5	9	2,14	8,4	14,88
DBO <sub>5</sub> mg/l	6	4,3	5,0	6,2	11	< 2	< 2	2
Dureza mg/l de Ca <sup>++</sup>	6	16	20	26,4	11	11,01	19,3	27,15
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	4	0,156	0,20	0,25	11	< 0,03	0,07	0,14
Fe mg/l	6	0,2	0,44	0,7	11	0,10	0,17	0,25
Cr mg/l	6	0,003	0,031	0,056	11	< 0,002	0,004	0,011
Cu mg/l	6	< 0,005	< 0,009	0,022	11	< 0,002	0,002	0,004
Zn mg/l	6	0,04	0,08	0,16	11	< 0,02	0,02	0,03
Hg mg/l	6	0,0008	0,0057	0,028	11	< 0,001	< 0,0010	< 0,0010

USURBIL								
	1981				2001			
	N	MIN	MEDIA	MAX	N	MIN	MEDIA	MAX
T. agua °C	6	10,4	13,8	19,2	10	8,0	14,5	24,1
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	5	0,03	0,54	1,5	12	0,04	0,37	0,83
Conductividad µS/cm	6	300	440	600	12	249	425	616
Turb. NTU	6	2,3	5,4	8,4	12	1,1	24,7	260
pH	6	7,3	7,5	7,9	12	7,7	7,8	8,0
O <sub>2</sub> mg/l	6	5,5	7,8	9,8	10	2,8	9,5	12,8
DBO <sub>5</sub> mg/l	6	3	6,6	11,7	12	< 2	2,8	9
Dureza mg/l de Ca <sup>++</sup>	6	50	72,4	98	12	63,3	78,81	99,6
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	4	0,099	0,199	0,44	12	0,13	0,310	0,58
Fe mg/l	6	0,28	1,68	4,6	12	0,09	0,36	2,8
Cr mg/l	6	< 0,001	0,008	0,021	12	< 0,002	< 0,002	0,002
Cu mg/l	6	< 0,005	0,011	0,03	12	< 0,002	0,003	0,024
Zn mg/l	6	0,09	0,21	0,49	12	< 0,02	0,02	0,11
Hg mg/l	6	0,0002	0,0005	0,001	12	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabla II.- Continuación.

Table II.- Continuation.

AIZARNAZABAL								
	1981				2001			
	N	MIN	MEDIA	MAX	N	MIN	MEDIA	MAX
T. agua °C	5	11,1	15,7	21,8	12	5,9	13,4	22,8
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	5	< 0,01	0,053	1,6	12	< 0,01	0,05	0,30
Conductividad µS/cm	6	330	416	600	12	226	436	570
Turb. NTU	6	1,8	3,1	6,8	12	2,7	24,9	134
pH	5	7,3	7,83	8,02	12	7,5	7,9	8,2
O <sub>2</sub> mg/l	6	3,9	8,05	10,9	7	2,64	9,27	14,94
DBO <sub>5</sub> mg/l	6	1,9	6,3	10	12	< 2	2,9	6
Dureza mg/l de Ca <sup>++</sup>	6	54,4	78,4	112,4	12	50,15	74,93	96,7
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	3	0,08	0,186	0,291	12	0,12	0,39	0,76
Fe mg/l	6	0,18	0,37	0,9	12	0,04	0,41	2,49
Cr mg/l	6	< 0,001	0,004	0,009	12	< 0,002	0,002	0,003
Cu mg/l	6	< 0,005	0,007	0,012	12	< 0,002	0,007	0,044
Zn mg/l	5	< 0,1	0,35	0,8	12	< 0,02	0,02	0,08
Hg mg/l	6	< 0,0002	0,00045	0,0009	12	< 0,0010	0,0010	0,0020

MENDARO								
	1981				2001			
	N	MIN	MEDIA	MAX	N	MIN	MEDIA	MAX
T. agua °C	5	9,4	13,8	19,4	9	7,7	14,9	20,8
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	5	0,9	2,42	5,3	11	0,05	3,26	9,8
Conductividad µS/cm	6	230	418	650	11	278	494	866
Turb. NTU	6	3,3	6,6	14	11	4,0	16,3	73
pH	6	7,5	7,6	7,9	11	7,7	7,9	8,1
O <sub>2</sub> mg/l	6	3,5	7,5	9,9	9	1,48	9,64	12,65
DBO <sub>5</sub> mg/l	6	4,2	18,6	74	11	< 2	3,1	9
Dureza mg/l de Ca <sup>++</sup>	6	48,4	63,2	82,8	11	54,3	69,2	84,9
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	4	0,20	0,34	0,44	11	0,46	1,2	2,73
Fe mg/l	6	0,51	1,73	4,7	11	0,18	0,46	1,04
Cr mg/l	6	0,010	0,124	0,443	11	0,003	0,016	0,068
Cu mg/l	6	0,006	0,0026	0,04	11	< 0,002	0,002	0,008
Zn mg/l	6	0,17	0,34	0,5	11	< 0,02	0,08	0,19
Hg mg/l	6	< 0,0002	0,0003	0,0005	11	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabla II.- Continuación.

