



Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales

Título

**LA VIGILANCIA AMBIENTAL Y EL VOLUNTARIADO.
ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS EN EL PN DE LOS
PICOS DE EUROPA
(ACA, TRAGSA Y OAPN)**

Área

PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

Autor

**Luis Jiménez Meneses
Alberto Martín Aparicio
María Cano Parra**

Institución

**Asociación de Ciencias Ambientales
OAPN
TRAGSA**



Luis Jiménez Meneses es Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Alcalá. En la actualidad se encuentra realizando el Doctorado en Cambio Global y Desarrollo Sostenible en la misma Universidad, y lleva a cabo su labor investigadora en el Instituto Madrileño de Investigación Agroalimentaria. Ha presentado diversas comunicaciones en el "I Simposio Nacional sobre Control de la Erosión y Degradación del suelo". También ha sido coordinador y creador del proyecto de voluntariado "Apoyo al estudio y evaluación de la calidad de las aguas de los ríos Duje, Cares y Dobra en el Parque Nacional de los Picos de Europa" durante tres años.

E-mail de contacto: luis.jimenez@imia.madrid.org

Alberto Martín Aparicio es Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Alcalá. En la actualidad se encuentra realizando el Doctorado en Cambio Global y Desarrollo Sostenible en la misma Universidad. Coordina el proyecto de voluntariado "Apoyo al estudio y evaluación de la calidad de las aguas de los ríos Duje, Cares y Dobra en el Parque Nacional de los Picos de Europa" desde su inicio. En la actualidad realiza su labor investigadora en el Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC, en el departamento de Biología Ambiental.

E-Mail de contacto: al9000@eresmas.com

María Cano Parra es Licenciada en Ciencias ambientales por la Universidad de Alcalá. En la actualidad se encarga de la coordinación en campo del proyecto de voluntariado "Apoyo al estudio y evaluación de la calidad de las aguas de los ríos Duje, Cares y Dobra en el Parque Nacional de los Picos de Europa".

E-Mail de contacto: mariacanop8@hotmail.com



ADVERTENCIA: El proyecto de voluntariado al que se refiere la presente comunicación ha sido realizado dentro del Plan de Acción del Voluntariado del Organismo Autónomo Parques Nacionales (Ministerio de Medio Ambiente), con fondos y medios proporcionados por dicho Organismo. Los datos y resultados aquí referidos se han obtenido con la colaboración del **OAPN** y **TRAGSA**, y se utilizan bajo su conocimiento y con su consentimiento.



1. Introducción

La vigilancia es un aspecto muy importante en el proceso de planificación ambiental. En este caso, la herramienta utilizada para llevar a cabo dicha vigilancia es el voluntariado.

La ACA, con la financiación del OAPN y el apoyo logístico de TRAGSA, ha desarrollado un proyecto que consiste en el apoyo en el control de la calidad de las aguas de los ríos Duje, Cares y Dobra en el Parque Nacional de los Picos de Europa. Periódicamente, los voluntarios miden parámetros físico-químicos y biológicos. De esta forma se controlan los puntos de vertido críticos como son: poblaciones humanas, ganadería estabulada y queserías, principalmente.

En esta ponencia se detallan los resultados de este proyecto (Jiménez *et al*, 2003) y sus posibles repercusiones en la planificación ambiental de la zona.

El proyecto se enmarca dentro del Plan de Acción de Voluntariado del Organismo Autónomo Parques Nacionales dependiente de la Secretaría General de Medio Ambiente del Ministerio de Medio Ambiente, cuyos objetivos son: "facilitar, promover y apoyar la participación ciudadana en acciones de voluntariado".

La Asociación de Ciencias Ambientales (ACA), cuenta con un amplio abanico de personas altamente cualificadas e interesadas en el voluntariado, por lo que durante el transcurso del año 2002 decidió tomar parte en el Plan de Acción mediante el desarrollo de un proyecto a propuesta del Parque Nacional de Picos de Europa.

Puesto que dicho proyecto se desarrolló de forma satisfactoria, y dado que la ACA contaba con experiencia en este Parque, se continuó en la misma línea de trabajo con el fin, además, de conseguir series de datos en el tiempo que hagan más útil la información obtenida.

La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas dice: "El objeto de la presente Directiva es establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales,...". Éste proyecto se desarrolla dentro de los criterios establecidos por dicha directiva en la línea de conservación y restauración de ecosistemas, centrándose en los ecosistemas acuáticos.

2. Metodología

El proyecto fue desarrollado por 2 equipos (uno en verano de 2003 y otro en otoño de 2003).

La determinación del estado de conservación de las cuencas de los ríos Duje, Cares y Bulnes se realizó mediante el desarrollo de un muestro basado en la información proporcionada por el personal del Parque sobre los puntos conflictivos y los que resultaban más adecuados para la observación de la calidad de las aguas a lo largo de dichos ríos. Las estaciones en cada cuenca se situaron (en orden de cabecera a desembocadura) en los siguientes puntos:

Río Cares:

- C1: Río Arenal antes del vertido de aguas residuales de Santa Marina de Valdeón.
- C2: Río Arenal después del vertido de aguas residuales de Santa Marina de Valdeón.
- C3: Río Cares antes del pueblo de Posada de Valdeón.



- C4: Río Cares después del pueblo de Posada de Valdeón y aguas abajo de la presa de Posada.
- C5: Río Cares antes de la desembocadura del río Peguera.
- C6: Río Cares después de la desembocadura del río Peguera.
- C7: Río Cares después del vertido del pueblo de Caín, antes del comienzo de la ruta del Cares.
- C8: Río Cares después de la desembocadura del río Bulnes.
- C9: Río Cares después de la desembocadura del río Duje y aguas debajo de la central eléctrica.
- C10: Río Bulnes después de Bulnes Villa.

Río Duje:

- D1: Río Duje aguas arriba de los invernales del Texu.
- D2: Río Duje antes del vertido de aguas residuales de Tielve.
- D3: Río Duje después del vertido de aguas residuales de Tielve.

Río Sella:

- S1: Río Pomperi, en la zona del Pozo del Alemán.
- S2: Río Dobra antes de su desembocadura en el río Sella (Tormín).
- S3: Río Sella en Ribota de Abajo.
- S4: Río Sella en Vierdes (esta estación solo se muestreó en la campaña de verano).
- S5: Río Covadonga aguas abajo del Santuario de Covadonga (esta estación solo se muestreó en la campaña de otoño).

