

**Identificación de presiones y análisis  
de impactos de origen difuso en las  
masas de agua de la CAPV**

Mayo de 2005

**IKT**



Destinatario	Dirección de Aguas Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente Gobierno Vasco Vitoria-Gasteiz
Documento	Identificación de presiones y análisis de impactos de origen difuso en las masas de agua de la CAPV
Referencia	
Fecha Edición	Mayo de 2005
Autor	Departamento de Medio Natural y Sistemas de Información Geográfica

## Contenido

<b>1. Introducción general.....</b>	<b>9</b>
1.1. Introducción general y objetivos del estudio .....	9
1.2. Caracterización de las masas de agua de la CAPV .....	11
<b>2. Identificación inicial de presiones de tipo difuso y de los indicadores relacionados.....</b>	<b>14</b>
2.1. Actividades, presiones e indicadores.....	14
2.1.1. Actividad agraria .....	14
2.1.1. Actividad ganadera .....	14
2.1.3. Actividad forestal .....	15
<b>3. Modelos de distribución espacial de presiones.....</b>	<b>16</b>
3.1. Identificación de diferentes manejos-tipo en el territorio .....	16
3.1.1. Agricultura .....	16
3.1.2. Ganadería .....	32
3.1.3. Usos forestales .....	47
3.2. Clasificación del territorio en diferentes manejos tipo.....	53
3.2.1. Agricultura .....	53
3.2.2. Ganadería .....	54
3.2.3. Usos forestales .....	55
3.2.3.1. Superficie forestal de la CAPV.....	55
3.3. Construcción de los modelos.....	57
3.3.1. Abono inorgánico .....	58
3.3.1.1. Ubicación de los cultivos.....	58
3.3.1.2. Dosis de abonado empleadas en cada tipo de cultivo .....	63
3.3.1.3. Limitaciones del modelo.....	64
3.3.2. Abono orgánico.....	66
3.3.2.1. Número y tipo de animales domésticos .....	66
3.3.2.2. Nutrientes que genera cada tipo de animal .....	66
3.3.2.3. Superficies sobre las que se distribuyen los nutrientes .....	67
3.3.2.4. Limitaciones del modelo.....	69
3.3.3. Modelo de balance del nitrógeno en la agricultura.....	70
3.3.3.1. Aportes totales de nitrógeno .....	71
3.3.3.2. Extracciones totales de nitrógeno .....	77
3.3.3.3. Balance de nitrógeno .....	81
3.3.3.4. Limitaciones del modelo.....	82
3.3.4. Modelo de aportación de pesticidas.....	83
3.3.4.1. Pesticidas utilizados en la agricultura vasca.....	83
3.3.4.2. Principios activos .....	86
3.3.4.3. Limitaciones del modelo.....	89
3.3.5. Erosión forestal.....	90
3.3.5.1. Construcción del modelo.....	90
3.3.5.2. Descripción del modelo .....	98
3.3.5.3. Limitaciones del modelo.....	108
3.3.6. Erosión agrícola .....	109
3.3.6.1. Construcción del modelo.....	109
3.3.6.2. Limitaciones del modelo.....	112
<b>4. Estimación de la carga teórica. Resultados de los modelos .....</b>	<b>113</b>

4.1. Abono inorgánico.....	113
4.1.1. Resultados generales.....	113
4.1.2. Nitrógeno inorgánico. Masas de agua superficiales.....	118
4.1.3. Nitrógeno inorgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	118
4.1.4. Nitrógeno inorgánico. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	119
4.1.5. Nitrógeno inorgánico. Cuencas vertientes a humedales.....	120
4.1.6. Nitrógeno inorgánico. Masas de agua subterráneas.....	120
4.1.7. Nitrógeno inorgánico. Sectores permeables.....	121
4.1.8. Fósforo inorgánico. Masas de agua superficiales.....	122
4.1.9. Fósforo inorgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	122
4.1.10. Fósforo inorgánico. Cuencas vertientes acumuladas a tramos fluviales.....	122
4.1.11. Fósforo inorgánico. Cuencas vertientes a humedales.....	123
4.1.12. Fósforo inorgánico. Masas de agua subterráneas.....	123
4.1.13. Fósforo inorgánico. Sectores permeables.....	123
4.2. Abono orgánico.....	124
4.2.1. Resultados generales.....	124
4.2.2. Nitrógeno orgánico. Masas de agua superficiales.....	128
4.2.3. Nitrógeno orgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	128
4.2.4. Nitrógeno orgánico. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	130
4.2.5. Nitrógeno orgánico. Cuencas vertientes a humedales.....	130
4.2.6. Nitrógeno orgánico. Masas de agua subterráneas.....	130
4.2.7. Nitrógeno orgánico. Sectores permeables.....	131
4.2.8. Fósforo orgánico. Masas de agua superficiales.....	132
4.2.9. Fósforo orgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	132
4.2.10. Fósforo orgánico. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	133
4.2.11. Fósforo orgánico. Cuencas vertientes a humedales.....	134
4.2.12. Fósforo orgánico. Masas de agua subterráneas.....	134
4.2.13. Fósforo orgánico. Sectores permeables.....	134
4.3. Exportación de Nitrógeno.....	135
4.3.1. Resultados generales.....	135
4.3.2. Concentración teórica de exceso nitrógeno.....	141
4.4. Pesticidas.....	149
4.4.1. Resultados generales.....	149
4.4.2. Alacloro.....	153
4.4.2.1. Masas de agua superficiales.....	153
4.4.2.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	154
4.4.2.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	154
4.4.2.4. Cuencas vertientes a humedales.....	154
4.4.2.5. Masas de agua subterráneas.....	155
4.4.2.6. Sectores permeables.....	155
4.4.3. Atrazina.....	155
4.4.3.1. Masas de agua superficiales.....	155
4.4.3.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	155
4.4.3.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	156

4.4.3.4. Cuencas vertientes a humedales.....	156
4.4.3.5. Masas de agua subterráneas.....	156
4.4.3.6. Sectores permeables.....	156
4.4.4. Clorofenvinfos.....	156
4.4.4.1. Masas de agua superficiales.....	156
4.4.4.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	157
4.4.4.3. Cuencas acumuladas vertientes a cauces fluviales.....	157
4.4.4.4. Cuencas vertientes a humedales.....	157
4.4.4.5. Masas de agua subterráneas.....	158
4.4.4.6. Sectores permeables.....	158
4.4.5. Cloropirifos.....	158
4.4.5.1. Masas de agua superficiales.....	158
4.4.5.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	159
4.4.5.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	159
4.4.5.4. Cuencas vertientes a humedales.....	160
4.4.5.5. Masas de agua subterráneas.....	160
4.4.5.6. Sectores permeables.....	160
4.4.6. Simazina.....	160
4.4.6.1. Masas de agua superficiales.....	160
4.4.6.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	161
4.4.6.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	161
4.4.6.4. Cuencas vertientes a humedales.....	161
4.4.6.5. Masas de agua subterráneas.....	162
4.4.6.6. Sectores permeables.....	162
4.4.7. Terbutilazina.....	162
4.4.7.1. Masas de agua superficiales.....	162
4.4.7.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	162
4.4.7.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	163
4.4.7.4. Cuencas vertientes a humedales.....	163
4.4.7.5. Masas de agua subterráneas.....	163
4.4.7.6. Sectores permeables.....	163
4.4.8. Suma de pesticidas prioritarios.....	164
4.4.8.1. Masas de agua superficiales.....	164
4.4.8.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	164
4.4.8.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	165
4.4.8.4. Cuencas vertientes a humedales.....	165
4.4.8.5. Masas de agua subterráneas.....	165
4.4.8.6. Sectores permeables.....	166
4.5. Erosión hídrica debido a la actividad forestal.....	166
4.5.1. Consideraciones previas.....	166
4.5.2. Resultados generales.....	168
4.5.3. Erosión media anual sin pistas. Masas de agua superficiales.....	172
4.5.4. Erosión media anual sin pistas. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	172
4.5.5. Erosión media anual sin pistas. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	173
4.5.6. Erosión media anual sin pistas. Cuencas vertientes a humedales.....	173
4.5.7. Erosión máxima anual sin pistas. Masas de agua superficiales.....	173
4.5.8. Erosión máxima anual sin pistas. Cuencas vertientes a tramos fluviales.....	174

4.5.9. Erosión máxima anual sin pistas. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.....	177
4.5.10. Erosión máxima sin pistas. Cuencas vertientes a humedales.....	178
4.6. Erosión hídrica debido a la actividad agrícola.....	179
4.6.1. Resultados generales.....	179

## **5. Identificación de presiones de tipo difuso sobre el medio receptor. Análisis de impactos ..... 182**

5.1. Redes de seguimiento de la calidad de las aguas de la CAPV .....	182
5.1.1. Recopilación de información.....	182
5.1.2. Información sobre las masas de agua superficiales .....	182
5.1.2.1. Analíticas de Nitratos, Sólidos en Suspensión y Ortofosfatos. ....	182
5.1.3. Masas de agua subterráneas .....	188
5.1.3.1. Datos disponibles sobre la calidad de las aguas subterráneas.....	188
5.1.3.2. Determinaciones de pesticidas en las masas de agua subterráneas.....	189
5.1.4. Criterios para la homogeneización y criba de los datos.....	190
5.1.5. Análisis de la información.....	191
5.1.6. Umbrales para la identificación de impactos en las masas de agua superficiales y subterráneas.....	191
5.2. Impactos en las masas de agua superficiales .....	195
5.2.1. Nitratos.....	195
5.2.2. Ortofosfatos.....	196
5.2.3. Sólidos en Suspensión .....	196
5.2.4. Pesticidas.....	198
5.2.4.1. Determinaciones de pesticidas en las masas de agua superficiales.....	198
5.2.4.2. Resultados de las analíticas de principios activos de pesticidas .....	198
5.2.4.3. Determinaciones analíticas de los principios activos modelizados .....	199
5.2.4.4. Suma de pesticidas prioritarios .....	200
5.3. Impactos en las masas de agua subterráneas .....	200
5.3.1. Nitratos.....	200
5.3.2. Ortofosfatos.....	202
5.3.3. Pesticidas en las masas de agua subterráneas.....	204
5.4. Fuentes puntuales de contaminación: vertidos directos.....	205
5.4.1. Vertidos puntuales .....	205
5.4.2. Número de vertidos.....	207
5.4.3. Concentración de contaminantes .....	208
5.4.3.1. Nitrógeno total .....	209
5.4.3.2. Fósforo total.....	209
5.4.3.3. Sólidos en Suspensión.....	210
5.5. Masas de agua superficiales posiblemente afectadas por los vertidos .....	210
5.5.1. Nitratos.....	212
5.5.2. Ortofosfatos.....	213
5.5.3. Presión debida a Sólidos en Suspensión .....	214