Table II.- Continuation.

## ANÁLISIS BIOLÓGICOS

### RESULTADOS FAUNÍSTICOS

En la Tabla III se expresan los táxones de macroinvertebrados bénticos encontrados los años 1981 y 2001 en los puntos reseñados.

Tabla III.- Lista de táxones de macroinvertebrados bénticos encontrados los años 1981 y 2001.  
Table III.- List of taxa of benthic macroinvertebrates recorded in 1981 and 2001.

	BIDASOA		OIARTZUN		URUMEA		ORIA		UROLA		DEBA	
	81	01	81	01	81	01	81	01	81	01	81	01
<b>EPHEMEROPTERA</b>												
<i>Epbemerella</i> sp.	★	1										
<i>Caenis</i> sp.	◆	●	1			◆		♣	■	▲		
<i>Baetis</i> sp.		◆	◆	1		★		▲		★		★
<i>Paraleptopblebia tumida</i>			1									
<b>TRICHOPTERA</b>												
<i>Hydropsyche</i> sp.		●	★	◆			★	◆	★	★		
<i>Rhyacophila dorsalis</i>			1									
<i>Chimarra marginata</i>						1						
<i>Hydroptila</i> sp.								1				
Psychomyiidae		◆		●		1						
Leptoceridae		1				1				★		
<b>COLEOPTERA</b>												
<i>Elmis aenea</i> L.	◆	◆		◆	1	★	1		1		1	
<i>Limnius volckmari</i> L.	★	★	★			●	★		1			
<i>Esollus parallelepipedus</i> A.	★		★	1		◆						
<i>Esollus parallelepipedus</i> L.		★	★	◆	★	◆	★		★			
<i>Dupopbilus</i> sp.			1									
<i>Riolus</i> sp.				1								
<i>Oulimnius</i> sp.						◆						
<i>Haliplus</i> sp.									1			
<b>HEMIPTERA HETEROPTERA</b>												
<i>Gerris najas</i>	★				1							
<i>Abelocheirus</i> sp.		1										
<i>Mesovelgia</i> sp.											1	
<b>DIPTERA</b>												
Chironomidae A.	◆		◆	●	◆	★	1	◆	◆		◆	◆
Chironomidae N.	◆		◆	●	▲	◆	♣	●	★	●	★	▲
Chironomidae L.	●	◆	▲	●	■	●	▲	♣	▲	●	◆	♣
<i>Chironomus plumosus</i>				◆	▲	◆	▲			◆		●
<i>Simulium</i> sp.			1	★			1					
<i>Dicranota</i> sp.							1					
Athericidae		★		★		1						
Epbydridae P.									1			
Empididae L.				◆								
Empididae N.				◆								
Psychodidae					1			★	★		1	★
Ceratopogonidae						★	★					
Atalantinae							1					
Hemerodromiinae									1			
Tipulidae												1



★ 2-5 individuos      ◆ 6-20 individuos      ● 21-50 individuos  
 ▲ 51-100 individuos      ❖ 101-500 individuos      ■ > 500 individuos

	BIDASOA		OIARTZUN		URUMEA		ORIA		UROLA		DEBA	
	81	01	81	01	81	01	81	01	81	01	81	01
COLLEMBOLA	★								★			
MOLLUSCA												
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	❖	▲										
<i>Ancylus fluviatilis</i>	▲	◆	❖	❖		■	●	◆	◆	◆		
<i>Lymnaea peregra</i>	◆	●		❖		1	★		◆	●		
<i>Physa fontinalis</i>	★	●	◆			★	●		◆	▲	◆	◆
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	❖	▲	★	1		▲	1		◆			
<i>Bitbynia tentaculata</i>							★	●				
<i>Planorbis laevis</i>	★	1				★	◆			◆		
<i>Planorbis crista</i>								◆	1			
<i>Planorbis albus</i>									◆			
<i>Pisidium sp1</i>			◆	◆		◆			◆	◆		
<i>Pisidium sp2</i>										1		
CRUSTACEA												
<i>Echinogammarus grupo berilloni</i>	▲	▲					1					
<i>Asellus meridianus</i>							❖	❖	★			◆
<i>Copepoda</i>		★				1	◆	1	◆			
<i>Ostracoda</i>				★		★						
<i>Cladocera</i>		●				★		1				
HIRUDINEA												
<i>Glossipbonia coplanata</i>	★							★				★
<i>Glossipbonia heteroclita</i>									1	★		
<i>Helobdella stagnalis</i>			★				◆	◆	◆	●	◆	●
<i>Hemiclepsis marginata</i>								★				
OLIGOCHAETA												
<i>Tubificidae</i>	◆	●		◆	❖	◆	▲		❖		▲	
<i>Branchiura sowerbyi</i>			●	◆	■	■	▲		❖	■		■
<i>Nais sp.</i>	●	◆			▲	●		◆		●		▲
<i>Pristina sp.</i>			●									
<i>Chaetogaster sp</i>			★					◆				★
<i>Stylaria lacustris</i>								◆				
TRICLADIDA												
<i>Dugesia polychroa</i>		◆				★		❖				
<i>Dugesia lugubris</i>								★				◆
<i>Polycelis tenuis</i>				★		1						
NEMATODA	★	★	●	◆	■	◆	■	●		◆		●
HIDRACARIDAE	❖	●	★	●	★	1	1		★			

A modo de ejemplo, si analizamos los datos de moluscos en Ergobia los años 1981-2001 obtenemos que mientras el año 1981 no puede vivir ningún molusco en sus aguas, el 2001 son 6 especies las que pueblan el medio fluvial.