Por un lado, se estudiaron los parámetros físico-químicos siguientes:

- Oxígeno disuelto
- pH
- Temperatura
- Conductividad

Por otro lado, se estudiaron los macroinvertebrados acuáticos. Se utilizaron los métodos propuestos en la Directiva 2000/60/CE (Anexo V 1.3.6) o en su defecto, el protocolo de evaluación rápida (RBPs) de la EPA en Plafkin *et al.* (1989), revisado por Plotnikoff *et al.* (2001). La identificación se realizó a nivel de orden, in situ. Se aplicaron los siguientes índices a los datos:

- Total de macroinvertebrados.
- Riqueza de especies.



- % de taxón dominante.
- Índice de Shannon.
- EPT.
- EPT / Total.
- EPT / (Dípteros+EPT).

En el análisis estadístico, no se tuvo en cuenta el porcentaje de dominancia por resultar poco preciso. A los datos se les aplicaron análisis de correspondencia con los índices.

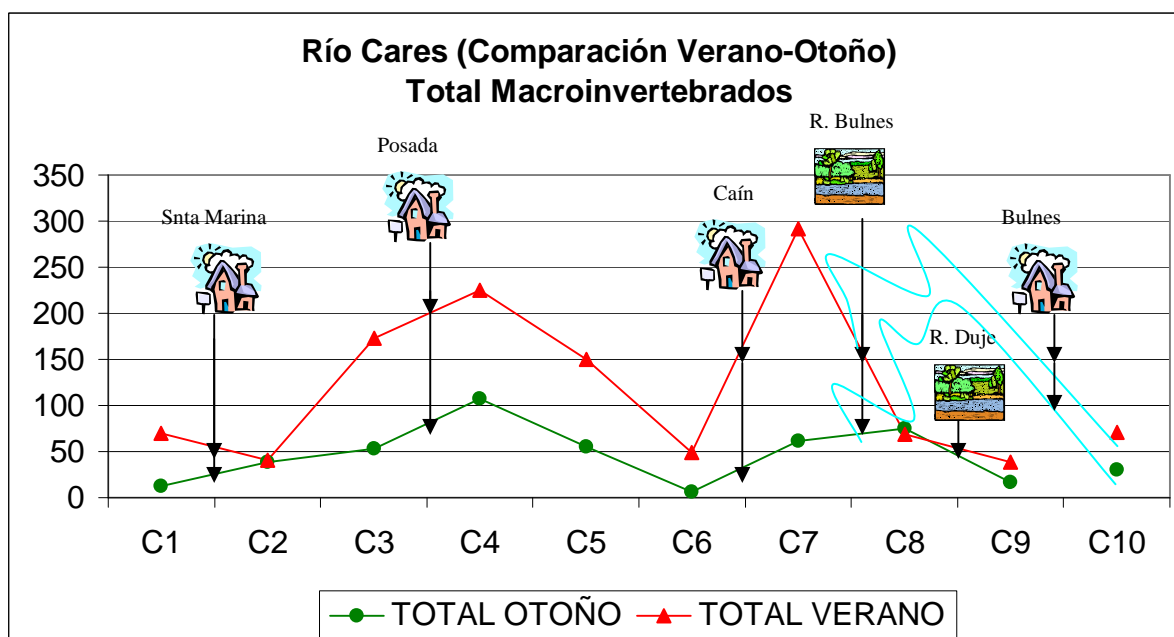
3. Resultados y Discusión

A continuación se detallan los resultados y su discusión según las cuencas de los siguientes ríos: el Cares, el Duje y el Sella.

3.1. Río Cares

Campaña de verano

Los resultados se pueden observar en la Figura 1.



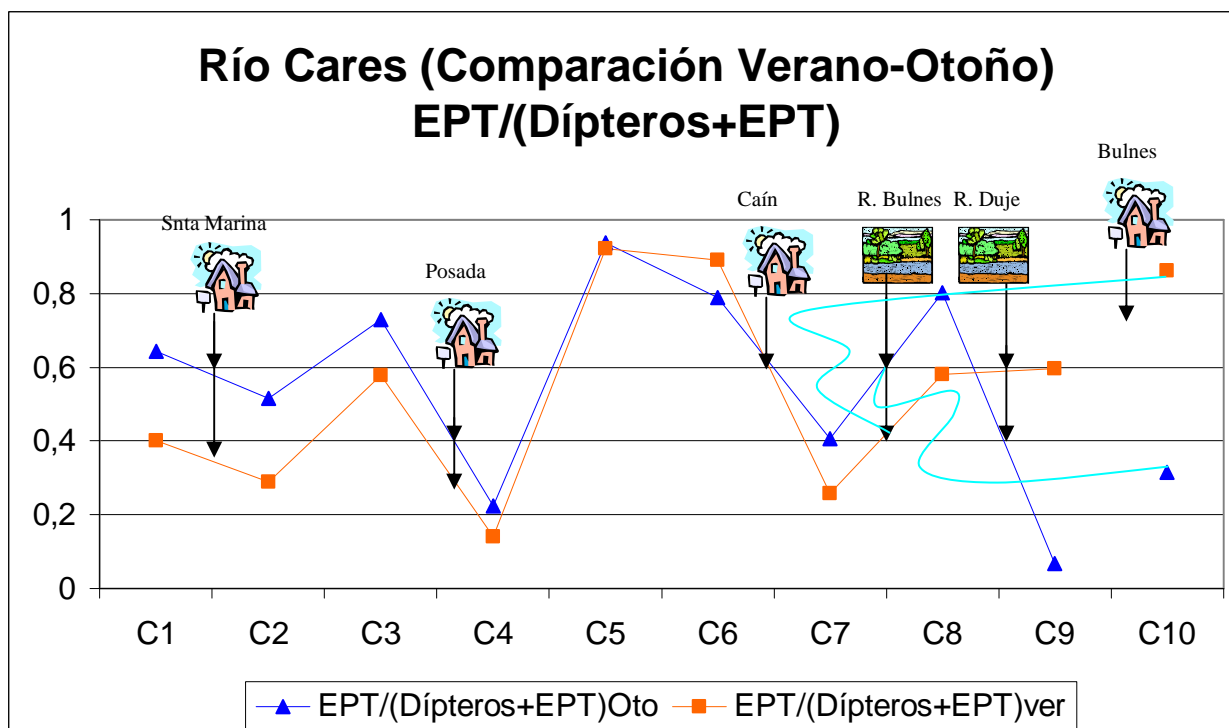


Figura 1. Evolución del total de macroinvertebrados y del índice EPT / (Dípteros+EPT) en el río Cares. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.

