



Estudio de una Propuesta de Gestión Sostenible de la Cabaña Ganadera en el Parque Natural de Valderejo

Isabel Albizu Beitia
Luis M Oregi Lizarralde
Roberto Ruiz Santos

**Departamento de Agrosistemas y Producción Animal
Derio-Arkaute, agosto de 2004**

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 2. OBJETIVOS | 9 |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL..... | 9 |
| 2.2. OBJETIVOS PARCIALES..... | 9 |
| 3. INTERPRETACIÓN DEL MEDIO NATURAL EN RELACIÓN CON EL USO GANADERO | 10 |
| 3.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO..... | 10 |
| 3.1.1. <i>Vegetación</i> | 10 |
| 3.1.2. <i>Hidrología superficial</i> | 13 |
| FIGURA 3 A. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (PRADOS DE SIEGA EN LA CUENCA DEL RÍO PURON) DENTRO DEL PN-VALDEREJO DURANTE EL AÑO 2001 | 14 |
| 3.2. ASPECTOS AGRONÓMICOS | 16 |
| 3.2.1. <i>Manejo de los prados de siega de valle</i> | 16 |
| 3.2.2. <i>Fertilidad de los prados de siega de valle</i> | 17 |
| 3.2.3. <i>Manejo y fertilidad de los cultivos de cereal</i> | 21 |
| 3.2.4. <i>Retirada de tierras voluntaria</i> | 22 |
| 3.2.5. <i>Efectos del uso de diferentes fertilizantes en las praderas de siega</i> | 23 |
| 3.2.6. <i>Efectos del manejo en las características edáficas (prados de siega, cereal, retirada de tierras)</i> | 23 |
| 3.3. ASPECTOS GANADEROS | 25 |
| 3.3.1. <i>Manejo animal</i> | 25 |
| 3.3.2. <i>Balance de nutrientes en las explotaciones del PN-Valderejo</i> | 25 |
| 3.4. ASPECTOS ECOLÓGICOS | 28 |
| 3.5. CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO PURÓN..... | 33 |
| 3.5.1. <i>Caracterización hidrobiológica del río Purón</i> | 33 |
| 3.5.2. <i>Calidad de las aguas en la estación de Ribera</i> | 33 |
| 3.5.3. <i>Datos de la calidad del agua del río Puron a su paso por el PN-Valderejo</i> 40 | |
| 3.5.3.1. Año 2001 | 40 |
| 3.5.3.2. Año 2002 | 44 |
| 3.5.3.3. Comparación con la estación de Ribera | 48 |
| 3.6. SÍNTESIS DE LOS ASPECTOS AGRONÓMICOS Y ECOLÓGICOS FRENTE AL APROVECHAMIENTO GANADERO EN RELACIÓN A LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO PURÓN..... | 49 |
| 4. PROPUESTAS TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO GANADERO ORIENTADAS A LA CONSERVACIÓN ECOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO PURON | 51 |
| 4.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA CABAÑA GANADERA DEL PN-VALDEREJO. | 51 |
| 4.2. PAUTAS TÉCNICAS DE GESTIÓN DE SUBPRODUCTOS GANADEROS DENTRO DEL PN 53 | |
| 4.2.1. <i>Las deyecciones animales como enmienda orgánica de los suelos</i> | 53 |
| 4.2.2. <i>Factores a considerar en la práctica de la enmienda</i> | 53 |
| 4.2.2.1. Código de buenas prácticas agrarias..... | 54 |
| 4.3. PROPUESTA TÉCNICA | 56 |
| 4.3.1. <i>Recomendación de abonado</i> | 56 |
| 4.3.2. <i>Propuestas de adecuación espacial de la distribución de subproductos</i> | 58 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.2. Balance | 59 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 61 |
| | |
| ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN HIDROBIOLÓGICA DEL RÍO PURÓN | I |
| ANEXO 2. DIRECTIVAS (75/440/CEE ABASTECIMIENTO. 78/659/CEE VIDA PISCÍCOLA, CATEGORÍA ICG. CALIFICACIÓN PRATI)..... | VII |
| ANEXO 3. INFORMES DE LOS ANÁLISIS DE LAS AGUAS DEL RÍO PURÓN. (ESTACIÓN DE RIBERA. DIRECCIÓN DE AGUA- DEPARTAMENTO DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE- GOBIERNO VASCO) | XIX |
| ANEXO 4. INFORMES DE LOS ANÁLISIS DE LAS AGUAS DEL RÍO PURÓN (PARQUE NATURAL DE VALDEREJO). MUESTREOS REALIZADOS EN SIETE PUNTOS Y SIETE MOMENTOS DIFERENTES DURANTE OCTUBRE2002-ABRIL 2003 | XXI |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. SUPERFICIE (HA) DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL PN DE VALDEREJO..... | 10 |
| TABLA 2. ELEMENTOS FERTILIZANTES DEL ESTIÉRCOL EQUINO Y GALLINAZA (MUESTREO REALIZADO DURANTE EL AÑO 2002). | 17 |
| TABLA 3. VALOR DE pH, CONTENIDO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO DE LOS PASTOS DE ALTURA Y PRADOS DE SIEGA DEL PN DE VALDEREJO EN EL AÑO 2001 | 18 |
| TABLA 4. VALOR DE pH, CONTENIDO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO DE LOS PRADOS DE SIEGA DEL PN DE VALDEREJO EN EL AÑO 2002..... | 18 |
| TABLA 5. CLASIFICACIÓN UTILIZADA EN LA INTERPRETACIÓN ANALÍTICA DEL SUELO | 20 |
| TABLA 6 VALOR DE pH, CONTENIDO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO DE LOS CULTIVOS DE CEREAL DEL PN DE VALDEREJO EN EL AÑO 2002..... | 22 |
| TABLA 7. VALOR DE pH, CONTENIDO DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO DE LOS CULTIVOS DE CEREAL DEL PN DE VALDEREJO EN EL AÑO 2002..... | 23 |
| TABLA 8. VALORES MEDIOS ($X \pm EE$) Y NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS (N) PARA LOS PARÁMETROS QUÍMICOS CON RELACIÓN AL TIPO DE FERTILIZANTE APLICADO (PURÍN CABALLAR O GALLINAZA)..... | 23 |
| TABLA 9. VALORES MEDIOS ($X \pm EE$) Y NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS (N) PARA LOS PARÁMETROS QUÍMICOS EN RELACIÓN AL TIPO USO DEL SUELO (RETIRADA DE TIERRAS, CEREAL Y PRADOS DE SIEGA). DIFERENTES LETRAS REPRESENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ($P < 0,05$). | 24 |
| TABLA 10. PRODUCTOS (KG) INCORPORADOS O EXPORTADOS A LAS EXPLOTACIONES DEL PARQUE NATURAL DE VALDEREJO Y CANTIDADES DE NITRÓGENO (N) INTRODUCIDOS O EXPORTADOS CON ELLOS. | 26 |
| TABLA 11. CANTIDADES DE FÓSFORO, EXPRESADAS EN KG DE P_2O_5 , INTRODUCIDOS O EXPORTADOS EN LOS INSUMOS Y PRODUCCIONES EXPORTADAS POR LAS EXPLOTACIONES DEL PARQUE NATURAL DE VALDEREJO..... | 27 |
| TABLA 12. DATOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS AGUAS DE LA ESTACIÓN DE RIBERA DE LA RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y DEL ESTADO MEDIOAMBIENTAL DE LOS RÍOS DE LA CAPV, 2001..... | 36 |
| TABLA 13. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO DE LAS AGUAS DE LOS CINCO PUNTOS MUESTREADOS EN LA ZONA ALTA DE RÍO PURON DURANTE EL AÑO 2001 | 42 |
| TABLA 14. VALORES DE pH EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 44 |
| TABLA 15. VALORES DE AMONIO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 44 |
| TABLA 16. VALORES DE CLORO (MG/L) EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 45 |
| TABLA 17. VALORES DE SULFATO (MG/L) EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 45 |
| TABLA 18. VALORES DE NITRATO (MG/L) EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 45 |
| TABLA 19. VALORES DE NITRITO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 46 |
| TABLA 20. VALORES DE DQO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 46 |
| TABLA 21. VALORES DE CALCIO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 46 |
| TABLA 22. VALORES DE MAGNESIO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 46 |
| TABLA 23. VALORES DE SODIO (MG/L) EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 47 |
| TABLA 24. VALORES DE POTASIO (MG/L) EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 47 |
| TABLA 25. VALORES DE HIERRO (MG/L) EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DE 2002-2003..... | 47 |
| TABLA 26. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS POR UNIDAD DE CABEZA DE GANADO (VACUNO, OVINO Y EQUINO) PRESENTE EN EL PN-VALDEREJO (KG APORTADO EN DEYECCIONES POR ANIMAL Y AÑO)..... | 51 |
| TABLA 27. CENSOS DE GANADO DE LAS EXPLOTACIONES CON MAMÍFEROS HERBÍVOROS QUE UTILIZAN LOS TERRENOS DEL PN-VALDEREJO | 51 |

| | |
|---|----|
| TABLA 28. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS DE LA TOTALIDAD DE LA CABAÑA GANADERA EN EL PN-VALDEREJO (KG APORTADO EN DEYECCIONES POR ANIMAL Y AÑO) | 52 |
| TABLA 29. RECOMENDACIÓN DE DOSIS DE ABONADO (P_2O_5 KG/HA Y K_2O_5 KG/HA) PARA LOS PRADOS DE SIEGA (2002) | 56 |
| TABLA 30. CANTIDAD DE ESTIÉRCOL (TM/HA) Y CANTIDAD TOTAL DE ESTIÉRCOL (TM) RECOMENDADA PARA LOS PRADOS DE SIEGA. | 57 |
| TABLA 31. RECOMENDACIÓN DE DOSIS DE ABONADO (P_2O_5 KG/HA Y K_2O_5 KG/HA) PARA LOS CULTIVOS DE CEREAL (2002). | 57 |
| TABLA 32. CANTIDAD DE ESTIÉRCOL (TN/HA) Y CANTIDAD TOTAL DE ESTIÉRCOL (TN) PARA LOS CULTIVOS DE CEREAL | 58 |
| TABLA 33. SUPERFICIE (HA) DE LAS PARCELAS DE ESTUDIO PRESENTES EN EL PN-VALDEREJO. Nº: NÚMERO DE PARCELAS, SUP: SUPERFICIE DE LAS PARCELAS (HA) | 58 |
| TABLA 34. CANTIDAD TOTAL (TM) DE ESTIÉRCOL DEMANDADO POR LOS PRADOS DE SIEGA Y CULTIVOS DE CEREAL EN BASE A LA RECOMENDACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS. (LOCALIZACIÓN DE PARCELAS FIGURA 3B) | 59 |

1. INTRODUCCIÓN

El Parque Natural de Valderejo (PN-Valderejo) como tal dispone de un Plan de Ordenación de Recursos Naturales además de numerosos trabajos que caracterizan el medio biótico y abiótico de esta área protegida. Es por ello que en este proyecto se pretende resaltar aquellos aspectos ecológicos y agronómicos que ayuden a valorar desde un punto de vista conservacionista la situación actual de la cabaña ganadera y su manejo en el contexto del PN-Valderejo, orientado al mantenimiento del equilibrio ecológico de los distintos ecosistemas que configuran esta área protegida y en especial a la red hidrográfica.

En definitiva, el binomio ganadería-agua marca el eje del presente estudio.

Considerando estos dos aspectos del estudio, se trata de centrar el área de trabajo y definir aquellos factores que ayuden a explicar su posible interacción.

Los problemas de contaminación relacionados con la producción animal pueden ser diversos, pero en su conjunto se pueden resumir en los siguientes:

- Originados por un desequilibrio entre la cantidad de nutrientes que entran en el sistema (inputs), abonos, piensos,... y los que salen del mismo en forma de productos (outputs), carne, leche, etc.

Este apartado requiere de un análisis detallado de las explotaciones ganaderas presentes en el Parque Natural contando con la colaboración de los gestores de las mismas.

La producción agro-ganadera es, al igual que otros sectores productivos, una fuente potencial de contaminantes, que de acuerdo a su naturaleza y modo de afección al entorno pueden tener efectos locales o generales. Entre los contaminantes más destacables derivados de la producción agrícola se encuentran el Nitrógeno (N), el Fósforo (P) y el Metano.

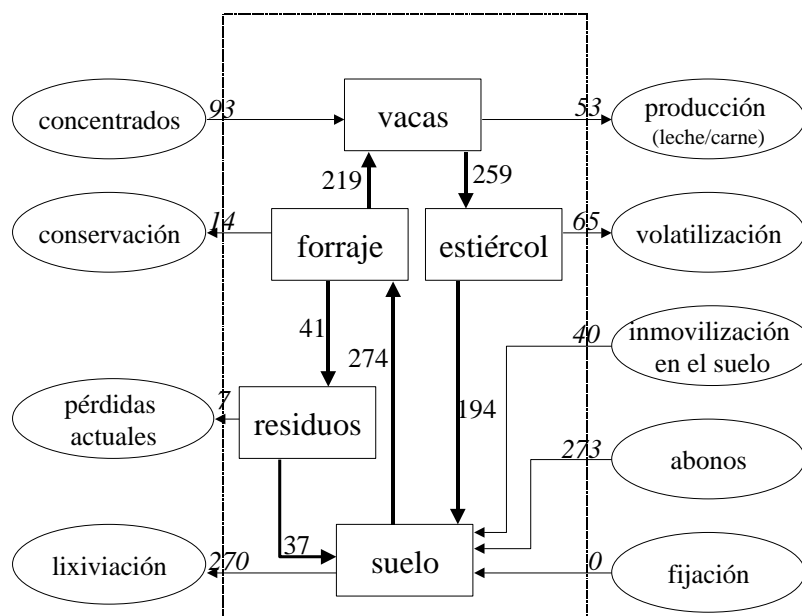


Figura 1. Flujos de N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en sistemas de vacuno lechero extensivo (Adaptado de van Bruchen *et al.*, 1997)

El Nitrógeno derivado de las explotaciones agrarias puede afectar la calidad del aire y de las aguas, por su utilización excesiva como abono (orgánico o inorgánico), pero también por un manejo inadecuado. Este último se relaciona tanto con su almacenamiento incorrecto, principalmente de abonos orgánicos que provienen de la misma explotación, estiércoles y purines, como por una aplicación inadecuada al terreno, en momento o forma, que favorece la lixiviación o las pérdidas en forma gaseosa (desnitrificación).

Estas pérdidas son importantes y en gran medida inevitables dada la ineficiencia de los procesos de producción, relacionadas con la utilización del N por las plantas y los animales, de forma que las entradas de N a los sistemas ganaderos, por ejemplo de vacuno de leche, exceden a las exportaciones entre el 60 y el 90% (Klausner 1993). Algo semejante ocurre con el P, en el cual la relación entre entradas y salidas en los sistemas agro-ganaderos es también muy alta.

- De carácter puntual derivados del manejo inadecuado de los animales o de los productos potencialmente contaminantes, abonos, piensos, etc.
La evaluación de los problemas de carácter puntual, es compleja debido a su propio carácter, y al estar relacionados con errores en el trabajo. Sin embargo, existen mejoras que se pueden introducir en las explotaciones con el fin de adecuar sus instalaciones y adaptar la forma de trabajo, con el fin de reducir la incidencia de estos accidentes que pueden dar lugar a episodios de contaminación.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

El presente estudio tiene como objetivo general dar unas pautas técnicas para la gestión sostenible de la cabaña ganadera enfocada a los subproductos que se generan en el PN-Valderejo.

En primer lugar se realiza un análisis previo de la situación, donde se recopilan estudios anteriores en distintas materias desarrolladas dentro del parque natural (aspectos normativos, ecológicos y ganaderos). Una vez realizado un análisis más en profundidad de la situación de las explotaciones. Para ello se evalúan los diferentes usos del suelo en la calidad del medio y a partir de la información generada, se realiza la integración de los aspectos ganaderos y ecológicos con la detección de posibles riesgos de contaminación. En este análisis se realiza igualmente un balance, entre entradas y salidas del conjunto de explotaciones del PN-Valderejo, en el se consideran los principales elementos de carácter potencialmente contaminante, en particular nitrógeno y fósforo. Todo ello con el objeto final de definir pautas técnicas compatibles con la normativa que den soluciones a los posibles problemas generados por la actividad agroganadera.

2.2. Objetivos parciales

1. Conocer la situación actual de la cabaña ganadera y su manejo en el contexto del PN-Valderejo. Conocer la influencia de la actividad agroganadera en el medio y su posible negativa repercusión en la salud ambiental. Todo ello orientado al mantenimiento del equilibrio ecológico de los distintos ecosistemas que configuran esta área protegida, en especial a la red hidrográfica.
2. Realizar una evaluación del balance de nutrientes (N y P) en las diferentes explotaciones del PN-Valderejo.
3. Proponer pautas de manejo orientadas hacia la sostenibilidad de la cabaña ganadera dentro del parque:
 - Estimar la producción de residuos orgánicos
 - Calcular las necesidades de abonado y realizar una recomendación de aplicación
 - Reutilizar los subproductos generados dentro del parque.

3. INTERPRETACIÓN DEL MEDIO NATURAL EN RELACIÓN CON EL USO GANADERO

3.1. Delimitación del área de estudio

Los dos criterios utilizados para delimitar el área de estudio dentro del PN-Valderejo son la vegetación y la hidrología superficial.

3.1.1. Vegetación

Los hábitats más característicos del PN-Valderejo son, fundamentalmente, tres: zonas de roca aflorante en las cumbres, laderas boscosas y, prados y cultivos en los fondos de valle.

La importancia cuantitativa de los diferentes tipos de vegetación desarrollados en estos hábitats queda recogida en la Tabla 1. En ella se aprecia que los bosques tienen un gran peso en el territorio del PN-Valderejo, ocupando un total de 1560,61 ha (45% del territorio), le sigue en importancia el matorral-pasto con una ocupación de 1400,76 ha (41%) y por último los prados de siega que suponen 291,38 ha (9%). El resto del territorio se agrupa en el apartado de “Otros” ascendiendo a 165,71 ha (5 %).

En la Figura 2 se presenta la distribución espacial de las diferentes unidades de vegetación definidas en escala 1: 50.000.

Tabla 1. Superficie (ha) de los distintos tipos de vegetación en el PN de Valderejo

| Tipo de Vegetación | Superficie (ha) |
|-------------------------------------|--------------------|
| Hayedo calcícola | 137,64 |
| Hayedo silicícola | 33,40 |
| Bosque mixto | 9,76 |
| Avellaneda de pie cantil | 8,35 |
| Melajar | 0,35 |
| Quejigar | 43,20 |
| Carrascal | 455,58 |
| Pinar de <i>Pinus sylvestris</i> | 798,04 |
| Plantación de <i>Populus</i> spp. | 0,41 |
| Espinar | 2,12 |
| Vegetación indiferenciada de ribera | 14,13 |
| Bujedo | 57,63 |
| Bosque | 1560,61 |
| Brezal calcícola | 887,13 |
| Tomillar-pastizal | 312,90 |
| Lastonar | 159,83 |
| Pastizales con linderos arbolados | 40,90 |
| Matorral-pasto | 1400,76 |
| Prado de siega | 291,38 |
| Roquedo | 52,02 |
| Canchal | 39,49 |
| Cultivo de cereal | 65,69 |
| Cultivo hortícola | 0,40 |
| Urbano | 7,14 |
| Balsa | 0,97 |
| Otros | 165,71 |
| Total | 3418,46 |

Desde el punto de vista del aprovechamiento ganadero son de interés el matorral-pasto de la altiplanicie y los prados de siega de los fondos de valle. Ambos se integran en una gestión ganadera basada en un manejo transtermitante de manera que el ganado pasa el invierno y gran parte del otoño estabulado en las explotaciones, y con el inicio del calor, en la primavera, suben a los pastos de montaña (matorral-pasto de la altiplanicie).

Este manejo no es común en todas las explotaciones, ni con todo el ganado de una misma explotación, incluso depende del criterio puntual de cada ganadero el subir un número determinado de cabezas de ganado.

Esta variabilidad en la subida y el número de cabezas que pastan las zonas de montaña, unido a que la superficie de pastos de montaña es mayor que la de prados del valle (41% frente a 9%) hace que la presión ganadera sea mayor en los prados que en los pastos de altura e incluso en determinados momentos del año (invierno) el ganado se concentra exclusivamente en el valle. Los prados de siega se sitúan próximos a los núcleos de población. En ellos pastan tanto ganado vacuno, ovino como equino.

Como consecuencia de este manejo, en este estudio adquieren especial interés los prados de siega por ser las zonas potencialmente de mayor riesgo de contaminación por la actividad ganadera. Aunque la importancia de los prados de siega es considerable, también se analizan los cultivos de cereal y los campos de retirada de tierras (66 ha) como posibles zonas de aplicación de los excedentes de los subproductos ganaderos producidos de la actividad en los anteriores.

La mayoría de los prados de siega están implantados con la siembra de distintas especies de interés forrajero hace más de cinco años por lo que agrónomicamente son considerados naturales. No obstante, la gestión de mejoras constantes, especialmente fertilización de los suelos y pastoreo controlado, hacen que el pasto esté dominado por gramíneas de alto valor forrajero como *Dactylis glomerata* (dátilo), *Festuca arundinacea* (festuca alta), *Lolium perenne* (raigras inglés), *Phleum pratense* (fleo), *Arrhenatherum elatius* (tortero). Así mismo, se encuentran presentes leguminosas como el *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Lotus corniculatus* (cuernecillo).

Se trata, en definitiva, de producir pasto en cantidad y de calidad para lo cual la actuación más habitual y que se repite anualmente es la del abonado orgánico y/ mineral de las parcelas de prados. Este aspecto se trata en el apartado 3.2. Aspectos agronómicos y sobre todo en el apartado 3.2.1 Manejo de los prados de siega de valle.

Por el contrario, en los pastos de altura no se realiza ninguna actuación de abonado, esto unido a su escaso aprovechamiento ganadero hace que no se consideren en el análisis medioambiental del binomio agua-ganadería.

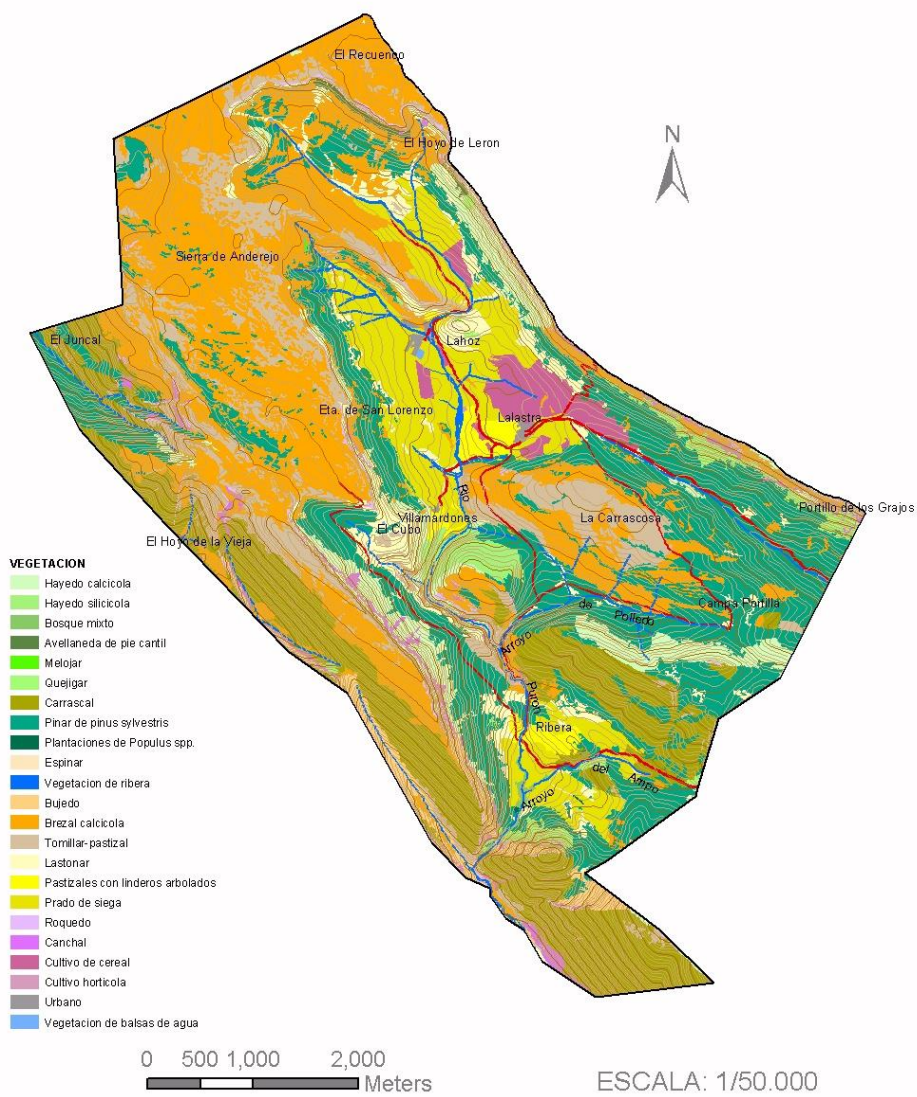


Figura 2. Mapa de vegetación del PN de Valderejo

3.1.2. Hidrología superficial

La geología ha sido el factor determinante en la formación del relieve actual del PN-Valderejo. La disposición de las cadenas montañosas, formando una bóveda cerrada en su parte norte, convierte a esta zona en el lugar de nacimiento de numerosos cursos fluviales. Sin embargo, en general estos son de pequeña importancia y caudal, exceptuando el río Purón. Además, dichos cursos de agua están sometidos a una marcada época de estiaje que les hace secarse en verano y parte del otoño.