Lo mismo para Coleoptera, que a pesar que hay autores que no los consideran buenos indicadores de contaminación, en nuestros ríos suelen empezar a aparecer en procesos de recuperación de aguas y por lo tanto, de mejora de la calidad de las mismas.

Semejante comparación puede realizarse para el río Oria, donde la disminución de la biodiversidad de Mollusca se produce en el año 2001, probablemente debido a problemas en el muestreo como se comentará más adelante.

### ÍNDICES BIÓTICOS

Los índices bióticos utilizados han sido el de V-T (VERNEAUX & TUFFERY, 1967) y el BMWP' (ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988).

En la Tabla IV quedan reflejados los valores de los dos índices aplicados en las 6 estaciones de muestreo.

Tabla IV.- Valores de los Índices Bióticos (V-T y BMWP') en los años 1981 y 2001.

Table IV.- Values of the Biotic Indexes (V-T and BMWP') in 1981 and 2001.

	V-T		BMWP'	
	1981	2001	1981	2001
Endarlatza	7	8	59 (III-II)	75 (II)
P. Fanderia	6	7	41 (III)	60 (III-II)
Ergobia	3	8	12 (V)	46 (III)
Usurbil	6	8	41 (III)	43 (III)
Aizarnazabal	8	7	62 (III-II)	37 (III-IV)
Mendaro	4	6	9 (V)	25 (IV)

### DISCUSIÓN

Tomando como situación previa o de partida la de 1981 y en vista de los datos obtenidos en 2001, se procede al análisis y comparación de los mismos:

La representación gráfica de los valores que definen la matriz del agua (conductividad, pH y dureza) indica la división del territorio en 2 zonas claramente definidas (Fig. 1a, 1b, 1c):

- Zona silícea (Bidasoa, Oiartzun y Urumea).
- Zona caliza (ríos Oria, Urola y Deba).

Este hecho era conocido anteriormente (ARLUZIAGA & ALZATE, 1984). Ahora bien, si comparamos los valores medios de la conductividad y dureza de los ríos menos mineralizados por un lado (Bidasoa, Oiartzun, Urumea) y los más mineralizados por otro (Oria,

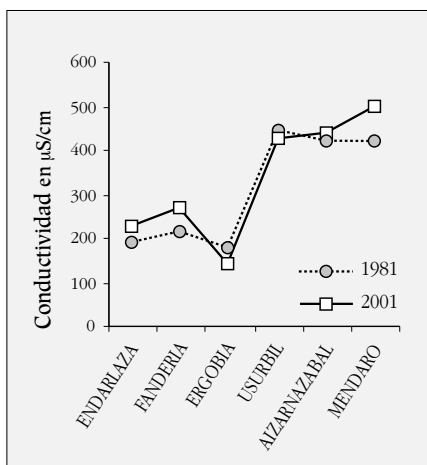


Fig. 1a.- Comparación de los valores de la conductividad en los años 1981 y 2001.

Fig. 1a.- Comparison of the conductivity values in 1981 and 2001 years.

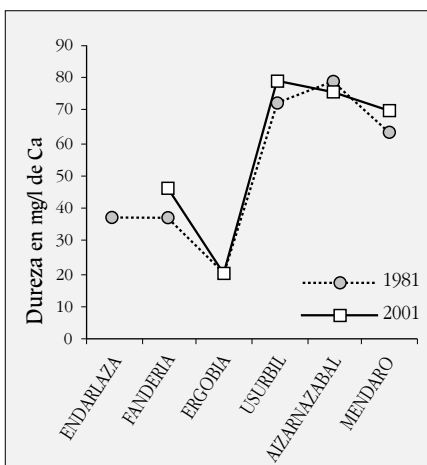


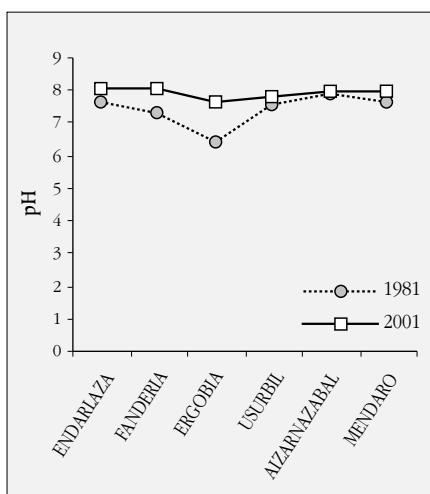
Fig. 1b.- Comparación de los valores de la dureza en los años 1981 y 2001.