Entre las estaciones C1 y C2 se produce el vertido de aguas residuales de Santa Marina de Valdeón. Se encontraron pocos individuos en ambas estaciones, pero se observan una cantidad menor después del vertido. Se detecta un cambio en la proporción de órdenes presentes en una estación y otra: disminuye el número de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros (índice EPT) con respecto al de dípteros, que aumentan. Estas modificaciones sucedidas entre cada estación pueden ser debidas al aumento de carga orgánica del río como consecuencia del vertido de aguas residuales de Santa Marina. A pesar de esto, las variaciones no son muy acusadas y no afectan de manera significativa a la siguiente estación muestreada (C3) situada antes del pueblo de Posada de Valdeón, en la cual mejoran los parámetros estudiados.

Entre las estaciones C3 y C4 se produce el vertido de Posada de Valdeón. Aumenta el número de individuos con respecto al tramo anterior ya que el río tiene más caudal y puede tener más nutrientes que aguas arriba. Entre ambas estaciones (C3 y C4) se produce un aumento del número total de macroinvertebrados encontrados. En cuanto, al índice EPT y la relación de estos con el total o el conjunto de EPT más dípteros, se observa una reducción de los tres índices más acusada que en el tramo anterior. Dichos cambios pueden ser debidos al vertido producido en Posada, que es mayor que el de Santa Marina, con menos habitantes. Sin embargo, la capacidad de autodepuración del río hace que se restablezca la situación original en la siguiente estación (C5), tomada antes de la unión del Cares y el Peguera.

La estación C8 se tomó después de la unión del río Cares con el río Bulnes. En el río Bulnes, después del vertido del Bulnes pueblo, se analizó otra estación (C10). En cuanto al número de individuos, se obtuvieron en la estación previa (estación C7 de Caín) un número muy superior a los encontrados en la C8. Sin embargo, el número de individuos encontrados después del pueblo de Bulnes (C10) es similar al obtenido en la estación C8. En cuanto a la relación EPT con respecto a EPT más dípteros, en la estación C8 (después de la unión de los ríos Cares y Bulnes) se produce un aumento con respecto a la estación C7 (Caín), pero un descenso con respecto a la estación C10 (Bulnes pueblo). Esto indica que el río Cares se autodepuró durante su recorrido por la garganta del Cares y se juntó con el río Bulnes en condiciones similares, ya que no se puede considerar ese descenso como una pérdida de la calidad del agua (entre las estaciones C8 y C10), ya que no hay



ninguna fuente de contaminación entre ambas estaciones, por lo que se debe a la dinámica natural del río.

La estación C9 se tomó después de la unión del río Cares con el río Duje. No se aprecian cambios significativos entre ambas estaciones, por lo que en este punto la situación de la calidad del agua se puede considerar normal, para los parámetros estudiados y para los resultados obtenidos.

Campaña otoño

Entre las estaciones C1 y C2 se produce el vertido de aguas residuales de Santa Marina de Valdeón. Se encontraron pocos individuos en ambas estaciones. Por un lado, se observa un aumento del número de macroinvertebrados de la estación C1 a la C2. Por otro lado, disminuye el índice EPT con respecto al de dípteros más EPT. Esto puede ser debido al aumento de carga orgánica del río como consecuencia del vertido de aguas residuales de Santa Marina. A pesar de esto, las variaciones no son muy acusadas.

Entre las estaciones C3 y C4 se produce el vertido de Posada de Valdeón. Aumenta el número de individuos con respecto al tramo anterior ya que el río tiene más caudal y puede tener más nutrientes que aguas arriba. Entre ambas estaciones (C3 y C4) se produce un aumento del número total de macroinvertebrados encontrados. En cuanto, al índice EPT en relación con el conjunto de EPT más dípteros, se observa una reducción más acusada que en el tramo anterior. Las modificaciones pueden ser debidas al vertido producido en Posada, que es mayor que el de Santa Marina. Sin embargo, la capacidad de autodepuración del río hace que se restablezca la situación original en la siguiente estación (C5), tomada antes de la unión del Cares y el Peguera.

En la estación C5 el número de individuos encontrados es similar al de la estación situada antes de Posada (C5) y disminuye con respecto a la estación C5 (después de Posada), ya que desaparece la carga orgánica procedente del pueblo.

En la estación C6, después de la unión del Cares y el Peguera, hay un descenso muy brusco del número de individuos encontrado, sin embargo la proporción de EPT con respecto al de dípteros más EPT se reduce ligeramente, lo que indica un estado similar, en cuanto a calidad, a la estación anterior (C5).

La estación C7 se encuentra después del vertido de aguas residuales procedente del pueblo de Caín. Se observa un aumento de la cantidad de macroinvertebrados con respecto a las estaciones anteriores. El índice de EPT con respecto a dípteros más EPT sufre un descenso muy brusco, mayor que el los casos anteriores.

La estación C8 se tomó después de la unión del río Cares con el río Bulnes. En el río Bulnes, después del vertido del Bulnes pueblo, se analizó otra estación (C10). El número de individuos encontrados en la estación C8 es ligeramente superior a la C7. Sin embargo, el número de individuos encontrados después del pueblo de Bulnes (C10) es menor que en la estación C8. En cuanto a la relación EPT con respecto a EPT más dípteros, en la estación C8 (después de la unión de los ríos Cares y Bulnes) se produce un aumento con respecto a las estaciones C7 (Caín) y C10 (Bulnes pueblo). A pesar del aumento en cuanto al número de individuos la proporción de órdenes indica una calidad buena del agua, a pesar de estar después de dos estaciones (C7 y C10) con elevado contenido en dípteros, típicos de aguas sometidas a contaminación orgánica. Esto puede dar una idea de la capacidad de depuración del propio río durante la garganta del Cares y la canal del río Bulnes.

La estación C9 se tomó después de la unión del río Cares con el río Duje. Se produce un descenso muy brusco, tanto en el número de individuos como en el índice de EPT en relación con EPT más dípteros. Sin embargo, estos datos puede que no sean representativos de este tramo ya que el nivel del agua era muy elevado, al estar represado, y no se pudo acceder a la parte central del río, donde está el cauce permanente. Por ello, no se puede achacar este descenso de la calidad del agua a la incorporación de aguas procedentes del río Duje.