El PN-Valderejo puede dividirse en cuatro cuencas hidrográficas:

- a) Arroyos tributarios del río Jerea: ocupan el extremo occidental del PN-Valderejo y es una zona de fuertes pendientes. Los arroyos que nacen en esta zona recorren un pequeño tramo en el Parque para internarse rápidamente en Burgos. Destacan el arroyo del Juncal (al norte) y el Hoyo de la Vieja (al sur). Esta zona se extiende por alrededor de 360 ha.
- b) Zona kárstica: se sitúa en el altiplano del parque, y ocupa una superficie de 600 ha. En esta zona no existen cursos de agua superficiales ya que la infiltración del agua es casi total. Dentro de ésta existen dos pequeñas cuencas también kársticas, una al norte desde el Alto del Haya a El Barrerón y otra al noreste que ocuparía el macizo de Lerón.
- c) Cuenca del arroyo de Paules: la forma un pequeño arroyo de escaso caudal, situado en el extremo oriental del valle de Valderejo, que nace cerca de Lalastra y dos km después entra en Burgos para unirse a otro arroyuelo en el desfiladero de San Zadornil y desembocar en el río Omecillo a la altura de San Millán de San Zadornil. Ocupa una superficie de unas 370 ha.
- d) Cuenca del río Purón: Esta cuenca es la más importante en extensión dentro del parque ocupando 2166,5 ha (62% del parque), por lo que su valor ecológico será un referente muy importante a la hora de valorar la sostenibilidad de la cabaña ganadera.

El estudio se centra básicamente en los prados de valle y en las instalaciones de explotaciones ganaderas próximas a la red hidrográfica constituyente del a cuenca del río Purón. El estudio a su vez, profundiza en los diferentes usos de la tierra (prados de siega, cultivos de cereal y retirada de tierras voluntaria) que se desarrolla en el PN-Valderejo con el objeto de redistribuir los subproductos de la actividad ganadera y definir otras pautas técnicas de gestión para estos subproductos dentro del PN-Valderejo.

Utilizando la base cartográfica de IKT se consulta el mapa de vegetación y de la red hidrográfica, y a partir de esta consulta se delimita el área de trabajo dentro del PN-Valderejo. Se describen las zonas de prados de siega objeto de estudios del año 2001 (Figura 3b) y las parcelas de prados de siega, cultivos de cereal y retirada de tierras muestreados durante el año 2002 (Figura. 3b).

Figura 3 a. Delimitación del área de estudio (prados de siega en la cuenca del río Puron) dentro del PN-Valderejo durante el año 2001



Figura 3 b. Delimitación del área de estudio y de las parcelas muestreadas (prados de siega, cultivos de cereal y retirada de tierras) durante el año 2002 (página siguiente)

Mapa de Delimitación del área de estudio y de las parcelas muestreadas (prados de siega, cultivos de cereal y retirada de tierras) durante el año 2002. Mapa no disponible en la versión electrónica del documento, ver la versión impresa.

3.2. Aspectos agronómicos

Existe una gran diferencia entre el fondo de valle y las cumbres en lo que respecta a la presencia del ser humano. Los lugares humanizados se muestran más homogéneos, entre los que dominan los campos de cultivo, prados, asentamientos humanos y vías de comunicación.

3.2.1. Manejo de los prados de siega de valle

Los prados de siega suponen 291 ha dentro del PN-Valderejo. Los suelos sobre los que se desarrollan los prados son de naturaleza margosa, con textura franca o a veces algo compacta, lo que permite retener buenas cantidades de agua.

Dado que en la altiplanicie hay espacio de sobra para la cabaña local, el ganado suele subir desde mayo hasta la llegada del otoño para que pascen a sus anchas por los amplios espacios montanos. En el otoño y parte del invierno se deja entrar el ganado en los prados, así como en las rastrojeras. Hacia el mes de marzo se abonan con abono orgánico y mineral y se deja crecer la hierba hasta el comienzo de verano en el que se ejecuta el único corte.

En los prados a los que se permite entrar al ganado todo el año, situados en zonas marginales, el aspecto es diferente, y pasan a dominar hierbas adaptadas al pisoteo, muchas de ellas con hojas dispuestas en rosetas basales. Estos prados marginales, si no hay presión por parte del ganado se embastecen permitiendo la entrada paulatina de especies de los matorrales y pastos de las laderas circundantes.

Utilizando el programa experto diseñado desde NEIKER, que a su vez está apoyado en una extensa base de datos de la fertilidad de los suelos y productividad de los prados de la Comunidad Autónoma Vasca, denominado ADILUR, se estima que la producción potencial de este tipo de pastos implantados situados en la zona climática de Álava es de 7 t MS/ha/año.

Esta biomasa forrajera se presenta de forma estacional de manera que iniciando su crecimiento vegetativo a la salida del invierno, coincidiendo con el aumento de temperatura, se da el máximo de producción en el mes de junio-julio, de manera que es en este momento cuando se realiza un corte a las parcelas. Esta hierba se utiliza bien como silo o bien como heno. El resto del año las parcelas son pastoreadas. Este uso mixto, corte-pastoreo, es el manejo más común de los prados del PN-Valderejo, aunque también se dan situaciones de un manejo exclusivo de pastoreo.

En cualquier caso, en pleno invierno el ganado permanece estabulado dejando en reposo el pasto para la siguiente primavera.

De acuerdo a este aprovechamiento de la hierba se da una serie de actuaciones de mejora, especialmente de fertilización de los prados, para optimizar los recursos pascícolas. La forma más extendida en el PN-Valderejo es que los prados son tratados con un abonado de fondo de manera que las especies pratenses puedan recuperar las reservas nutricionales. Este abonado es de forma orgánica en la mayoría de los casos, y en concreto de estiércol de equino generado en la propia explotación durante todo el año, más gallinaza traída de fuera de la explotación (caso concreto de la explotación de Lahoz).

La cantidad de estiércol distribuido de cada tipo de ganado en las distintas parcelas de las explotaciones no ha sido posible determinarla.

En la primavera, antes de la aplicación del corte, se aplica un abono mineral (nitrógeno, fósforo y potasio o nitrógeno solamente). Las proporciones y la dosis de

abonado es un dato que no se ha podido concretar en las encuestas a los ganaderos de la zona.

En la Tabla 2 se muestran los elementos fertilizantes en estiércol de origen caballar y gallinaza utilizados en el manejo de los prados de siega en el PN-Valderejo.

Tabla 2. Elementos fertilizantes del estiércol equino y gallinaza (Muestreo realizado durante el año 2002).

| | Estiércol equino | Gallinaza |
|--|------------------|-----------|
| pH | 8,84 | 9,06 |
| Conductividad ($\mu\text{s/cm}$) | 880 | 2,66 |
| N Total (%) | 0,33 | 1,39 |
| MO (%MS) | 80,08 | 56,99 |
| % MS | 90,31 | 91,95 |
| P (% MS) | 0,68 | 1,65 |
| K (% MS) | 3,11 | 2,83 |

La cantidad de estiércol distribuido de cada tipo de ganado en las distintas parcelas de las explotaciones no ha sido posible determinarla.

Estas actuaciones de fertilización se completan con pases de malla que rompen y facilitan la incorporación de las deyecciones de los animales que han pastado en el prado en la explotación de Lahoz, que representa gran parte de la superficie del área de estudio.

3.2.2. Fertilidad de los prados de siega de valle

Las actuaciones de mejora de la fertilidad del suelo como base para incrementar la producción forrajera supone una entrada de nutrientes al sistema que se ha querido valorar de forma aproximada con la toma de muestras a una profundidad de 0-10 cm del suelo.

Durante la primera fase del estudio se realizó un muestreo totalmente al azar en 5 parcelas: 2 correspondientes a pastos de montaña como referente (Coronas y Coronas-Castrillo) de las otras 3 parcelas de prados de siega de valle (Explotación 0 y 1, La espina). Los puntos de muestreo quedan señalados en la Figura 4. La fecha de recogida de las muestras fue el 10-12-2001, esto es, después de recibir el abonado orgánico de fondo para el caso de los prados de siega.

La Foto 1 muestra una vista panorámica de las parcelas correspondientes a la explotación 0 y 1 ambas incluidas dentro de la explotación de Lahoz.

Una vez en el laboratorio estas muestras se secan a 30°C y se muelen para posteriormente analizar el contenido de nitrógeno total (%), el fósforo (P) extraíble Olsen (ppm) y el potasio asimilable (ppm). Los resultados se recogen en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Valor de pH, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio de los pastos de altura y prados de siega del PN de Valderejo en el año 2001

| Nº/Parcela | Vegetación | pH | N total (%) | P Olsen (ppm) | K (ppm) |
|--------------------------|--------------------|------|-------------|---------------|---------|
| 1.Coronas | Pasto montaña | 6,71 | 0,66 | 4 | 292 |
| 2.Coronas-Castrillo | Pasto montaña | 6,51 | 0,60 | 4 | 244 |
| 3.Explotación ganadera 0 | Prado siega | 7,28 | 0,62 | 142 | 453 |
| 4.Explotación ganadera 1 | Prado siega | 7,34 | 0,71 | 139 | 469 |
| 5.La espina | Prado en pendiente | 7,43 | 0,43 | 85 | 319 |

Durante una segunda fase del estudio se realizó un muestreo totalmente al azar en 56 puntos de muestreo de alrededor del río Purón y dentro del PN-Valderejo: 37 praderas de siega, 18 parcelas de cereal y 3 campos de retirada de tierras. (Figura. 3b).

El procesado y analítica de las muestras siguió el proceso del año anterior aunque durante este año además se analizó el % MO y se calculó la relación C/N. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Valor de pH, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio de los prados de siega del PN de Valderejo en el año 2002

| Nº parcela | pH | MO % | N% | C/N | P (ppm) | K (ppm) |
|------------|------|------|------|-------|---------|---------|
| 1 | 7,76 | 7,49 | 0,46 | 9,47 | 43 | 322 |
| 2 | 7,70 | 4,71 | 0,32 | 8,56 | 67 | 446 |
| 4 | 7,93 | 5,49 | 0,32 | 9,97 | 7 | 232 |
| 5 | 7,55 | 8,18 | 0,53 | 8,98 | 109 | 694 |
| 6 | 7,61 | 7,50 | 0,47 | 9,28 | 72 | 354 |
| 8 | 7,80 | 6,30 | 0,39 | 9,38 | 93 | 361 |
| 9 | 7,59 | 9,69 | 0,62 | 9,09 | 143 | 550 |
| 10 | 7,74 | 7,46 | 0,48 | 9,04 | 118 | 498 |
| 14 | 7,83 | 6,61 | 0,43 | 8,94 | 107 | 532 |
| 19 | 7,75 | 6,99 | 0,44 | 9,24 | 73 | 323 |
| 21 | 7,74 | 7,19 | 0,46 | 9,09 | 128 | 505 |
| 22 | 7,87 | 6,29 | 0,39 | 9,38 | 61 | 280 |
| 23 | 7,83 | 6,63 | 0,38 | 10,14 | 59 | 355 |
| 24 | 7,77 | 6,47 | 0,44 | 8,55 | 63 | 329 |
| 27 | 7,57 | 6,79 | 0,41 | 9,63 | 122 | 573 |
| 28 | 7,53 | 7,78 | 0,57 | 7,93 | 131 | 559 |
| 29 | 7,67 | 8,04 | 0,52 | 8,98 | 110 | 341 |
| 30 | 7,65 | 7,30 | 0,41 | 10,34 | 61 | 299 |
| 31 | 7,48 | 7,78 | 0,49 | 9,22 | 109 | 464 |
| 32 | 7,79 | 6,95 | 0,47 | 8,6 | 46 | 477 |
| 32* | 7,58 | 6,76 | 0,48 | 8,21 | 77 | 437 |
| 40 | 7,83 | 3,14 | 0,20 | 9,15 | 55 | 206 |
| 41 | 7,74 | 4,86 | 0,29 | 9,72 | 25 | 178 |
| 48 | 7,31 | 9,35 | 0,65 | 8,36 | 93 | 572 |
| 49 | 7,78 | 4,65 | 0,33 | 8,19 | 50 | 438 |
| 50 | 7,69 | 4,90 | 0,33 | 8,63 | 57 | 382 |
| 51 | 7,69 | 5,12 | 0,32 | 9,30 | 58 | 485 |
| 52 | 7,67 | 3,40 | 0,27 | 7,32 | 55 | 412 |
| 53 | 7,55 | 5,70 | 0,35 | 9,47 | 89 | 528 |
| 54 | 7,62 | 7,08 | 0,32 | 12,86 | 69 | 423 |
| 55 | 7,68 | 4,98 | 0,30 | 9,65 | 75 | 432 |
| 56 | 7,99 | 4,24 | 0,27 | 9,13 | 49 | 318 |

Figura 4

Figura no disponible en formato electrónico. Se incluye en el formato impreso.

Para poder interpretar los valores se toma como referencia los niveles utilizados en “Explotación de los Caseríos Guipuzcoanos. I. La producción de hierba” (Amella *et al.*, 1990) para el contenido de nitrógeno, y en NEIKER para los contenidos de fósforo y potasio.

Tabla 5. Clasificación utilizada en la interpretación analítica del suelo

| P Olsen ppm | Indice | Significado | K ppm | Indice | Significado |
|--------------------|---------------|--------------------|--------------|---------------|--------------------|
| 0-5 | 0B | Muy bajo | 0-60 | 0 | Muy bajo |
| 5-9 | 0A | Muy bajo | 61-120 | 1 | Bajo |
| 9-15 | 1 | Bajo | 121-180 | 2B | Mediano |
| 16-25 | 2 | Mediano | 181-240 | 2A | Mediano |
| 26-45 | 3 | Alto | 241-400 | 3 | Alto |
| 46-70 | 4 | Alto | 401-600 | 4 | Alto |
| 71-100 | 5 | Alto | 601-900 | 5 | Alto |
| 101-140 | 6 | Muy alto | 901-1500 | 6 | Muy alto |
| 141-200 | 7 | Muy alto | 1501-2400 | 7 | Muy alto |
| 201-280 | 8 | Muy alto | 2401-3600 | 8 | Muy alto |
| >280 | 9 | Muy alto | >3600 | 9 | Muy alto |

| N total (%) | Significado |
|--------------------|--------------------|
| >0,5 | Muy alto |
| 0,5-0,3 | Alto |
| 0,3-0,2 | Mediano |
| 0,2-0,05 | Bajo |
| <0,05 | Muy bajo |

En base a la fertilidad de los suelos se pueden diferenciar claramente los pastos de montaña con respecto a los prados, especialmente en el nivel de fósforo y en menor medida del potasio, así como el valor de pH. A su vez, dentro de los prados de siega se diferencian las dos parcelas más próximas a las instalaciones de la explotación (explotación 0 y 1), con lo que implica de comodidad en la utilización de maquinaria y por lo tanto un aprovechamiento más intensivo de las parcelas, con respecto al prado más alejado y también con una mayor pendiente (La espina) (Tabla 3).

El contenido de nitrógeno es muy alto en todas las parcelas muestreadas. Esto posiblemente esté relacionado con un contenido de materia orgánica elevado, de manera que ese nitrógeno total no está totalmente disponible por la planta ya que no se encuentra mineralizado.

En base al resultado del análisis de la parcela se utiliza el programa ADILUR para hacer la recomendación de abonado se desprende que el nivel de fósforo y potasio es excesivo en las 3 parcelas correspondientes a prados, exceptuando el nivel de potasio en la parcela de La espina, que es alto. Esto se traduce en una recomendación de no aplicar ningún tipo de aporte, ni orgánico ni mineral, de estos nutrientes.

Con respecto al nitrógeno, es conveniente un aporte puntual en el momento de máximo aprovechamiento por la planta, antes del corte de primavera, que pueda favorecer la producción de hierba y la extracción de N, P y K, lo que contribuirá a disminuir el valor de estos niveles en suelo.

Por otro lado, los valores obtenidos de las parcelas de prados de siega durante el año 2002, muestran valores altos de K mientras que los valores de P son más variable y se clasifican entre muy bajos y muy altos. En estas muestras los valores de pH rondan

entre 7,31-7,99 y los valores de N entre 0,27-0,65 lo que suponen un valores clasificados entre mediano y muy altos.

En general, las parcelas más cercanas a las explotaciones ganaderas y con mayor accesibilidad son aquellas que muestran los valores más altos de fertilidad.

Considerando la recomendación de fertilización para los prados de siega (Tabla 29) solamente un parcela (la número 4) necesita un aplicación de P durante el primer y segundo año y la parcela número 41 una aplicación de P y K para el segundo año. Se recomienda también para la parcela 22 un aplicación de K para el segundo año. Para el resto se recomienda exclusivamente una dosis de mantenimiento tanto de P y K.

Es decir, en general, al igual que ocurría en los prados de siega durante los muestreos del año anterior, para las muestras tomadas durante el año 2002 se recomienda no aplicar aportes de P y K durante el primer y segundo año, por la presencia de un exceso de nutrientes en el suelo.

3.2.3. Manejo y fertilidad de los cultivos de cereal

En la zona central de Álava, denominada la llanada Alavesa, dominan los cultivos de cereal, patata y remolacha.

Entre los cultivos actualmente domina el cereal. Es decir, el aspecto pasa por tierras desnudas, labradas a principios del otoño, que con el germinar de los cereales adquiere un tierno color verde, que en la primavera temprana se confunde casi con el de los prados próximos. Llegado el verano, los campos presentan un color amarillento que tras la siega se mantiene en las rastrojeras hasta la llegada del otoño, momento en el que el ciclo empieza de nuevo.

El manejo habitual y convencional de estos cultivos suponen el volteo y arado de la tierra además de una siembra (que en el caso concreto del trigo suele ser de 200 kg semilla/ha). Suele aplicarse un abonado de fondo de origen inorgánico una vez que se realice la siembra y según los casos puede aplicarse uno o dos abonados de cobertera.

La agricultura es la mayor fuente antrópica de NO_3^- en los acuíferos y este el contaminante más común en las aguas superficiales. El nitrato es una forma estable de nitrógeno (N) en ciertas condiciones naturales y forma compuestos que son muy solubles pudiéndose transportar a los acuíferos donde deriva a compuestos de N provocando una extensa eutrofización de las aguas superficiales y la degradación de los ecosistemas acuáticos además de problemas tales como la proliferación tóxica de algas, pérdida de oxígeno, peces muertos y pérdida de biodiversidad (Carpenter et al., 1998, citado por Ortuzar, 2003).

La Comisión de la Unión Europea, preocupada por este fenómeno aprobó, con fecha 12 de Diciembre de 1991, la Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos en la agricultura, imponiendo a los estados miembros la obligación de identificar las aguas que se hallen afectadas por la contaminación de nitratos de esta procedencia, y estableciendo criterios para designar como Zonas Vulnerables aquellas superficies territoriales cuyo drenaje da lugar a la contaminación por nitratos. Por ello el Gobierno Vasco dictó mediante el Decreto 390/1998, con fecha 22 de Diciembre las normas para la declaración de Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria y aprobó el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV).

Aunque el PN-Valderejo no se encuentra en zona definida como problemática, es objeto de este estudio detectar posibles impactos negativos de la agricultura en la calidad de los ecosistemas acuáticos.

Los cultivos de cereal se muestrearon durante el año 2002. Las muestras obtenidas en los cultivos de cereal durante el año 2002 muestran valores de pH de en torno a 7,52-8,27 y valores de % N total de entre 0,11-0,59, es decir, valores entre bajos y altos. Por otro lado, los valores más altos de % N total están relacionados con altos valores de P y sobre todo K observados en algunas de las parcelas (Tabla 6).

Tabla 6 Valor de pH, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio de los cultivos de cereal del PN de Valderejo en el año 2002

| Nº parcela | pH | MO % | N% | C/N | P (ppm) | K (ppm) |
|------------|------|------|------|------|---------|---------|
| 3 | 8,11 | 1,83 | 0,14 | 7,57 | 14 | 178 |
| 11 | 7,71 | 9,57 | 0,59 | 9,43 | 77 | 337 |
| 13 | 8,31 | 2,64 | 0,20 | 7,70 | 29 | 204 |
| 15 | 8,38 | 2,35 | 0,16 | 8,56 | 15 | 135 |
| 16 | 7,77 | 4,79 | 0,34 | 8,19 | 52 | 624 |
| 17 | 7,86 | 4,24 | 0,28 | 8,80 | 33 | 241 |
| 18 | 7,52 | 6,56 | 0,49 | 7,78 | 103 | 391 |
| 25 | 7,98 | 2,25 | 0,16 | 8,19 | 25 | 237 |
| 34 | 8,10 | 1,71 | 0,12 | 8,25 | 16 | 211 |
| 35 | 8,20 | 1,33 | 0,09 | 8,56 | 11 | 119 |
| 36 | 8,19 | 1,72 | 0,11 | 9,09 | 14 | 176 |
| 37 | 8,26 | 1,69 | 0,11 | 9,00 | 15 | 204 |
| 38 | 8,27 | 1,63 | 0,11 | 8,64 | 17 | 209 |
| 39 | 8,03 | 1,51 | 0,11 | 8,00 | 10 | 192 |
| 42 | 7,90 | 1,75 | 0,12 | 8,50 | 19 | 191 |
| 44 | 8,02 | 1,64 | 0,12 | 7,92 | 11 | 166 |
| 46 | 8,11 | 1,54 | 0,11 | 8,18 | 13 | 155 |
| 47 | 8,18 | 1,77 | 0,12 | 8,58 | 11 | 155 |

Considerando la recomendación de fertilización para estas parcelas de cultivo de cereal (MAFF, 1994) (Tabla 29), por un lado, ajustando al P se podrán agrupar en tres todas las parcelas. Por un lado, la parcela 35 muestra los valores más bajos de fertilidad y se recomienda un aporte de 95 kg P₂O₅/ha y 115 kg K₂O₅/ha. Las parcelas 11, 16, 18 por el contrario muestran los valores más altos de fertilidad y se recomienda no aplicar ningún aporte. Para el resto de las parcelas, con valores medios de fertilidad, se recomienda entre 70-95 kg P₂O₅ y 90 kg K₂O₅/ha.

3.2.4. Retirada de tierras voluntaria

La reforma de la política agraria común de 1992 (Reglamento (CEE) nº 1765/92, reforma Mac Sharry) modificó completamente el mecanismo de ayudas agrarias en el sector de los cultivos herbáceos. Una de las medidas adoptadas suponía la implantación de la retirada de tierras obligatoria. La retirada de tierras tiene cuatro objetivos específicos: contribuir a equilibrar los mercados reduciendo la producción excidentaria, fomentar los cultivos para usos no alimentarios, preservar la calidad del medio ambiente, y ayudar a evitar la desaparición de los pequeños agricultores.

En algunos de los países miembros (aunque no en España) la legislación nacional ha integrado correctamente la protección del suelo de las tierras retiradas obligando a mantener una cobertura vegetal para impedir la erosión y la lixiviación así como limitando o prohibiendo el empleo de plaguicidas y fertilizantes. La cobertura vegetal es determinante para limitar la erosión y la lixiviación puede reducir y veinte veces la concentración de nitratos en suelo. Si las parcelas retiradas se encuentran en las márgenes de un río, en determinadas condiciones la cobertura vegetal puede reducir la lixiviación el río del nitrato y de muchos otros productos de tratamiento en proporciones considerables. La siembra de algunas plantas puede mejorar considerablemente la tierra

aportándole materia orgánica y se ha comprobado también que cuando se vuelve a cultivar una parcela que ha estado en retirada de tierras, se suele conseguir un rendimiento mayor del que se obtiene si se cultiva ininterrumpidamente.

La retirada de tierras, especialmente la de larga duración, tiene un gran interés para la biodiversidad vegetal y animal.

De las parcelas consideradas en este estudio 3 de ellas se clasifican como terrenos de retiradas de tierras voluntarias. Los valores de fertilidad obtenidos en estos suelos son los que se muestran a continuación (Tabla 7).

Tabla 7. Valor de pH, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio de los cultivos de cereal del PN de Valderejo en el año 2002

| Nº parcela | pH | MO % | N% | C/N | P (ppm) | K (ppm) |
|------------|------|------|------|------|---------|---------|
| 33 | 8,10 | 1,81 | 0,14 | 7,50 | 20 | 218 |
| 43 | 8,12 | 2,34 | 0,15 | 9,07 | 10 | 171 |
| 45 | 8,07 | 1,46 | 0,12 | 7,08 | 23 | 164 |

3.2.5. Efectos del uso de diferentes fertilizantes en las praderas de siega

Como se ha comentado anteriormente, la práctica habitual de la aplicación de subproductos ganaderos se basa en la aplicación de estiércol de ganado equino de las propias explotaciones y también solamente en la explotación de Lahoz se aplica gallinaza traída del exterior de esta explotación.