<b>6. Integración de resultados .....</b>	<b>217</b>
6.1. Presiones de origen difuso sobre las masas de agua superficiales. Detección de impactos.....	217
6.1.1. Nitrógeno inorgánico.....	217
6.1.2. Fósforo inorgánico .....	218
6.1.3. Nitrógeno orgánico.....	219
6.1.4. Fósforo orgánico .....	219
6.1.5. Pesticidas.....	220
6.1.6. Erosión forestal.....	224
6.1.6.1. Erosión media anual sin pistas .....	224
6.1.6.2. Erosión máxima anual sin pistas .....	224
6.1.7. Erosión agrícola .....	225
6.2. Presiones sobre las masas de agua subterráneas .....	225
6.2.1. Nitrógeno inorgánico.....	225
6.2.2. Fósforo inorgánico .....	226
6.2.3. Nitrógeno orgánico.....	226
6.2.4. Fósforo orgánico .....	226
6.2.5. Pesticidas.....	227
<b>7. Principales conclusiones y propuestas de actuación .....</b>	<b>230</b>
7.1. Principales masas de agua sometidas a presiones de origen difuso.....	230
7.1.1. Masas de agua superficiales .....	230
7.1.1.1. Nitrógeno inorgánico .....	230
7.1.1.2. Fósforo inorgánico.....	230
7.1.1.3. Nitrógeno orgánico .....	231
7.1.1.4. Fósforo orgánico .....	231
7.1.1.5. Exportación de nitrógeno .....	231
7.1.1.6. Pesticidas.....	232
7.1.1.7. Erosión hídrica de origen forestal .....	233
7.1.1.8. Erosión hídrica de origen agrícola.....	233
7.1.2. Masas de agua subterráneas .....	234
7.1.2.1. Nitrógeno inorgánico .....	234
7.1.2.2. Fósforo inorgánico.....	234
7.1.2.3. Nitrógeno orgánico .....	234
7.1.2.4. Fósforo orgánico .....	234
7.1.2.5. Pesticidas.....	235
7.2. Propuestas de actuación.....	236
7.2.1. Nuevos programas analíticos complementarios .....	236
7.2.1.1. Propuesta de puntos de muestreo.....	236
7.2.1.2. Propuesta de nuevos parámetros a analizar .....	237
7.2.2. Zonas protegidas. Protección de captaciones de abastecimiento urbano y propuesta de declaración de Zonas Vulnerables .....	238
7.2.3. Otras propuestas .....	239
7.2.4. Corrección y prevención de impactos .....	243
7.2.4.1. Código de Buenas Prácticas Agrarias.....	244
7.2.4.2. Alternativas a la agricultura tradicional.....	247
7.2.4.3. Vegetación de ribera .....	252
7.2.4.4. Código de Buenas Prácticas Forestales .....	254
7.2.4.5. Pesticidas.....	255
7.2.5. Desarrollo de sistemas de información geográfica.....	257

**8. Bibliografía..... 260**



# 1. Introducción general

## 1.1. Introducción general y objetivos del estudio

El proyecto denominado "*Identificación de presiones y análisis de impactos de origen difuso en las masas de agua de la CAPV*" tiene por objeto el estudio del tipo y magnitud de las presiones antropogénicas relacionadas con las fuentes difusas, a las cuales se ven sometidas las masas de agua de la Comunidad Autónoma del País Vasco; todo ello de acuerdo con los criterios de la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por el que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de política de aguas.

La Directiva Marco del Agua 2000/60/CE, transpuesta al derecho estatal a través de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social, establece en su artículo 5 que cada estado miembro efectuará un análisis de las características de las demarcaciones hidrográficas, incluyendo un estudio de las repercusiones de la actividad humana en el estado de aguas superficiales y subterráneas; el análisis de las presiones de origen difuso y puntual, y la evaluación del impacto asociado.

El objetivo de este estudio es la elaboración de la documentación de partida necesaria para dar respuesta a estos requerimientos de la Directiva 2000/60/CE, con especial énfasis en la contaminación asociada a nitratos, ortofosfatos, Sólidos en Suspensión y pesticidas de origen agrícola-forestal, y en la contaminación relacionada con actividades ganaderas, de acuerdo con las líneas básicas recogidas en la Guía Metodológica IMPRESS (*Guidance for the Analysis of Pressures and Impacts in accordance with the Water Framework Directive, 2002*).

El desarrollo de los trabajos realizados en este proyecto se estructura en cuatro puntos principales:

1. Identificación inicial de las actividades que puedan producir alteraciones de origen difuso en las masas de agua. Estas actividades corresponden a los usos agrícolas, forestales y ganaderos. Para cada uno de estos usos se han descrito las posibles presiones: fertilización, aplicación de productos fitosanitarios, carga orgánica asociada a las deposiciones del ganado y erosionabilidad de las cuencas vertientes. A su vez, para cada una de las presiones descritas se han identificado aquellos indicadores de las masas de agua susceptibles de ser alterados y que, en consecuencia, son objeto de estudio. Los indicadores considerados son nitratos, ortofosfatos, pesticidas y Sólidos en Suspensión.

2. Elaboración de modelos territoriales de distribución de cada presión. Para ello se han realizado modelos empleando Sistemas de Información Geográfica que permiten el cálculo de la carga teórica de entrada producida por las actividades objeto de estudio para cada uno de los indicadores manejados, por unidad de área. De este modo se han identificado las áreas, a priori, más problemáticas para cada una de las presiones, en las cuales los indicadores relacionados pueden sufrir alteraciones significativas. A la hora de elaborar los modelos se ha tomado en cuenta el siguiente procedimiento:

- en primer lugar se han identificado diferentes manejos-tipo en el territorio, los cuales han servido para definir los aportes unitarios de los indicadores seleccionados para cada presión,
- seguidamente se ha clasificado el territorio en diferentes manejos-tipo al nivel más detallado que la información disponible permite y
- finalmente, se ha estimado la carga teórica de entrada debida a las actividades objeto de estudio que soportan las diferentes masas de agua de la CAPV para cada uno de los indicadores.

3. Análisis de indicadores relacionados con las presiones. Diagnóstico y evaluación del impacto en las masas de agua.

En esta fase se han analizado los datos de campo relativos a los indicadores (tanto los datos disponibles de la red de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, como los datos disponibles sobre los vertidos directos a las masas de agua superficiales) y se han comparado con los datos de entrada teóricos procedentes de los modelos relacionados. Esta comparación se ha realizado a nivel semicuantitativo y únicamente se han considerado en el modelo las entradas de cargas contaminantes relacionadas con las actividades antes enumeradas.

Una vez validados los modelos, se ha realizado una clasificación de las masas de agua en función del impacto producido por cada una de las presiones.

4. Propuestas de actuación. A la vista de los resultados obtenidos se han realizado propuestas de actuación relativas a:

- Nuevos programas analíticos complementarios
- Corrección de impactos
- Protección de zonas de interés y propuesta de declaración de Zonas Vulnerables
- Desarrollo de un sistema de información geográfica para el tratamiento de la información

## 1.2. Caracterización de las masas de agua de la CAPV

Se incluye en este apartado introductorio la delimitación de las diferentes masas de agua de la CAPV realizada para la elaboración de este estudio. Esta caracterización supone la adopción de determinados criterios que permitan establecer sobre un mapa digital la división de las masas de agua superficiales, de las cuencas vertientes a tramos fluviales, de la identificación de humedales y estuarios, así como de la división de las masas de agua subterráneas y de sus correspondientes sectores permeables.

Para la elaboración de este estudio se procedió a la realización de un mapa digital que representara las masas de agua superficiales y subterráneas de la CAPV. Inicialmente se construyó un mapa que contenía informaciones referentes a tramos fluviales, humedales, embalses, masas de agua superficiales, masas de agua subterráneas, sectores permeables y zonas de trasvase subterráneo intercuenas.

Una vez construido dicho mapa y corregidas las discrepancias existentes entre cada una de las fuentes, se procedió a la identificación de las zonas vertientes a cada una de las masas de agua previamente identificadas, utilizando el sistema de información geográfica Arc View 3.2 y el módulo correspondiente de Spatial Analyst.

Como pasos intermedios, además del mapa previamente descrito, se han utilizado las siguientes fuentes:

- Mapa de puntos de inicio de tramo de masas de agua de la CAPV.
- Modelo digital de elevación hidrológicamente corregido por Arc-Info (Comanda Topogrid).
- Mapa raster de dirección de corrientes.
- Mapa raster de acumulación de corrientes.