Comparación verano – otoño

Se observa que la cantidad de macroinvertebrados es superior en verano en todas las estaciones, por regla general y exceptuando las estaciones C2 y C8 en las que son muy parecidas. Esto se debe a que, según nos acercamos al invierno, los ciclos de los insectos se paralizan al disminuir la temperatura.

En cuanto al índice EPT en relación con la suma de ETP y dípteros se mantiene la misma tendencia, ligeramente superior en otoño, en las zonas con influencia humana (de las estaciones C1 hasta C4, C7 y C8), debida a la menor afluencia de turismo en una temporada diferente al verano. En la estaciones C5 y C6 la influencia humana es mínima y dicha proporción no cambia ampliamente de una estación a otra. En la estación C9 no se puede concluir nada porque los datos de la campaña de otoño puede que no sean representativos. En la estación C9 (después de Bulnes pueblo) este índice es mucho menor en otoño, quizás debido al aumento de la actividad ganadera en las zonas cercanas al pueblo, según nos acercamos al invierno.

3.2. Río Duje

Campaña verano

Los resultados se pueden observar en la Figura 2.

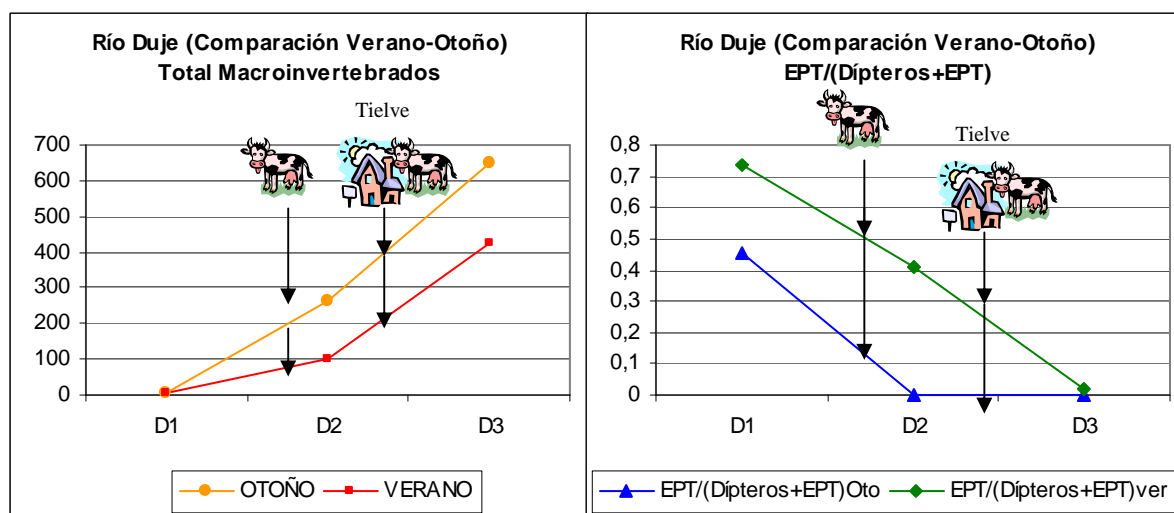


Figura 2. Evolución del total de macroinvertebrados y del índice EPT / (Dípteros+EPT) en el río Duje. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.

La estación D1 se tomó por encima de los invernales del Texu. El número de macroinvertebrados es muy reducido porque nos encontramos en un tramo alto del río, casi en su cabecera, y cantidad de nutrientes disponibles es muy bajo. A pesar de ello, la relación EPT con respecto a la suma de Dípteros y EPT es muy elevada, indicadora de aguas poco alteradas.

Las estaciones D2 y D3 se tomaron aguas arriba y aguas abajo del vertido de Tielve, respectivamente. Se observa un aumento del número de macroinvertebrados en ambas, pero en la estación D3 es exagerado. En cuanto al índice EPT en relación a la suma de dípteros más EPT, se observa también un descenso en ambas estaciones, que es alarmante en la D3, hasta el punto de solo aparecer dípteros en uno de los transectos y en los demás, la cantidad de macroinvertebrados de otros órdenes ser despreciable. La causa viene dada por los vertidos de estiércol y purines de ganado vacuno procedentes de las cuerdas del pueblo de Tielve.



Campaña de Otoño

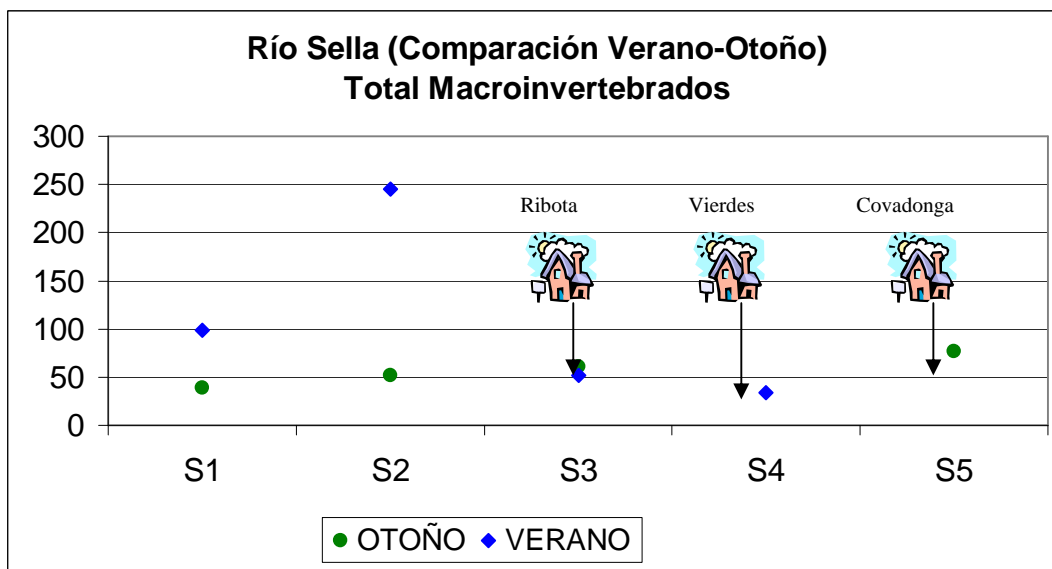
La estación D1 se tomó por encima de los invernales del Texu. Las estaciones D2 y D3 se tomaron aguas arriba y aguas abajo del vertido de Tielve, respectivamente. El número de macroinvertebrados es muy reducido en la estación D1 porque nos encontramos en un tramo alto del río. En las estaciones D2 y D3 se observa un aumento del número de macroinvertebrados, pero en la estación D3 es mucho mayor. En cuanto al índice EPT en relación a la suma de dípteros más EPT, en la estación D1 no es muy baja, pero en las estaciones D2 y D3 se observa también un descenso muy acusado, hasta el punto de solo aparecer dípteros en dos de los transectos en la estación D3 y, en los demás transectos, la cantidad de otros órdenes ser despreciable. En esta misma estación (D3) aparecen hirudíneos, típicos de aguas muy contaminadas orgánicamente. La causa viene dada por los vertidos de estiércol y purines de ganado vacuno procedentes de las cuadras del pueblo de Tielve.