Con el fin de observar diferencias a nivel de fertilidad del suelo entre aquellas parcelas manejadas con estiércol de origen caballar y gallinaza se compararon las muestras de suelo obtenidas. En estas muestras de suelo analizadas sólo se observó un efecto significativo a nivel de P según el tipo de subproducto (estiércol caballar o gallinaza) utilizado y se observaron concentraciones de P significativamente más altas en suelos en los que se aplicó gallinaza (Tabla 8).

Tabla 8. Valores medios ($\bar{X} \pm EE$) y número total de muestras (N) para los parámetros químicos con relación al tipo de fertilizante aplicado (purín caballar o gallinaza)

| | Purín caballar | Gallinaza |
|------------------|---------------------|---------------------|
| | N | 4 |
| pH | 7,70 \pm 0,027 | 7,68 \pm 0,055 |
| % MO | 6,27 \pm 0,289 | 7,55 \pm 0,751 |
| % N total | 0,40 \pm 0,492 | 0,40 \pm 0,048 |
| C/N | 9,22 \pm 0,184 | 8,93 \pm 0,251 |
| P (ppm) | 73,03 \pm 5,833 | 107,69 \pm 14,523 |
| K (ppm) | 409,25 \pm 23,221 | 461,50 \pm 40,687 |

3.2.6. Efectos del manejo en las características edáficas (prados de siega, cereal, retirada de tierras)

Considerando las diferencias en los usos del suelo, se observaron diferencias significativas entre los valores de todos los parámetros analizados. El pH fue más bajo en las praderas de siega, al contrario de lo que ocurría con los demás parámetros analizados que mostraron valores más altos en las praderas y no se observaron

diferencias entre cultivos de cereal y campos de retirada de tierras. Hay que reseñar que las praderas de siega suponen una extensión más importante que las tierras de cultivo y que además la fertilidad en los suelos de éstas muestra valores de nutrientes más alto.

Tabla 9. Valores medios ($X \pm EE$) y Número total de muestras (N) para los parámetros químicos en relación al tipo uso del suelo (Retirada de tierras, cereal y prados de siega). Diferentes letras representan diferencias significativas ($p < 0,05$).

| | Retirada de tierras | | Cereal | Prados de siega |
|------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | N | 3 | 18 | 32 |
| pH | | 8,10 \pm 0,015 a | 8,05 \pm 0,054 a | 7,70 \pm 0,024 b |
| % MO | | 1,87 \pm 0,256 a | 2,81 \pm 0,516 a | 6,43 \pm 0,276 b |
| % N total | | 0,14 \pm 0,009 a | 0,19 \pm 0,034 a | 0,41 \pm 0,019 b |
| C/N | | 7,88 \pm 0,606 a | 8,37 \pm 0,119 a | 9,18 \pm 0,164 b |
| P (ppm) | | 17,54 \pm 3,868 a | 26,82 \pm 6,025 a | 77,36 \pm 5,720 b |
| K (ppm) | | 184,33 \pm 16,95 a | 229,17 \pm 28,017 a | 415,78 \pm 20,990 b |

3.3. Aspectos ganaderos

3.3.1. Manejo animal

El manejo del ganado en las explotaciones, las cuatro existentes, en el PN-Valderejo es similar, distinguiéndose dos períodos que se podrían denominar de pastoreo y de invernada. El primero corresponde a los meses de primavera a otoño (abril-octubre) en el que el conjunto de la cabaña utiliza parte o la totalidad de los pastos y siega de las propias explotaciones, además de los pastos naturales, arbolados y pastos de monte. Estos son de carácter comunal y su utilización es libre para las ganaderías censadas de la zona. Destacar que en el uso de los mismos existe una clara distinción, de forma que la explotación localizada en La Hoz, utiliza principalmente los situados en la parte noroeste del parque, Sierra de Anderejo, Hoyo de Lerón, San Lorenzo y áreas próximas, mientras que el ganado de las de Lalastra pastorea fundamentalmente las situadas al noreste, que corresponde a La Carrascosa y Campos de Padilla, así como las zonas limítrofes de estas y situadas entre ellas y el propio asentamiento de Lalastra (Figura 2). El resto del año, coincidiendo con los meses de invierno, los animales se encuentran estabulados en las instalaciones de las explotaciones. En este período la alimentación se basa en los forrajes obtenidos, heno, en los campos de siega y paja, de origen propio o adquirida.

La utilización de piensos compuestos es muy limitada, reservándose para los animales con mayores necesidades. Concretamente en la finalización de corderos, finales de primavera, y para los terneros, como complemento a la lactación. También puede haber alguna suplementación de animales, equino, en el período invernal.

La cabaña de las explotaciones permanece constante a lo largo del año, salvo en el caso de la explotación de La Hoz, la cual se incrementa entre abril y noviembre, con la incorporación de unas 80 vacas, con sus terneros, que utilizan los pastos de la propia explotación y los comunales antes indicados. Los terneros de estos animales se destetan a en este período para salir en otoño con destino a cebaderos.

El objetivo de esta incorporación es utilizar el pasto excedente favoreciendo el crecimiento de los terneros y la recuperación de reservas de las vacas madres.

3.3.2. Balance de nutrientes en las explotaciones del PN-Valderejo

En la parte animal del trabajo desarrollado en el Parque Natural de Valderejo (PN-V), se ha realizado una aproximación a los sistemas de evaluación de entradas y salidas de nutrientes de las mismas, balance de nutrientes, a lo largo de la campaña ganadera 2003-2004. Para ello en las cuatro explotaciones existentes se han valoraron las entradas y salidas de N y P, a partir de los productos y animales introducidos y los exportados en forma de ventas o traslados a lo largo de un año completo. De forma mensual se realizaba una encuesta a las cuatro explotaciones asentadas en el PN-V, en las que se determinaban las cantidades de los distintos insumos (abonos, alimentos y ganado) y productos (cereales, ganado, estiércoles, ...) que se habían introducido y exportado, respectivamente en cada una de ellas. Estas explotaciones se denominarán Explotación 1 a 4.

En aquellos productos de los que por medio de los distribuidores se conocía su composición en los elementos objeto del estudio, se recogía. Tanto de los cereales como de los animales el contenido en N y P se han tomado de la abundante bibliografía disponible. Para la composición de los cereales y el resto de alimentos simples que se utilizan en las explotaciones se han considerado los datos proporcionados por FEDNA

(www.etsia.upm.es/fedna/mainpageok.htm). En la evaluación del N y P exportados o incorporados a las distintas explotaciones por la venta o adquisición de animales, se han considerado las composiciones, para animales de distinta especie y edad, consideradas por el NRC (1981). En el caso del P se ha trabajado en forma de P₂O₅, forma habitual para evaluar las necesidades o aportes de este elemento como abono. En la transformación a P₂O₅ se ha multiplicado el contenido en P por un factor de 2,29.

En la Tabla 10 se resumen los datos de entradas y salidas de N en las distintas explotaciones asentadas en el PN-V.

Tabla 10. Productos (kg) incorporados o exportados a las explotaciones del Parque Natural de Valderejo y cantidades de Nitrógeno (N) introducidos o exportados con ellos.

| | <i>Explotación 1</i> | | <i>Explotación 2</i> | | <i>Explotación 3</i> | | <i>Explotación 4</i> | |
|--|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| | Peso | kg N | Peso | kg N | Peso | kg N | Peso | kg N |
| Insumos | | 36241 | | 2726 | | 2616 | | 5156 |
| Alimentos | 135563 | 2990 | 3065 | 65,9 | 5000 | 91,2 | 16541 | 385,9 |
| Forrajes y Pajas | 651394 | 3648 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abonos y Estiércoles | 626261 | 28354 | 14000 | 2660 | 13500 | 2525 | 27240 | 4771 |
| Animales | 54600 | 1249 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Productos | | 2176 | | 512 | | 439 | | 2038 |
| Alimentos | 0 | 0 | 19826 | 438 | 18005 | 361 | 95170 | 1928 |
| Forrajes y Pajas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abonos y Estiércoles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Animales | 91100 | 2176 | 2838 | 75 | 684 | 77 | 548 | 110 |
| <i>N incorporado a los productos (%)</i> | | 6,0 | | 18,8 | | 16,7 | | 39,5 |
| <i>N no extraído del sistema (%)</i> | | 94,0 | | 81,2 | | 83,3 | | 60,5 |

Como se desprende de los datos de esta tabla, las incorporaciones de N al sistema son mucho más elevadas que las exportaciones. En el conjunto de las cuatro explotaciones se incorpora un total de 46.740 kg de N al sistema de PN-Valderejo, mientras que las exportaciones del mismo en los productos agro-ganaderos que salen de las explotaciones es de 5.163 kg, lo que equivale al 11,0% de las importaciones.

La mayoría del nitrógeno que entra en el sistema (82%) se incorpora a través de los abonos, lo igualmente se describe en otros sistemas ganaderos [Van Bruchem, 1974 #42]. Sin embargo, este balance global es el resultante del existente en las distintas explotaciones, el cual es muy diverso, y entre el 6% en la Explotación 1 y el 39,5% de la Explotación 4. La incidencia de la Explotación 1 es destacable, no solo por la escasa eficiencia en la utilización del N que resulta del balance realizado, también por su contribución las entradas totales de N al conjunto del PN-Valderejo. El 83% del N incorporado es debido a las actuaciones de esta explotación, la cual, sin embargo, contribuye exclusivamente al 42% de las exportaciones que se realizan en el conjunto del Parque. Por lo que respecta a esta explotación, la mayoría de las entradas de N se realizan a través de abonos orgánicos, con un %.

En la Tabla 11, se resumen las entradas y salidas de P en las explotaciones del PN-Valderejo. Como se desprende de la información aportada en la misma, la tendencia es similar a la observada para el N, si bien los rendimientos de los insumos son inferiores en el caso del P. El rendimiento del conjunto de P aportado al conjunto del PN-Valderejo por los abonos y alimentos animales importados por las explotaciones del mismo es únicamente del 4%, es decir el 96% de estas entradas permanecen dentro del

sistema o salen del mismo en forma de pérdidas, como la lixiviación, es decir que se pueden considerar como potencialmente contaminantes de las aguas o suelos.

Tabla 11. Cantidades de fósforo, expresadas en kg de P₂O₅, introducidos o exportados en los insumos y producciones exportadas por las explotaciones del Parque Natural de Valderejo.

| | <i>Explotación 1</i> | <i>Explotación 2</i> | <i>Explotación 3</i> | <i>Explotación 4</i> |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | kg P₂O₅ | kg P₂O₅ | kg P₂O₅ | kg P₂O₅ |
| INSUMOS | <i>61054</i> | <i>1437</i> | <i>1448</i> | <i>2904</i> |
| Alimentos | 1413 | 27 | 38 | 168 |
| Forrajes y Pajas | 1044 | 0 | 0 | 0 |
| Abonos y Estiércoles | 57745 | 1410 | 1410 | 2736 |
| Animales | 852 | 0 | 0 | 0 |
| Productos | <i>1440</i> | <i>213</i> | <i>195</i> | <i>857</i> |
| Alimentos | 0 | 168 | 148 | 787 |
| Forrajes y Pajas | 0 | | 0 | 0 |
| Abonos y Estiércoles | 0 | | 0 | 0 |
| S Animales | 1440 | 45 | 47 | 71 |
| P incorporado a los productos (%) | <i>2,4</i> | <i>11,7</i> | <i>13,5</i> | <i>29,5</i> |
| P no extraído del sistema (%) | <i>97,6</i> | <i>88,3</i> | <i>86,5</i> | <i>70,5</i> |

Las diferencias entre explotaciones, respecto a la eficiencia en la utilización de P, presentan un patrón similar al observado en el N: con marcadas diferencias entre ellas, valores máximos en la Explotación 4 y mínimos en la 1. Esta última, al igual que en el caso del N, es la que introduce la mayor parte del P en el sistema de Valderejo, vehiculado a través de abonos orgánicos.

3.4. Aspectos ecológicos

Una vez delimitada la zona de estudio, y de contemplar las actuaciones agronómicas que suponen una entrada de nutrientes al sistema, se trata de analizar los distintos aspectos del medio que permitan detectar la calidad medioambiental de la red fluvial frente al aprovechamiento ganadero.

Se trabaja con el mapa de vulnerabilidad de contaminación de acuíferos como resumen de los distintos aspectos del medio físico. Para ello se utiliza la base de información geográfica del Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco (GESPLAN; 1999). La información básica en la que se apoya este mapa es: cartografía del material geológico, síntesis hidrogeográfica y topografía de las cuencas. Se definen distintas categorías en base a factores como la permeabilidad de los materiales, existencia de acuíferos subterráneos y áreas vertientes de recarga de acuíferos subterráneos.

A partir del mapa geológico se ha derivado un mapa litológico (Figura 5) y a partir de éste el mapa de permeabilidad (Figura 6).

En la obtención de mapas de zonas de recarga de acuíferos se entienden como zonas de recarga de acuíferos tanto las zonas de recarga “sensu strictu” como las áreas vertientes a dichas zonas (zonas de recarga a través de escorrentía superficial y subsuperficial). Para la elaboración de este mapa se ha utilizado la cartografía topográfica donde se delimitan las zonas de recarga en función de la pendiente del terreno y de la distancia al acuífero.

El mapa de vulnerabilidad se obtiene a partir de la superposición de los mapas anteriormente descritos. El resultado de todo este proceso se recoge en la Figura 7.

Como se puede observar en el mapa de vulnerabilidad de acuíferos, la práctica totalidad del parque tiene una vulnerabilidad alta o muy alta de contaminación de acuíferos, salvo una estrecha franja situada en su parte más occidental.

En particular los prados de siega objeto de este estudio, a pesar de situarse en una zona de permeabilidad baja por fisuración (Figura 6), se sitúan sobre un material de alternancia de margocalizas, margas calizas y calcarenitas (Figura. 5) que determina que sea una zona de conducción del agua hacia el acuífero debido a la alternancia de materiales permeables e impermeables. Esto unido a la proximidad del acuífero hace que la zona se considere de alta vulnerabilidad.

Sin embargo, estas zonas de recarga conducen el agua a acuíferos con distintas direcciones de los flujos. En la parte norte de la cuenca del Purón la dirección de flujo la desplaza fuera del área de estudio (ver Figura 8 extraída del trabajo “Análisis ambiental y propuestas de gestión del PN-Valderejo (Álava)”. I Curso de Postgrado: Análisis y Recuperación Ambiental (UPV/EHU)) mientras que en la parte sur de la cuenca hay aportes directos al río al sur de Ribera (después de la estación de control de la Red de calidad de las aguas y estado medioambiental de los ríos de la CAPV). Por todo ello, las posibles sustancias contaminantes generadas en estas zonas que pudieran ser arrastradas por el agua en gran medida pasan al acuífero subterráneo, además de llegar a la red hidrológica superficial.