Fig. 1b.- Comparison of the hardness values in 1981 and 2001.

Urola, Deba), para los años 1981-2001 se observa (Tabla V) que en estos 20 años no se aprecian diferencias significativas para los grupos de ríos y parámetros establecidos, con lo que los tipos de agua se mantienen más o menos constantes, salvo pequeñas oscilaciones, a lo largo del periodo de estudio.

Fig. 1c.- Comparación de los valores del pH en los años 1981 y 2001.

Fig. 1c.- Comparison of the pH values in 1981 and 2001 years.



Respecto a los parámetros relacionados con la oxigenación (oxígeno disuelto, temperatura y DBO<sub>5</sub>) y concretamente en referencia al oxígeno disuelto, se ve que presentan valores superiores en 2001, excepto en el Urumea con un mínimo de 2,4 mg/l (Fig. 2a). Es conocido por otros trabajos, que el oxígeno no es un factor limitante, en general, para la vida en nuestras aguas fluviales debido al carácter torrencial y caudaloso de las mismas. Los valores de la DBO<sub>5</sub> el año 2001 son inferiores en todas las estaciones a los de 1981 (Fig. 2b). Si tomamos el valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el año 1981 en Mendaro (18,6 mg/l) y comparamos con la de 2001 (3,1 mg/l) así como la evolución del oxígeno, se puede esperar que también haya un cambio en

	1981	2001
Cond. $\mu\text{S/cm}$ B, Oi, Uru.	192,44	209,6
Cond. $\mu\text{S/cm}$ Or, Uro, D.	424	451,66
Dur. mg/l B, Oi, Uru.	31,13	32,45
Dur. mg/l Or, Uro, D.	71,33	74,3

Tabla V.- Valores medios de la conductividad y dureza para los grupos de ríos (B, Oi, Uru ) y (Or, Uro, D) durante los años 1981 y 2001.

Table V.- Mean values of the conductivity and hardness for the two river groups (B, Oi, Uru) and (Or, Uro, D) in 1981 and 2001.

(B=Bidasoa; Oi=Oiartzun; Uru=Urumea; Or=Oria; Uro=Urola; D=Deba).

la composición faunística y aparezcan organismos que no pertenezcan exclusivamente al grupo de estrategias de condiciones semianóxicas, como así ocurre (*Baetis* sp., *Physa fontinalis*, *Asellus meridianus*, etc.).

En tercer y último término faltan analizar los factores de contaminación (metales pesados,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , turbiedad). Pues bien, los valores del Fe disminuyen en todas las estaciones de muestreo en el año 2001, Fig. 3a, siendo llamativas en Usurbil (1,68 mg/l-0,36 mg/l) y Mendaro (1,73 mg/l-0,46 mg/l). En cuanto al  $\text{PO}_4^{3-}$ , destacan los valores que toma en el río Deba (0,349 mg/l en 1981-1,20 mg/l en el 2001). Lo mismo para el  $\text{N-NH}_4^+$ , (2,42 mg/l en 1981-3,26 mg/l en 2001), Fig. 3b y 3c. Existe pues un incremento de los valores de estos dos parámetros en Mendaro y que en el caso que nos ocupa lo más probable es que se deba a vertidos domésticos de las poblaciones asentadas a lo largo del valle del Deba. Trabajos realizados en esa dirección indican que una reducción en el vertido de nutrientes comporta una mejora relativamente rápida de las características del agua (JUHNA & KLAVINS, 2001).

Los análisis de la turbiedad (2001) alcanzan valores altos (24,9-24,7-16,3 NTU) en el grupo de ríos más mineralizados y (3,6-2,9-4,7 NTU) en los menos mineralizados. Ahora bien, si se comparan los dos periodos a la vez (1981-2001), Fig. 3d, se tiene que mientras

Fig. 2a.- Valores del oxígeno disuelto.  
Fig. 2a.- Values of the dissolved oxygen.

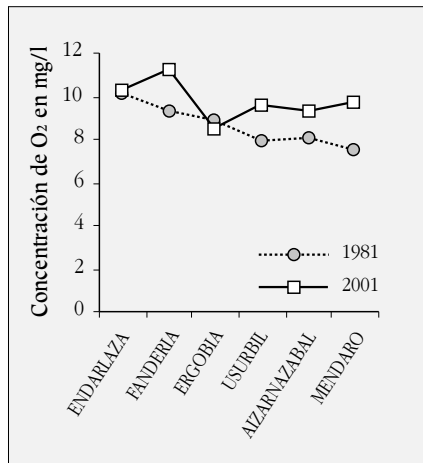
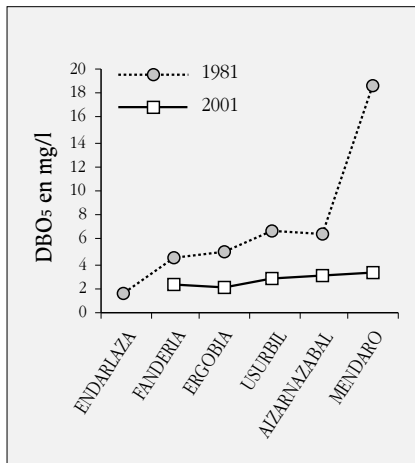