Comparación Verano-Otoño

La cantidad de macroinvertebrados es mayor en otoño que en verano, mientras que el índice EPT con respecto a la suma de dípteros y EPT es menor en otoño que en verano. Esto es debido a que la carga orgánica que lleva el río es menor en verano que en invierno. Esto puede ser debido a que, según nos acercamos al invierno, el ganado se va resguardando en los establos, aumentando la cantidad de residuos generados. La llegada del frío durante la temporada de muestreo se hizo evidente con las primeras nieves en las cumbres a los tres días de realizar el muestreo en estos puntos.

3.3. Río Sella

Los resultados se pueden observar en la Figura 3.



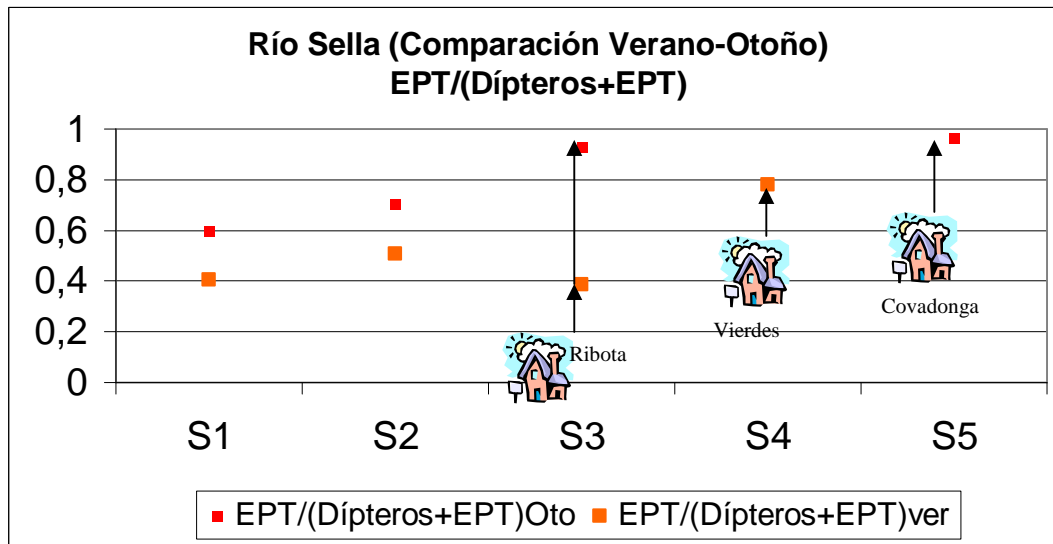


Figura 3.

Evolución del total de macroinvertebrados y del índice EPT / (Dípteros+EPT) en el río Sella. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.

La estación S1 corresponde al río Pomperi en la zona del Pozo del Alemán, en el camino hacia el refugio de Vegarredonda, 100 m aguas abajo del puente que cruza el mismo río. El número de macroinvertebrados es mayor en verano, sin embargo el índice EPT con respecto a la suma de dípteros y EPT es menor. Esto se debe a la presencia de ganado en el río, más abundante en verano, lo cual se pudo comprobar in situ. La estación S2 se encuentra antes de la desembocadura del río Dobra en el río Sella. La cantidad de macroinvertebrados encontrados en esta estación es mucho mayor en verano, con respecto al otoño. Esta diferencia también se observa en cuanto a la calidad del agua ya que el índice EPT con respecto a la suma de dípteros y EPT es menor en verano.

La estación S4 se tomó en Vierdes y solo se muestreó en verano. Vierdes se encuentra aguas abajo de la estación S3 (Ribota) y se observa una mejora en el índice EPT con respecto a la suma de dípteros y EPT, ya que, al ser una población más apartada de la vía de comunicación principal tendrá menos habitantes que Ribota y, por tanto, sus vertidos de aguas residuales serán menores.

La estación S5 se tomó en el río Covadonga, aguas abajo del Santuario de Covadonga y se muestreó solamente en otoño. A pesar de ser una zona muy visitada la población de macroinvertebrados del río no se vio afectada en esta época del año.

3.4. Análisis multivariante

Se han realizado análisis de correspondencia para ver el agrupamiento de las estaciones en función de los índices estudiados (Figura 4). Se analizaron la campaña de verano y la de otoño por separado y, luego, en conjunto.