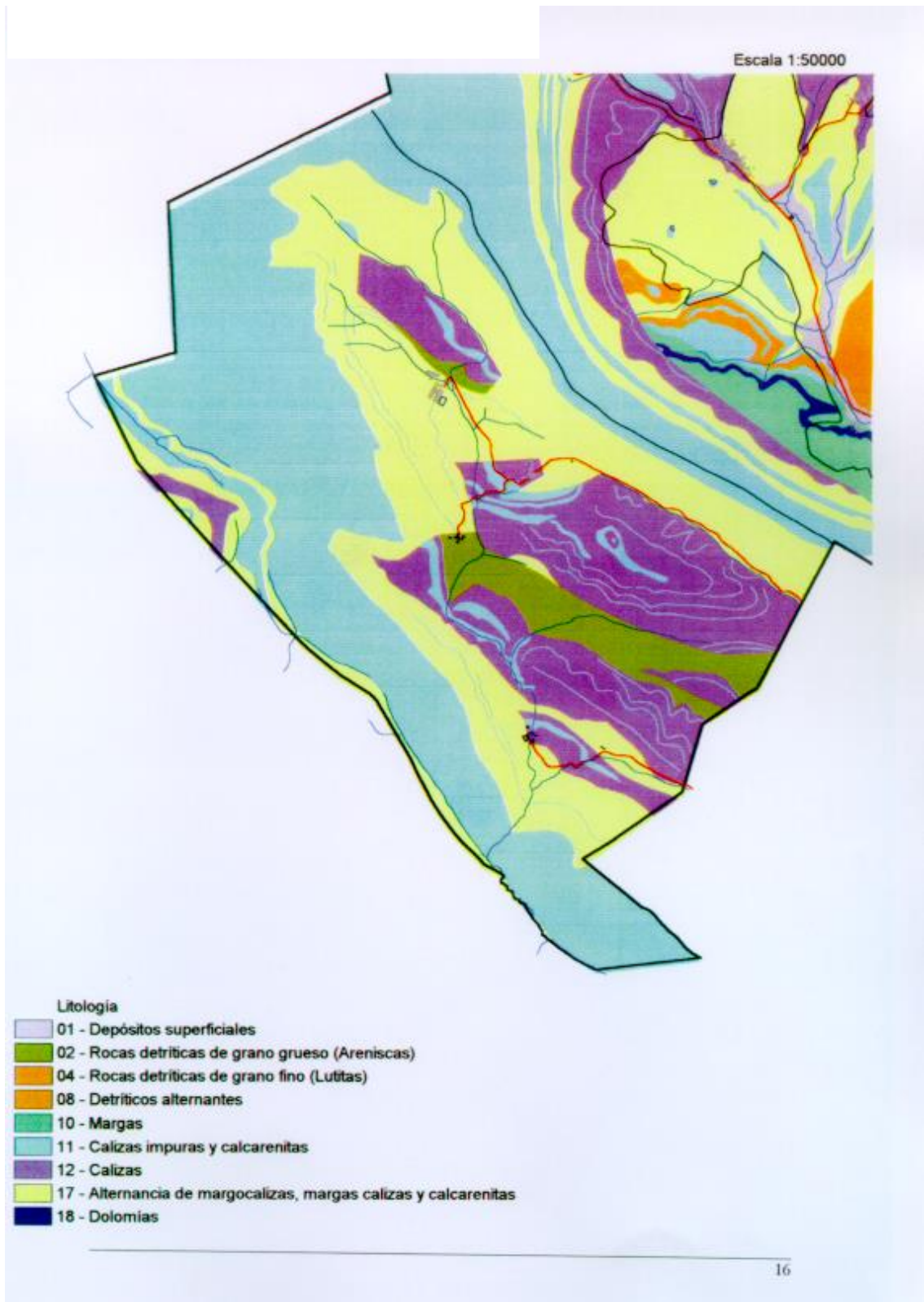


Figura 5. Mapa litológico del PN-Valderejo

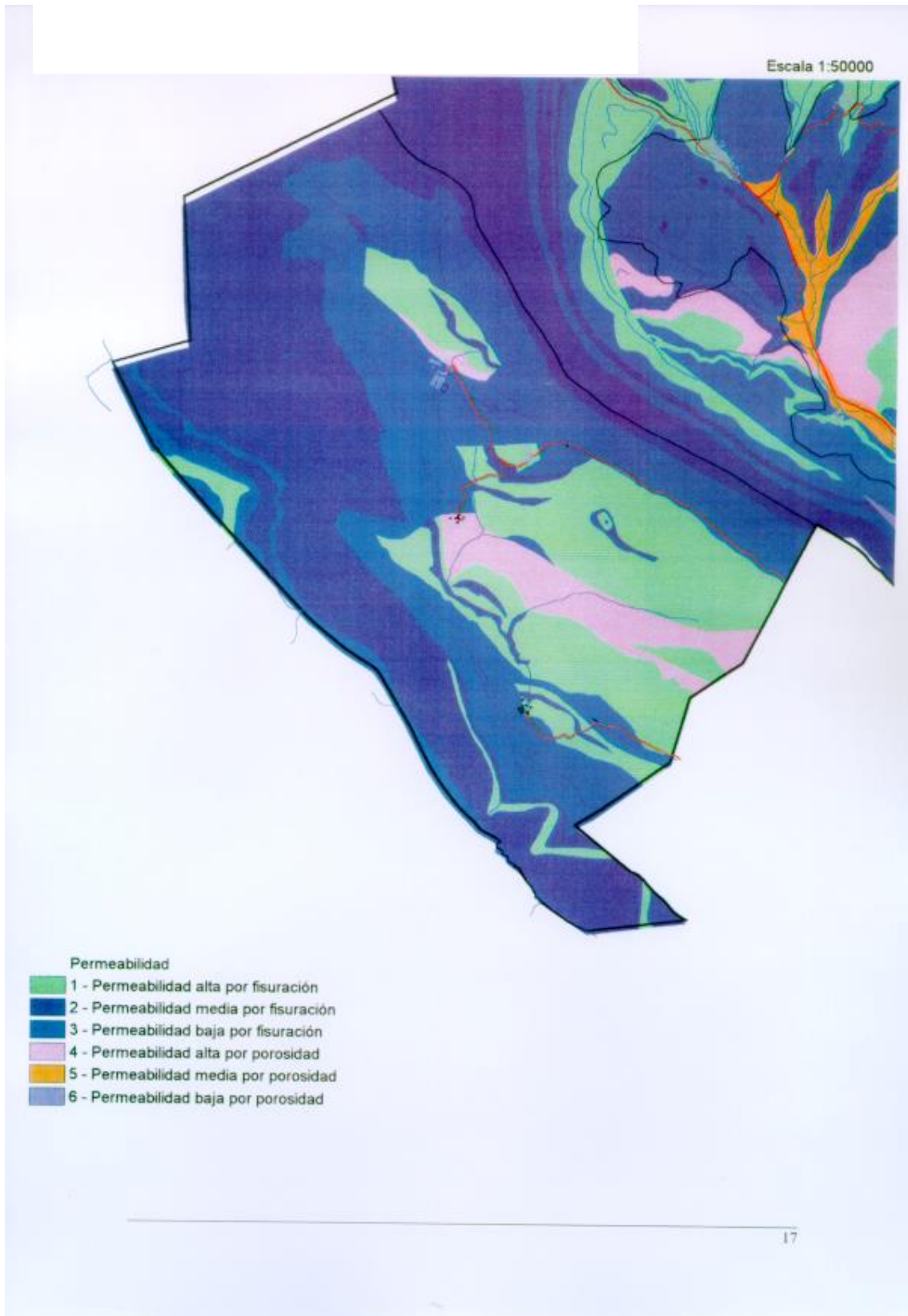


Figura 6. Mapa de permeabilidad del terreno del PN-Valderejo

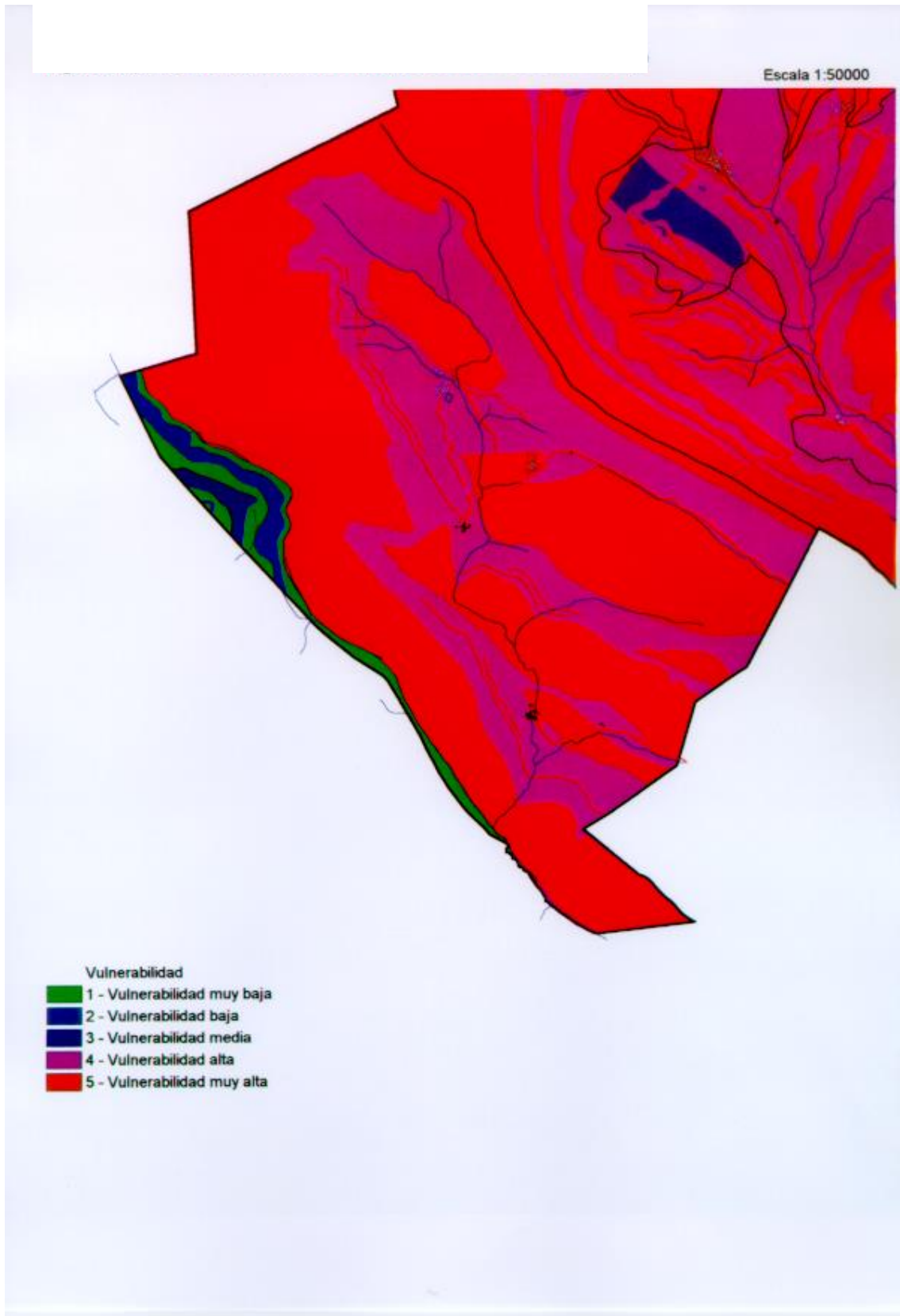


Figura 7. Mapa de vulnerabilidad de acuíferos del PN-Valderejo

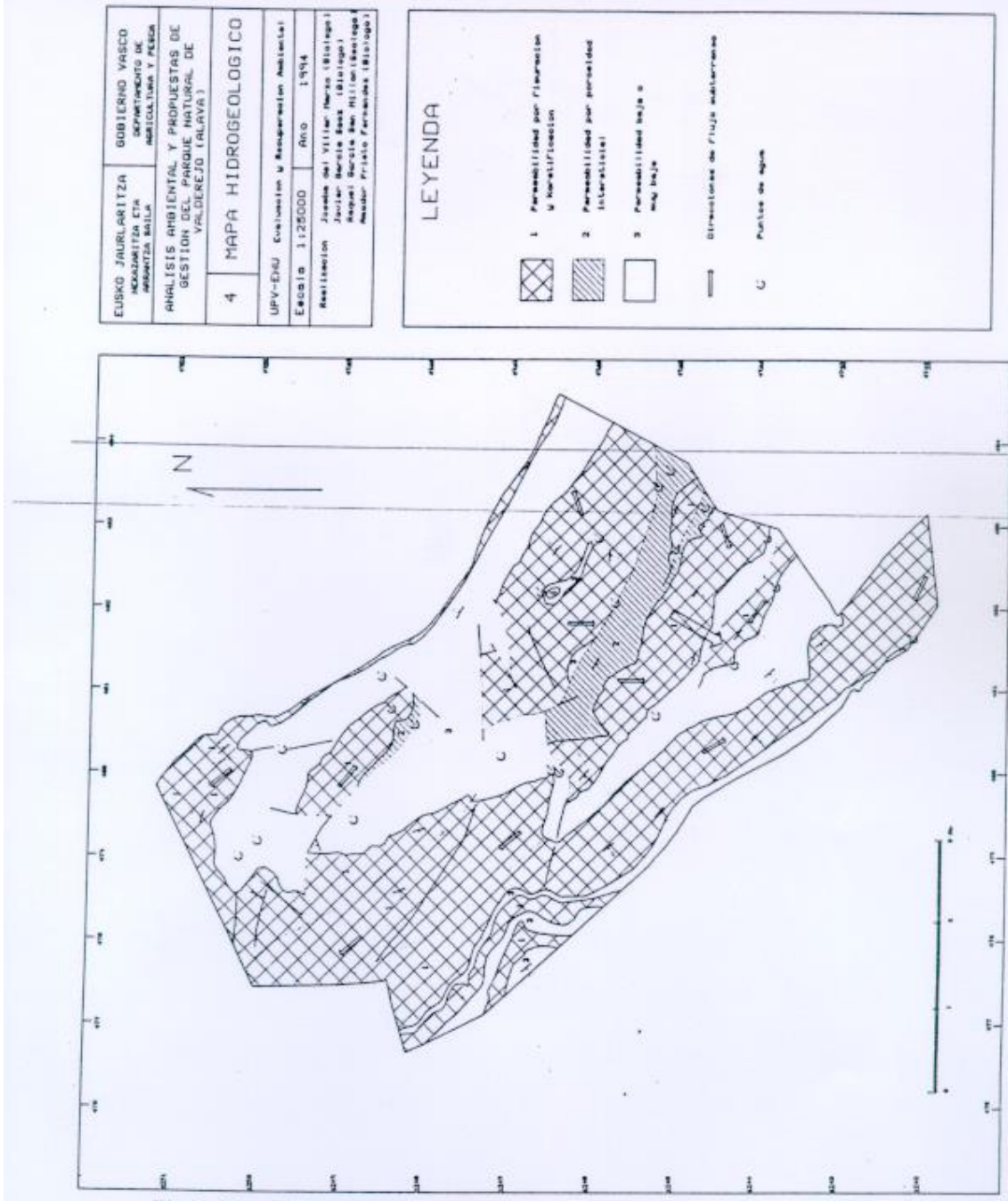


Figura 8. Mapa hidrogeológico el PN-Valderejo

3.5. Calidad de las aguas de la cuenca del río Purón

En este apartado se aborda con la información obtenida de la recopilación de los datos de la Red de vigilancia de la calidad de aguas y estado medioambiental de los ríos de la CAPV. Río Purón del Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2001, y en la que a su vez se dan dos niveles de información: uno general, con el diagnóstico global de toda la cuenca del río Puro (Apartado 3.5.1. Caracterización hidrobiológica del río Puro) y otro, más detallado, de una estación concreta de la cuenca, la estación de Ribera (apartado 3.5.2. Calidad de las aguas en la estación de Ribera) donde se disponen de una serie de datos correspondientes a un año, octubre 2000-octubre 2001.

Se completa la información existente con dos muestreos de las aguas del río Puro en la zona alta de la cuenca ya que es la zona donde se da una mayor concentración de prados de siega, áreas que se consideran de interés en la detección de posibles problemas de contaminación por la actividad ganadera (apartado 3.5.3. Datos de la calidad del agua del río Puro a su paso por el PN-Valderejo).

Se continuó con la recopilación de datos y se realizaron durante el año 2002 varios muestreos para analizar de una manera más exhaustiva la calidad del agua (calidad química y bacteriológica).

La información que se desprenda en cada apartado hay que entenderla en su contexto, no obstante se tratará de comprender el manejo de la cabaña ganadera en relación a la calidad de las aguas utilizando conjuntamente todos los datos disponibles hasta el momento.

3.5.1. Caracterización hidrobiológica del río Purón

Apartado recogido íntegramente de la Red de Vigilancia de la calidad de las aguas y del estado ambiental de los ríos de la Comunidad Autónoma Vasca. Río Purón del Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2001 (ANEXO 1).

En esta caracterización hidrobiológica del río Purón se destaca la contaminación orgánica media (C2) en el tramo de cabecera del río Purón, zona de prados de siega y pastoreo con una concentración de amonio (NH_4 mg/l) de 0,271 frente a valores de 0,025, 0,032 y 0,021 en los tramos medios e inferiores de la cuenca.

Estos datos (corresponden a septiembre de 2000) destacan la contaminación orgánica en la cabecera del río pero no el resto de la cuenca lo que localiza el problema de contaminación a lo largo de una longitud de 3.200 m de río frente a los 6.700 m restantes. Aunque hay que comentar que de estos 6.700 m los primeros 1.600 m no se detecta problema porque no hay caudal.

3.5.2. Calidad de las aguas en la estación de Ribera

La Tabla 12 recoge los datos del análisis de las aguas que corresponden a la estación de Ribera, la única estación que dispone la Red de Vigilancia de la calidad de las aguas, y del estado ambiental de los ríos de la Comunidad Autónoma Vasca en el río Purón (código de identificación de la red OMP-080).

Los datos que se disponen abarcan el periodo desde el 9/10/2000 hasta el 1/10/2001, con un número total de muestreos de nueve, correspondientes a las fechas: 9/10/00, 26/10/00, 14/12/00, 2/05/01, 6/05/01, 5/06/01, 7/06/01, 11/07/01 y 1/10/01.

En la misma tabla se hace una valoración de la calidad de las aguas utilizando distintos índices y clasificaciones. Estos son: Directiva 75/440/CEE de abastecimiento, Directiva 78/659/CEE de Vida piscícola, Categoría ICG, Calificación PRATI: Directiva 75/440/CEE de abastecimiento, 78/659/CEE de vida piscícola (ANEXO 2). Al mismo tiempo, para poder entender el diagnóstico que se da se explica brevemente en qué consiste cada valoración y las clasificaciones que se definen.

En esta Tabla 12 se marcan en color azul aquellos parámetros que en base a la Directiva 75/440/CEE de abastecimiento puedan tener alguna consecuencia en la calidad de las aguas y en color verde según la Directiva 78/659/CEE de vida piscícola. Estos parámetros son:

Directiva 75/440/CEE de abastecimiento:

Coliformes fecales (ufc/100 ml)

Coliformes totales (ufc/100 ml)

Directiva 78/659/CEE de vida piscícola:

Oxígeno (mg/l)

Nitritos (mg/l)

En lo relativo a la clasificación como aguas de abastecimiento, las aguas del Purón quedan dentro del tipo A3 durante la mayor parte del año, por la presencia de microorganismos patógenos. Sin embargo, durante el otoño que entra dentro del periodo de muestreo las aguas pierden calidad de acuerdo con esta directiva pasando a ser del tipo A4 (no aptas para abastecimiento), y esto es debido a que los parámetros que miden la presencia de microorganismos patógenos, en particular los Coliformes totales se disparan en esta época (ver Figura.9a, 9b).

En cuanto al contenido de amonio las aguas de río Purón quedan en rangos próximos al tipo A1 alejándose especialmente en el muestreo correspondiente al 9 de octubre de 2000 (Figura. 9c).

Ambos parámetros: coliformes totales y fecales y amonio, son indicadores de una contaminación de origen orgánico, posiblemente por las fechas en las que se detectan estos valores elevados (octubre 2000) sean debidos al abonado de fondo de los prados de siega con estiércol.

En cuanto a la vida piscícola, las aguas quedan clasificadas dentro de la clase C (ciprinícolas) en la mayor parte de los muestreos realizados. Esto se debe fundamentalmente a dos parámetros. En primer lugar al oxígeno disuelto que salvo en una ocasión no llega nunca a los niveles requeridos para la clase S (salmonícolas). No obstante parece que este parámetro no es una referencia muy válida para los ríos de la CAPV (ANEXO 3. Red de Vigilancia de la calidad de las aguas y estado medioambiental de los ríos de la CAPV). Destacan dos momentos de máximo (9,4 mg/l) en el muestreo correspondiente al 5 de junio de 2001 y mínimo valor (7,2 mg/l) en el muestreo del 6 de mayo de 2001. El primero coincide con un caudal elevado 215,4 l/s posiblemente debido a un episodio de lluvias, con lo que eso conlleva de velocidad y turbulencias de las aguas de manera que se consigue una mayor oxigenación. El momento de valor mínimo de oxígeno disuelto en agua coincide con las temperaturas del agua y aire más elevadas, además de un caudal relativamente bajo (16,7 l/s). Por lo demás, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene relativamente constante a lo largo de los momentos de muestreo (Figura. 9d).

El parámetro que hace variar la calidad de las aguas con acuerdo a la directiva de vida piscícola es la concentración de nitritos. Este parámetro si bien se mantiene en valores por debajo del límite para aguas del tipo S durante la mayor parte del año, en ocasiones alcanza picos que hacen descender la calidad de las aguas, llegando incluso a hacer que queden dentro de la clase III (aguas tóxicas) (Figura 9e). En principio este compuesto está asociado a una contaminación orgánica, sin embargo en este caso no se puede explicar su ascenso. Este será un parámetro que seguirá en controles futuros de las aguas del río Purón.

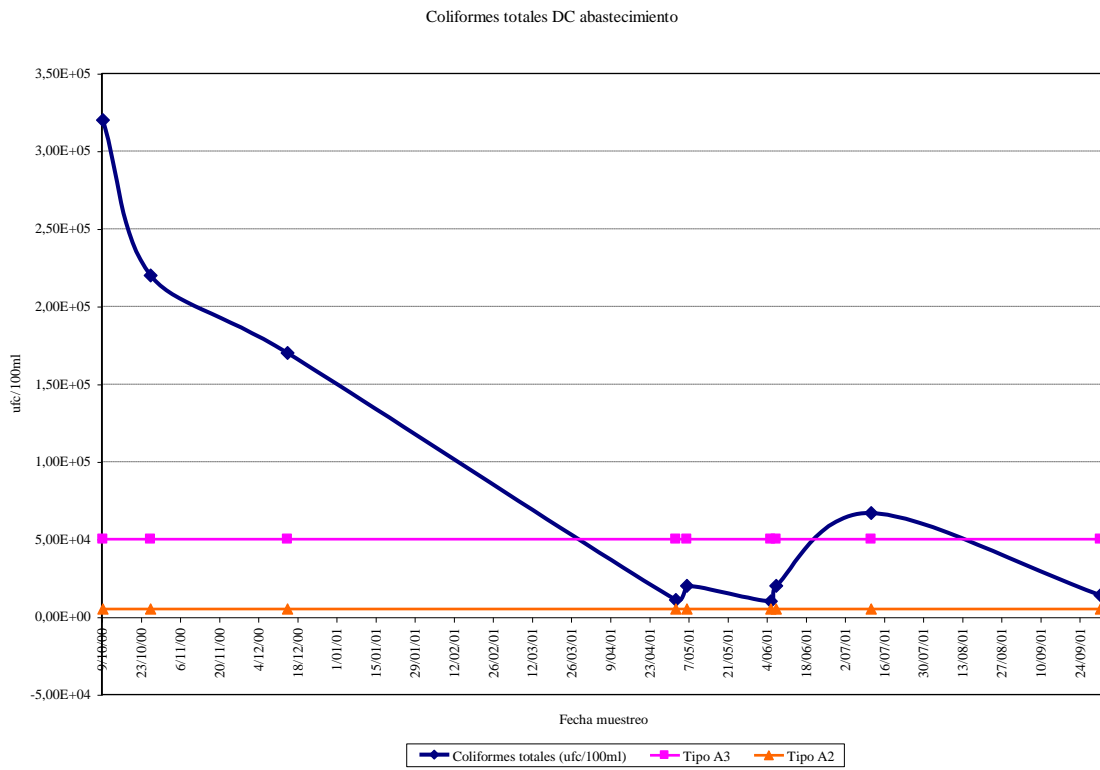
Por otra parte, en la Tabla 12 se observa un cambio de clasificación de las aguas según el ICG (Índice de Calidad General) permaneciendo en todos los muestreos en la categoría “intermedia” a excepción de dos muestreos (6/05/01 y 5/06/01) en los que cae a la categoría “admisible”. Sin embargo, esto no significa una gran pérdida de calidad de las aguas en esos dos momentos de muestreo. El hecho se debe a que el ICG cambia de categoría cuando es igual a 70, pasando de “admisible” cuando $ICG < 70$ a “intermedia” cuando $ICG > 70$ y las aguas del río Purón están continuamente entorno a ese valor, con lo que una ligera pérdida en el ICG provoca el cambio de categoría. A la hora de comparar la calidad del agua en dos momentos dados se debe observar el valor numérico del índice. La variación máxima que se encuentra es de un 10% aproximadamente, lo que viene a indicar un comportamiento regular de la calidad del agua de acuerdo a este índice, si bien es cierto que este índice tiende a agrupar la mayoría de las muestras en un intervalo central de calidad.

Tabla 12. Datos de los análisis de las aguas de la estación de Ribera de la Red de Vigilancia de la calidad de las aguas y del estado medioambiental de los ríos de la CAPV, 2001.

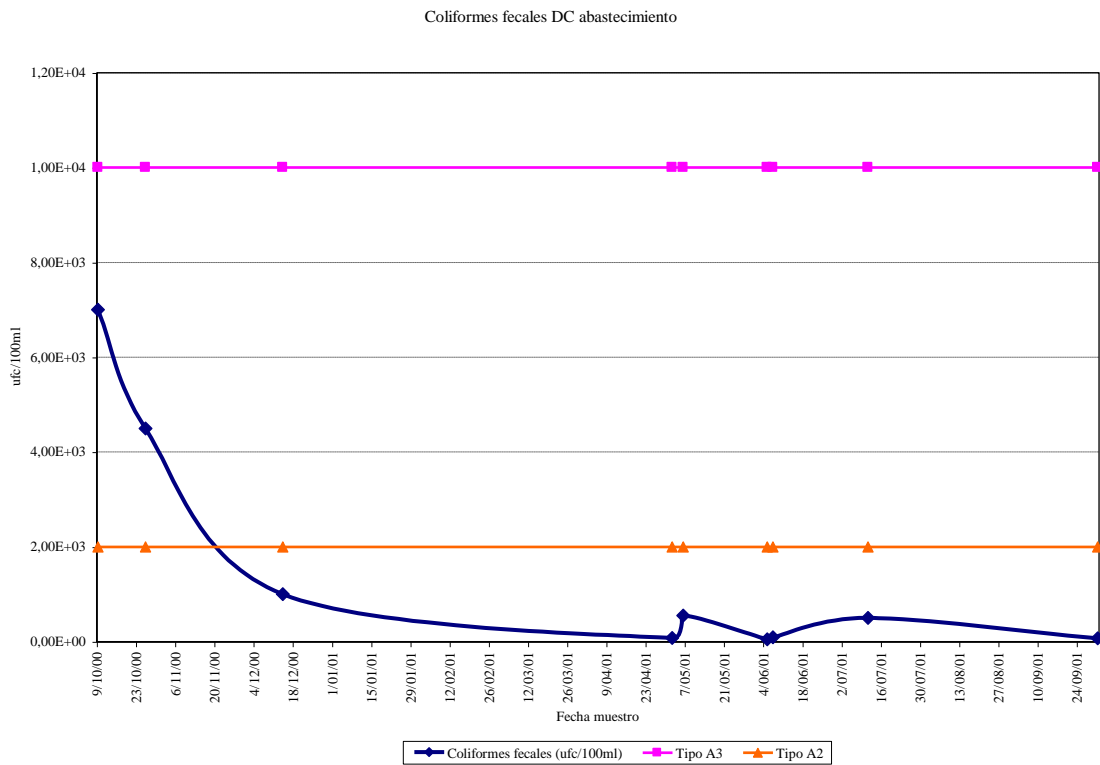
| Parametro/Fecha | 9/10/00 | 26/10/00 | 14/12/00 | 2/05/01 | 6/05/01 | 5/06/01 | 7/06/01 | 11/07/01 | 1/10/01 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Caudal (l/s) | <10 | <10 | 25,4 | <10 | 16,7 | 215,4 | 15,7 | <10 | 37 |
| Iluminancia dentro del bosque de galería (lux) | 43600 | 55200 | 52100 | 8100 | 850 | 154000 | 4000 | 294 | 614 |
| Iluminancia fuera del bosque de galería (lux) | 64200 | 63700 | 59800 | 23800 | 91400 | 192500 | 75000 | 17000 | 28000 |
| Tª agua (°C) | 14 | 13,2 | 10 | 9,8 | 19,2 | 8,3 | 13,9 | 14,6 | 14,9 |
| Tª aire (°C) | 20 | 15,5 | 9,9 | 12,4 | 26 | 8 | 25,7 | 19 | 19 |
| pH | 7,42 | 7,35 | 8,07 | 7,94 | 8,06 | 8,02 | 7,9 | 7,57 | 8,26 |
| Conductividad (us/cm) | 439 | 455 | 415 | 463 | 365 | 415 | 460 | 450 | 430 |
| Turbidez (NTU) | 8 | <1 | 2 | 5 | 4 | 5 | 1 | 4 | 2 |
| O2 (mg/l) | 7,9 | 8,5 | 8,3 | 8,2 | 7,2 | 9,4 | 7,9 | 7,9 | 7,5 |
| O2 % saturación | 77,88 | 82,16 | 75,28 | 74,07 | 78,74 | 82,06 | 77,43 | 78,52 | 74,99 |
| Hidrocarburos | visual | visual | visual | visual | visual | visual | visual | visual | visual |
| Sólidos en suspensión (mg/l) | 7,2 | 1,4 | 3,6 | <1 | 2 | 4,8 | 11,4 | 3 | <1 |
| Alcalinidad (mgCO3Ca/l) | 215,24 | 208,84 | 207,51 | 224,72 | 226,67 | 220,05 | 207,75 | 195,96 | 28,25 |
| Carbonatos (mg/l) | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1,14 | 1,51 | <0,5 | 0,96 | <0,5 | <0,5 |
| Bicarbonatos (mg/l) | 262,25 | 254,51 | 253,17 | 273 | 275 | 268,46 | 252,48 | 238,65 | 34,16 |
| Nitritos (mg/l) | <0,01 | 0,02 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,15 |
| Nitratos (mg/l) | 4,01 | 2,64 | 2,61 | 1,18 | 2,38 | 2,5 | 7,75 | 0,96 | 1,98 |
| Amonio (mg/l) | 0,45 | 0,1 | 0,23 | <0,05 | <0,05 | 0,1 | <0,05 | 0,17 | 0,05 |
| Amoniaco (mg/l) | 0,007 | 0,001 | 0,015 | <0,001 | 0,003 | 0,01 | <0,001 | 0,004 | 0,006 |
| NTK (mg/l) | 0,4 | 0,2 | 0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Nitrógeno total (mg/l) | 1,29 | 0,69 | 0,8 | 0,45 | 0,64 | <0,2 | 1,81 | 0,37 | 0,57 |
| Ortofosfatos (mg/l) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Fósforo total (mg/l) | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Coliformes fecales (ufc/100ml) | 7,00E+03 | 4,50E+03 | 1,00E+03 | 8,00E+01 | 5,50E+02 | 5,00E+01 | 9,00E+01 | 5,00E+02 | 7,00E+01 |
| Coliformes totales | 3,20E+05 | 2,20E+05 | 1,70E+05 | 1,10E+04 | 2,00E+04 | 1,00E+04 | 2,00E+04 | 6,70E+04 | 1,40E+04 |

| (ufc/100ml) | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Parametro/Fecha | 9/10/00 | 26/10/00 | 14/12/00 | 2/05/01 | 6/05/01 | 5/06/01 | 7/06/01 | 11/07/01 | 1/10/01 |
| Estreptococos fecales (ufc/100ml) | 2,70E+02 | 7,00E+01 | 5,00E+01 | 2,10E+01 | 9,60E+01 | 1,10E+01 | 3,00E+01 | 1,10E+02 | 2,60E+02 |
| Hierro (mg/l) | 0,01 | <0,005 | 0,01 | <0,005 | <0,005 | 0,006 | 0,17 | 0,16 | 0,01 |
| Zinc (mg/l) | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,033 | 0,03 | 0,04 | 0,047 |
| Cobre (mg/l) | 0 | 0,01 | 0,008 | 0 | <0,002 | 0,006 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| Mercurio (ug/l) | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Sodio (mg/l) | 5,92 | 8,26 | 11,52 | 29,08 | 20,84 | 21 | 5,77 | 7,22 | 4,04 |
| Potasio (mg/l) | 1,42 | 1,42 | 1,12 | 13,74 | 0,83 | 5,3 | 1 | 0,82 | 0,95 |
| Calcio (mg/l) | 70,98 | 84,62 | 40,71 | 87,92 | 76,23 | 81,27 | 100 | 75,25 | 82,5 |
| Magnesio (mg/l) | 44,63 | 14,28 | 7,96 | 11,86 | 9,36 | 5,81 | 12,4 | 12,62 | 14,9 |
| Dureza (mg/l) | 361,03 | 270,11 | 134,43 | 268,4 | 228,91 | 226,87 | 300,79 | 239,87 | 267,38 |
| Manganeso (ug/l) | <1 | 2,72 | 1,66 | <1 | 1,33 | 1,2 | <1 | 1,8 | 1,25 |
| Aluminio (ug/l) | <2 | 2,34 | 36,51 | 6,21 | <2 | 22 | 3,82 | 4,71 | <2 |
| Cadmio (ug/l) | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Cromo (ug/l) | 8,57 | 8,16 | 2,15 | 1,51 | 2,42 | 1,7 | <1 | <1 | <1 |
| Plomo (ug/l) | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Níquel (ug/l) | <10 | <10 | 12 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluoruros (mg/l) | 1,35 | 0,07 | 0,25 | 0,08 | 0,07 | <0,05 | 0,17 | 0,07 | 0,12 |
| Cloruros (mg/l) | 8,3 | 24,7 | 9,2 | 14,1 | 30,8 | 5,5 | 12,6 | 12,2 | 4,6 |
| Sulfatos (mg/l) | 33,01 | 25,82 | 18,69 | 15,17 | 24,32 | 28 | 23,94 | 23,04 | 21,85 |
| DQO (mg/l) | 4 | 3,6 | 6,3 | 5,5 | 19,5 | 14,3 | 5,5 | 9,9 | 5 |
| DBO5 (mg/l) | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 2,9 | <1 | <1 | <1 |
| COT (mg/l) | 1,9 | 1,6 | 2,74 | 2,5 | 6,3 | 7,02 | 2,5 | 7,58 | 2,92 |
| Cianuros (ug/l) | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Fenoles (ug/l) | 16 | 11 | 16 | 20 | 18 | 11 | <5 | 25 | 5 |
| AOX (ug/l) | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Directiva de abastecimiento | A4 | A4 | A4 | A3 | A3 | A3 | A3 | A4 | A3 |
| Directiva de vida piscícola | II ó C | II ó C | II ó C | II ó C | II ó C | I ó S | II ó C | II ó C | III |
| ICG | 72,64826241 | 73,09968819 | 70,38850286 | 70,13922067 | 68,27172613 | 67,41353374 | 72,52721383 | 70,45413293 | 70,43009979 |
| Categoría ICG | intermedia | intermedia | intermedia | intermedia | admisible | admisible | intermedia | intermedia | intermedia |
| Calificación Prati | excelente | excelente | excelente | excelente | excelente | excelente | excelente | excelente | excelente |
| Prati | 0,685068067 | 0,50962591 | 0,729316257 | 0,539264505 | 0,732988018 | 0,806712609 | 0,762196484 | 0,707726759 | 0,626609012 |