El modelo digital del terreno es un MDE de cuadrícula 5x5 metros, proveniente del proceso de realización de la Ortofotografía escala 1:5.000 del País Vasco para el proyecto SIGPAC, cuyas características de vuelo fueron:

- Escala de vuelo: 1:18.000
- Fecha de vuelo: Septiembre del 2002
- Píxel de la Ortofoto: 25cm
- RMSEX < 1,25m y RMSEY < 1,25m
- RMS en Z en los puntos del MDE de < 2,5 m

Para el cálculo de las cuencas se ha optado por la extensión Basin1.avx, una versión actualizada del Hydrologic Modeling v1.1 que por defecto desarrollan Arc View 3.1 y versiones posteriores. Se trata de una extensión cuyo uso está ampliamente contrastado y mejora ostensiblemente los déficits de versiones precedentes.

El procedimiento seguido es extremadamente sensible a la calidad y variaciones del modelo digital de elevación del terreno. Cualquier diferencia del orden de decímetros afecta directamente a la cuenca resultante y, por lo tanto, y por principio de homogeneización de criterios, se han corregido las cuencas resultantes según el mapa hidrológico de la CAPV y sus cuencas. Incluso, en algunas zonas de reducida pendiente, correspondiente a humedales, el modelo fue testado sobre el terreno.

Se ha de subrayar que durante la elaboración del presente trabajo se han utilizado dos mapas distintos. El primero de ellos se corresponde con el construido en octubre de 2004 y ha sido utilizado para la elaboración del Capítulo 5, sobre la identificación de presiones en el medio receptor, del presente estudio. Posteriormente a dicha fecha, por indicación de la Dirección de Aguas, se modificó dicho mapa, al variar los criterios con respecto a los humedales y aguas de transición e introducir las zonas donde existen diferencias entre la hidrología subterránea y superficial. Esta tarea finalizó en febrero de 2005. Dicha base ha sido utilizada en los Capítulos 4 y 6, y es el mapa que se adjunta en el anexo cartográfico.

Las características finales de dicho mapa son:

- N° de recintos: 759
- N° de masas de agua superficiales: 650
- Superficie total de las masas de agua superficiales: 773.812 ha
- Superficie en la CAPV en masas de agua superficiales: 720.733 ha

Los códigos identificadores de las masas de agua siguen los siguientes criterios:

- **Un número entre el 1 y el 12, seguido en ocasiones por uno o varios asteriscos.** Se refiere a las áreas donde los flujos son distintos según la hidrología superficial y subterránea. Cada uno de los números se refiere a una de estas áreas, mientras que los asteriscos se refieren a las distintas cuencas superficiales identificadas cada uno de las distintas áreas.

- **Tres letras y tres números.** Se refiere a las cuencas vertientes a los distintos cursos fluviales. Los tres primeros dígitos se refieren a la unidad hidrológica, mientras que los tres finales son un secuencial. En ocasiones para una misma unidad hidrológica se utilizan diversos dígitos.

Dígitos utilizados y unidad hidrológica a la que pertenecen: BAT (BAIA), EGT (EGA), INT (INGLARES), OMT (OMECILLO), PUT (PURON), TA<sub>g</sub> (AGUERA), TA<sub>k</sub> (ARAKIL), TA<sub>t</sub> (ARTIBAI), TB<sub>a</sub> (BAIAS), TB<sub>b</sub> (BARBADUN), TB<sub>i</sub> (BIDASOA), TB<sub>u</sub> (BUTROE), TDe (DEBA), TE<sub>b</sub> (EBRO), TE<sub>g</sub> (EGA), Tl<sub>b</sub> (IBAIZABAL), Tl<sub>n</sub> (INGLARES), TJe (JEREA), TK<sub>a</sub> (KARRANTZA), TLe (LEA), TO<sub>i</sub> (OIARTZUN), TO<sub>k</sub> (OKA), TO<sub>m</sub> (OMECILLO), TO<sub>r</sub> (ORIA), TUI (UROLA), TU<sub>m</sub> (URUMEA), TZ<sub>a</sub> (ZADORRA), ZAT (ZADORRA) y ZTR (ZADORRA).

- **Un topónimo.** Se refiere a las cuencas vertientes a los humedales o embalses identificados por dicho topónimo.

El mapa resultante identifica las superficies vertientes directamente a las masas de agua. No obstante, dado que en mayoría se refieren a tramos fluviales, se ha construido un programa que identifica las masas de agua, que por estar situadas aguas arriba, vierten a cada una de ellas. Este programa permite totalizar diversas variables, como superficies o cargas contaminantes, ya sea por hidrología subterránea como superficial.

En resumen, los mapas obtenidos y que han servido de base digital para la elaboración de este estudio son los siguientes:

- Mapa 1.1. Masas de agua superficiales (identifica un total de 121 masas de agua).
- Mapa 1.2. Tramos fluviales y sus cuencas vertientes (identifica un total de 650 cuencas vertientes a tramos fluviales).
- Mapa 1.3. Humedales considerados (identifica 4 humedales).
- Mapa 1.4. Dominios hidrogeológicos (identifica 10 dominios)
- Mapa 1.5. Masas de agua subterráneas (identifica 44 masas de agua subterráneas).
- Mapa 1.6. Sectores permeables (identifica un total de 189 sectores).

## 2. Identificación inicial de presiones de tipo difuso y de los indicadores relacionados

### 2.1. Actividades, presiones e indicadores

#### 2.1.1. Actividad agraria

La actividad agraria incluye las actividades ligadas directamente con el cultivo de recursos vegetales no forestales (cultivos herbáceos y cultivos leñosos, horticultura, floricultura, cultivos de vivero, de setas y los hidropónicos): preparación de la tierra para la obtención de cultivos, incluyendo labores y prácticas culturales, operaciones de recolección, selección y clasificación de las cosechas dispuestas en condiciones de ser transportadas para su posterior almacenamiento o consumo, así como el aporte de agua y una mayor intensidad de aprovechamiento en el caso del regadío, junto con las obras de infraestructura rural necesarias para mejoras de la agricultura en general. En este concepto se incluyen tanto las actividades agrícolas al aire libre como las que se realizan bajo cubierta (cultivos protegidos).

Las presiones que origina la actividad agraria están relacionadas con la administración de fertilizantes y de productos fitosanitarios, así como en la generación de Sólidos en Suspensión fruto de las labores de adecuación y preparación del terreno.

Los indicadores de las masas de agua susceptibles de ser alterados objeto de estudio dentro de la actividad agrícola son nitratos, ortofosfatos y plaguicidas.

#### 2.1.1. Actividad ganadera

Se consideran como ganaderas aquellas actividades relativas a la cría de todo tipo de ganado, incluidas las granjas dedicadas a la cría de animales para peletería y la producción de especies cinegéticas. Comprende también la preparación de la tierra para la obtención de pastos y cultivos forrajeros, así como el pastoreo.

Las presiones que origina la actividad ganadera están relacionadas con las deyecciones del ganado que pasta en régimen extensivo y con la distribución de purines del ganado estabulado. No se ha considerado, sin embargo, en esta actividad las presiones originadas por los aportes de abono inorgánico debido a que son muy variables e irregulares y, en la práctica, es imposible determinar cartográficamente donde se realizan. No se han considerado en este caso las aportaciones de plaguicidas debido a que su uso es mínimo en pastizales y prados de montaña.

Los indicadores de las masas de agua susceptibles de ser alterados objeto de estudio dentro de la actividad ganadera son los nitratos y ortofosfatos de origen orgánico.

### **2.1.3. Actividad forestal**

La actividad forestal comprende las actividades de construcción de pistas y vías de saca, actuaciones de cosecha y desembosque, preparación manual o mecanizada del lugar, aclareo, fertilización y aportación de plaguicidas.

Teóricamente, las principales presiones de la actividad forestal que pudieran provocar fenómenos de contaminación difusa son la producción de sedimentos, residuos orgánicos y nutrientes minerales, así como plaguicidas. Sin embargo, no se consideran en este estudio los dos últimos aspectos: la fertilización forestal se realiza, en la gran mayoría de los casos, en una sola aplicación y en las que la llegada de elementos nutritivos a las masas de agua es muy limitada. Mientras, la aplicación de plaguicidas se ha descartado debido a que se considera que tanto los pesticidas empleados, el medio sobre el que se aplican y las dosis apenas pudieran tener influencia sobre las masas de agua superficiales o subterráneas.

Por tanto, los indicadores de las masas de agua susceptibles de ser alterados objeto de estudio dentro de la actividad forestal se reducen a los Sólidos en Suspensión.

## **3. Modelos de distribución espacial de presiones**

El objetivo de este capítulo es la elaboración de modelos territoriales de distribución espacial de cada presión que permitan calcular la carga teórica de entrada producida por las actividades objeto de estudio (usos agrícolas, ganaderos y forestales) por unidad de área para cada uno de los indicadores manejados.

Para cada tipo de presión, los modelos construidos han de tener en cuenta los diferentes manejos-tipo que se practican en el territorio de la CAPV, la clasificación del territorio según estos manejos-tipo y la estimación de la carga teórica de contaminantes debida a las actividades objeto de estudio que soportan las diferentes masas de agua de la CAPV.

Este capítulo se ha estructurado en tres apartados principales que abordan la construcción de los modelos. En primer lugar, se identifica para cada actividad (agricultura, ganadería y usos forestales) los principales manejos-tipo del territorio de estudio. En segundo lugar, se clasifica el territorio según los mismos para cada actividad (agricultura, ganadería y usos forestales). En tercer y último lugar, se presentan las variables consideradas y la construcción de los modelos junto a sus principales limitaciones.

### **3.1. Identificación de diferentes manejos-tipo en el territorio**

#### **3.1.1. Agricultura**

A continuación se realiza una descripción general de las prácticas asociadas a cada tipo de cultivo. En todo caso, conviene destacar que tanto las prácticas que se describen, como el calendario de las mismas, están sujetas a una elevada variación por factores tales como la explotación y la parcela analizadas, además de las variaciones que la climatología anual puede imponer. Así, este calendario, que es el oficial utilizado por el Servicio de Estadística del Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, debe entenderse como indicativo de manejos medios de cada uno de los siguientes cultivos: trigo, cebada, avena, centeno, maíz grano, guisante proteaginoso, patata, remolacha azucarera, girasol, cultivos forrajeros (maíz forrajero, alfalfa, veza forrajera, esparceta, vallico...), prados pastizales, cultivos hortícolas en tierras de labor, viñedo, frutales y olivo.