Fig. 2b.- Valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno  $\text{DBO}_5$

Fig. 2b.- Values of the Biochemical Oxygen Demand  $\text{BOD}_5$



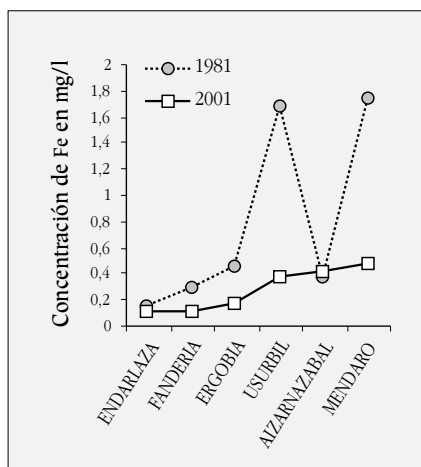


Fig. 3a.- Representación de las concentraciones de Fe en los años 1981 y 2001.

Fig. 3a.- Representation of the Fe concentrations in 1981 and 2001.

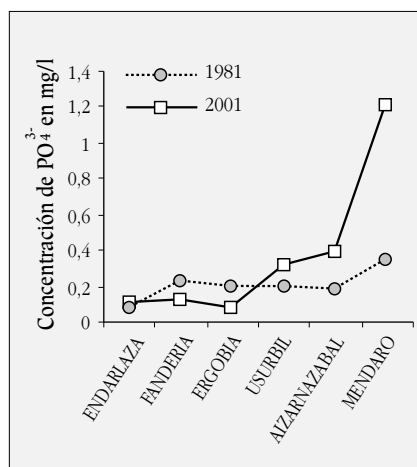


Fig. 3b.- Representación de las concentraciones de  $PO_4^{3-}$  los años 1981 y 2001.

Fig. 3b.- Representation of  $PO_4^{3-}$  concentrations in 1981 and 2001.

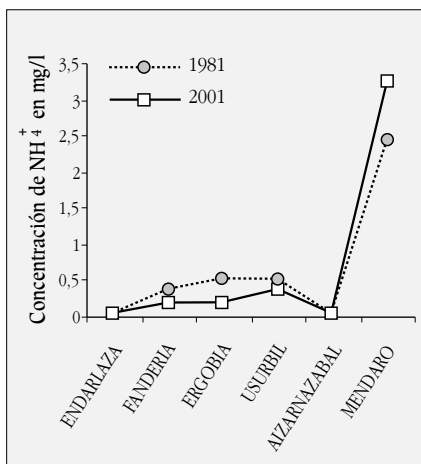


Fig. 3c.- Representación de las concentraciones de  $NH_4^+$  los años 1981 y 2001.

Fig. 3c.- Representation of  $NH_4^+$  concentrations in 1981 and 2001 years.

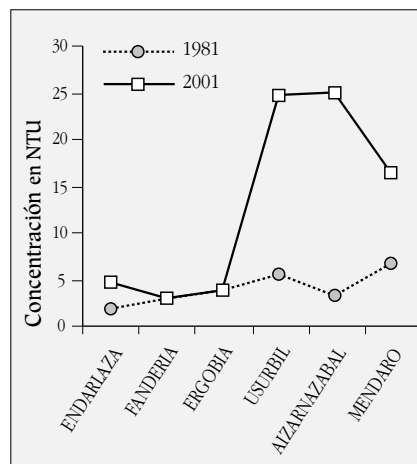


Fig. 3d.- Representación de los valores de la turbidez.

Fig. 3d.- Representation of turbidity values.

en el Bidasoa-Oiartzun-Urumea son valores equiparables en esos años, en el grupo Ori-Urola-Deba en 2001 se disparan con respecto a 1981. Puede que se deba a fenómenos de intensas precipitaciones zonales, asociadas o no a deforestaciones inadecuadas así como a la realización de obras diversas (carreteras, colectores, etc.).