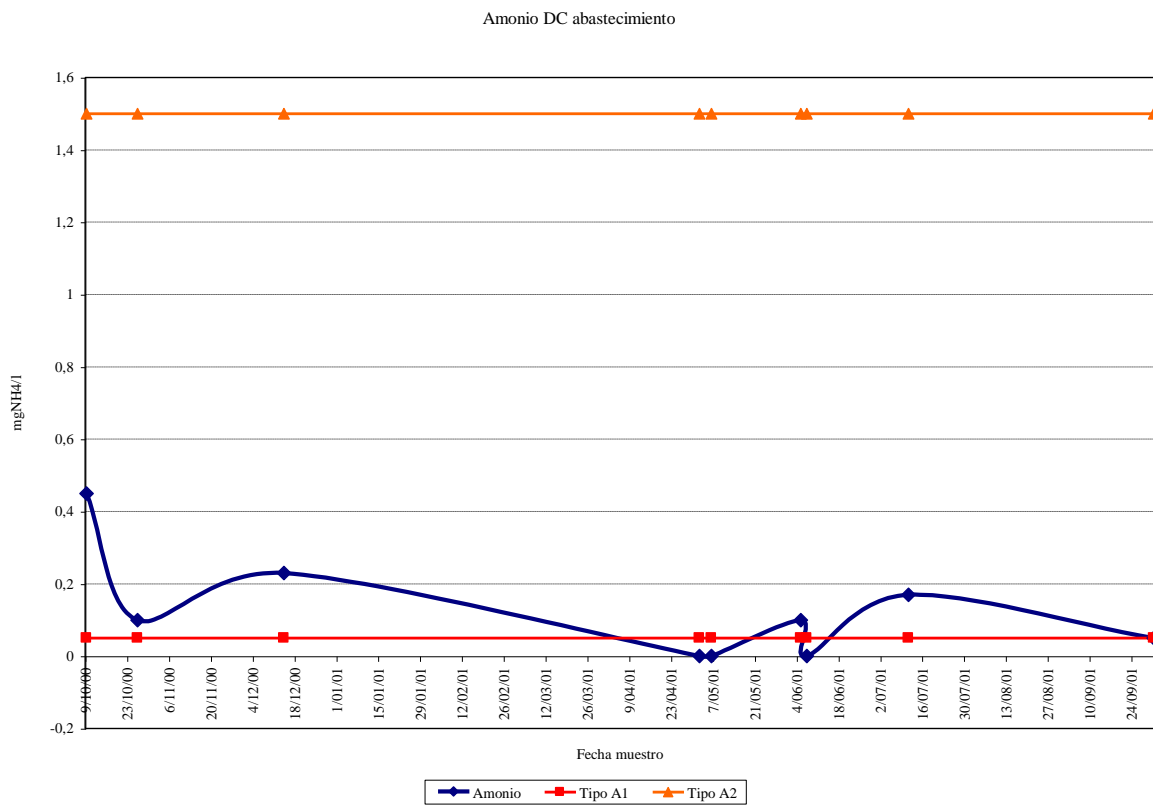
9a)



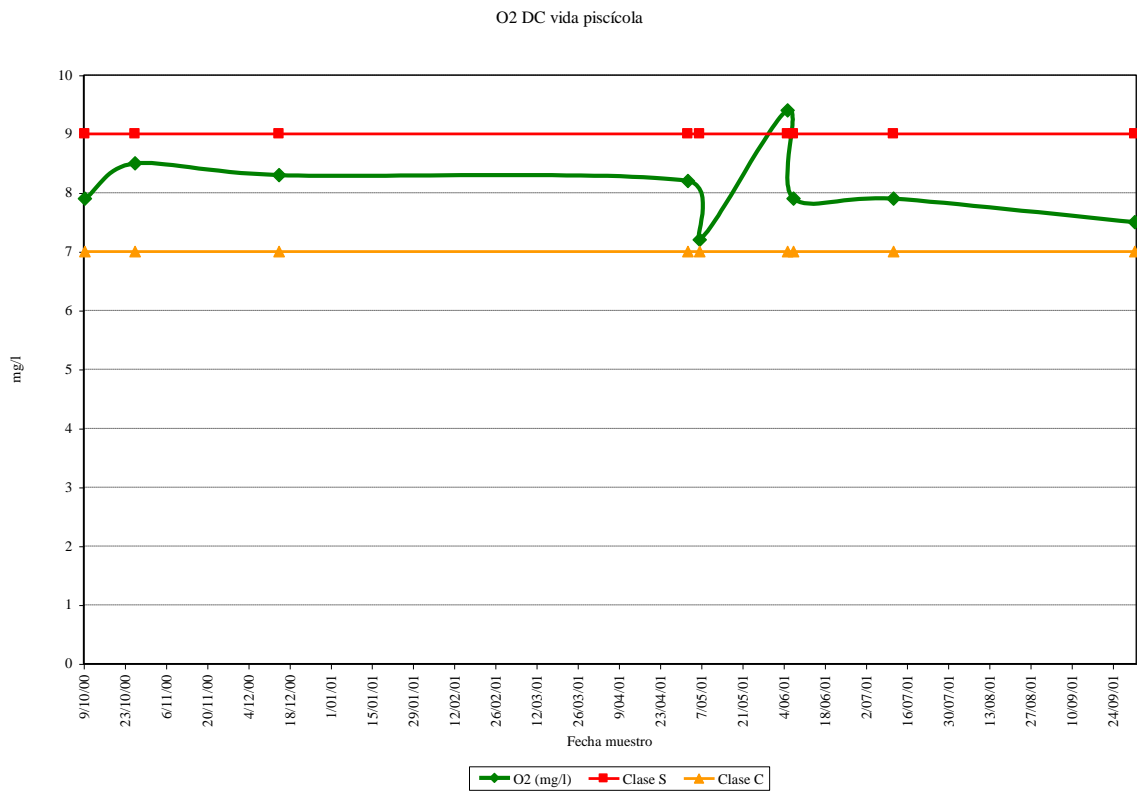
9b)



9c)



9d)



9e)

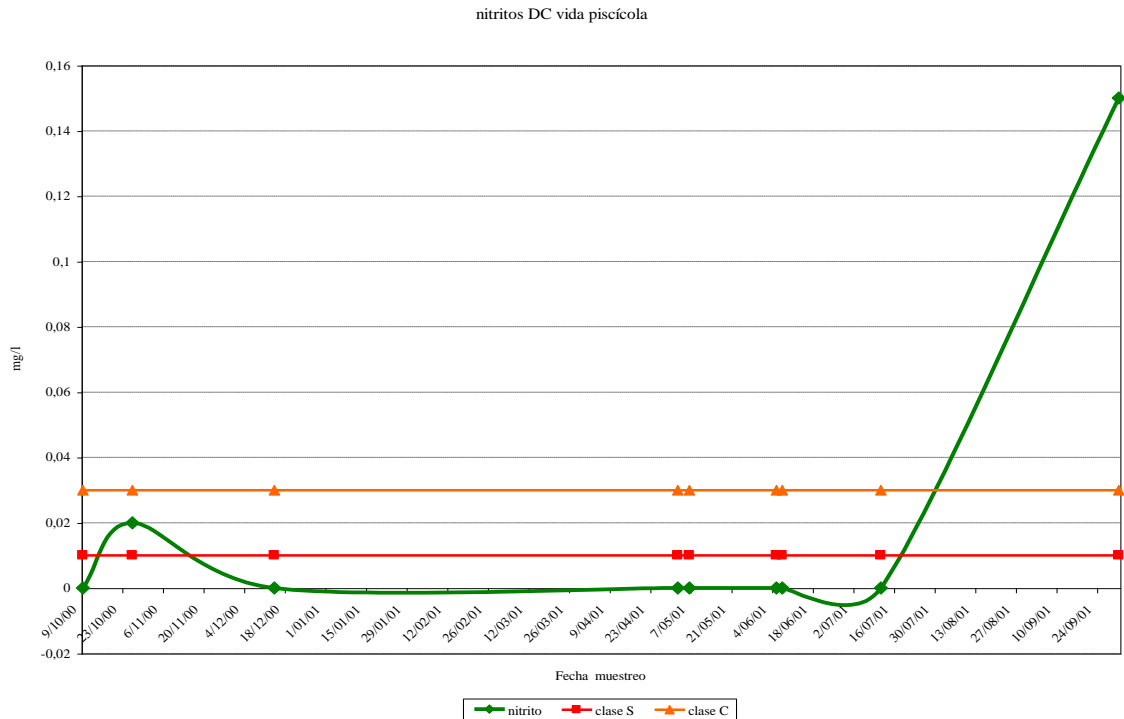


Figura 9. Diagnóstico de la calidad de las aguas del río Puron (estación Ribera) en base a la Directiva 75/440/CEE de abastecimiento y la Directiva 78/659/CEE de vida piscícola en el periodo comprendido entre octubre 2000-octubre 2001 (7a Coliformes totales, 7b Coliformes fecales, 7c Amonio, 7d oxígeno disuelto, 7e nitritos)

3.5.3. Datos de la calidad del agua del río Puron a su paso por el PN-Valderejoi

3.5.3.1. Año 2001

Si bien se contaba con datos sobre la calidad de las aguas del Purón procedentes de la estación OMPU-080 situada en Ribera, se tomaron muestras de agua en tramos más altos del río donde la superficie destinada a prados de siega es mayor. Así, los puntos de muestreo de aguas abarcan toda la zona alta de pastos desde los dos arroyos que forman el nacimiento del Purón hasta el hayedo al sur de Villamardones donde termina la zona de prados (Figura. 10).

En la Foto 2 se recoge el momento de muestreo de las aguas en el punto de muestreo correspondiente a la Cruz de San Roque (punto 1). Se han realizado dos muestreos con una diferencia aproximada de un mes, 8/11/2001 y 10/12/2001. En el primer muestreo el río presentaba un estiaje muy fuerte debido a un otoño muy seco, lo cual impidió que se tomaran muestras en tres de cinco puntos seleccionados para el control. Sólo el primer punto (Cruz de San Roque) y el último (hayedo de Villamardones) presentaban un caudal regular del que tomar muestras. El punto cuarto (confluencia del río Puron y un arroyo después de Lahoz) era una charca estancada.

El segundo muestreo se realizó después de las primeras nevadas fuertes de la temporada, por lo que el río presentaba un caudal regular a lo largo de todo el curso, de este modo el muestreo de los cinco puntos fue posible.

Figura 10

Figura no disponible en formato electrónico. Se incluye en el formato impreso.

En el segundo muestreo se completó el análisis químico con un análisis microbiológico (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis físico-químicos y microbiológico de las aguas de los cinco puntos muestreados en la zona alta de río Puron durante el año 2001

| Fecha de muestreo | 8/11/01 | | | 10/12/01 | | | | |
|-----------------------------------|---------|-------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Parámetro/Punto de muestreo | 1 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tª agua (°C) | 8,4 | 10 | 7,1 | 5,2 | 7,1 | 6,2 | 7,1 | 8,3 |
| pH | 7,8 | 7,86 | 7,66 | 8,03 | 7,83 | 7,97 | 8,28 | 8,09 |
| Conductividad (us/cm) | 450 | 790 | 718 | 543 | 634 | 728 | 484 | 531 |
| O2 (mg/l) | 6,5 | 0,1 | 2,1 | 7,8 | 5,5 | 6,3 | 9,9 | 8,4 |
| Nitritos (mg/l) | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,03 |
| Nitratos (mg/l) | 0,75 | 0,48 | 0,49 | 5,02 | 4,42 | 5,14 | 3,06 | 4,94 |
| Amonio (mg/l) | 0,14 | 3,81 | 0,24 | 0,05 | 0,03 | 0,27 | 0,03 | 0,06 |
| Coliformes fecales (ufc/100ml) | | | | 33 | ausencia | 11 | 8 | 8 |
| Coliformes totales (ufc/100ml) | | | | 49 | 13 | 33 | 13 | 33 |
| Estreptococos fecales (ufc/100ml) | | | | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Salmonella | | | | ausencia | ausencia | ausencia | ausencia | ausencia |
| Hierro (mg/l) | 0,29 | 0,1 | 0,15 | 0,05 | <0,05 | 0,07 | <0,05 | <0,05 |
| Zinc (mg/l) | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Cobre (mg/l) | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Sodio (mg/l) | 7,07 | 10,61 | 8,09 | 7,63 | 7,51 | 10,4 | 6,78 | 5,76 |
| Potasio (mg/l) | 2,32 | 10,09 | 5,21 | 0,83 | 2,36 | 14,03 | 1,19 | 1,96 |
| Calcio (mg/l) | 72,1 | 96,95 | 106,39 | 91,8 | 106,3 | 112,1 | 80,5 | 86,5 |
| Magnesio (mg/l) | 6,12 | 6,84 | 15,66 | 4,97 | 4,58 | 5,87 | 4,96 | 5,01 |
| Dureza° franceses | 21 | 27 | 33 | 25 | 28 | 30 | 22 | 24 |
| Manganeso (ug/l) | <0,05 | <0,05 | 0,07 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Cloruros (mg/l) | 16,6 | 23,68 | 16,61 | 14,64 | 23,16 | 26,81 | 11,09 | 15,72 |
| Sulfatos (mg/l) | 29,11 | 48,91 | 57,82 | 20,59 | 24,55 | 45,17 | 19,51 | 27,05 |
| DQO (mg/l) | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fenoles (mg/l) | | | | 0,001 | 0,005 | 0,006 | 0,001 | 0,005 |
| Directiva de abastecimiento | A2 | A4 | A4 | A2 | A2 | A3 | A1 | A2 |
| Directiva de vida piscícola | III | III | III | C | III | III | C | C |

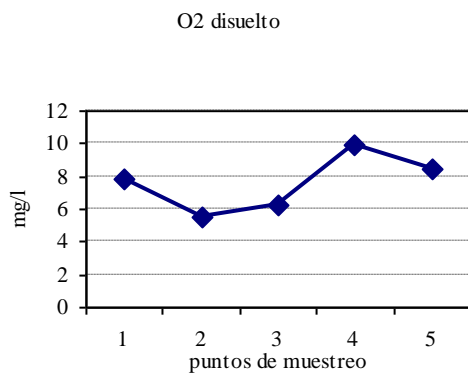
Durante el segundo muestreo del primer año de estudio (año 2001), se obtienen la analítica de los cinco puntos muestreados. En estos puntos se observa que la concentración de la gran mayoría de los parámetros analizados aumenta hasta alcanzar un máximo en el punto 3, punto situado justamente después de las instalaciones de la explotación de Lahoz (Figura 11). La calidad del agua en este punto es de tipo A3 (aguas potabilizables con tratamiento adicional a las de tipo A2) de acuerdo a la Directiva de abastecimiento y de clase III (aguas tóxicas) según la Directiva de vida piscícola. Descendiendo por el río se observa en el muestreo del punto 4 una clara mejoría en la calidad del agua, posiblemente por la dilución que se produce al unirse el arroyo que pasa por la explotación de Lahoz con el río Purón.

Se detecta que la peor calidad del agua la encontramos en el punto 3, después de las instalaciones de la granja de Lahoz. Este hecho, posiblemente, se pueda explicar por dos razones, o más bien por una combinación de ambas:

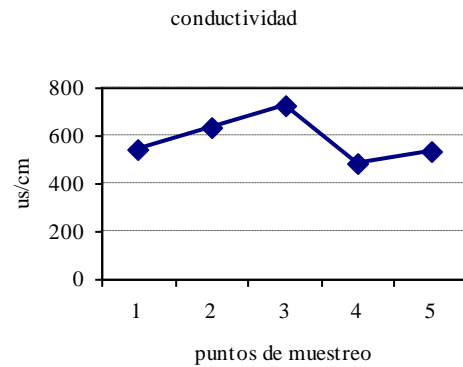
- sobre la calidad del agua predomina el efecto que produce el manejo de las instalaciones de la granja de Lahoz (concentración de ganado y sus subproductos) sobre el efecto del esparcimiento del estiércol en las parcelas.
- el estiércol probablemente se distribuya de forma preferencial en las parcelas próximas a las instalaciones (seguramente por comodidad y ahorro).

El resto de los puntos muestreados (1, 2, 4 y 5) presentan una calidad distinta según la directiva de abastecimiento y de vida piscícola. De acuerdo a estas directivas se ordenan los puntos de acuerdo a su calidad de manera que el punto con peor calidad después del punto 3 es el punto 2 (destacan los niveles bajos de oxígeno disuelto), le sigue el punto 5 (con niveles de fenoles relativamente altos) y los puntos 1 y 4 finalmente presentan la mejor calidad.

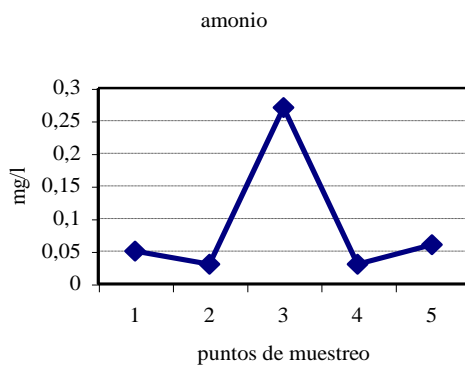
11a)



11b)



11c)



11d)

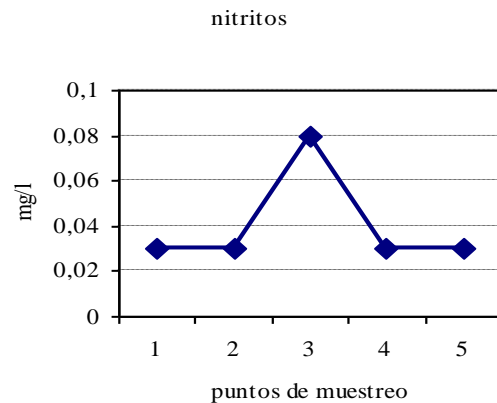


Figura 11. Calidad de las aguas en la cabecera del río Puron (11a oxígeno disuelto, 11b conductividad, 11c amonio y 11d nitritos)

3.5.3.2. Año 2002

Se realizaron muestreos durante el año 2002 y durante este año se eligieron 7 puntos diferentes a lo largo del río Purón (1: Presa de San Roque, 2: Cercana a explotación ganadera, 3: Cruce La Hoz, 4: Villamardones, 5: Ribera-entrada, 6: Ribera cruce, 7: Ribera-salida.

Se analizaron aspectos químicos y bacteriológicos de las aguas en diferentes puntos de muestro y cubriendo desde la época otoñal hasta la primavera en relación a momentos de mayor actividad y de momentos potencialmente más contaminantes, es decir, se realizaron muestreos en siete momentos diferentes entre octubre-2002 y abril-2003.

Parámetros químicos

pH

La dinámica del pH se mostró bastante constante en todos los muestreos a lo largo del tiempo. De cualquier manera, en algunos puntos (punto 7) se observan valores más altos en Enero y en el punto 2 (cercano a una explotación ganadera) los valores son más altos en diciembre y en abril.

Tabla 14. Valores de pH en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Fechas/ Puntos de muestreo | pH 1 | pH 2 | pH 3 | pH 4 | pH 5 | pH 6 | pH 7 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 14/10/02 | 7,88 | | 7,87 | | | | |
| 21/11/02 | 8,07 | 7,81 | 8,20 | 8,20 | 8,58 | 8,31 | 7,50 |
| 20/12/02 | 8,27 | 8,22 | 8,25 | 8,40 | 8,58 | 8,38 | 7,64 |
| 27/01/03 | 8,33 | 8,17 | 8,34 | 8,43 | 8,61 | 8,37 | 8,30 |
| 25/02/03 | 8,45 | 8,38 | 8,49 | 8,43 | 8,62 | 8,37 | 7,67 |
| 01/04/03 | 8,37 | 7,90 | 8,07 | 8,49 | 8,65 | 8,39 | 7,64 |

Amonio

Los valores se encuentran entre <0,03 y 4,5 mg/l. El valor más alto observado se encuentra en el punto 2 en abril, es decir, cercano a una explotación ganadera.

Tabla 15. Valores de amonio en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | NH ₃ 1 | NH ₃ 2 | NH ₃ 3 | NH ₃ 4 | NH ₃ 5 | NH ₃ 6 | NH ₃ 7 |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 14/10/02 | 0,06 | | 1,26 | | | | |
| 21/11/02 | <0,03 | 1,85 | 0,34 | 0,12 | 0,04 | 0,07 | <0,03 |
| 20/12/02 | <0,03 | 0,03 | <0,03 | 0,12 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| 27/01/03 | <0,03 | 1,55 | <0,03 | <0,03 | 0,05 | 0,07 | <0,03 |
| 25/02/03 | 0,07 | 0,1 | 0,23 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| 01/04/03 | 0,09 | 4,5 | 0,15 | <0,03 | <0,03 | 0,05 | 0,18 |

Cloro

En Abril y en el punto 2 se observaron los valores más altos que en general se encuentra entre 6,64-61,59 mg/l.

Tabla 16. Valores de cloro (mg/l) en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | Cl 1 | Cl 2 | Cl 3 | Cl 4 | Cl 5 | Cl 6 | Cl 7 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14/10/02 | 18,01 | | 19,27 | | | | |
| 21/11/02 | 12,91 | 33,85 | 13,53 | 13,52 | 12,18 | 12,73 | 10,41 |
| 20/12/02 | 31,23 | 33,67 | 28,55 | 61,16 | 30,46 | 27,02 | 26,46 |
| 27/01/03 | 20,06 | 34,58 | 16,22 | 21,75 | 24,50 | 20,01 | 23,77 |
| 25/02/03 | 25,03 | 24,73 | 21,46 | 26,16 | 23,69 | 16,84 | 23,35 |
| 01/04/03 | 41,12 | 61,59 | 33,22 | 35,26 | 27,56 | 34,77 | 33,65 |

Sulfatos

Los valores de sulfato varían entre 14,94-53,03 mg/l y el valor más alto se observó en noviembre en el punto 2.

Tabla 17. Valores de sulfato (mg/l) en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | SO ₄ 1 | SO ₄ 2 | SO ₄ 3 | SO ₄ 4 | SO ₄ 5 | SO ₄ 6 | SO ₄ 7 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 14/10/02 | 15,85 | | 16,04 | | | | |
| 21/11/02 | 20,27 | 53,02 | 18,49 | 19,66 | 20,92 | 27,69 | 24,79 |
| 20/12/02 | 23,00 | 31,30 | 22,02 | 35,59 | 25,37 | 26,04 | 25,66 |
| 27/01/03 | 18,13 | 30,53 | 14,95 | 19,62 | 22,00 | 21,13 | 22,74 |
| 25/02/03 | 19,69 | 22,67 | 19,08 | 22,18 | 22,69 | 19,17 | 23,75 |
| 01/04/03 | 27,08 | 45,96 | 25,57 | 30,79 | 31,50 | 33,65 | 31,97 |

Nitratos

Según los valores observados en la mayoría de los puntos de muestreo se observan los valores más altos en octubre. Estos valores van bajando e incrementan un poco en abril. Además, las concentraciones más altas fueron observadas en el punto 2 que es cercana a una explotación ganadera.

Tabla 18. Valores de nitrato (mg/l) en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | NO ₃ 1 | NO ₃ 2 | NO ₃ 3 | NO ₃ 4 | NO ₃ 5 | NO ₃ 6 | NO ₃ 7 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 14/10/02 | | 1,47 | | | | | |
| 21/11/02 | 6,15 | 2,01 | 4,71 | 3,69 | 3,69 | 2,61 | 2,42 |
| 20/12/02 | 5,44 | 1,98 | 4,70 | 3,83 | 3,83 | 2,86 | 2,60 |
| 27/01/03 | 2,74 | 1,12 | 2,84 | 2,56 | 2,56 | 2,19 | 1,98 |
| 25/02/03 | 1,08 | 0,84 | 1,50 | 1,50 | 1,44 | 1,32 | 1,29 |
| 01/02/03 | 1,82 | 1,68 | 2,23 | 2,23 | 1,11 | 1,64 | 1,79 |

Nitritos

Los valores de nitrito son más altos en noviembre en el punto 2 y muestra unos valores totales de entre <0,03-0,19 mg/l.