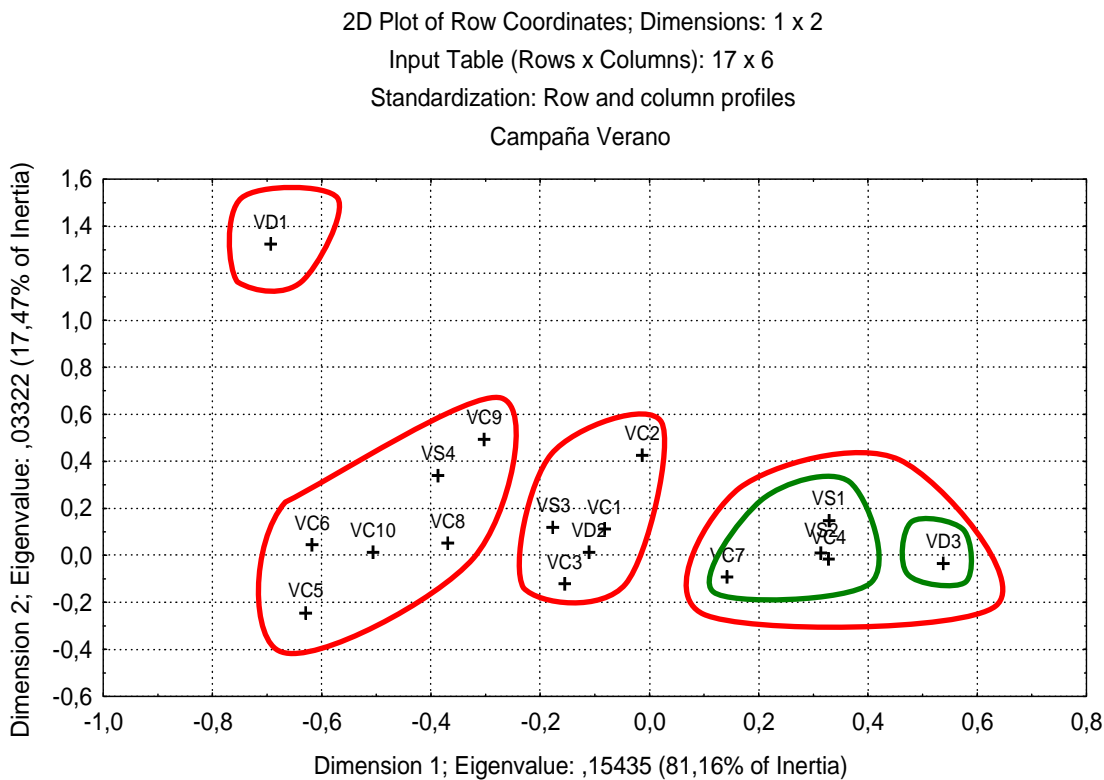


Figura 4. Agrupamiento de las estaciones en la campaña de verano. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.

Spearman Rank Order Correlations (Campaña de verano)
 MD pairwise deleted

		Valid N	Spearman R	t(N-2)	p-level
DIM1	& TOTVER	17	0,63725489	3,20257926	0,00593244
DIM1	& RIQUEZA	17	-0,11135115	-0,43395987	0,6704945
DIM1	& SHANNON	17	-0,40736228	-1,72754288	0,10459646
DIM1	& EPT	17	-0,32352942	-1,32424438	0,20524664
DIM1	& EPT_TOTA	17	-0,95460194	-12,4113827	2,7233E-09
DIM1	& EPT_DÍP	17	-0,86764705	-6,75887632	6,4265E-06
DIM2	& TOTVER	17	-0,872549	-6,91746902	4,9146E-06
DIM2	& RIQUEZA	17	0,02848518	0,1103674	0,91358113
DIM2	& SHANNON	17	0,53128874	2,42881823	0,02818909
DIM2	& EPT	17	-0,66911763	-3,4871273	0,00330981
DIM2	& EPT_TOTA	17	0,06503072	0,25239718	0,80415994
DIM2	& EPT_DÍP	17	0,12990196	0,50740749	0,61924732

Tabla 1. Correlación entre los índices y los ejes establecidos en el análisis multivariante en la campaña de verano. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.

En la campaña de verano la variabilidad explicada por la dimensión 1 es muy elevada (81 %) lo que indica que los índices con mayor correlación (p significativa: en rojo cuando $p < 0,01$ y en verde cuando $p < 0,05$) con este eje son los que mejor explican esa variabilidad (Tabla 1). En esta campaña son los siguientes índices: el número total de macroinvertebrados, la relación EPT con dípteros más EPT y la relación de EPT con el total, lo que justifica la selección de los dos primeros índices para explicar la evolución de la calidad de los ríos estudiados. La correlación es positiva para el total de macroinvertebrados y negativa para los otros dos. Por ello las estaciones situadas en el lado positivo



del eje x son aquellas con mayor número de macroinvertebrados y menores índices EPT con respecto al total y con respecto a la suma de EPT y dípteros.

La variabilidad explicada por la dimensión 2 es mucho menor (17 %) y son el número de EPT y el índice de Shannon los que explican la variabilidad de este eje.

En la campaña de otoño la variabilidad explicada por la dimensión 1 es también muy elevada (86 %) siendo mayor que en verano (Figura 5 y Tabla 2). Esta variabilidad sigue siendo explicada por los mismos índices que en verano y la correlación tiene los mismos signos.

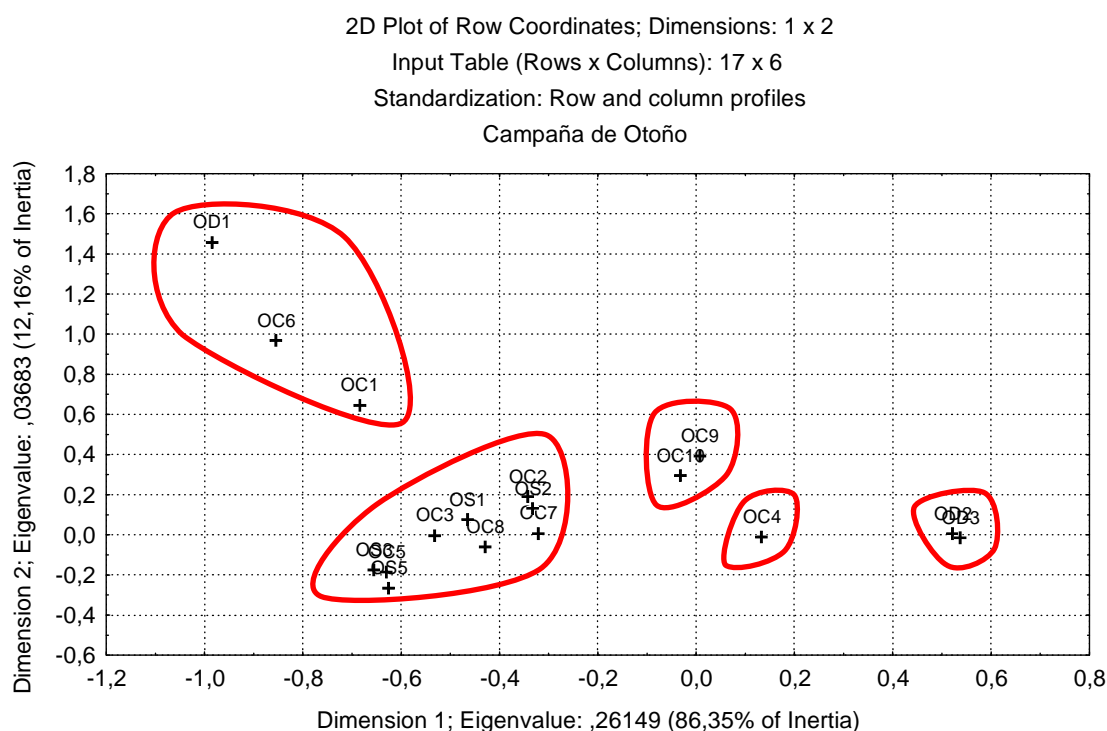


Figura 5. Agrupamiento de las estaciones en la campaña de otoño. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.