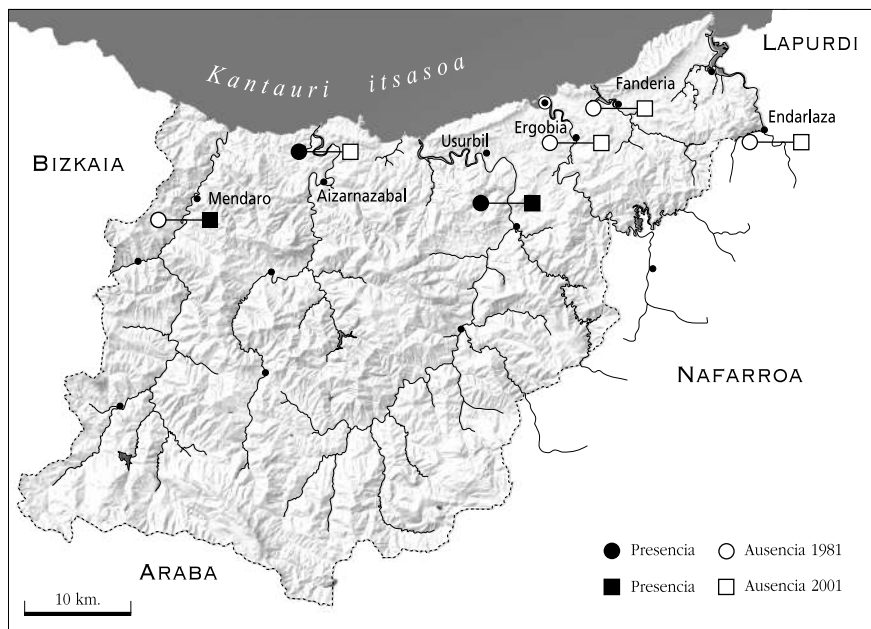
Merece especial atención controlar la presencia de metales pesados en nuestras aguas fluviales, debido a su toxicidad y a que alguno de ellos puede acumularse a través de las

redes tróficas. Para el cromo se constata una disminución de la concentración en todos los puntos, como por ejemplo, en Mendaro (río Deba) 0,124 mg/l (1981) a 0,016 mg/l (2001) excepto en la estación del Urola Ur 5-4. El cobre disminuye la concentración en el Oiartzun, Urumea, Deba y Oria, como por ejemplo, en Usurbil (río Oria) 0,011 mg/l (1981) a 0,003 mg/l (2001), y presenta un ligero aumento en el Urola, apartándose una vez más de la tendencia general. El cinc disminuye en todas las estaciones de muestreo. Es de destacar el descenso en el río Oiartzun que puede deberse al cierre de las minas de Arditurri en las que se extraía blenda, pirita y fluorita y otros minerales. Como consecuencia de la extracción de los metales se producían importantes vertidos de metales pesados (Zn, Fe, Cu) a la regata de Arditurri, y en definitiva al río Oiartzun. Pueden observarse los valores que toma el Zn en la Presa de la Fanderia, 0,33 mg/l (1981) y 0,12 mg/l (2001). Finalmente, el mercurio disminuye en la mayoría de las estaciones de muestreo, como por ejemplo en Ergobia (río Urumea) 0,0057 mg/l (1981) a <0,0010 mg/l (2001), y aumenta en Aizarnazabal. Esta disminución, en general, de las concentraciones de los metales pesados, junto a otros parámetros que ya se han comentado comportará una mejora en la calidad de las aguas epicontinentales (física-química-biológica) así como de las aguas de nuestro litoral marino.

La influencia de los valores de la conductividad y dureza en la presencia o no de algunos moluscos parece ser menor que la que ejercen los factores contaminantes, como ocu-

Fig. 4.- Presencia/Ausencia de *Asellus meridianus* en los años 1981 y 2001 en el área estudiada.

Fig. 4.- Presence/Absence of *Asellus meridianus* in 1981 and 2001 years in researched area.



re por ejemplo en el río Oria (Fig. 1 y 3). Así mismo, a pesar de que los niveles de la dureza rondan los 27-11 mg/l de Ca<sup>++</sup> en el río Urumea (“ur mehea” en euskera quiere decir agua delgada/fina) no son limitantes en cuanto a presencia de moluscos, esto es, para valores comparables de dureza en 1981 y 2001, la aparición de 6 táxones en el 2001 nos induce a pensar que la mejora de la calidad de las aguas influye más que los miligramos de calcio por litro existentes en el agua.

En cuanto a la presencia de *Asellus meridianus* indicar que se mantiene en Usurbil, desaparece en Aizarnazabal y aparece en Mendaro (Fig. 4). Este cambio en Mendaro es imputable sin duda a la mejora de las condiciones físico-químicas, como se anotó anteriormente. En el resto de puntos no ha sido hallado.

Otra forma de expresar estos diagnósticos son los Índices Bióticos. En efecto, si se comparan los resultados de las 2 campañas se observa que los valores en el año 2001 son siempre superiores a los de 1981, exceptuando Aizarnazabal en el río Urola. Véase la Tabla IV. Estos aumentos y descensos están estrechamente relacionados con la analítica del agua. Por otro lado, las tendencias que marca el índice V-T (1981-2001) en las 6 estaciones son las mismas que para el BMWP' (1981-2001), y si tenemos en cuenta que estos parámetros son relativamente diferentes y expresan globalmente resultados equiparables, podemos afirmar que su utilización como diagnosticadores de la calidad o estado de las aguas sale reforzada.

Para el cálculo de la diversidad se han elegido los Índices de Diversidad de Margalef D (MARGALEF, 1974) y de Shannon & Weaver H' (SHANNON & WEAVER, 1949) y se han aplicado al grupo de los moluscos recogidos en todas las estaciones.

$$D = \frac{S-1}{\ln N} \qquad H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Los resultados vienen expresados en la Tabla VI.