Tabla 19. Valores de nitrito en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | NO ₂ 1 | NO ₂ 2 | NO ₂ 3 | NO ₂ 4 | NO ₂ 5 | NO ₂ 6 | NO ₂ 7 |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 14/10/02 | 0,13 | | <0,03 | | | | |
| 21/11/02 | 0,09 | 0,19 | 0,06 | 0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,03 |
| 20/12/02 | <0,03 | 0,15 | <0,03 | 0,06 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| 27/01/03 | 0,03 | 0,09 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | <0,03 | <0,03 |
| 25/02/03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| 01/02/03 | 0,14 | 0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |

Valores de DQO

Los valores de DQO varían en general entre <10-63 mg/l. Los valores más altos observados se corresponden al punto 2 en el muestreo de noviembre.

Tabla 20. Valores de DQO en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | DQO 1 | DQO 2 | DQO 3 | DQO 4 | DQO 5 | DQO 6 | DQO 7 |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 14/10/02 | <10 | | <10 | | | | |
| 21/11/02 | <10 | 63 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 20/12/02 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 27/01/03 | <10 | 19 | <10 | <10 | <10 | 14 | <10 |
| 25/02/03 | <10 | 29 | 27 | 17 | <10 | 28 | 12 |
| 01/04/03 | <10 | 62 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |

Calcio

De manera general, el Ca varía entre 79,05-144 mg/l. El valor más alto observado se corresponde con el punto 2 en la época de abril.

Tabla 21. Valores de Calcio en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | Ca 1 | Ca 2 | Ca 3 | Ca 4 | Ca 5 | Ca 6 | Ca 7 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 14/10/02 | 83,70 | | 86,70 | | | | |
| 21/11/02 | 107,40 | 135,30 | 97,72 | 101,90 | 90,02 | 91,98 | 108,00 |
| 20/12/02 | 100,50 | 130,60 | 92,37 | 110,00 | 100,20 | 97,61 | 112,00 |
| 27/01/03 | 98,77 | 120,10 | 90,96 | 105,40 | 96,63 | 95,33 | 96,75 |
| 25/02/03 | 82,10 | 106,00 | 82,33 | 95,53 | 86,50 | 85,00 | 105,60 |
| 01/04/03 | 79,05 | 144,00 | 92,94 | 100,60 | 81,37 | 88,23 | 98,33 |

Magnesio

Los valores de Mg varían entre 4,21-11,91 mg/l, observándose el valor más alto en el punto 7 en el muestreo de noviembre.

Tabla 22. Valores de Magnesio en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| Puntos de muestreo | Mg 1 | Mg 2 | Mg 3 | Mg 4 | Mg 5 | Mg 6 | Mg 7 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 14/10/02 | 6,02 | | 7,11 | | | | |
| 21/11/02 | 7,37 | 8,60 | 5,63 | 6,26 | 8,10 | 11,48 | 11,91 |
| 20/12/02 | 5,30 | 6,27 | 5,64 | 6,27 | 6,95 | 8,47 | 10,04 |
| 27/01/03 | 4,75 | 6,24 | 5,27 | 5,81 | 6,58 | 7,91 | 7,87 |
| 25/02/03 | 3,48 | 4,79 | 3,75 | 4,21 | 5,11 | 5,6 | 6,37 |
| 01/04/03 | 6,02 | 8,56 | 6,49 | 7,44 | 10,55 | 11,34 | 10,64 |

Sodio

Los valores de Na varían entre 7,3-36,92 mg/l, observándose los valores más altos en abril en el punto 3.

Tabla 23. Valores de Sodio (mg/l) en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| | Na | Na | Na | Na | Na | Na | Na |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Puntos de muestreo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14/10/02 | 24,87 | | 31,52 | | | | |
| 21/11/02 | 8,25 | 14,02 | 9,69 | 8,75 | 8,24 | 7,30 | 8,08 |
| 20/12/02 | 14,00 | 20,41 | 22,80 | 21,55 | 21,30 | 22,38 | 22,94 |
| 27/01/03 | 15,32 | 18,60 | 19,86 | 19,34 | 20,24 | 22,93 | 212,21 |
| 25/02/03 | 12,85 | 18,78 | 13,80 | 14,95 | 12,94 | 16,80 | 14,73 |
| 01/04/03 | 25,04 | 33,63 | 36,92 | 30,57 | 31,40 | 34,92 | 30,04 |

Potasio

Los valores de K varían entre 0,81-36,47 mg/l y los valores más altos observados se corresponden a noviembre y abril en el punto 2 (cercano a una explotación ganadera).

Tabla 24. Valores de Potasio (mg/l) en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| | K | K | K | K | K | K | K |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| Puntos de muestreo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14/10/02 | 1,31 | | 10,94 | | | | |
| 21/11/02 | 1,80 | 36,47 | 5,85 | 4,3 | 3,79 | 2,55 | 1,65 |
| 20/12/02 | 1,07 | 8,55 | 1,25 | 3,12 | 2,89 | 2,11 | 1,77 |
| 27/01/03 | 1,34 | 10,24 | 1,43 | 2,86 | 2,41 | 2,07 | 1,96 |
| 25/02/03 | 0,81 | 3,18 | 1,08 | 1,44 | 1,41 | 1,35 | 1,03 |
| 01/04/03 | 1,00 | 32,73 | 2,68 | 2,47 | 2,15 | 1,73 | 1,50 |

Hierro

Los valores de Fe varían entre <0,05-0,83 mg/l, observándose los valores más altos en el muestreo de abril y en el punto 2.

Tabla 25. Valores de Hierro (mg/l) en los puntos de muestreo durante el periodo de muestreo de 2002-2003

| | Fe | Fe | Fe | Fe | Fe | Fe | Fe |
|--------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Puntos de muestreo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14/10/02 | 0,1 | | 0,3 | | | | |
| 21/11/02 | 0,09 | 0,58 | 0,14 | 0,06 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 20/12/02 | <0,05 | 0,10 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,05 | 0,14 |
| 27/01/03 | <0,05 | 0,15 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 25/02/03 | <0,05 | 0,07 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 01/04/03 | <0,05 | 0,83 | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Parámetros bacteriológicos

Observando los análisis de los parámetros bacteriológicos de los siete puntos de muestreo a lo largo del tiempo, puede decirse que los coliformes totales se encuentran entre 4-160 ufc por 100ml, los valores de *E. Coli* entre <2->1609 ufc por 100 ml, *Streptococos* fecales de entre 0-250 ufc/100ml, existe una presencia de salmonella en cinco casos y 3 de ellos en el punto 2, que corresponden al punto de muestreo más cercano a una explotación ganadera. Además de esto, el valor de *Clostridium perfringers* se encuentra entre <10-20 ufc/ml, y este valor se observa también el punto 2 (ANEXO 4).

En definitiva, durante el año 2002 también se detecta aguas de una peor calidad en las zonas cercanas a las explotaciones ganaderas (punto 2) porque parece que predomina el efecto de los subproductos en la calidad del agua, que además se hace más patente en zonas con mayor accesibilidad.

Este hecho se agudiza sobre todo en el otoño (muestreos de octubre y noviembre) tras la aplicación de los subproductos de origen orgánicos e incluso en abril, tras la aplicación de fertilización inorgánica.

3.5.3.3. Comparación con la estación de Ribera

En la comparación de los puntos de muestreo de la zona alta del río Purón con los valores obtenidos en la estación de Ribera destaca la diferencia en los análisis microbiológicos (ver Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17, Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22 , Tabla 23, Tabla 24, Tabla 25).

Los niveles de coliformes totales, como fecales y de Streptococos fecales son marcadamente superiores en Ribera que en la zona alta del río Puron, hecho que se observa repetidamente en ambas épocas de muestreo. Estos niveles indican una contaminación orgánica (bien urbana como ganadera). Esta diferencia demuestra que además de la actividad ganadera (muy arraigada y fuerte en la zona alta del río Purón con la presencia de una explotación ganadera que supone el 70% de la carga ganadera total del PN-Valderejo) pueden existir otros focos de contaminación orgánica que ocasionen estos niveles más elevados, no obstante no llegan a ser problemáticos según la directiva de abastecimiento salvo en los meses de otoño, coincidiendo con el abonado de fondo con estiércol y el mes de julio pudiendo coincidir con una mayor presencia de visitantes en el Parque, además de ser un momento de menor caudal y posibilidad de acentuar los problemas de calidad de las aguas.

3.6. Síntesis de los aspectos agronómicos y ecológicos frente al aprovechamiento ganadero en relación a la calidad de las aguas del río Purón

Como puede verse en el mapa de características del territorio, la mayoría de los terrenos que están localizados alrededor o cerca del río son gestionados como praderas de corte.

Características edáficas y recomendaciones de fertilidad de suelo

En general, la mayoría de las muestras parecen mostrar la cantidad suficiente de nutrientes e incluso excesivo en algunos casos y solamente algunas muestras necesitarán de una entrada de Fósforo y Potasio durante los próximos dos años. Además, el programa recomienda una pequeña dosis de fertilizante cada año. Por otro lado, el tipo de fertilizante utilizado (estiércol caballar o gallinaza) solamente afecta en la concentración de Fósforo en el suelo. Los suelos con purín de gallinaza muestran los valores más altos de concentración de Fósforo.

Efectos de diferentes manejo en las características edáficas

Todos los parámetros estudiados a nivel de fertilidad edáfica son significativamente más altos en las praderas de siega. Esto puede ser debido a que todos los campos cerca de las explotaciones ganaderas tienen buena accesibilidad y la aplicación de purín y estiércol sea una práctica habitual, probablemente a menudo.

Además, puede mencionarse que el valor de pH en las praderas de siega es más bajo que en los campos de retirada de tierras y cereal. Puede ser debido a su manejo con gallinaza, y en el estiércol caballar éste es más bajo que en la gallinaza.

Dinámica de las características de la calidad del agua

Los valores más altos de algunos parámetros son cloro, sulfatos, nitratos, nitritos, DQO, Ca, K etc. localizados en un punto cercano a una explotación ganadera y en este punto los valores más altos en la mayoría de los casos coinciden con el periodo de la aplicación de subproductos ganaderos (octubre). También hay valores altos en abril y estos valores coinciden con la aplicación de fertilizantes inorgánicos. Casi todos los parámetros bacteriológicos y químicos tienen los valores más altos en el punto de muestreo cercano a una explotación ganadera y además algunos de ellos alcanzan los valores más altos en otoño.

Se observa una tendencia a tener valores más altos en otoño cuando la fertilización orgánica es aplicada y especialmente cerca de las granjas ganaderas. Este hecho se ha observado repetidamente en ambos años de muestreo.

Parece ser que el parámetro más significativo que claramente determina la calidad de aguas para la vida de salmonidos son los nitritos que muestran valores más altos que 0,01 mg/l en algunos puntos de muestreo (valores más altos de nitritos en el punto 2 en noviembre) que de acuerdo con la directiva de agua 78/659/EEC que regulan la calidad de aguas piscícolas, no es agua apta para salmónidos.

Aunque el valor de nitrito es más alto que 0,01 mg/l y esta agua no pueden considerarse teóricamente como apto para salmónidos en algunos puntos, es necesario mencionar que en la práctica los organismos acuáticos son capaces de tolerar valores más altos que la concentración teórica limitante, por lo menos, en la realidad de los ríos de la CAV, lo que evidencia la necesidad del ajuste de estos valores para cada uno de los ríos.

Considerando que la información de la calidad de las aguas del río Purón proviene de 3 fuentes distintas se pueden detectar diferentes situaciones que ayudan a acercarse a la realidad ganadería-agua:

1. Caracterización hidrobiológica (Fuente: Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco).

Se destaca la contaminación orgánica únicamente en la zona alta del río, esto es, en la zona de mayor superficie de prados donde pastan los animales. Considerando que la fecha de muestreo de este estudio fue en septiembre de 2000, probablemente el abonado de fondo con estiércol todavía no se había realizado, por lo que la contaminación derive fundamentalmente de las deyecciones de los animales directamente sobre el cauce del río.

2. Calidad de las aguas en la estación de Ribera (Fuente: Red de calidad de las aguas y estado medioambiental de los ríos de la CAPV. Río Puro: Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. Gobierno Vasco, 2001).

Los muestreos de los que se dispone de la Red de calidad de aguas coinciden con las distintas actuaciones. Se detecta una respuesta en la calidad de las aguas de acuerdo al tipo de actuación, sin embargo, los niveles que se alcanzan no llegan a ser comprometidos desde el punto de vista de la directiva de la vida piscícola.

3. Calidad de las aguas a su paso por el PN-Valderejo (Fuente: NEIKER, 2001; 2002)

El manejo del ganado (su acceso al cauce fundamentalmente) y de sus subproductos (estercoleros) en las instalaciones de las explotaciones ganaderas se ha de controlar, ya que se recoge la peor calidad de las aguas en estas zonas y no tanto en los prados pastados por el ganado.

En definitiva, la contaminación de las aguas del río Purón en relación a la actividad ganadera se produce con un origen combinado, puntual (instalaciones de la explotación de Lahoz y acercamiento de los animales al cauce) y difuso (actuaciones de fertilización orgánica y/o mineral de los prados de siega).

Es importante destacar la diferencia de la microbiología de las aguas de la zona alta del río Purón y la estación de Ribera. La mayor concentración de Coliformes totales, fecales y de *Streptococos* fecales en Ribera demuestra que posiblemente además de una fuente de contaminación de los prados de siega por la actividad ganadera existen otros focos de contaminación orgánica.

4. PROPUESTAS TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO GANADERO ORIENTADAS A LA CONSERVACIÓN ECOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO PURON

4.1. Estimación de la producción de residuos orgánicos de la cabaña ganadera del PN-Valderejo.

Para la estimación de la producción de residuos orgánicos sólidos de la cabaña ganadera se han considerado valores medios para cada una de las especies. Por un lado, se consideran animales de raza bovina de 500 kg, cabezas de ganado ovino de 40 kg y cabezas de ganado caballar de 500 kg y la producción de estiércol de cada una de ellas.

Tabla 26. Producción de residuos orgánicos sólidos por unidad de cabeza de ganado (vacuno, ovino y equino) presente en el PN-Valderejo (kg aportado en deyecciones por animal y año).

| Ganado | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|--------|--------|-------------------------------|------------------|
| Vacuno | 39,200 | 31,360 | 24,640 |
| Ovino | 2,738 | 2,190 | 1,095 |
| Equino | 31,025 | 21,7175 | 18,615 |

Fuentes: Código de Buenas prácticas agrarias de Navarra (Gobierno de Navarra) y Código de buenas prácticas agrarias (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

Estos datos medios hacen referencia a la producción de residuos orgánicos por cabeza de ganado para cada una de las especies animales pastantes en el PN-Valderejo. Para el cálculo de la totalidad de los residuos orgánicos generados hay que considerar la cabaña ganadera (Tabla 27).

Tabla 27. Censos de ganado de la explotaciones con mamíferos herbívoros que utilizan los terrenos del PN-Valderejo

| Explotaciones | Localización | Cabezas | | | UGM |
|---------------|--------------|---------------|------------|------------|---------------|
| | | Vacuno | Ovino | Equino | Totales |
| Explotación 1 | Lalastra | 41 | 112 | | 55 |
| Explotación 2 | Lalastra | 41 | 102 | | 54 |
| Explotación 3 | Lalastra | 59 | | | 59 |
| Explotación 4 | Lahoz | 69+81* | 10 | 318 | 388+81 |
| TOTAL | | 210+81 | 224 | 318 | 556+81 |

* Vacas, a los que habría que añadir sus terneros, introducidas en la explotación en los meses de verano y que al no estabularse no contribuyen a la producción de estiércol.

Considerando la cabaña ganadera presente en el PN-Valderejo y la producción de residuos de cada una de las especies animales podemos calcular la producción de residuos orgánicos de origen animal en su totalidad (kg aportado por año para la totalidad de las cabezas de ganado, considerando vacas de 500 kg, ovejas de 40 kg y caballos de 500 kg) (Tabla 28). Para este cálculo se han considerado estos animales

tipos medios ya que no se dispone de la cabaña ganadera fraccionada por estas categorías. Además, no se considera el tiempo que el ganado pasa en los pastos de montaña por no conocer el dato de producción de residuos durante esta época y por lo tanto consideramos el dato que vamos a obtener de los cálculos como el máximo de producción. Sin embargo, no se dispone del conjunto de esta producción en forma de estiércol, ya que mientras los animales se encuentra en pastoreo, las deyecciones van directamente a los pastos utilizados, no pudiendo gestionarse su distribución en las praderas. Teniendo en cuenta el período de pastoreo y el de estabulación de las explotaciones (Capítulo 3.3.1.), se dispondrá, en forma de estiércoles, el 40-45% de los residuos totales producidos por el ganado, que se señalan en la Tabla, 28.

Tabla 28. Producción de residuos de la totalidad de la cabaña ganadera en el PN-Valderejo (kg aportado en deyecciones por animal y año)

| GANADO | N | P₂O₅ | K₂O |
|---------------|----------|-----------------------------------|-----------------------|
| Vacuno | 8232,0 | 6586 | 5174,4 |
| Ovino | 613,3 | 490,6 | 245,3 |
| Equino | 9866,0 | 6906,2 | 5919,6 |
| TOTAL | 18711,3 | 13982,8 | 11339,3 |

4.2. Pautas técnicas de gestión de subproductos ganaderos dentro del PN

4.2.1. Las deyecciones animales como enmienda orgánica de los suelos.

Tradicionalmente, se han venido empleando las deyecciones como fertilizante para los suelos destinados a un uso agrícola. Parece lógico suponer, por tanto, que este es el medio ideal de reutilización de los estiércoles o purines que genera la actividad pecuaria, transformando lo que de otro modo sería un residuo, en un subproducto.

Los restos orgánicos contienen una elevada proporción de elementos esenciales para la nutrición de las plantas, así como concentraciones variables de otros elementos necesarios para los cultivos en menores cantidades, son desde este punto de vista unos abonos más completos que los compuestos comerciales de síntesis. Con ser esta aportación de nutrientes importante para los suelos, más lo es aún su aportación como materia orgánica base del complejo húmico-arcilloso del suelo y que le da su carácter de enmienda (ver Apartado 3.2. Aspectos agronómicos de los prados de siega. 3.2.1. Manejo de los prados).

Para evitar los problemas de contaminación generados por la utilización de los subproductos ganaderos, es esencial tener presente en todo momento el sistema conformado por el suelo, el agua, la planta, de igual manera que en cualquier proceso de fertilización e incluso de igual modo que en cualquier proceso agronómico.

4.2.2. Factores a considerar en la práctica de la enmienda

Son muchos los factores a considerar en una correcta gestión de los subproductos ganaderos. A continuación se destacan los más importantes (Gramuza, L., 1995):

a) *La composición de las deyecciones:* en un determinado momento, un cultivo asentado sobre un suelo tendrá ciertas necesidades nutricionales, el aporte de purín o estiércol deberá cubrir la demanda pero no satisfacerla excesivamente. Es obvio que además de determinar las necesidades debe conocerse la composición de los materiales disponibles.

b) *Momento del aporte:* Las necesidades de un cultivo varían dependiendo del momento fenológico en que se encuentre. Tampoco es la misma la capacidad de absorción para un suelo en cualquier momento.

Es preciso conocer el cultivo y su evolución, así como la climatología previsible, e incluso la composición de los materiales para determinar correctamente los momentos de posible tratamiento y los de tratamiento óptimo.

c) *Estado nutricional del suelo:* es importante conocer el estado nutricional del suelo. Si éste puede ofrecer de por sí una correcta nutrición al cultivo, un excesivo aporte de nutrientes, ya sea en forma de materia orgánica o de fertilizantes de síntesis, sólo genera un desembolso estéril a la explotación, bien por bloqueo de cationes o por percolación de aniones.

En éste, como en la mayoría de los factores, coinciden los intereses agronómicos y medioambientales, en general es necesario un correcto conocimiento del medio para optimizar los resultados del trabajo.

d) *Manejo de la pradera:* el aporte de abono, orgánico e inorgánico, a una pradera ha de tener en cuenta el manejo de la misma. Si las praderas se pastorean, ya sea de forma exclusiva o de forma mixta (pastoreo y corte), las estarán recibiendo un aporte de nutrientes a partir de la deyecciones de los animales que las utilizan que habrán de considerarse en el cálculo de las aplicaciones a realizar.

e) *Pendientes del terreno*: Se ha de considerar desde el momento que se debe de evitar las escorrentías que hagan que la aplicación de subproductos ganaderos acaben rápidamente en el cauce más próximo. En el caso del estiércol el riesgo se minimiza frente al purín.

f) *Precipitación y evapotranspiración*: los factores citados hasta el momento son, en su mayoría, estables para cada suelo. Sin embargo, las condiciones hídricas de un suelo, pueden sufrir grandes cambios en función de las precipitaciones y de la evapotranspiración. Un estudio climático adecuado, permitirá estimar, considerando los factores anteriormente expuestos, las dosis y momentos óptimos de la enmienda desde el punto de vista agronómico.

g) *La vulnerabilidad*: en función de la fragilidad de un medio con respecto a sus caracteres de suelos (hídricos y edáficos) y de aguas (superficiales y acuíferos) se establecen criterios de aplicación de enmiendas que pudieran ser más restrictivos que los puramente agronómicos.

h) *Proximidad a los cursos importantes de agua*: evidentemente, cuanto mayor sea la proximidad a los cursos de agua, mayor es la posibilidad de afectar a éstos en cualquier error de la realización de la enmienda.

4.2.2.1. Código de buenas prácticas agrarias

En función de los factores considerados anteriormente, debe ordenarse la enmienda, siendo básico una analítica previa de los suelos para poder conocer el estado de fertilización de los prados y aplicar el tipo de abonado y cantidad correctos, consiguiendo una rentabilidad agronómica y medioambiental.

El Código de Buenas Prácticas Agrarias (Decreto 390/1998) recoge una serie de recomendaciones en la gestión de los estiércoles:

Sobre fertilización nitrogenada en praderas .

- Se tendrá en cuenta el nitrógeno (N) que proporciona el estiércol, rebajando la cantidad de abono mineral a aplicar.
- En la aplicación de estiércoles y purines, se tendrá en cuenta su composición. El N orgánico y ureico son de lenta asimilación, por lo que pueden no estar disponibles hasta el próximo cultivo.

En lo que se refiere a condiciones de aplicación de fertilizantes en tierras cercanas a cursos de agua:

- Para evitar que el abono lleve al curso de agua se deben limitar zonas o realizar aplicaciones con precaución, especialmente en zonas inundables como las orillas de cursos de agua con peligro de torrencialidad.
- La aplicación de estiércoles con distribuidores deben actuar dejando una banda de 2-3 m sin abonar

Consejos que dan:

- Los equipos de distribución de abono o residuos orgánicos deben estar perfectamente calibrados
- Es aconsejable que los márgenes de los cauces se mantengan con vegetación y enhierbados
- Una medida aplicada en el decreto que regula la ley REG UE 2078/92 sobre medidas ambientales, bonifica el abandono del cultivo en una franja de 10m del cauce de los ríos

- Para evitar el riesgo de contaminación de aguas subterráneas, los efluentes y desechos orgánicos no deben aplicarse a menos de 50 m de una fuente, un pozo, o perforación que suministre agua de consumo o se use en salas de ordeño.

4.3. Propuesta técnica

4.3.1. Recomendación de abonado

Como se observa en la tabla que recoge la recomendación de abonado para los prados de siega en el PN-Valderejo (Tabla 29), en general, no se recomienda el aporte de nuevas cantidades para los próximos dos años debido a que existe un excedente de fertilidad en estas parcelas. Caso de excepción la parcela número 4 en la que se recomienda un aporte de P desde el primer año, o parcelas como la 22, 24, 29 y 41 en las que se recomienda un aporte de abonado para el segundo año.