### a) Trigo

La situación actual indica que se trata del cultivo extensivo más importante del País Vasco en cuanto a extensión (24.000-26.000 ha), distribuidas en más de 1.700 explotaciones ubicadas fundamentalmente en las comarcas de Llanada Alavesa, Montaña Alavesa y Valles Alaveses y, en menor medida en las comarcas de Estribaciones del Gorbea y Rioja Alavesa.

La Tabla 3.1 muestra el calendario del cultivo de trigo. Respecto a las dosis de abonado comúnmente empleadas, indicadas en unidades fertilizantes de cada elemento son: N = 157; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 64; K<sub>2</sub>O = 61.

La aplicación nitrogenada se distribuye un 25% en sementera y el 75% restante en cobertera.

**Tabla 3.1.** Calendario de cultivo del trigo.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
TRIGO	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
		Labor superficial (pase cultivador o similar)
	NOVIEMBRE	Abonado de sementera
		Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Siembra
	MARZO	Tratamiento herbicida
		Abonado de cobertera
ABRIL	Tratamiento fungicida	
JULIO-AGOSTO	Recolección	

### b) Cebada

En la actualidad la zona de distribución del cultivo de cebada abarca las comarcas de la Llanada Alavesa, la Montaña Alavesa, Valles Alaveses y, en menor medida, en Estribaciones del Gorbea y Rioja Alavesa. La superficie de cultivo oscila entre 15.000 y 16.000 ha distribuidas en 1.500 explotaciones.

El calendario de cultivo, tanto para la cebada de invierno como para la cebada de verano se especifica en la Tabla 3.2. Respecto a las dosis de abonado, la Tabla 3.3 muestra las unidades fertilizantes comúnmente empleadas en ambas temporadas. Se ha de tener en cuenta que la aplicación nitrogenada se distribuye un 25% en sementera y el 75% restante en cobertera.

**Tabla 3.2.** Calendario de cultivo para la cebada de invierno y la cebada de primavera.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
CEBADA INVIERNO	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Labor superficial (pase cultivador o similar)
	NOVIEMBRE	Abonado de sementera Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Siembra
	MARZO	Tratamiento herbicida Abonado de cobertera
		JULIO
CEBADA PRIMAVERA	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Labor superficial (pase cultivador o similar)
	FEBRERO	Abonado de sementera Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Siembra
	MARZO	Tratamiento herbicida Abonado de cobertera
		JULIO

**Tabla 3.3.** Unidades fertilizantes empleadas en el abonado de la cebada de invierno y para la cebada de verano

TIPO DE ABONO	Cebada de invierno	Cebada de verano
Unidades de N	145	126
Unidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	59	54
Unidades de K <sub>2</sub> O	54	51

### c) Avena

Este cultivo se distribuye, al igual que los anteriores, en las comarcas de la Llanada Alavesa, Montaña Alavesa y Valles Alaveses, y en menor medida en las comarcas de Estribaciones del Gorbea y Rioja Alavesa. Ocupa una superficie en torno a 5.000 ha distribuidas en unas 1000 explotaciones.

La Tabla 3.4 refleja el calendario de cultivo de la avena. Respecto a las dosis de abonado, habitualmente se emplean las siguientes unidades fertilizantes: N = 99; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 44; K<sub>2</sub>O = 41. La aplicación nitrogenada se distribuye un 25% en sementera y el 75% restante en cobertera.

**Tabla 3.4.** Calendario de cultivo de la avena.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
AVENA	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
	NOVIEMBRE	Labor superficial (pase cultivador o similar)

CULTIVO	MES	OPERACIONES
		Abonado de sementera
		Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Siembra
	MARZO	Tratamiento herbicida
		Abonado de cobertera
	JULIO	Recolección

#### d) Centeno

Este cereal se cultiva fundamentalmente en la comarca de la Montaña Alavesa y ocupa una superficie de unas 125 ha repartido en unas 215 explotaciones.

La Tabla 3.5 indica el calendario típico de cultivo. Respecto a las dosis de abonado, habitualmente se aplican las siguientes unidades fertilizantes: N = 88; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30; K<sub>2</sub>O = 28.

La aplicación nitrogenada se distribuye un 25% en sementera y el 75% restante en cobertera.

**Tabla 3.5.** Calendario de cultivo del centeno.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
		Labor superficial (pase cultivador o similar)
	NOVIEMBRE	Abonado de sementera
CENTENO		Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Siembra
	MARZO	Tratamiento herbicida
		Abonado de cobertera
	JULIO	Recolección

#### e) Maíz grano

La situación actual de este cultivo indica que se distribuye fundamentalmente en las comarcas atlánticas y en muchas ocasiones asociadas al cultivo de la alubia. Sin embargo, este cultivo no ha sido incluido en el presente estudio debido a que los datos extraídos de las declaraciones de la PAC presentaban problemas de coherencia (aparecían codificados como maíz grano cuando en la realidad correspondía a maíz forrajero) y en el caso de Bizkaia y Gipuzkoa no era posible georreferenciar cartográficamente su ubicación. En el caso de Álava, la superficie total ocupada por este cultivo no alcanza las 25 ha.

La Tabla 3.6 indica el calendario de cultivo del maíz grano. Respecto a las dosis de abonado, la Tabla 3.7 indica las unidades fertilizantes

de los diferentes fertilizantes habitualmente aplicadas, tanto en los cultivos en regadío como en secano, si bien haya que considerar que la aplicación nitrogenada se distribuye un 35-50% en sementera y el 66-50% restante en cobertera.

**Tabla 3.6.** Calendario de cultivo del maíz grano.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
MAIZ GRANO	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Labor superficial (pase cultivador o similar) Abonado de sementera
	MAYO-JUNIO	Labor superficial (pase cultivador o similar) Siembra Tratamiento herbicida de preemergencia
	JUNIO-JULIO	Riegos Abonado de cobertera
	AGOSTO	Riegos
	SEPTIEMBRE- OCTUBRE	Recolección

**Tabla 3.7.** Unidades fertilizantes empleadas en el cultivo de maíz grano en regadío y en secano.

UNIDADES	REGADÍO	SECANO
N	57	344
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	47	140
K <sub>2</sub> O	43	134

#### f) Guisante proteaginoso

Cultivo que ocupa una superficie en torno a las 700-800 hectáreas que se reparten en unas 200-250 explotaciones ubicadas fundamentalmente en las comarcas alavesas de la Llanada, Montaña y Valles.

La Tabla 3.8 indica el calendario de cultivo habitualmente establecido. Respecto a las dosis de abonado, habitualmente se aplican las siguientes unidades, si bien hay que considerar que la aplicación nitrogenada se aplica en sementera. Unidades de N: 66; Unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 56; Unidades de de K<sub>2</sub>O: 55.

NOTA: En el modelo realizado el guisante proteaginoso aparece bajo la denominación "Otras leguminosas grano".

**Tabla 3.8.** Calendario de cultivo orientativo y tipo de operaciones del guisante proteaginoso.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
MAIZ GRANO	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
	MAYO-JUNIO	Labor superficial (pase cultivador o similar) Abonado de sementera

CULTIVO	MES	OPERACIONES
		Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Siembra
		Tratamiento herbicida de preemergencia
	JUNIO-JULIO	Riegos
		Abonado de cobertera
	AGOSTO	Riegos
	SEPTIEMBRE-OCTUBRE	Recolección

### g) Patata

La patata es un cultivo tradicional de Álava, aunque en recesión, con una superficie de 1.700 hectáreas de patata de consumo (Llanada, Montaña y Valles) y 525 hectáreas de patata de siembra (fundamentalmente en la comarca de Montaña y en menor medida en las comarcas de la Llanada y Valles). Un total de 550-570 agricultores siembran patata de consumo y aproximadamente 75 de patata de siembra. La mayor parte de su cultivo es de regadío, quedando una parte tan sólo en seco.

En Bizkaia y Gipuzkoa se trata de un cultivo asociado casi en su totalidad a las huertas, con cultivos de escasa superficie y que en total ocupa entre 175 y 150 hectáreas aproximadamente. En estos territorios históricos, al no ser posible georreferenciar la ubicación precisa de este cultivo, no se ha incorporado al modelo.

La Tabla 3.9 muestra el calendario de cultivo habitual correspondiente al cultivo extensivo de patata y en especial, a la patata de siembra. En el caso de la patata de consumo, se ha de considerar que el número de tratamientos sanitarios es menor.

**Tabla 3.9.** Calendario del cultivo orientativo de la patata de siembra.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
PATATA	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
		Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Abonado de sementera
	ABRIL-MAYO	Labor superficial (rotativa): preparar caballones
		Siembra con tratamiento insecticida
		Tratamiento herbicida
		Abonado de cobertera
		Aporcado
	JUNIO	Tratamiento insecticida (contra escarabajo)
		Tratamientos insecticidas (contra pulgones)
		Riegos
	JULIO	Tratamientos fungicidas
		Tratamientos insecticidas (contra pulgones)

CULTIVO	MES	OPERACIONES
	AGOSTO	Riegos Tratamientos fungicidas Tratamiento para "quemar las patatas"
	SEPTIEMBRE-OCTUBRE	Recolección

La Tabla 3.10 sintetiza las dosis de abonado que se aplican en este cultivo, tanto en secano como en regadío. Se ha de tener en cuenta que el nitrógeno se distribuye un 40% en sementera y el resto en cobertera. A la hora de la realización del modelo, para el cálculo de la dosis media de abonado, se han ponderado las correspondientes a patata de siembra y consumo tanto en secano como en regadío, quedando N/ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/K<sub>2</sub>O: 300/189/183.