Spearman Rank Order Correlations (Campaña de otoño)
 MD pairwise deleted

		Valid N	Spearman R	t(N-2)	p-level
DIM1	& TOTOTÑ	17	0,57352942	2,71156096	0,01608148
DIM1	& RIQUEZA	17	-0,0824623	-0,32046658	0,7530356
DIM1	& SHANNON	17	-0,27975482	-1,12854695	0,27681604
DIM1	& EPT	17	-0,36709699	-1,52847457	0,14720578
DIM1	& EPT_TOTA	17	-0,85469055	-6,37634611	1,2447E-05
DIM1	& EPT_DÍP	17	-0,73774511	-4,23250151	0,00072382
DIM2	& TOTOTÑ	17	-0,83088237	-5,78309727	3,6111E-05
DIM2	& RIQUEZA	17	-0,42461932	-1,81642854	0,08934013
DIM2	& SHANNON	17	-0,19386518	-0,76535684	0,45593348
DIM2	& EPT	17	-0,6519348	-3,32983756	0,00457051
DIM2	& EPT_TOTA	17	-0,27345192	-1,10104012	0,28823441
DIM2	& EPT_DÍP	17	-0,375	-1,56669891	0,13803482

Tabla 2. Correlación entre los índices y los ejes establecidos en el análisis multivariante en la campaña de otoño. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.



En cuanto a la variabilidad explicada por la dimensión 2, se observa una reducción en su valor (12 %) en comparación con verano. Los índices que la explican siguen siendo los mismos que en verano.

Al realizar el análisis de correspondencia con ambas campañas, la variabilidad explicada por la dimensión 1 sigue siendo muy alta (83 %). Los índices que la explican son los mismos aunque habría que añadir el índice de Shannon pero con una $p < 0,05$ (Figura 6 y Tabla 3).

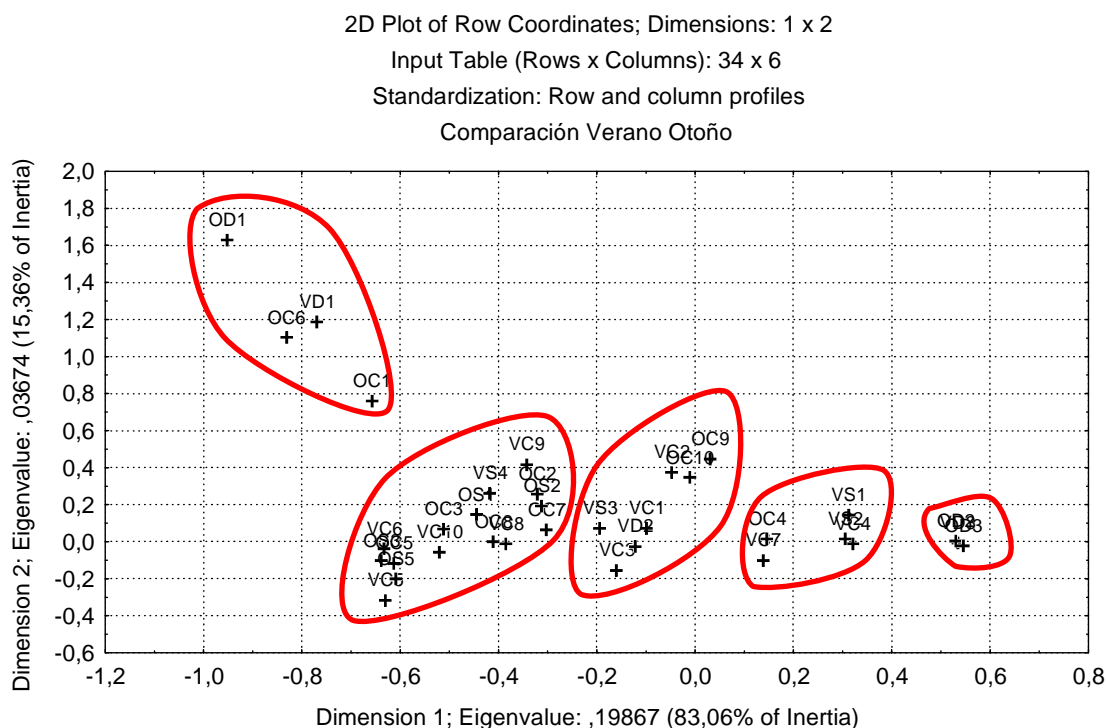


Figura 6. Agrupamiento de las estaciones de las campañas de verano y otoño en conjunto. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.

Spearman Rank Order Correlations (Comparación Verano Otoño)
 MD pairwise deleted

	Valid N	Spearman R	t(N-2)	p-level
DIM1 & TOT	34	0,633919	4,63665628	5,695E-05
DIM1 & RIQUEZA	34	-0,08231499	-0,46722952	0,6435017
DIM1 & SHANNON	34	-0,36099651	-2,18976688	0,03594622
DIM1 & EPT	34	-0,31307808	-1,8647846	0,07140557
DIM1 & EPT_TOTA	34	-0,91623366	-12,9366617	2,9501E-14
DIM1 & EPT_DÍP	34	-0,84293354	-8,86281681	3,9866E-10
DIM2 & TOT	34	-0,75370514	-6,48739767	2,6675E-07
DIM2 & RIQUEZA	34	-0,2242427	-1,3016572	0,20232677
DIM2 & SHANNON	34	0,08604616	0,48856258	0,62848294
DIM2 & EPT	34	-0,72475743	-5,95039558	1,2531E-06
DIM2 & EPT_TOTA	34	-0,20513606	-1,18563926	0,24449454
DIM2 & EPT_DÍP	34	-0,20947288	-1,21184289	0,23444508

Tabla 3. Correlación entre los índices y los ejes establecidos en el análisis multivariante en las campañas de verano y otoño, en conjunto. Fuente: ACA, OAPN y TRAGSA.