Tabla 29. Recomendación de dosis de abonado (P₂O₅ kg/ha y K₂O₅ kg/ha) para los prados de siega (2002)

| Nº parcela | P ppm | K ppm | pH | P 1º año | K 1º año | P 2 año | K 2 año | P mantenimiento | K mantenimiento |
|------------|--------|-------|------|----------|----------|---------|---------|-----------------|-----------------|
| 1 | 43,30 | 322 | 7,76 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 2 | 66,97 | 446 | 7,70 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 4 | 7,05 | 232 | 7,93 | 72,0 | 0,0 | 51,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 5 | 109,00 | 694 | 7,55 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 6 | 72,37 | 354 | 7,61 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 8 | 93,15 | 361 | 7,80 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 9 | 143,00 | 550 | 7,59 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 10 | 118,00 | 498 | 7,74 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 14 | 107,00 | 532 | 7,83 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 19 | 73,40 | 323 | 7,75 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 21 | 128,00 | 505 | 7,74 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 22 | 61,39 | 280 | 7,87 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21,0 | 43,0 | 62,0 |
| 23 | 58,80 | 355 | 7,83 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 24 | 62,9 | 329 | 7,77 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,0 | 43,0 | 62,0 |
| 27 | 122,00 | 573 | 7,57 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 43,0 | 62,0 |
| 28 | 131,00 | 559 | 7,53 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 43,0 | 62,0 |
| 29 | 110,00 | 341 | 7,67 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0 | 43,0 | 62,0 |
| 30 | 60,90 | 299 | 7,65 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 31 | 109,00 | 464 | 7,48 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 32 | 46,32 | 477 | 7,79 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 32* | 76,60 | 437 | 7,58 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 40 | 54,84 | 206 | 7,83 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 41 | 24,80 | 178 | 7,74 | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 1,0 | 31,0 | 16,0 |
| 48 | 93,42 | 572 | 7,31 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 49 | 50,21 | 438 | 7,78 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 50 | 57,17 | 382 | 7,69 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 51 | 57,88 | 485 | 7,69 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 52 | 54,88 | 412 | 7,67 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 53 | 89,23 | 528 | 7,55 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 54 | 69,29 | 423 | 7,62 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 55 | 74,55 | 432 | 7,68 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |
| 56 | 49,18 | 318 | 7,99 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 16,0 |

La mayoría de las parcelas de prados de siega muestran un exceso de fertilización y por ello no se recomienda ningún aporte de abono para los dos primeros años, con excepción de algunas parcelas. Para éstas se calcula la cantidad de estiércol/ha recomendada en próximas aplicaciones según las necesidades edáficas (sólo en la parcela 4 para el próximo año) y considerando la superficie de cada parcela la cantidad de estiércol total (Tabla 30).

Las parcelas 7, 20, 12 y 26 (que suponen en su totalidad 26,8 ha) no se consideran en la recomendación debido a que la aplicación de estiércol y gallinaza (solamente en la parcela 26) ha sido inmediatamente anterior al muestreo.

Tabla 30. Cantidad de estiércol (Tm/ha) y cantidad total de estiércol (Tm) recomendada para los prados de siega.

| Nº Parcela | Cantidad estiércol recomendada (Tm/ha) | Superficie (ha) | Cantidad total (tn) |
|-------------------|--|-----------------|---------------------|
| 4 | 10,6 | 24,8 | 262,9 |
| 22 | 3,1* | 7,8 | 24,2* |
| 24 | 1,3* | 7,14 | 9,3* |
| 29 | 0,9* | 17,4 | 15,7* |
| 41 | 0,2* | 0,5 | 0,1* |
| Resto de parcelas | 0 | 177 | 0 |

* Parcelas para las que se recomienda la utilización de estiércol solamente el segundo año

Aunque las parcelas de prados de siega muestren generalmente un excedente de fertilidad, la realidad en los cultivos de cereal es algo distinta. En este caso y observando las parcelas muestreadas podríamos hablar de tres grupos diferentes en cuanto a la fertilidad se refiere. Por un lado, las parcelas 11, 16, 17, 18 muestran un excedente de fertilidad y en estas no se recomienda un aporte más allá del mantenimiento. Por otro lado, la parcela número 35 muestra los valores más bajos de nutrientes en suelo por lo que en ésta se recomienda una aplicación tanto de P como de K (95 y 90 kg/ha, respectivamente). Y por último, se agrupan el resto de parcelas con un nivel intermedio de fertilidad y una recomendación media de fertilización.

Tabla 31. Recomendación de dosis de abonado (P_2O_5 kg/ha y K_2O_5 kg/ha) para los cultivos de cereal (2002).

| Nº Parcela | P | K |
|------------|------|-------|
| 3 | 95,0 | 90,0 |
| 11 | 0,0 | 0,0 |
| 13 | 70,0 | 90,0 |
| 15 | 70,0 | 90,0 |
| 16 | 0,0 | 0,0 |
| 17 | 70,0 | 0,0 |
| 18 | 0,0 | 0,0 |
| 25 | 70,0 | 90,0 |
| 34 | 70,0 | 90,0 |
| 35 | 95,0 | 115,0 |
| 36 | 95,0 | 90,0 |
| 37 | 95,0 | 90,0 |
| 38 | 70,0 | 90,0 |
| 39 | 95,0 | 90,0 |
| 42 | 70,0 | 90,0 |
| 44 | 95,0 | 90,0 |
| 47 | 95,0 | 90,0 |

Considerando las características edáficas de cada una de las parcelas y su recomendación de abonado, y la composición del estiércol de origen caballar que se produce en el PN-Valderejo (Tabla 2) se ha calculado la cantidad de estiércol que se puede aplicar en cada una de estas parcelas (ajustado a las necesidades de P).

Este cálculo se hace en un principio por ha, pero, considerando la extensión de cada una de las parcelas puede calcularse la cantidad total real de desechos orgánicos que puede o se recomienda aplicar (Tabla 32). Se considera la totalidad de las parcelas con similares

necesidades de fertilización y se calcula el total de la extensión que estas unidades suponen (Tabla 33).

Tabla 32. Cantidad de estiércol (Tn/ha) y cantidad total de estiércol (tn) para los cultivos de cereal

| Nº Parcela | Cantidad estiércol (Tm/ha) | Superficie (ha) | Cantidad total (Tm) |
|-------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|
| 35 | 60 | 3 | 180 |
| 11, 16, 17, 18 | 0 * | 10,6 | 0 |
| Resto de parcelas | 45 | 51,5 | 2318 |

*Se recomienda una dosis de mantenimiento de 100 kg/ha de nitrato amonico

De este dato puede calcularse la cantidad total de desechos orgánicos de origen animal que podrían aplicarse en estas parcelas, es decir, para las parcelas de mayor necesidad que ocupan 3ha y 2318 Tn en 51,5 ha de tierras con necesidad intermedia de fertilización.

Tabla 33. Superficie (ha) de las parcelas de estudio presentes en el PN-Valderejo. Nº: Número de parcelas, Sup: superficie de las parcelas (ha).

| Nº | Sup | Nº | Sup | Nº | Sup | Nº | Sup | Nº | Sup | Nº | Sup |
|----|------|----|------|----|------|----|-----|----|------|----|------|
| 1 | 6,9 | 11 | 0,8 | 21 | 6,5 | 31 | 8,5 | 41 | 0,5 | 51 | 6,4 |
| 2 | 15,0 | 12 | 0,7 | 22 | 7,8 | 32 | 7,7 | 42 | 4,7 | 52 | 3,7 |
| 3 | 5,4 | 13 | 1,0 | 23 | 9,8 | 33 | 1,2 | 43 | 3,6 | 53 | 1,7 |
| 4 | 24,8 | 14 | 1,0 | 24 | 7,1 | 34 | 4,2 | 44 | 5,0 | 54 | 13,6 |
| 5 | 2,9 | 15 | 2,5 | 25 | 4,1 | 35 | 3,0 | 45 | 1,4 | 55 | 4,9 |
| 6 | 16,6 | 16 | 1,6 | 26 | 5,7 | 36 | 4,0 | 46 | 11,0 | 56 | 16,6 |
| 7 | 6,7 | 17 | 0,9 | 27 | 5,9 | 37 | 4,6 | 47 | 6,6 | | |
| 8 | 6,1 | 18 | 7,3 | 28 | 9,0 | 38 | 6,2 | 48 | 6,9 | | |
| 9 | 4,8 | 19 | 10,6 | 29 | 17,4 | 39 | 3,2 | 49 | 4,4 | | |
| 10 | 7,4 | 20 | 13,7 | 30 | 7,3 | 40 | 7,1 | 50 | 4,5 | | |

4.3.2. Propuestas de adecuación espacial de la distribución de subproductos

Todo estos datos muestran que según la necesidad de los cultivos, los desechos generados en el PN-Valderejo deben de ser la fuente principal de elementos fertilizantes. De permitiría la reutilización de los nutrientes del sistema, la producción de estiércol, reduciendo al mínimo la introducción de elementos ajenos al sistema que en este momento es excesiva, tal como se desprende de los balances de nutrientes realizados (Tabla 10 y Tabla 11)

La distribución de estos aportes requiere, considerar el conjunto de la superficie, es decir su utilización en zonas o parcelas alejadas de la explotación, o con problemas de accesibilidad. De otra manera se arriesga a repartir los abonos en aquellas próximas, que ya muestran un exceso de fertilidad.

También debe de considerarse el tipo de aprovechamiento de las praderas, pastoreo, corte-pastoreo, corte exclusivo, que determina la cantidad de heces que va a recibir de forma directa, en relación con la especie animal, la carga de animales que soporta, la duración del pastoreo.

Lo anterior, junto a el respeto de los momentos de distribución óptimos, hace necesario disponer de zonas adecuadas de almacenamiento del estiércol y purín.

Tabla 34. Cantidad total (Tm) de estiércol demandado por los prados de siega y cultivos de cereal en base a la recomendación según las características edáficas. (Localización de parcelas Figura 3b)

| Nº Parcela | Cantidad total (Tm) |
|--|---------------------|
| Prados de siega | |
| 4 | 262,9 |
| 22 | 24,2* |
| 24 | 9,3* |
| 29 | 15,7* |
| 41 | 0,1* |
| Resto de parcelas (1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 40, 41, 48, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56) | 0 |
| Cultivos de cereal | |
| 35 | 180 |
| 11, 16, 17, 18 | 0 |
| Resto de parcelas (3, 15, 25, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 44, 47) | 2318 |

4.3.2. Balance

Las diferencias entre las distintas explotaciones respecto a la eficiencia en la utilización de los nutrientes, que se derivan de los balances de N y P (Tabla 10 y Tabla 11, indica una posibilidad real de mejora en su utilización por parte de aquellas ganaderías en las que estos son peores. Estas tendrían la posibilidad de aproximarse a eficiencias, entre el 60-70%, que se observan en la explotación 4, y que son similares a las que se describen en sistemas de producción ganaderos de tipo intensivo, vacuno lechero, tanto en Europa como en América (Van Bruchem *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 1999).

Merece destacarse los resultados de la Explotación 4, y en particular la elevada importación de nutrientes a través de abonos orgánicos, concretamente gallinaza, especialmente teniendo en cuenta que esta dispone de una cabaña importante que igualmente le proporciona este tipo de producto. La elevada utilización de este tipo de estiércoles, puede favorecer la volatilización de parte del N aportado en forma de amoníaco, el cual vuelve a la tierra, con la lluvia, la precipitación seca, o por absorción (Sudduth y Loveless, 2004), y puede dar lugar a problemas de olor.

Por otra parte, el exceso de N aportado observado, tendría consecuencias sobre la contaminación ambiental, dado que una parte importante del mismo, en torno al 70%, escapa al entorno de las explotaciones mediante la volatilización, desnitrificación, escorrentía y filtración (leaching) (Hutson *et al.*, 1998). Esto supondría, de confirmarse para la zona de estudio, unas salidas próximas a 29.000 kg de N al año, cantidad que tendría un efecto polutante para el medio ambiente del PN-Valderejo y su zona de influencia.

En el caso del P, el alto contenido del estiércol de gallina utilizado (1,75% en P₂O₅ equivalente a 0,76% de P) supone una alimentación de los animales productores del

mismo con altos niveles de P. De acuerdo con la bibliografía (Ebeling *et al.*, 2002), en estudios realizados con estiércol y purín de vacuno, las pérdidas por escorrentía del P de estos productos, se incrementan de forma importante cuando los animales de los que se derivan tienen una dieta rica en P. Estos autores encuentran que cuando la dieta del vacuno pasa de un 0,31 a 0,49% de P, las pérdidas por escorrentía al aplicar los estiércoles llegan a multiplicarse por diez. Este incremento, además de disminuir la eficiencia con la que se utiliza el P aportado al suelo, supone un riesgo de contaminación importante de las aguas superficiales.

Dados los elevados niveles de fertilización de la mayoría de las praderas analizadas (Tabla 34), la utilización de los abonos orgánicos de la propia explotación, que acumularían una parte importante de los nutrientes (N y P) importados mediante los alimentos, piensos, cereales y paja, serían suficientes para una adecuada producción forrajera.

De todas maneras, en la actualidad existen herramientas, como el Programa ADILUR para praderas, que facilitan el desarrollo de una gestión adecuada del abonado, teniendo en cuenta la analítica de los suelos y las demandas de los cultivos producidos, fomentando la utilización adecuada de los recursos endógenos (abonos orgánicos propios). Estos sistemas, no solo permiten un beneficio medio-ambiental, sino que al racionalizar el uso de los abonos permiten una mejora en la economía de las explotaciones. Hay que dejar constancia de que aunque el PN-Valderejo no se declara como zona de riesgo máximo de eutrofización, los balances de nutrientes observados, la contaminación orgánica descrita, sobre todo en momentos de aportes de materia orgánica de origen animal, o el efecto de los fertilizantes sobre la calidad de las aguas en primavera, recomendaría la puesta en práctica de medidas acordes al código de buenas prácticas agrarias, para evitar el posible efecto medio-ambiental de la actividad ganadera, por otro lado consustancial al propio PN-Valderejo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Amella, A. y Ferrer, C. 1990. *Explotación de pastos en caseríos guipuzcoanos*. 285 pp. ISBN: 84-404-6961-6
- Boletín Oficial del País Vasco. Decreto 390/1998. Código de Buenas Prácticas Agrarias del País Vasco.
- Del Villar Marzo, J., García Sáez, J., García San Millán, R y Prieta Fernández, A. 1994. *Análisis Ambiental y propuestas de gestión del Parque Natural de Valderejo (Alava)*. Informe final del I Curso de Postgrado: Análisis y Recuperación Ambiental (UPV/EHU).201 pp.
- Ebeling, A.M., Bundy, L.G., Powell, J.M., Andraski, T.W., 2002. Dairy diet phosphorus effects on phosphorus losses in runoff from land-applied manure. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **66**: 284-291.
- Fuentes Yagüe, J.L. Manual práctico sobre utilización de suelo y fertilizantes.
- Gobierno Vasco. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.1999. *Sistema de cartografía ambiental de la CAPV-GESPLAN-*.
- Gobierno Vasco. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.2001. *Red de Vigilancia de la calidad de las aguas y estado medioambiental de los ríos de la Comunidad Autónoma Vasca. Río Puron*.
- González del Tanago, M. Y García de Jalón Lastra, D. 1995. *Restauración de ríos y riberas*. Escuela Técnica superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. ISBN: 84-86793-1995.
- Granuzá, L. 1995. *Principales impactos en el medio ambiente. Su influencia en el sector agrario*. En: Jornadas Técnicas sobre medio ambiente en la agricultura. Bergara, Noviembre 1995.
- Hodgson, J., 1990. *Grazing management. Science into Practice*. Logman Scientific & Technical. Essex, U.K. 203 pp
- Hutson, J.L. Pitt, R.E., Koelsch, R.K., Wagnet, R.J., 1998. Improving dairy farm sustainability. II. Environmental losses and nutrient flows. *Journal Production Agriculture* **11**: 233-239
- MAFF-Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1994. *Fertiliser recommendations*. 112 pp. ISBN 0112429351.
- Ortuzar, M.A., Aizpurua, A., Castellón, A., Alonso, A., J.M. Estavillo. Evolución del contenido de nitrato y amonio en lixiviados bajo diferentes formas de fertilización nitrogenada en Trigo. Estudios en la Zona no Saturada del Suelo. Vol VI.
- Sudduth, T.Q., Loveless, M.J., 2004. Decreasing Nitrogen and Phosphorous Excretion by Dairy Cattle. South Carolina Confined Animal Manure Managers Certification Program - Dairy. Clemson, SC (USA) 11 pp.
- Van Bruchem, J., van Oss., M., Viets, T.C., van Keulen, H., 1997. Towards environmental balanced grassland-based dairy farming - new perspectives using an integrated approach. En "Livestock farming systems. More than food

production” Editado por J. Sorensen. Wageningen (Netherland), Wageningen Pers, pp 301-306

Wang, H.R. Fox. D.J., Cherney, D.J.R., Klausner, S.D., Bouldin, D.R., 1999. Impact of dairy farming on well water nitrate level and soil content of phosphorus and potasium.” *Journal Dairy Science* **82**: 2164-2169

ANEXO 1. Caracterización hidrobiológica del río Purón

(Fuente: Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, 2001)

Respecto a los recursos superficiales de la cuenca del Purón, recurriendo a los datos del estudio de recursos realizado en el Plan Hidrológico del Ebro, se obtiene un valor de unos 45 hm³/año, como aportación media anual.

El eje fluvial aparece dividido en 2 partes, separadas por el tramo PUTR02, que se seca en verano, cuando a las extracciones para abastecimiento existentes se le une el fuerte estiaje. No es hasta la entrada del arroyo Pinedo en el PUTR03, y a las fuentes existentes en Ribera (tramo PUTR03), cuando el río vuelve a recuperar su caudal.

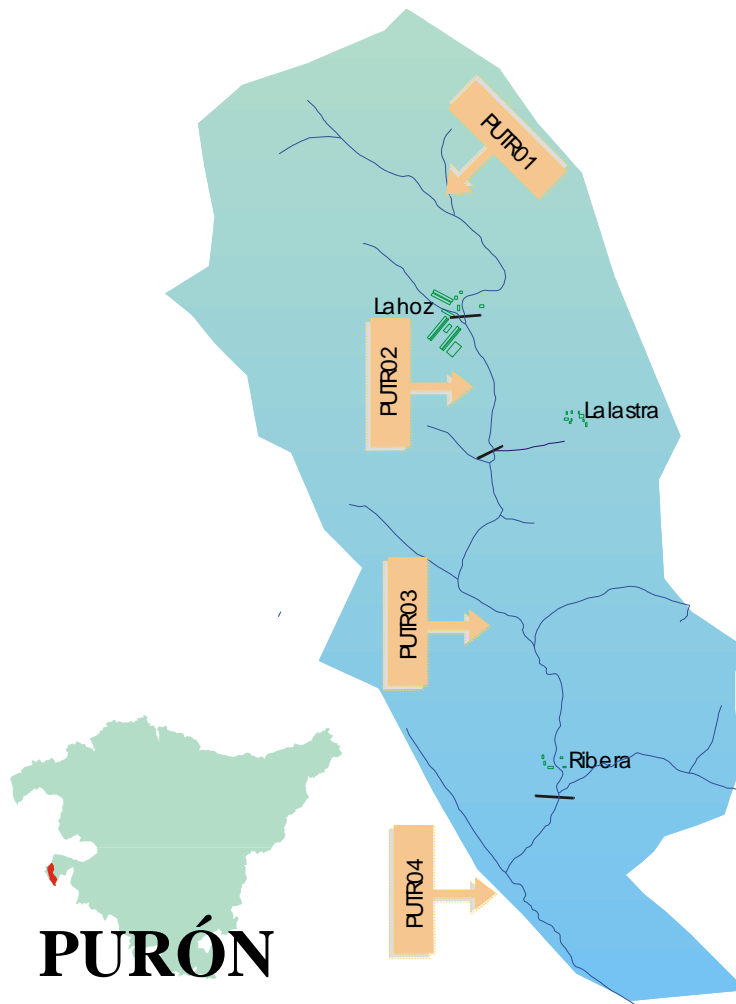


FIGURA 1.2. TRAMOS DEL RÍO PURÓN

Los tramos de trabajo del río Purón fueron los siguientes:

| TRAMO | UTM-x inicio | UTM-y inicio | UTM-x final | UTM-y final | Localización del punto final |
|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|--|
| PUTR01 | 04791 | 47500 | 04804 | 47482 | Núcleo rural de Lahoz |
| PUTR02 | 04804 | 47482 | 04808 | 47464 | Cruce del río con la carretera Lalastra- Villamardones |
| PUTR03 | 04808 | 47464 | 04813 | 47437 | Confluencia con arroyo Ampó, aguas abajo de Ribera |
| PUTR04 | 04813 | 47437 | 04807 | 47431 | Límite territorial con Burgos |

TABLA 1.1. - TRAMOS DE TRABAJO ESTABLECIDOS PARA EL RÍO PURÓN. SE LOCALIZAN CARTOGRÁFICAMENTE LOS PUNTOS DE INICIO Y FINAL DE CADA TRAMO, Y SE REALIZA UNA BREVE DESCRIPCIÓN DEL PUNTO FINAL.

Las características de los tramos de trabajo se presentan en la tabla siguiente:

| TRAMO | Longitud (m) | Altitud (m) inicio | Altitud (m) final | Desnivel (m) | Pendiente (%) |
|--------|--------------|--------------------|-------------------|--------------|---------------|
| PUTR01 | 3200 | 1035 | 895 | 140 | 40,38 |
| PUTR02 | 1600 | 895 | 870 | 25 | 10,56 |
| PUTR03 | 3400 | 870 | 730 | 140 | 40,12 |
| PUTR04 | 1700 | 730 | 600 | 130 | 70,65 |

TABLA 1.2. - CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE TRABAJO ESTABLECIDOS PARA EL RÍO PURÓN. SE PRESENTA LA LONGITUD TOTAL DEL TRAMO, LAS ALTITUDES DE SUS PUNTOS DE INICIO Y FINAL, EL DESNIVEL ALTITUDINAL ENTRE AMBOS PUNTOS Y LA PENDIENTE GEOGRÁFICA DEL TRAMO EN PORCENTAJE.

El tramo correspondiente a su nacimiento (**PUTR01**), caracterizado por un cauce estrecho y de escaso caudal, discurre por terrenos dedicados a los pastos para la ganadería. Es un tramo que se extiende desde el nacimiento del río hasta Lahoz. En verano, el tramo alto aparece seco, quedando vestigios de agua en pequeñas charcas y pozas, en las que se refugian ejemplares de batracios.

El río nace entre hayedos y pinares, delimitado por cortados calizos ideales para aves rupícolas. El cauce discurre entre prados y con una hilera continua de árboles en las orillas. Existe abundante ganado vacuno y equino en la zona.

Existe una pequeña presa en la que crece prósperamente la vegetación acuática. Aguas abajo de la presa, el río discurre sin entidad en gran parte del año. El bosque de ribera es pequeño, no pasando de ser una hilera con un estrato arbustivo poco desarrollado. La orilla presenta vegetación herbácea no demasiado densa.

El tramo segundo (**PUTR02**) destaca por el impacto que supone la tala de vegetación riparia que se ha hecho en algunas zonas. El talud es poco estable, asemejándose a una torrentera por la que en el momento de la visita no discurre agua, si bien ésta se conserva en pequeñas pozas. La vegetación riparia sigue siendo una hilera que discurre a través de prados de montaña. Se trata de una zona muy tranquila y apartada.

En el tramo (**PUTR03**) se observa en este tramo un cortado y un desfiladero de grandes dimensiones. El hábitat de la zona está constituido por un bosque de hayas bien desarrollado a través del cual discurre el cauce que tiene un poco de agua prácticamente estancada con vegetación sumergida que puede dar cobijo a la fauna acuática.

La orilla tiene hierba corta pero muy densa, y musgo también presente en las piedras del cauce.

Prosigue el río por el desfiladero en el que domina el quejigal aunque también se observan hayas de gran porte. A esta altura ya corre el agua y hay numerosas pozas a lo largo del desfiladero. Es esta un área muy tranquila y apartada.

El tramo cuatro (**PUTR04**) del Purón es muy similar al PUTR03. Aparecen algunas zonas con chopera de repoblación en la orilla y estrato arbustivo poco desarrollado. Se detecta abundante muérdago en la chopera. Existe más agua que en tramos precedentes.

El subtramo PU03-1 está situado aguas arriba del arroyo Polledo, de gran pendiente, que pierde el flujo durante el estiaje quedando el río como una sucesión de charcas. Discurre fundamentalmente por un desfiladero enmarcado en un bosque frondoso de hayas. El subtramo PU03-2 discurre aguas abajo del arroyo Polledo, tiene menor pendiente y se abre al valle constituyendo una zona más despejada. Incorpora ya algo más de caudal con el aporte de este arroyo.

En la tabla siguiente se especifican los subtramos y la localización geográfica del punto de corte entre tramos.

| TRAMO | Código | Subtramo | Punto de corte |
|--------|--------|----------|--|
| PUTR01 | - | - | Núcleo rural de Lahoz |
| PUTR02 | - | - | Cruce del río con la carretera Lalastra- Villamardones |
| PUTR03 | PU03-1 | PU03-1 | Confluencia con el Arroyo Polledo |
| | PU03-2 | PU03-2 | Confluencia con el arroyo Ampó, aguas abajo de Ribera (Coincidente estación Red) |
| PUTR04 | - | - | Límite territorial con Burgos |

TABLA 1.3. - LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS SUBTRAMOS DE DIAGNÓSTICO ESTABLECIDOS PARA EL RÍO PURÓN.

1.2. Caracterización de los componentes del ecosistema fluvial

1.2.1. Caracterización componentes fisicoquímicos

El Purón presenta aguas cuyo grado de mineralización corresponde al Grupo D de mineralización establecido en Docampo *et al.* (1992), caracterizado por un valor medio de conductividad de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**tabla 1.4**). En general, el sustrato geoquímico está constituido por calizas y margocalizas con coaluviones.