Las tendencias de ambos índices son semejantes excepto en el Oria. Esto último puede ser debido a la gran turbidez o quizás a problemas de muestreo, ya que es un punto de difícil accesibilidad y además la limpieza de piedras para recoger moluscos con la red Kick no está exenta de complicaciones. Mientras obviamos temporalmente este dato hasta efectuar nuevos análisis, no deja de ser preocupante la situación del Urola en Aizarnazabal, único punto en el que baja la diversidad, y además bajan los Índices Bióticos y empeora

	D		H'	
	1981	2001	1981	2001
Bidasoa	0,76	0,91	1,55	2,12
Oiartzun	0,51	0,46	0,56	1,12
Urumea	0	0,74	0	0,62
Oria	1,10	0,48	1,90	1,39
Urola	1,37	1,19	2,62	1,93
Deba	0	0	0	0

Tabla VI.- Valores de los índices de diversidad de Margalef (D) y Shannon & Weaver (H') correspondientes a los moluscos recogidos en los 6 ríos en los años 1981 y 2001.

Table VI.- Values of the Margalef (D) and Shannon & Weaver (H') diversity indexes corresponding to the mollusca found in the 6 rivers in 1981 and 2001 years.

la calidad de sus aguas. Esto se debe a un vertido puntual permanente de una papelera situada aguas arriba del punto de muestreo. Ahora bien, estudios de control efectuados por la Diputación Foral de Gipuzkoa señalan que la calidad global de esta cuenca está recuperándose de manera positiva.

Como complemento y a la vez revisión de lo discutido anteriormente sobre la situación pasada y presente de los ríos gipuzkoanos, se procede a calcular los índices de similitud entre las muestras, para los 2 periodos separadamente. Se ha aplicado el índice de Sorensen (MAGURRAN, 1988) obteniéndose los siguientes dendrogramas (Fig. 5a y 5b).

Fig. 5a.- Dendrograma de similitud (1981) utilizando el Índice de Sorensen.

Fig. 5a.- Similarity dendrogram (1981) using Sorensen Index.

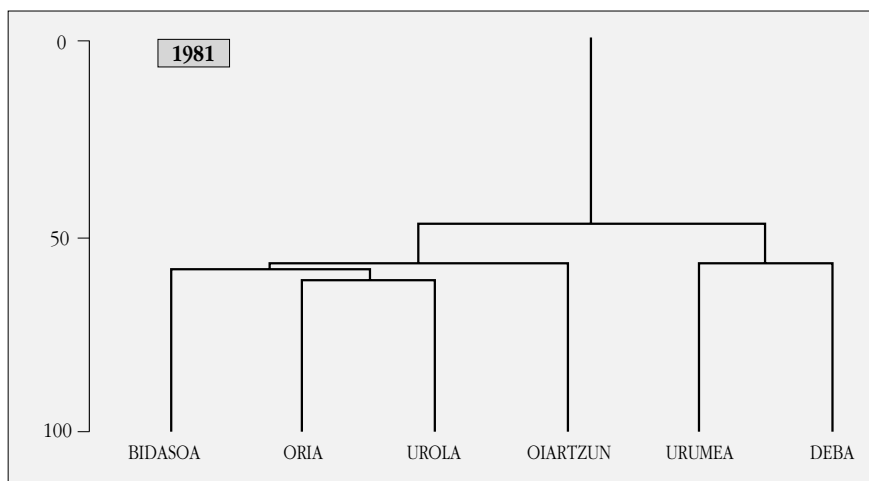
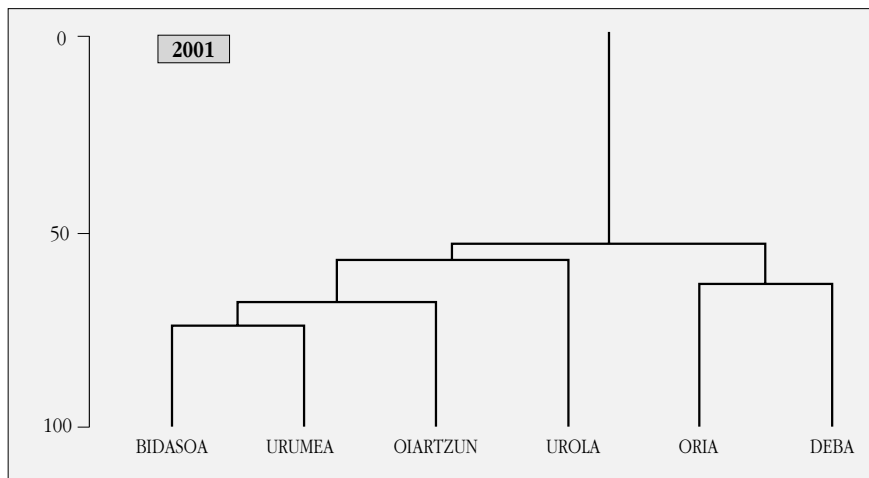


Fig. 5b.- Dendrograma de similitud (2001) utilizando el Índice de Sorensen.

Fig. 5b.- Similarity dendrogram (2001) using Sorensen Index.