**Tabla 3.10.** Dosis de abonado habitualmente suministradas al cultivo de la patata de siembra en secano y en regadío.

	SECANO	REGADIO
Unidades de N:	163	335
Unidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	191	189
Unidades de K <sub>2</sub> O:	176	184

#### h) Remolacha azucarera

El cultivo de remolacha azucarera actualmente ocupa una superficie entre 2.500 y 2.750 ha que se reparte entre 325-350 explotaciones ubicadas en las comarcas de la Llanada y de los Valles Alaveses. La mayor parte de la superficie de cultivo está en regadío. La Tabla 3.11 resume el calendario habitual de cultivo.

**Tabla 3.11.** Calendario habitual del cultivo de remolacha azucarera.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
REMOLACHA	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Labor superficial (pase cultivador o similar)
	FEBRERO-MARZO	Abonado de sementera Labor superficial (rotativa) Siembra con semilla tratada con gaucho Tratamiento herbicida de preemergencia
	MAYO	Pase de cultivador Tratamiento herbicida de postemergencia
	JUNIO	Abonado de cobertera Tratamiento herbicida de postemergencia Riegos Tratamiento contra pulgones

CULTIVO	MES	OPERACIONES
GIRASOL	JULIO	Riegos Tratamiento contra oidio
	AGOSTO	Riegos Tratamiento contra cercospora y oidio
	SEPTIEMBRE	Riegos Tratamiento contra cercospora y oidio
	DICIEMBRE	Recolección
	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Labor superficial (pase cultivador o similar)
	ABRIL-MAYO	Abonado de sementera Labor superficial (rotativa) Siembra
	JUNIO	Tratamiento herbicida Abonado de cobertera
	SEPTIEMBRE-OCTUBRE	Recolección

Respecto a las dosis de abonado comúnmente aplicadas, éstas son: 240 unidades de N, 117 unidades de  $P_2O_5$  y 114 de  $K_2O$ . Se ha de considerar que la aplicación nitrogenada se distribuye un 40% en sementera y el 60% restante en cobertera.

### i) Girasol

Este cultivo ocupa una superficie de entre 1.000 y 2.000 hectáreas gestionadas por unos 200 agricultores de La Llanada, Montaña y los Valles Alaveses. Se trata de un cultivo de secano. El calendario de cultivo habitual se resume en la Tabla 3.12.

**Tabla 3.12.** Calendario habitual del girasol.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
GIRASOL	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Labor superficial (pase cultivador o similar)
	ABRIL-MAYO	Abonado de sementera Labor superficial (rotativa) Siembra
	JUNIO	Tratamiento herbicida Abonado de cobertera
	SEPTIEMBRE-OCTUBRE	Recolección

Respecto a las dosis de abonado habitualmente empleadas, la Tabla 3.13 resume las aplicaciones habituales tanto en secano como en regadío. La aplicación nitrogenada se distribuye un 50% en sementera y el 50% restante en cobertera. De cara a la construcción del modelo, para el cálculo de la dosis de abonado media se han

ponderado las correspondientes al cultivo en secano y en regadío, quedando N/ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/K<sub>2</sub>O: 48/20/23.

**Tabla 3.13.** Unidades de fertilizantes empleadas en el cultivo del girasol, tanto en secano como en regadío.

	SECANO	REGADÍO
Unidades de N	47	61
Unidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19	29
Unidades de K <sub>2</sub> O	23	28

### j) Cultivos forrajeros

Actualmente la superficie total ocupada por los cultivos forrajeros puede alcanzar las 10.000 hectáreas, incluyendo praderas polifitas, en todo el País Vasco. Por cultivos, destaca el maíz forrajero con aproximadamente 1.000 hectáreas y la alfalfa con 650 hectáreas.

El calendario de los diferentes cultivos forrajeros se especifica en la Tabla 3.14. En dicha tabla y para los cultivos plurianuales se ha tenido en cuenta un año de plena producción y no el de implantación. No obstante el año de implantación las tareas que se suelen desarrollar son una aportación de estiércol, seguida de una labor de fondo, labores superficiales y abonado de fondo y, a continuación, se realiza la siembra.

**Tabla 3.14.** Calendario de los cultivos de maíz forrajero, vallico, nabo y remolacha forrajera, y de alfalfa, trébol violeta y otros.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
MAIZ FORRAJERO	OCTUBRE-ABRIL	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
	MAYO-JUNIO	Labor superficial (pase cultivador o similar)
		Abonado de sementera
		Labor superficial (pase cultivador o similar)
	JUNIO-JULIO	Siembra Tratamiento insecticida (ocasional) Tratamiento herbicida Riegos (en Álava-excepto comarcas cantábricas) Abonado de cobertera
AGOSTO	Riegos (en Álava)	
VALLICO	SEPTIEMBRE-OCTUBRE	Recolección
	DICIEMBRE-FEBRERO	Abonado de fondo
	FEBRERO-MAYO	Cortes Aportación de purines y estiércol
NABO Y REMOLACHA FORRAJERA	OCTUBRE-NOVIEMBRE	Aportación de estiércol Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Abonado de sementera Labor superficial (pase cultivador o similar)



CULTIVO	MES	OPERACIONES
ALFALFA, TREBOL VIOLETA Y OTROS		Siembra
	FEBRERO-MARZO	Tratamiento herbicida (ocasional)
	DICIEMBRE-FEBRERO	Recolección
	MAYO-SEPTIEMBRE	Abonado de fondo
		Cortes (3)
		Riegos (en Álava-excepto comarcas cantábricas)
		Aportación de estiércol

Respecto a las dosis de abonado habitualmente empleadas en los cultivos forrajeros, la Tabla 3.15 resume las unidades de aplicación más habituales.

**Tabla 3.15.** Dosis de abonado habitualmente empleadas en los cultivos forrajeros de maíz, alfalfa, veza, vallico y otros.

	MAIZ	ALFALFA	VEZA	VALLICO	OTROS
Unidades de N	132	51	43	263	70
Unidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	113	58	40	104	38
Unidades de K <sub>2</sub> O	109	57	33	100	32

Se ha de tener en cuenta que el maíz forrajero no ha sido incorporado al modelo, ya que los datos extraídos de las declaraciones de la PAC presentaban problemas de coherencia y no han podido georreferenciarse. Además una parte de la superficie total no había sido declarada por los agricultores. Definitivamente en el modelo únicamente se han incluido los cultivos de alfalfa y veza.

### k) Prados y pastizales

La superficie total ocupada por los prados y pastizales alcanza las 135.000 hectáreas, repartidas en 25.000 explotaciones de todo el País Vasco. Se trata de superficies dedicadas de modo permanente a estos usos, a diferencia de las praderas polifitas, que van rotando por lo general de cultivo con el paso de los años.

Desde el punto de vista de la construcción del modelo, se ha considerado que sobre las superficies que corresponden a estos cultivos no se produce ninguna aportación mineral, de modo que los únicos aportes son los derivados del procedente del ganado y de las aportaciones orgánicas externas (estiércol y purines). Esta decisión se ha tomado debido a, por una parte, la imposibilidad de distinguir entre la superficie que corresponde a prados y la correspondiente a pastizales y, por otra, a que de manera sistemática no se aplica ningún tipo de abonado en una parte significativa de la superficie ocupada por prados y pastizales.

La Tabla 3.16 muestra el calendario típico de cultivo para prados y pastizales. La Tabla 3.17 muestra las dosis de abono empleadas.

**Tabla 3.16.** Calendario de cultivo de prados y pastizales.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
PRADOS COSECHADOS	SEPTIEMBRE-MAYO DICIEMBRE-FEBRERO	Aportación de purines y estiércol Abonado de fondo Abonado nitrogenado de cobertera (ocasional)
	MAYO-SEPTIEMBRE	Cortes (2)
PRADOS SOLO PASTADOS Y PASTIZALES	SEPTIEMBRE-MAYO DICIEMBRE-FEBRERO	Aportación de purines y estiércol Abonado de fondo (ocasional) Abonado nitrogenado de cobertera (ocasional)
	MAYO-SEPTIEMBRE	

**Tabla 3.17.** Unidades fertilizantes de abonado comúnmente empleadas.

	PRADOS	PASTIZALES
Unidades de N	26	9
Unidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	29	10
Unidades de K <sub>2</sub> O	27	9

#### h) Cultivos hortícolas en tierras de labor

La superficie total ocupada por estos cultivos alcanza las 500 hectáreas, y están ubicadas mayoritariamente en las comarcas de La Llanada y en Valles Alaveses. Los cultivos más importantes son: judía verde (175-250 ha), lechuga (100 ha), escarola (75 ha), espinaca (35 ha) y radiccio (30 ha). De cara a la construcción del modelo, todos estos cultivos se han incluido en el epígrafe de "judías verdes". La Tabla 3.18 indica el calendario de cultivo general para los cultivos hortícolas en tierras de labor.

**Tabla 3.18.** Calendario de cultivo general de los cultivos hortícolas en tierras de labor.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
JUDIA VERDE INDUSTRIA	OCTUBRE	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior) Labor superficial (cultivador) Abonado de sementera Labor superficial (rotativa)
	MAYO-JUNIO	Siembra Tratamiento insecticida Riego Tratamiento herbicida de preemergencia
	JUNIO	Riegos

CULTIVO	MES	OPERACIONES
LECHUGA, ESPINACA, ESCAROLA, RADICCIO (Diferentes momentos de siembra desde mayo hasta julio)	JULIO	Abonado de cobertera
		Tratamiento herbicida de postemergencia
	AGOSTO	Riegos
		Tratamiento fungicida contra botritis y taladro
	OCTUBRE	Riegos
		Tratamiento fungicida contra botritis y taladro
	MAYO	Recolección
		Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
	JUNIO	Labor superficial (cultivador)
		Abonado de sementera
JULIO	Labor superficial (rotativa)	
	Siembra	
		Tratamiento insecticida
		Riego
		Tratamiento herbicida de preemergencia
		Riegos
		Abonado de cobertera
		Tratamiento herbicida de postemergencia
		Tratamiento fungicida
		Riegos
		Recolección

Respecto a las dosis de abonado, las necesidades varían mucho dependiendo del cultivo considerado. La Tabla 3.19 describe, a título orientativo, las necesidades de la judía. La administración de nitrógeno se distribuye en dos aplicaciones: un 50% en sementera y la otra mitad en cobertera.