En cuanto a la contaminación del agua, solamente se ha identificado una situación de contaminación media en el tramo PUTR01 (**tabla 1.5**), aunque son de esperar también situaciones similares en el tramo PUTR02 por la presencia de vertidos esporádicos a partir de las instalaciones ganaderas existentes.

| TRAMO | T agua (°C) | T aire (°C) | Oxígeno | pH | Cond (µS/cm) | Amonio |
|--------|-------------|-------------|---------|------|--------------|--------|
| PUTR01 | 14,3 | 21,7 | 7,6 | 7,85 | 475 | 0,271 |
| PUTR02 | - | - | - | - | - | - |
| PUTR03 | 9,7 | 16,6 | 8,5 | 7,75 | 569 | 0,025 |
| | 14,7 | 20,4 | 8,3 | 7,94 | 529 | 0,032 |
| PUTR04 | 22,4 | 28,4 | 9,9 | 8,27 | 512 | 0,021 |

TABLA 1.4. - RESULTADOS DE LAS MEDIDAS FISCOQUÍMICAS REALIZADAS EN CAMPO. RÍO PURÓN 'T AGUA', TEMPERATURA DEL AGUA; 'T AIRE', TEMPERATURA DEL AIRE; 'OXÍGENO', OXÍGENO DISUELTO; 'pH', ÍNDICE pH DEL AGUA; 'COND', CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA DEL AGUA; 'AMONIO', CONCENTRACIÓN DE AMONIO DISUELTO. (*) TRAMO SECO TOTALMENTE.

| TRAMO | NH4 | Contaminación orgánica | NH3 | Contaminación por amoníaco |
|--------|-------|------------------------|--------|----------------------------|
| PUTR01 | 0,271 | C2 | 0,0048 | N1 |
| PUTR02 | - | - | - | - |
| PUTR03 | 0,025 | C1 | 0,0003 | N0 |
| | 0,032 | C1 | 0,0007 | N0 |
| PUTR04 | 0,021 | C1 | 0,0017 | N0 |

TABLA 1.5. - INDICADORES DE CONTAMINACIÓN ORGÁNICA DE LAS AGUAS. RÍO PURÓN. 'NH4', CONCENTRACIÓN DE AMONIO; 'NH3', CONCENTRACIÓN DE AMONÍACO GAS, CALCULADA A PARTIR DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DEL AMONIO, DEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA Y EL pH DEL AGUA. TAMBIÉN SE VALORAN LOS GRADOS DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SOBRE LA BASE DE LAS CONCENTRACIONES DE AMONIO Y AMONÍACO: 'C0', NO HAY CONTAMINACIÓN ORGÁNICA; 'C1', CONTAMINACIÓN ORGÁNICA LEVE; 'C2', CONTAMINACIÓN ORGÁNICA MEDIA; 'C3', CONTAMINACIÓN ORGÁNICA FUERTE. 'N0', AUSENCIA DE AMONÍACO; 'N1', PRESENCIA LEVE DE AMONÍACO; 'N2', EXCESO DE AMONÍACO; 'N3', TOXICIDAD POR AMONÍACO. (*) TRAMO SECO TOTALMENTE.

1.2.2. Caracterización componentes hidromorfológicos

A partir de los datos recogidos en campo, se realizó una caracterización hidromorfológica de los distintos tramos de trabajo, cuyos resultados principales se muestran en las **tablas 1.6 y 1.7.**

| TRAMO | Tipo Geomorfológico | PTS | Orden Strahler | Nº combinaciones de velocidad | Presencia de islas | Cauce diversificado |
|--------|---------------------|-----|----------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| PUTR01 | T1 | 0 | 1 | 3 | NO | NO |
| PUTR02 | T2 | 0 | 2 | 2 | NO | NO |
| PUTR03 | T2 | I | 2 | 2 | NO | NO |
| PUTR04 | T1 | I | 3 | 3 | NO | NO |

TABLA 1.6. - CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS E HIDROLÓGICAS. RÍO PURÓN. TIPO GEOMORFOLÓGICO: 'T1', AREAS DE RIBERA CERRADAS, CON POTENCIALIDAD DE ALBERGAR UN BOSQUE RIPARIO DE PEQUEÑA ANCHURA; 'T2', AREAS DE RIBERA CON POTENCIALIDAD DE ALBERGAR UN BOSQUE RIPARIO DE ANCHURA MEDIA; 'T3', AREAS DE RIBERA DE BAJA PENDIENTE, CON ELEVADA POTENCIALIDAD PARA ALBERGAR UN BOSQUE RIPARIO EXTENSO. 'PTS', ORDEN DE JERARQUIZACIÓN HIDROLÓGICA DEL *PTS DE MÁRGENES DE LA CAPV*.

| TRAMO | Anchura media (m) | Calado medio (m) | Anchura del canal (m) | Longitud seca (m) | Desnivel (m) | Pendiente (%) | Diversidad de granulometría |
|--------|-------------------|------------------|-----------------------|-------------------|--------------|---------------|-----------------------------|
| PUTR01 | 0,16 | 0,06 | 0,80 | 150 | 140 | 4,38 | Media |
| PUTR02 | (*) | (*) | 1,40 | 200 | 25 | 1,56 | Media |
| PUTR03 | 2,62 | 0,19 | 1,00 | 0 | 140 | 4,12 | Media |
| PUTR04 | 3,50 | 0,55 | 5,00 | 0 | 130 | 7,65 | Elevada |

TABLA 1.7. - CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS. RÍO PURÓN. ANCHURA Y CALADO HÚMEDOS MEDIOS DEL TRAMO: VALORES EXPRESADOS EN M., (*) TRAMO SECO. 'LONGITUD SECA' EXPRESADA SOBRE UNA LONGITUD DE REFERENCIA DE 200 M.

**ANEXO 2. Directivas (75/440/CEE abastecimiento. 78/659/CEE vida piscícola, Categoría ICG.
Calificación PRATI)**

(Fuente: Red de Vigilancia de la calidad de las aguas y del estado ambiental de los ríos de la comunidad autónoma de Euskadi. Informe año 1998)

➤ Directiva 75/440/CEE de abastecimiento.

Las aguas superficiales susceptibles de ser utilizadas para consumo se clasifican en 4 grupos de calidad en función del tipo de tratamiento necesario para su potabilización. En la siguiente tabla se presentan estos 4 grupos:

| Características | Clase |
|---|-------|
| Aguas potabilizables con un tratamiento físico simple (p.e., filtración rápida y desinfección) | A1 |
| Aguas potabilizables con un tratamiento físico químico normal (p.e., percloración, floculación, decantación, filtración y desinfección) | A2 |
| Aguas potabilizables con un tratamiento adicional a los de la clase A2 (p.e., carbón activo u ozonificación) | A3 |
| Aguas no utilizables para el suministro de aguas potables, salvo casos excepcionales, con un tratamiento específico | A4 |

➤ Directiva del Consejo 78/659/CEE (vida piscícola)

Esta directiva define tres clases: clase S para aguas donde viven o podrían vivir poblaciones de la familia de los salmónidos o ciprínidos; clase C son aguas donde viven o podrían vivir poblaciones de la familia de ciprínidos; y clase III son aguas de calidad inferior a la clase C, son aguas tóxicas.

Sin embargo, la realidad de muchos tramos de los ríos del País Vasco no se corresponde a esta clasificación ya que es habitual encontrar ciprínidos e incluso, salmónidos en tramos considerados por esta directiva como III. Esto se debe a que las citadas directivas fueron definidas para un entorno geográfico y para unos ríos de un régimen muy diferente a los vascos; por otro lado, los organismos acuáticos se adaptan al medio en el que viven llegando a tolerar concentraciones de agentes tóxicos superiores a estos límites teóricos.

➤ Índice de Prati, Pavanello y Pesarin.

Prati, Pavanello y Pesarin desarrollaron un índice matemático que expresaba el grado de contaminación de las aguas superficiales teniendo en cuenta diferentes contaminantes, con el objeto de obtener un índice creciente a medida que se incrementa la degradación del medio (Prati *et al.*, 1971).

El objetivo es determinar tantas expresiones matemáticas como contaminantes considerados para transformar concentraciones en niveles de contaminación. Estas expresiones matemáticas se construyen de forma que el valor numérico resultante sea proporcional al efecto contaminante de cada parámetro, en relación con el resto. Así, aunque un compuesto esté presente en concentraciones más bajas que otro, puede tener un valor numérico más alto si su efecto es más nocivo para el medio ambiente.

La elección de una unidad de contaminación es totalmente arbitraria, pero permite representar coherentemente las relaciones que existen entre las capacidades

contaminantes de las distintas variables seleccionadas. De este modo, cualquier parámetro o índice convencional de contaminación puede ser considerado como referencia y su escala, expresada en concentraciones, usada en un sistema de clasificación con el fin de llegar a los nuevos valores numéricos adimensionales tomados como medida de la contaminación.

Este método se utilizó, en un principio, para la evaluación de la calidad de las aguas superficiales con vistas a establecer un inventario de los recursos de agua. Aunque carece, en cierta medida, de objetividad, resulta una herramienta útil para comparar la contaminación de los ríos de diferentes zonas geográficas.

Para la definición de este índice se utilizan los criterios incluidos en la Tabla 2.6.

| CLASE | EXCELENTE (I) | ACEPTABLE (II) | LIGERA CONTAMINACIÓN (III) | CONTAMINACIÓN (IV) | MUY CONTAMINADAS (V) |
|------------------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Índice de calidad | 0-1 | 1-2 | 2-4 | 4-8 | >8 |
| pH | 6,5-8,0 | 6,0-8,4 | 5,0-9,0 | 3,9-10,1 | <3,9->10,1 |
| Ox. disuelto (%) | 88-112 | 75-125 | 50-150 | 20-200 | <20->200 |
| DBO ₅ | 1,5 | 3,0 | 6,0 | 12,0 | >12,0 |
| DQO | 10 | 20 | 40 | 80 | >80 |
| SS | 20 | 40 | 100 | 278 | >278 |
| NH ₄ ⁺ | 0,1 | 0,3 | 0,9 | 2,7 | >2,7 |
| NO ₃ ⁻ | 4 | 12 | 36 | 108 | >108 |
| Cl ⁻ | 50 | 150 | 300 | 620 | >620 |
| Hierro | 0,1 | 0,3 | 0,9 | 2,7 | >2,7 |
| Manganeso | 0,05 | 0,17 | 0,5 | 1,0 | >1,0 |

Tabla 2.6. Valores analíticos de partida para las variables que intervienen en el índice de Prati

El primer paso para la aplicación del índice de Prati consiste en seleccionar las variables que consideramos de interés para la determinación del mismo.

Acto seguido, se procede a determinar las expresiones matemáticas que permiten transformar las concentraciones de cada una de las variables en los correspondientes índices de calidad (adimensionales), que mantienen una progresión geométrica de factor 2 (1, 2, 4, 8). Para la construcción de estas funciones se han utilizado las propiedades de varias curvas, para asegurar que los resultados sean válidos no sólo para valores bajos, sino también para aquellos que exceden de la clase V (clase de las aguas muy contaminadas). Se ha considerado la serie de valores de concentración de cada variable siguiendo una escala en consonancia, aproximadamente, con la severidad de sus efectos contaminantes. En cada caso se determina la correspondiente curva. En algunos casos es necesario introducir más de una función para ajustar las concentraciones a los valores postulados.

Las ecuaciones que transforman las concentraciones de cada parámetro en el correspondiente índice adimensional se reflejan en la Tabla 2.7. A partir del valor numérico de los índices calculados para cada variable, se determina el índice de contaminación total como la media aritmética de todos ellos.

| | | |
|----|-----|------------------------------------|
| pH | 0-5 | $X = -5,6 + 5,6(7-Y) - 0,4(7-Y)^2$ |
|----|-----|------------------------------------|

| | | |
|----------------------|--------|---|
| | 5-7 | $X= 2(7-Y)$ |
| | 7-9 | $X= (Y-7)^2$ |
| | 9-14 | $X= -5,6 + 5,6(Y-7) - 0,4(Y-7)^2$ |
| Oxígeno disuelto (%) | <50 | $X=4,2 - 0,437((100-Y)/5) + 0,042((100-Y)/5)^2$ |
| | 50-100 | $X=0,08(100-Y)$ |
| | >100 | $X=0,08(Y-100)$ |
| DBO ₅ | | $X=Y/1,5$ |
| DQO | | $X=0,1Y$ |
| SS | | $X=2^{2,1\log((Y-10)/10)}$ |
| Amonio | | $X=2^{2,1\log(10 Y)}$ |
| Nitratos | | $X=2^{2,1 \log(Y/4)}$ |
| Cloruros | <21 | $X=1,57 (Y/50) + 0,57(Y/50)^2$ |
| | 21-300 | $X=0,6 + 0,37(Y/50) + 0,033(Y/50)^2$ |
| | >300 | $X=3,75 ((Y/50) - 5,2)^{1/2}$ |
| Hierro | | $X=2^{2,1 \log(10 Y)}$ |
| Manganeso | 0-0,5 | $X=2,5 Y + 3,9(Y)^{1/2}$ |
| | >0,5 | $X=2,75 + 5,25(Y)^2$ |

Tabla 2.7. Ecuaciones de transformación de las concentraciones de los contaminantes (que se expresan en las fórmulas como unidades Y) en niveles de contaminación (expresados por X).

Prati *et al.* (1971) proponen la siguiente escala de contaminación, que va desde el estado excelente a aguas muy contaminadas (Tabla 2.8.).

| ÍNDICE MEDIO | ESTADO DEL AGUA |
|--------------|----------------------|
| 0-1 | EXCELENTE |
| 1-2 | ACEPTABLE |
| 2-4 | LIGERA CONTAMINACIÓN |
| 4-8 | CONTAMINACIÓN |
| >8 | FUERTE CONTAMINACIÓN |

Tabla 2.8. Clasificación de las aguas según el índice de Prati

Para establecer comparaciones espaciales o temporales se tienen en cuenta los valores numéricos del índice, en lugar de su correspondiente clasificación según la Tabla 2.8., dado que los estados que define el índice presentan cierta ambigüedad.

➤ Índice De Calidad General (ICG).

El sistema elegido para definir este índice se basa en el método desarrollado por el *Servicio de Calidad de las Aguas del Ministerio de Riquezas Naturales del Estado de Quebec (Canadá)*, siendo su expresión matemática la que se presenta a continuación:

$$ICG = \sum_{i=1}^n Q_i P_i$$

En esta fórmula, n es el número de parámetros que intervienen en el cálculo del índice, Q_i es la denominada función de equivalencia de cada parámetro y P_i es el coeficiente de ponderación para cada parámetro.

Las funciones de equivalencia (Q_i).

La posibilidad de emplear un determinado tipo de agua para un uso concreto depende de su composición química.

Los valores analíticos que toma cada variable analizada no resultan homogéneos y, por tanto, no puede operarse con ellos de forma directa, ya que, además de no poder sumar variables con distintas unidades, su influencia sobre la calidad de las aguas no es la misma para cada parámetro.

La aplicación de las funciones de equivalencia tiene por objeto transformar los resultados analíticos de la muestra en valores adimensionales Q_i , de modo que cifras iguales supongan calidades equivalentes con respecto al uso elegido y para cada parámetro aislado. Estas funciones traducen cada valor analítico en el nivel de calidad Q_i que le corresponda, dentro de un determinado rango que varía entre 0 y 100; cero indica el nivel de peor calidad, mientras que cien es el valor óptimo para el uso considerado.

Hay que resaltar que el valor 60 representa un nivel crítico.

En la Tabla 2.9. se indica el significado atribuido a los niveles de calidad Q_i , según sus diferentes valores.

| Valor Q_i | Interpretación |
|-------------|----------------|
| 100 | Excelente |
| 100-85 | Muy buena |
| 85-75 | Buena |
| 75-60 | Utilizable |
| <60 | Mala |
| 0 | Desechable |

Tabla 2.9. Significado atribuido a los niveles de calidad adimensional Q_i

Selección de parámetros y su ponderación.

En el proceso de selección de variables analíticas que intervienen en el cálculo del índice conviene tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Existen tres tipos de variables:

1.- **Variables básicas o de tipo X:** son aquellas cuya presencia es siempre significativa, independientemente de su concentración. Son variables que siempre deben ser incluidas en el cálculo del ICG.

2.- **Variables complementarias o de tipo Y:** su presencia afecta a la utilización del agua a partir de cierta concentración. Sólo han de incluirse en el cálculo del ICG cuando la concentración sobrepase el valor crítico para cada parámetro; dicho valor crítico implica que, a partir del mismo, la presencia del parámetro supone un empeoramiento en la calidad del agua, tanto mayor cuanto mayor sea su concentración. El valor crítico es igual para todos los parámetros (valor de Q_i inferior a 60).

3.- **Variables que no afectan al uso previsto:** no son utilizadas para el cálculo del índice.

b) **Variables Y:** pese a que se ha comentado en el punto anterior, es especialmente importante resaltar el hecho de que las variables Y sólo son aplicadas para el cálculo del ICG cuando su correspondiente Q_i es inferior a 60.

| Parámetro | Coefficiente a_i | Tipo de variable |
|--------------------|--------------------|------------------|
| Oxígeno disuelto | 1 | X |
| SS | 1 | X |
| pH | 1 | X |
| Conductividad | 1 | X |
| DQO | 3 | X |
| DBO ₅ | 1 | X |
| Coliformes totales | 1 | X |
| Ortofosfatos | 3 | X |
| Nitratos | 3 | X |
| Calcio | 3 | Y |
| Magnesio | 4 | Y |
| Sodio | 4 | Y |
| Cloruros | 2 | Y |
| Sulfatos | 2 | Y |
| Detergentes | 1 | Y |
| Cianuros | 1 | Y |
| Fenoles | 1 | Y |
| Cadmio | 1 | Y |
| Cobre | 2 | Y |
| Cromo hexavalente | 1 | Y |
| Mercurio | 1 | Y |
| Plomo | 1 | Y |
| Zinc | 1 | Y |

Tabla 2.10. Tipos de variables

De todo lo dicho con anterioridad, se deduce que es necesario implantar un valor que indique el peso o importancia relativa que es necesario asignar a cada parámetro; dicho valor se denomina coeficiente de ponderación P_i y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P_i = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{a_i}}$$

Donde a_i es el coeficiente de importancia relativa de cada parámetro, que puede tomar los siguientes valores:

| Coeficiente a_i | Importancia de la variable |
|-------------------|-----------------------------|
| 1 | Muy importante |
| 2 | Importancia media |
| 3 | Importancia débil |
| 4 | Dudosa o poco significativa |

Tabla 2.11. Valores del Coeficiente de importancia relativa a_i

Como puede observarse, la fórmula del coeficiente de ponderación está construida de manera que la suma de los coeficientes de ponderación de todos los parámetros que intervienen en el cálculo del ICG sea igual a 1. De esta manera, se asegura que el valor del ICG oscile entre 0 y 100. P_i será diferente según el número de variables que intervienen en el sumatorio.

Cálculo e interpretación del ICG.

En primer lugar, es necesario calcular, a partir de los datos analíticos y las funciones de equivalencia (Tabla 2.12) los valores de Q_i para cada parámetro. Los parámetros de tipo Y con valores de Q_i inferiores a 60 se deben descartar de los cálculos.

| Parámetro | Intervalo de los datos analíticos (X, Y) | Valor de Q_i |
|--------------------|--|----------------------------------|
| Oxígeno disuelto | <0,5 | 0 |
| | 0,5-8 | $(40 X - 20)/3$ |
| | 8-14 | 100 |
| | 14-19 | $380 - 20 X$ |
| | >19 | 0 |
| SS | <30 | 100 |
| | 30-120 | $(1020-4X)/9$ |
| | 120-450 | $(450-X)/5,5$ |
| | >450 | 0 |
| pH | <4,5 | 0 |
| | 4,5-6,5 | $30X-135$ |
| | 6,5-7,5 | $40X-200$ |
| | 7,5-10 | $400-40X$ |
| | >10 | 0 |
| Conductividad | <250 | 100 |
| | 250-1000 | $120-0,08X$ |
| | 1000-2000 | $80-0,04X$ |
| | >2000 | 0 |
| DQO | 0-66,67 | $(35000/(27X+300))-(50/3)$ |
| | >66,67 | 0 |
| DBO ₅ | 0-40 | $(7000/(9X+60))-(50/3)$ |
| | >40 | 0 |
| Coliformes totales | 0-10 | 100 |
| | 10-3000 | $140 - (40,26 (\log X/\log 10))$ |
| | >3000 | 0 |
| Ortofosfatos | 0-3,75 | $(1500-400X)/15$ |
| | 3,75 | 0 |
| Nitratos | 0-250 | $100-0,4X$ |
| | >250 | 0 |

Tabla 2.12. Cálculo de los índices de calidad, (funciones de equivalencia, Q_i)

| Parámetro | Intervalo de los datos analíticos (X, Y) | Valor de Q_i |
|-------------------|---|------------------|
| Calcio | 0-5 | 50 |
| | 5-200 | 100 |
| | 200-2000 | $(200-Y)/30$ |
| | >2000 | 0 |
| Magnesio | 0-100 | $100-(4(Y/15))$ |
| | 100-1000 | $(6(1000-Y))/85$ |
| | >1000 | 0 |
| Sodio | 0-200 | $100-0,25Y$ |
| | 200-1000 | $(100-Y)/16$ |
| | >1000 | 0 |
| Cloruros | 0-400 | $100-0,1Y$ |
| | 400-2000 | $75-0,0375Y$ |
| | >2000 | 0 |
| Sulfatos | 0-1250 | $100-0,08Y$ |
| | >1250 | 0 |
| Detergentes | 0-1,25 | $100-80Y$ |
| | >1,25 | 0 |
| Cianuros | 0-0,025 | $100-4000Y$ |
| | >0,025 | 0 |
| Fenoles | 0-0,002 | $100-20000Y$ |
| | 0,002-0,05 | $62,5-1250Y$ |
| | >0,05 | 0 |
| Cadmio | 0-0,01 | $100-10000Y$ |
| | >0,01 | 0 |
| Cobre | <0,01 | 100 |
| | 0,01-1 | $101-101Y$ |
| | >1 | 0 |
| Cromo hexavalente | 0-0,125 | $100-800Y$ |
| | >0,125 | 0 |
| Mercurio | 0-0,001 | $100-100000Y$ |
| | >0,001 | 0 |
| Plomo | 0-0,2 | $100-500Y$ |
| | >0,2 | 0 |
| Zinc | 0-5 | $100-20Y$ |
| | >5 | 0 |

Para calcular la función de equivalencia Q_i se sustituye el resultado analítico obtenido para cada parámetro en la fórmula correspondiente, fórmula que habrá de seleccionarse en función del intervalo numérico al que pertenece el valor obtenido con la analítica.

Una vez que se ha decidido que parámetros han de incluirse en el cálculo del ICG, por ejemplo, descartando aquellas variables de tipo Y cuya función de equivalencia sea menor que 60, se procede al cálculo de los pesos, P_i , para cada parámetro (según la fórmula que se ha indicado con anterioridad), tomando en consideración el coeficiente a_i correspondiente.

Acto seguido, se procede a multiplicar el valor Q_i de cada parámetro por su correspondiente peso P_i ($Q_i \cdot P_i$), siendo la fórmula general del ICG el sumatorio de todos los resultados de $Q_i P_i$ que se han obtenido con anterioridad.

La interpretación de los valores obtenidos con la fórmula final del ICG se realiza en base a la clasificación de la Tabla 2.13.

| Valor numérico del ICG | Clasificación de las aguas |
|------------------------|----------------------------|
| 100-90 | EXCELENTE |
| 90-80 | BUENA |
| 80-70 | INTERMEDIA |
| 70-60 | ADMISIBLE |
| 60-0 | INADMISIBLE |

Tabla 2.13. Clasificación según el I.C.G.

Aplicación del ICG a Red de Vigilancia.

Como hemos visto, el índice de calidad es una media ponderada de los niveles de calidad deducidos mediante la aplicación de funciones de equivalencia a los resultados analíticos, teniendo en cuenta la importancia relativa de cada variable.

Para el cálculo del ICG a partir de los datos de la Red de Vigilancia se han utilizado todos los parámetros que se incluyen en la Tabla 2.12, a excepción de los detergentes (22 variables en total). Como puede comprobarse, se han utilizado 9 variables básicas y 13 complementarias. Los impactos que este índice pretende evaluar son los fenómenos de toxicidad, capacidad de albergar vida, los fenómenos de eutrofización y la presencia de compuestos de origen industrial.

ANEXO 3. Informes de los análisis de las aguas del río Purón. (Estación de Ribera. Dirección de Agua- Departamento del Territorio y Medio Ambiente- Gobierno Vasco)

Los informes de análisis no están disponibles en formato electrónico. Se incluyen en el formato impreso.

**ANEXO 4. Informes de los análisis de las aguas del río Purón (Parque Natural de Valderejo).
Muestras realizados en siete puntos y siete momentos diferentes durante octubre 2002-abril 2003**

Los informes de análisis no están disponibles en formato electrónico. Se incluyen en el formato impreso.