El año 1981 se diferencian 2 grupos:

- Ríos Deba y Urumea (57% de similitud).
- Resto de ríos (entre 57% y 60% de similitud).

Esto se debe a que a pesar de que las aguas del Urumea y Deba son muy distintas (véase las Figuras 1a, 1b y 1c), la contaminación las uniformiza, baja la diversidad y en este caso las agrupa. La calidad del agua en esos ríos fue muy baja en ese periodo.

El resto forma un grupo de cursos fluviales con valores de 6-8 de Índice V-T y III-II de Índice BMWP' correspondientes a aguas con contaminación moderada y donde el Urola y el Oria presentan una similitud del 61% debido, entre otros factores, a que atraviesan similares sustratos geológicos.

El dendrograma del año 2001 es algo diferente. Por un lado hay un grado de similitud del 63% entre el Deba y el Oria, que responde posiblemente a una recuperación del Deba (Tabla IV) y a que empieza a agruparse con ríos menos contaminados. En ausencia de contaminación en estos ríos, aflora la tendencia de agrupación con aquellos que poseen semejantes tipos de agua. Por otro lado, el grupo Bidasoa-Oiartzun-Urumea presenta un índice de similitud del 67%, coincidente con la zonación de aguas de baja mineralización.

## CONCLUSIONES

1.- En general hay una mejora de las características físico-químicas de las aguas (conductividad, pH,  $\text{DBO}_5$ ,  $\text{O}_2$ , Fe y metales pesados). Sin embargo los llamados factores de contaminación en Mendaró (río Deba) se mantienen en niveles altos todavía, destacando con relación a 1981, los valores del  $\text{PO}_4^{=}$ . Aunque se observan algunos signos de recuperación en este río, su estado dista mucho de ser el óptimo.

2.- En general la biodiversidad de macroinvertebrados ha aumentado con respecto a 1981 y empiezan a aparecer organismos que son indicadores de aguas más limpias para su respectivo río (por ejemplo *Baetis sp.* en el Deba, *Psychomyiidae* en el Oiartzun o *Athericidae* en el Bidasoa, etc).

3.- Los valores de los dos Índices Bióticos utilizados señalan a las claras una mejora de las condiciones limnológicas, leve como en el caso de Fanderia (río Oiartzun) y espectacular en Ergobia (río Urumea). Comienzan a vislumbrarse ciertos signos de esperanza en el río Deba, ya que siendo el río más contaminado de Gipuzkoa empieza a mejorar la calidad de sus aguas. El único punto de muestreo en el que disminuyen los valores relacionados con la calidad es el de Aizarnazabal. Estos dos últimos puntos merecen un seguimiento y actuación especial que posibiliten retornar a situaciones más deseables.

4.- Por último indicar que el control efectuado al cabo de 20 años señala que la calidad de las aguas en general mejoran con respecto a la de 1981. Ahora bien, no hay que olvidar que conservar y sobre todo recuperar nuestros ríos conlleva conservar y recuperar el medio acuático y también el medio terrestre (márgenes, riberas, cuencas, etc.) por lo

que los encauzamientos de los cursos fluviales y las actuaciones inadecuadas en vegas de inundación que se vienen realizando estos últimos años no responden en absoluto a modelos naturales de dinámica de ecosistemas fluviales.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- ALBA-TERCEDOR, J. & SANCHEZ-ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.
- ALZATE, J. & IRIBAR, X. 1977. *Informe sobre el estudio químico-biológico de los ríos guipuzcoanos realizados durante el año 1977*. Informe. Comisaría de Aguas del Norte de España. Donostia-San Sebastián.
- ARLUZIAGA, I. 1982. *Ecología de los ríos guipuzcoanos*. Informe. Consejería de Política Territorial y Transportes del Gobierno Vasco. Gasteiz.
- ARLUZIAGA, I. & ALZATE, J. 1984. Introducción a la ecología de los ríos guipuzcoanos. *Limnética*, 1: 214-221.
- ARLUZIAGA, I.; LOPEZ DEL MORAL, I.; URRIZALKI, I. & GISASOLA, I. 1987. *Estudio de la calidad de las aguas de los ríos Oiartzun, Oria, Urola y Deba: Índices Bióticos*. Informe Final. Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia.
- DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE GIPUZKOA. 2002. *Estaciones de Aforo y Calidad de los Ríos de Gipuzkoa*. Dpto. de Obras Hidráulicas y Urbanismo. Donostia.
- JUHNA, T. & KLAVINS, M. 2001. Water-Quality Changes in Latvia and Riga 1980-2000: Possibilities and Problems. *Ambio*, Vol. 30 (4-5): 306-314.
- KARR, J.R. & CHU, E.W. 2000. Sustaining living rivers. *Hydrobiologia*, 422/423: 1-14.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm. London.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona.
- MARGALEF, R. 1985. *L'Ecologia*. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana.
- VERNEAUX, J. & TUFFERY, G. 1967. Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. *Annals. Scient. Univ. Besançon*, 3: 79-90.



- Fecha de recepción/Date of reception: 08/10/2002  
 - Fecha de aceptación/Date of acceptance: 19/11/2002