**Tabla 3.19.** Dosis de abonado administradas al cultivo de la judía verde.

Tipo de abono	Unidades
Unidades de N:	198
Unidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	79
Unidades de K <sub>2</sub> O:	74

### i) Huertos familiares

De acuerdo con el Censo Agrario existen alrededor de 22.000 explotaciones que cuentan con huertos familiares y con cultivos hortícolas intensivos en el País Vasco. La superficie total de estos cultivos alcanza las 2.025 ha, si bien el tamaño de estas parcelas es muy variable.

La Tabla 3.20 muestra el calendario de cultivo orientativo en los huertos familiares y considera diferentes momentos de siembra.

**Tabla 3.20.** Calendario orientativo de cultivo en los huertos familiares.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
HORTÍCOLAS (Diferentes momentos de siembra)	FEBRERO-MARZO	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
		Labor superficial
		Abonado de sementera
	MAYO	Labor superficial
		Siembra y/o plantación
		Tratamiento insecticida (eventual)
		Riego
		Tratamiento herbicida (eventual)
	JUNIO	Riegos
		Abonado de cobertera
	JULIO-AGOSTO	Tratamiento fungicida (eventual)
		Riegos
Recolección		

Respecto a las dosis de abonado, éstas varían mucho dependiendo del cultivo considerado, si bien las dosis medias son las especificadas en la Tabla 3.21. La aplicación nitrogenada se distribuye un 50% en sementera y el 50% restante en cobertera, aunque puede variar significativamente.

**Tabla 3.21.** Tipo de abono y unidades fertilizantes habitualmente empleadas en los huertos familiares

Tipo de abono	Unidades
N	326
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	129
K <sub>2</sub> O	122

### i) Cultivos hortícolas en invernaderos

De acuerdo con el censo Agrario en la actualidad en la CAPV existen aproximadamente 278 ha de invernaderos que se reparten en un total de 950 explotaciones. La Tabla 3.22 muestra un calendario de cultivo orientativo dado que existen diferentes momentos de siembra y recolección.

**Tabla 3.22.** Calendario de cultivo habitual en los cultivos hortícolas en invernaderos.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
HORTÍCOLAS (Diferentes momentos de siembra)	FEBRERO-MARZO	Labor de fondo (alzado del cultivo anterior)
		Labor superficial
	MAYO	Siembra y/o plantación
		Tratamiento insecticida
		Riegos y abonados

CULTIVO	MES	OPERACIONES
		Tratamiento herbicida
		Tratamientos insecticidas y fungicidas
	JUNIO	Riegos y abonados
		Tratamientos insecticidas y fungicidas
		Riegos y abonados
	JULIO-AGOSTO	Tratamientos insecticidas y herbicidas
		Recolección

Respecto a las dosis de abonado, las necesidades varían mucho dependiendo del cultivo considerado, si bien las dosis medias suelen ser las especificadas en la Tabla 3.23. La aplicación de abono nitrogenado suele realizarse a lo largo de toda la campaña de cultivo aprovechando el riego localizado.

**Tabla 3.23.** Unidades fertilizantes más comúnmente aplicadas a los cultivos hortícolas en invernadero.

Tipo de abono	Unidades
N	1.753
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	711
K <sub>2</sub> O	65

#### j) Viñedo

En la CAPV los viñedos se extienden a lo largo de un total de 14.375 ha, las cuales se dividen en aproximadamente 2.600 explotaciones. A su vez, se ha de considerar que en el País Vasco están implantadas un total de 5 denominaciones de origen: Rioja (12.800 ha), Cava (68 ha), Arabako Txakolina (55 ha), Getariako Txakolina (177 ha) y Bizkaiko Txakolina (195 ha). Aunque existen diferencias de un ámbito geográfico a otro, es posible esquematizar el calendario de cultivo más habitual para el viñedo (Tabla 3.24).

**Tabla 3.24.** Calendario de cultivo habitual del viñedo.

CULTIVO	MES	OPERACIONES	
VIÑEDO	FEBRERO	Poda	
	MARZO	Abonado	
		Pase de cultivador	
	ABRIL	Tratamiento herbicida	
		Tratamiento insecticida	
		Tratamiento contra ceniza	
	MAYO	Espergura	
		Pase de cultivador	
	JUNIO	Tratamiento contra ceniza	
		Tratamiento contra mildiu	
			Tratamiento contra ceniza

JULIO-AGOSTO	Pase de cultivador Tratamiento contra polilla, ceniza y mildiu
SEPTIEMBRE	Tratamiento contra botritis Tratamiento contra botritis
OCTUBRE	Recolección

Respecto las dosis de abonado habitualmente empleadas, se especifican a continuación (Tabla 3.25) las correspondientes al viñedo de secano, dado que es el dominante. Se ha de considerar que la aplicación del abonado nitrogenado suele realizarse al inicio del periodo vegetativo.

**Tabla 3.25.** Unidades fertilizantes habitualmente empleadas en el cultivo de viñedo de secano.

Tipo abono	de Unidades
N	87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	106
K <sub>2</sub> O	104

### k) Frutales

Las principales plantaciones de frutal en la CAPV corresponden a manzana (1.675 ha) repartidos en cerca de 17.000 explotaciones, pera (250 ha) distribuidas en 7.000 explotaciones y kiwi (100 ha) repartidas en 1.000 explotaciones. En cualquier caso, se estima que la superficie total dedicada a frutales puede ser cercana a las 2.600 hectáreas, aunque la mayor parte no están correctamente gestionadas mediante la aplicación de riegos, podas y abonados regulares. En ese sentido, según los datos proporcionados por las Diputaciones Forales, alrededor de 260 hectáreas pueden considerarse "profesionales".

La Tabla 3.26 muestra un calendario de cultivo orientativo, si bien se debe tener en cuenta que el tratamiento fitosanitario (aplicación de insecticida, acaricida y fungicida) es variable según el año, el cultivo y la variedad, y que en el caso del kiwi no existe la aplicación de fitosanitarios. Por otra parte, las aplicaciones de abonado en las explotaciones "profesionales" son foliares, mientras que en muchas explotaciones frutícolas "no profesionales" los tratamientos son mínimos. Se ha de considerar, asimismo, que en las plantaciones de frutales en ocasiones se realizan aclareos y "podas de verano".

**Tabla 3.26.** Calendario de cultivo habitual en las plantaciones de frutales.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
MANZANO Y PERAL	NOVIEMB.-FEBRERO	Poda

CULTIVO	MES	OPERACIONES
KIWI	MARZO-AGOSTO	Pase de desbrozadora y/o herbicida (3)
		Tratamiento fitosanitario (8-10 tratamientos)
	SEPT.-NOVIEMBRE	Abonado (2-3 aplicaciones según desarrollo frutos)
		Pase de desbrozadora y/o herbicida
	NOVIEMBRE	Tratamiento fitosanitario
	NOV.-FEBRERO	Recolección
	MARZO-AGOSTO	Tratamiento con urea
		Poda
SEPT.-NOVIEMBRE	Pase de desbrozadora (2)	
	Abonado (2-3 aplicaciones según desarrollo frutos)	
	Pase de desbrozadora	
	Recolección	

La Tabla 3.27 resume las dosis de abonado habitualmente empleadas en las plantaciones consideradas "profesionales". La aplicación del abonado nitrogenado suele ser un 40% al inicio del periodo vegetativo y el 60% restante 2 meses después; no obstante, en aquellas plantaciones con riego localizado la distribución se extiende a lo largo de todo el periodo vegetativo. De cara a la construcción del modelo, se ha adoptado como criterio que únicamente el 10% de la superficie está correctamente gestionada. La dosis de abonado media que se ha considerado es el 10% de las dosis aplicada en las explotaciones "más profesionales", resultando una dosis de 17,21 / 13,54 / 13,32.

**Tabla 3.27.** Dosis de abonado habitualmente empleado en frutales.

	Manzano	Peral	Kiwi
Unidades de N:	130	139	176
Unidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	87	95	117
Unidades de K <sub>2</sub> O:	86	94	123

### I) Olivo

En el País Vasco hay alrededor de 90 hectáreas de olivo, ubicadas en su totalidad en Rioja Alavesa, si bien se ha de tener en cuenta que gran parte de la superficie dedicada a este cultivo se encuentra asociada al viñedo. En la actualidad desde las instituciones se está intentando promocionar este cultivo.

La Tabla 3.28 indica el calendario de cultivo habitualmente empleado en los olivares. La Tabla 3.29 indica las dosis de abonado aplicadas a este cultivo.

**Tabla 3.28.** Calendario de cultivo del olivar.

CULTIVO	MES	OPERACIONES
OLIVAR	ENERO-FEBRERO	Poda
	FEBRERO-NOVIEMBRE	Pase de cultivador y/o herbicida
		Tratamiento fitosanitario
		Abonado
	DICIEMBRE	Recolección

**Tabla 3.29.** Unidades fertilizantes habitualmente aplicadas al olivar.

Tipo de abono	Unidades
N	67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	23
K <sub>2</sub> O	22

### 3.1.2. Ganadería

Tal y como se ha comentado en el capítulo 2, referente a la identificación inicial de presiones de tipo difuso, se consideran como ganaderas aquellas actividades relativas a la cría de todo tipo de ganado, incluidas las granjas dedicadas a la cría de animales para peletería y la producción de especies cinegéticas. Comprende también la preparación de la tierra para la obtención de pastos y cultivos forrajeros, así como el pastoreo.