La variabilidad explicada por la dimensión 2 tiene valores similares (15%) a los anteriores y sigue explicada por los mismos índices.

Las estaciones se agrupan en el eje x (dimensión 1), desde las más contaminadas en la zona positiva (mayor número de macroinvertebrados y, en concreto dípteros) a las menos contaminadas en los valores negativos (mayor proporción de EPT con respecto al total o al número de dípteros)

Las estaciones se agrupan en el eje 1 (dimensión 2), distinguiendo entre agua oligotróficas (menor número de macroinvertebrados y EPT) en la zona positiva por encima de 0,6 y aguas mesotróficas (mayor número de macroinvertebrados y EPT) en la zona inferior a 0,6.

En verano se pueden distinguir 4 grupos: uno de aguas oligotróficas limpias y 3 de aguas mesotróficas con diferente grado de contaminación.

En Otoño se distinguen 5 grupos: uno de agua oligotróficas y 4 de aguas mesotróficas con diferente grado de contaminación.

En la comparación de las dos campañas se pueden distinguir los grupos resultantes en la campaña de otoño, aunque se podría deducir, en base a estos datos que el grupo más contaminado de la campaña de verano se puede dividir en otros dos (en verde en el gráfico de la Campaña de Verano: Figura 4).

Siguiendo este último agrupamiento se distinguen:

- Grupo de aguas con contaminación muy fuerte: el situado más a la derecha y abajo en los gráficos. Están las estaciones situadas en el Duje: después de Tielve (D3), tanto en verano como en otoño, y antes de Tielve (D2), solamente en otoño. La presencia de ganado estabulado provoca esta situación, que se acentúa según se acerca el invierno y se tiene que resguardar el ganado.
- Grupo de aguas con contaminación fuerte: es el segundo grupo empezando por la derecha y abajo. En este grupo la estación situada después de Posada (C4) aparece en verano y otoño, aunque se desplaza a la izquierda (menos contaminación) en otoño, debido a la disminución de la población en esta época. En verano aparece la estación situada después de Caín (C7), aunque en invierno se desplaza bastante a la izquierda, llegando al grupo de aguas no contaminado. La fuerte presión de visitantes que sufre esta zona durante los meses de verano es la causa de estas variaciones. En verano aparece la estación S1, situada en el río Pomperi, aunque en otoño se desplaza hacia aguas no contaminadas. Esto es debido a la presencia de ganado por el río en verano, pero al llegar el invierno se va desplazando hacia cotas inferiores. En la estación S2, situada en la desembocadura del Dobra, se observa el mismo comportamiento que en el río Pomperi, esta vez motivado por causas diferentes, ya que la presencia humana es más intensa en verano que en otoño.
- Grupo de aguas con contaminación débil: es el tercer grupo empezando por la derecha. Encontramos la estación D2 en verano, pero en invierno esta estación se desplaza a la derecha hacia el grupo con contaminación muy fuerte, a causa de la presencia de ganado como se ha dicho antes. Aparecen las estaciones C1, C2 y C3, antes de Santa Marina, después y antes de Posada, respectivamente, en la época de verano, aunque hay un desplazamiento hacia aguas no contaminadas en otoño, debido a la menor presencia humana. La estación S3, después de Ribota, en verano tiene cierta influencia humana que desaparece en otoño. La estación C9 (Después del Duje) no se considera representativa en otoño. En otoño, la estación C10 (después de Bulnes pueblo) está en este grupo, mientras que en verano se situaba en el grupo de aguas no contaminadas. Esto puede ser causado por el descenso del ganado al aproximarse el invierno.
- Grupo de aguas no contaminadas: aguas en las que no se aprecia influencia humana, ni ganadera. La estación situada después de la desembocadura del río Bulnes en el Cares (C8), pertenece a este grupo, tanto en verano como en invierno. A este grupo también pertenecen las



estaciones S4 (Vierdes), C5 (antes del Peguera), C6 (después del Peguera), C9 (después de la unión con el Duje) y C10 (después de Bulnes pueblo), todas ellas en verano, y S1, S2, S3, S5, C2, C3, C5 y C7, todas ellas en otoño.

- Grupo de aguas oligotróficas no contaminadas: son estaciones con aguas sin contaminación y con poco contenido en nutrientes debido a su situación cercana a la cabecera. La estación D1 (invernales del Texu) pertenece a este grupo, tanto en verano como en invierno. Las estaciones C1 (antes de Santa Marina) y C6 (después de la unión del Cares con el Peguera) en otoño pertenecen a este grupo, debido a su cercanía a las zonas de cabecera y a la menor productividad de los ecosistemas naturales en la época otoñal.

4. CONCLUSIONES

En el estudio se distinguen dos zonas con problemática diferente: la zona asturiana (ríos Duje, Bulnes y Cares, después de la ruta del Cares) y la zona leonesa (cabecera del Cares y río Sella).

En la zona asturiana los problemas de contaminación son debidos, principalmente a la ganadería, ya que la estabulación del ganado y la dificultad para echar el estiércol y los purines en los terrenos adyacentes, provoca su vertido en los ríos cercanos. Estos problemas se acentúan en otoño, según nos acercamos a la época fría en las que el ganado está más tiempo estabulado. Las zonas más afectadas se encuentran en Tielve.

En la zona leonesa los problemas de contaminación se deben a la presencia humana. Estos problemas se ven acentuados en verano por la masificación turística en ciertas zonas, como son Posada y Caín, lo que aumenta el vertido de aguas residuales durante esta estación.

5. BILIOGRAFÍA

DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Jiménez, L., Martín, A., Martínez, J. y Moreno, M. (2003). Informe final del proyecto: Apoyo al estudio y evaluación de la calidad de las aguas en los ríos bulnes, duje y cares en el parque nacional de los picos de Europa. ACA, OAPN Y TRAGSA.

PLAFKIN, J. L., BARBOUR, M. T y PORTER, S.K (1989): Rapid Bioassessment protocols for use in streams and rivers. Benthic macroinvertebrates and fish. EPA /444/4489/001. Office of water regulations and standards, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

POTNIKOFF, R.W y WISEMAN, C. (2001): Benthic macroinvertebrate biological monitoring protocols for rivers and streams. Washington State Department of Ecology.