En términos generales, dependiendo de la especie ganadera criada y del régimen intensivo o extensivo de la actividad, la carga orgánica asociada a deposiciones de ganado (nitratos y fosfatos) varía de forma significativa. Así, según datos de un estudio reciente (Lekuona y otros, 2002), basados en el Censo Agrario de 1999, la carga ganadera en la CAPV depende en gran parte del vacuno o bovino (70%) y en menor medida del ovino (16%) y del sector avícola (10%). El 4% restante lo aportarían los sectores porcino, cunícola, caprino y equino.

Atendiendo al tipo de ganado, y en el contexto de la CAPV, el ganado bovino puede ser extensivo o intensivo, el ovino y caprino extensivo (salvo excepciones), el porcino intensivo (salvo casos puntuales en Gipuzkoa), el equino extensivo, la avicultura intensiva (excepto casos puntuales) y la cunicultura intensiva.

Respecto a la problemática de gestión de las deposiciones orgánicas del ganado, a priori, las actividades más conflictivas son el vacuno de leche y, en menor medida, la avicultura. La problemática se concentra en aquellas explotaciones sin superficie de tierras suficiente para aplicar los residuos orgánicos generados. No obstante, en el caso de la avicultura existen en principio menores niveles de riesgo de



aplicación excesiva sobre el terreno, si bien existen impactos puntuales sobre las masas de agua por una acumulación excesiva incluso en lugares alejados geográficamente del punto de origen. Los sectores ovino, porcino, caprino y cunícola no son, a priori, problemáticos en términos globales. En el caso de los sectores cunícola y porcino, el escaso desarrollo de los mismos en la CAPV hace que sea limitado el volumen de residuos generados. En el caso del ovino y caprino, la disponibilidad de tierras en las explotaciones hace que exista superficie suficiente para albergar los residuos ganaderos.

En líneas generales por tipos de ganado, en ganadería intensiva de bovino (bovino de leche) se produce purín líquido y se almacena en fosas. Las dosis aplicadas por hectárea varían en función de la carga ganadera de cada caso. El purín se esparce principalmente en primavera, verano y otoño. En ganadería intensiva de porcino ocurre lo mismo, con el agravante de que muchas explotaciones con este tipo de ganado no suelen disponer de tierra o ésta es escasa para el volumen de animales. Al igual que en porcino ocurre en avicultura (gallinas, pollos de engorde) en régimen intensivo y cunicultura. El proceso de envejecimiento del purín en las fosas, con el consiguiente proceso de descomposición dependerá del tiempo que pueda permanecer en las fosas, y este tiempo depende a su vez del volumen de las fosas en relación con el número de cabezas de ganado.

En ganadería extensiva se produce estiércol sólido o purín líquido solamente en invierno dado que el pastoreo se realiza en régimen extensivo durante el verano, con lo que sólo se acumulan cantidades de deyecciones en invierno, que posteriormente se aplican en primavera.

A continuación se describen, de forma específica, los principales sistemas de manejo de residuos ganaderos que se practican en la CAPV. Se analiza el volumen de residuos que generan, la distribución y tamaño de las explotaciones por vertientes (cantábrica y mediterránea), Territorios Históricos y comarcas. En el caso de la ganadería de vacuno y la avicultura, se indican los municipios globalmente excedentarios en purines según el estudio realizado por Lekuona y otros (2002), es decir, aquellos municipios que generan más volumen de residuos de los que la superficie de sus suelos agrarios pueden absorber según los umbrales que marca el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la CAPV.

#### **a) Vacuno**

##### **a.1) Vacuno de aptitud lechera**

*Distribución de las explotaciones*

La cabaña de vacas de leche se concentra en la vertiente cantábrica de la CAPV, destacando Encartaciones y Urola Costa, por este orden, como comarcas con mayor presencia de ganado de este tipo (Tabla 3.30). En el extremo opuesto, en la Rioja Alavesa no hay presencia de vacuno de aptitud lechera.

Las explotaciones son, en general, de reducida envergadura, con un número medio de 14,6 cabezas por explotación. En la vertiente mediterránea, excluyendo la Rioja Alavesa, las explotaciones son en general de mayor tamaño, con 32,3 cabezas por explotación de media frente a 10,1 en la vertiente cantábrica (Tabla 3.30).

**Tabla 3.30.** Distribución comarcal del ganado vacuno de leche en la CAPV. Se especifica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

<b>Comarcas</b>	<b>nº explot.</b>	<b>nº cabezas</b>	<b>nº cab./exp.</b>
<b>Vertiente cantábrica</b>			
<i>Bizkaia</i>			
Arratia-Nerbioi	133	522	3,9
Durungaldea	173	1150	6,6
Encartaciones	385	7851	20,4
Gernika-Bermeo	195	1427	7,3
Gran Bilbao	342	2222	6,5
Markina-Ondarroa	149	982	6,6
Plentzia-Mungia	210	2018	9,6
<i>Gipuzkoa</i>			
Deba Garaia	59	517	8,8
Bidasoa Behea	44	397	9,0
Deba Behea	144	1755	12,2
Donostialdea	249	3005	12,1
Goierri	188	2316	12,3
Tolosaldea	279	3839	13,8
Urola Costa	319	5035	15,8
<i>Araba</i>			
Cantábrica Alavesa	164	2837	17,3
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>			
Estribaciones del Gorbea	58	2438	42,0
Llanada Alavesa	53	1881	35,5
Montaña Alavesa	2	25	12,5
Valles Alaveses	11	432	39,3
Rioja Alavesa	0	0	0,0

### *Gestión del estiércol y los purines*

El manejo que se hace del purín en las diferentes zonas es el siguiente:

- En la zona vertiente mediterránea en general se aplica un manejo semiextensivo, donde existe el pastoreo cerca de las explotaciones, con distribución del estiércol acumulado en las épocas de estabulación permanente. En general no existen problemas de reparto de purín, ya que las explotaciones disponen de tierra suficiente.
- En las comarcas cantábricas el manejo puede ser semiextensivo o semiintensivo, en función de cada explotación en particular.

En las explotaciones profesionales el purín se acumula en fosas sépticas en forma líquida, el cual se extrae a cisternas, desde que las que se aplica al terreno en primavera, verano y otoño. Si el propietario no dispone de tierras para aplicar el purín, lo habitual es que llegue a un acuerdo para aplicarlo en tierras de explotaciones de otros propietarios vecinos o en montes. En aquellos lugares donde más problemas hay a la hora de repartir el purín líquido existe un servicio de un camión repartidor que hace el servicio de llevarlo a fincas lejanas que admitan purín, debido a que las fincas cercanas están ya saturadas. En general, donde más problemas hay de cargas ganaderas e imposibilidad de aplicar purín es en Gipuzkoa, donde además las pendientes de las fincas son más pronunciadas, con el consiguiente mayor lavado de los purines por el agua de escorrentía, así como en el Valle de Karrantza (comarca de Encartaciones).

En las explotaciones tradicionales (las cuales en todos los casos poseen tierras), las deposiciones se almacenan en estercoleros en forma sólida, apartando la parte líquida (orines) y desviándola a los ríos. El estiércol sólido está mezclado con paja o acículas de pino, que son los materiales utilizados para las camas del ganado estabulado. El estiércol se aplica sobre las tierras principalmente en primavera, además de en otoño, bien depositándolo en pilas que después se extienden o bien mediante un carro esparcidor.

Según datos del Plan Sectorial de Vacuno de la CAPV 2004/2005, más de la mitad de las explotaciones (57%) que utilizan el servicio gestor de purines los reparten dentro de su propia explotación, frente al 43% que lo hacen en otras explotaciones cercanas.

El Plan Sectorial de Vacuno de la CAPV 2004/2005 establece subvenciones para la recogida y distribución de los purines, pudiendo

beneficiarse de ellas ganaderos titulares de explotaciones con más de 10 UGM. La cuantía de la subvención se cifra en un 65 % del coste total del transporte y distribución del purín. Actualmente las explotaciones acogidas a esta medida son mayoritariamente de Gipuzkoa (78%), frente al 11% de Bizkaia y 11% de Araba.

#### **a.2) Vacuno de aptitud cárnica**

##### *Distribución de las explotaciones*

Las explotaciones de ganado vacuno de aptitud cárnica se reparten de forma desigual por el territorio de la CAPV, destacando las comarcas de Cantábrica Alavesa y Encartaciones, por este orden, como entidades con mayor número de cabezas (Tabla 3.31). La comarca con menor presencia de vacuno de carne es la Rioja Alavesa, en la que sin embargo se encuentra una gran explotación de 160 cabezas.

El tamaño medio de las explotaciones es de 18,8 cabezas, oscilando entre 5 y 30 en la práctica totalidad de las comarcas. En la vertiente cantábrica las explotaciones son en general de menor tamaño que en la mediterránea, con 7,5 cabezas por explotación de media en la primera frente a 25,6 en la segunda (excluyendo la Rioja Alavesa).

**Tabla 3.31.** Distribución comarcal del ganado vacuno de carne en la CAPV. Se especifica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

<b>Comarcas</b>	<b>n° explot.</b>	<b>n° cabezas</b>	<b>n° cab./exp.</b>
<b><i>Vertiente cantábrica</i></b>			
<b><i>Bizkaia</i></b>			
Arratia-Nerbioi	405	3417	8,4
Durangaldea	649	3161	4,9
Encartaciones	506	5474	10,8
Gernika-Bermeo	564	3087	5,5
Gran Bilbao	575	4392	7,6
Markina-Ondarroa	372	2205	5,9
Plentzia-Mungia	377	2046	5,4
<b><i>Gipuzkoa</i></b>			
Deba Garaia	469	3082	6,6
Bidasoa Behea	112	901	8,0
Deba Behea	257	2042	7,9
Donostialdea	525	2684	5,1
Goierri	526	3156	6,0
Tolosaldea	621	3863	6,2
Urola Costa	545	4354	8,0
<b><i>Araba</i></b>			
Cantábrica Alavesa	379	6112	16,1
<b><i>Vertiente mediterránea (Araba)</i></b>			

Estribaciones del Gorbea	179	3798	21,2
Llanada Alavesa	100	2232	22,3
Montaña Alavesa	66	2204	33,4
Valles Alaveses	37	944	25,5
Rioja Alavesa	1	160	160,0

### *Gestión del estiércol y los purines*

El vacuno de aptitud cárnica presenta un régimen de manejo semiextensivo o extensivo en casi todas las zonas.

En las comarcas mediterráneas el sistema es extensivo, con sierras para el período estival. Así, las deposiciones las vierten los animales directamente sobre los pastos.

En las comarcas atlánticas el manejo es semiextensivo o extensivo, en función de que existan pastos públicos en sierras para el período estival.

Hay valles donde se pueden dar algunas explotaciones intensivas con estabulación permanente. En éstas el purín líquido se desvía a la red fluvial, mientras el estiércol sólido, mezclado con paja u hoja de pino, se almacena en estercolero hasta que se saca en primavera, y en menor medida, en verano y otoño.

### Municipios excedentarios en residuos orgánicos del sector vacuno

El citado estudio de Lekuona y otros (2002) establece para la ganadería vacuna que las explotaciones menores de 20 UGM (Unidad de Ganado Mayor), es decir, con menos de 20 vacas, manejan los residuos orgánicos como estiércol. Entre 20 y 40 UGM estaría la transición entre el manejo de las deposiciones como estiércol o como purín, si bien en el estudio se considera que se maneja como purín, al igual que en las explotaciones de más de 40 UGM.

En primer lugar se estima qué volumen de purín produce cada animal, para calcular el purín total que se genera al año en cada explotación. Se considera purín excedentario aquel que excede de la cantidad que produciría una carga de 2 UGM/ha (carga ganadera por superficie señalada en el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la CAPV), equivalente a 54 m<sup>3</sup> purín/ha y año, tomando el 100% de la Superficie Agraria Útil (SAU) de la explotación.

En la Tabla 3.32 se exponen el número de explotaciones identificadas como excedentarias en cada comarca, el volumen de purines excedentario, y qué comarcas y municipios son globalmente excedentarios debido, mayoritariamente, a la ganadería de vacuno.

**Tabla 3.32.** Número de explotaciones excedentarias, volumen producido y comarcas y municipios excedentarios de la CAPV (Fuente: Lekuona y otros (2002)).

Comarcas	nº explot. exceden.	m <sup>3</sup> purín/año exc.	Com. Exc.	Municipios excedentarios
<b>Vertiente cantábrica</b>				
<i>Gipuzkoa</i>				
Deba Garaia	19	6441		Bergara
Bidasoa Behea	23	8648		
Deba Behea	12	6212	X	Deba, Elgoibar, Mutriku
Donostialdea	62	37962	X	Hernani, Lasarte-Oria, Pasaia, Urnieta, Usurbil
Goierrri	50	20165	X	Arama, Ataun, Itsasondo, Lazkao, Olaberria, Ormaiztegi, Urretxu, Zerain, Zumarraga
Tolosaldea	78	32311		Alegia, Alkiza, Altzo, Amezketeta, Asteasu, Baliarrain, Bidegoian, Ibarra, Ikaztegieta, Larraul
Urola Costa	60	14840	X	Aia, Azkoitia, Azpeitia, Errezil, Getaria, Zestoa, Zumaia
<i>Bizkaia</i>				
Arratia-Nerbioi	23	12010		Areatza, Orozko, Otxandio
Durandaldea	29	14423		Mañaria
Encartaciones	66	32864	X	Alonsotegi, Karrantza, Lanestosa
Gernika-Bermeo	12	5012		
Gran Bilbao	59	35628		Abanto, Zierbena, Barakaldo, Trapagaran
Markina-Ondarroa	13	10017		Berriatua
Plentzia-Mungia	50	38200		
<i>Araba</i>				
Cantábrica Alavesa	9	1018		Laudio, Okondo
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>				
Estribaciones del Gorbea	28	41416		Aramaio
Llanada Alavesa	2	7163		
Montaña Alavesa				
Valles Alaveses	3	1303		
Rioja Alavesa				

**b) Ovino****b.1. Ovino de aptitud lechera***Distribución de las explotaciones*

El ovino de leche se practica en toda la CAPV, excepto en la Rioja Alavesa, donde se explota ganado ovino de carne. Las comarcas con mayor número de cabezas se encuentran en la vertiente cantábrica, y son las guipuzcoanas Tolosaldea, Goierrri y Urola Costa, por este orden (Tabla 3.33). Les siguen Donostialdea, Cantábrica Alavesa y Deba Garaia. Sin embargo, las explotaciones son en general de mayor

tamaño en la vertiente mediterránea, donde el número medio de cabezas por explotación es de 210 ovejas, mientras en la vertiente cantábrica es de 48,3.

Según datos de Lekuona y otros (2002), el municipio de Oresa (Tolosaldea) es excedentario en purines producidos en un 70% por la ganadería ovina, de forma que constituye el único municipio excedentario de la CAPV con contribución mayoritaria de esta actividad.

**Tabla 3.33.** Distribución por comarcas de ganado ovino de aptitud lechera. Se indica el número de explotaciones, el número de cabezas y el número de cabezas que corresponde a cada explotación.

Comarcas	n° explot.	n° cabezas	n° cab./exp.
<b>Vertiente cantábrica</b>			
<i>Bizkaia</i>			
Arratia-Nerbioi	303	16227	53,6
Durangaldea	320	10740	33,6
Encartaciones	371	17838	48,1
Gernika-Bermeo	262	5563	21,2
Gran Bilbao	342	9080	26,5
Markina-Ondarroa	243	7497	30,9
Plentzia-Mungia	196	4171	21,3
<i>Gipuzkoa</i>			
Deba Garaia	367	20421	55,6
Bidasoa Behea	109	4582	42,0
Deba Behea	231	11438	49,5
Donostialdea	484	23054	47,6
Goierri	419	33802	80,7
Tolosaldea	484	34890	72,1
Urola Costa	466	30403	65,2
<i>Araba</i>			
Cantábrica Alavesa	303	23034	76,0
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>			
Estribaciones del			
Gorbea	114	16502	144,8
Llanada Alavesa	87	17447	200,5
Montaña Alavesa	47	11289	240,2
Valles Alaveses	55	13991	254,4

#### *Gestión del estiércol y los purines*

El manejo es extensivo, con el uso de los pastos forestales en verano y otoño. En invierno las ovejas se mantienen en las explotaciones cercadas sin apenas pastoreo. En primavera pastan las fincas colindantes a las explotaciones y en verano se llevan a las sierras.

El estiércol sólido acumulado en invierno y primavera se saca en primavera-verano, cuando las ovejas han subido a la sierra.

## b.2. Ovino de aptitud cárnica

### *Distribución de las explotaciones*

El ganado ovino de carne se explota en la CAPV tan solo en la Rioja Alavesa, con un número medio de cabezas por explotación de 359 ovejas (Tabla 3.34).

**Tabla 3.34.** Distribución por comarcas de las explotaciones de ovino de aptitud cárnica. Se indica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

<b>Comarca</b>	<b>nº explot.</b>	<b>nº cabezas</b>	<b>nº cab./exp.</b>
<b><i>Vertiente mediterránea</i></b>			
Rioja			
Alavesa	14	5025	358,9

### *Gestión del estiércol y los purines*

El régimen es extensivo, de forma que las ovejas depositan las heces y la orina en los pastos. En invierno el ganado se estabula y las deposiciones acumuladas en este periodo se aplican sobre las tierras de la propia explotación.

## **c) Caprino**

### *Distribución de las explotaciones*

El ganado caprino se distribuye en todas las comarcas de la CAPV (Tabla 3.35). Encartaciones presenta el mayor número de cabezas, seguida de Arratia-Nerbioi, Urola Costa, Durangaldea, Cantábrica Alavesa y Gran Bilbao, por este orden. Las comarcas con menos presencia de ganado caprino son Bidasoa Behea y Valles Alaveses. Las explotaciones de mayor tamaño se encuentran en la Llanada Alavesa, con 123,8 cabras de media por explotación, seguida por la Rioja Alavesa (49,4 cabras de media) y Montaña Alavesa (44,1 cabras de media). En general, en la vertiente mediterránea (51,3 cabras por explotación de media) las explotaciones son mayores que en la cantábrica (9 cabras de media).

**Tabla 3.35.** Distribución por comarcas de la cabaña de ganado caprino. Se indica el número de explotaciones, el número medio de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

<b>Comarcas</b>	<b>nº explot.</b>	<b>nº cabezas</b>	<b>nº cab./exp.</b>
-----------------	-------------------	-------------------	---------------------



<b>Comarcas</b>	<b>nº explot.</b>	<b>nº cabezas</b>	<b>nº cab./exp.</b>
<b>Vertiente cantábrica</b>			
<i>Gipuzkoa</i>			
Deba Garaia	71	737	10,4
Bidasoa Behea	27	209	7,7
Deba Behea	93	691	7,4
Donostialdea	116	957	8,3
Goierri	111	880	7,9
Tolosaldea	117	862	7,4
Urola Costa	150	1570	10,5
<i>Bizkaia</i>			
Arratia-Nerbioi	145	1581	10,9
Durangaldea	198	1561	7,9
Encartaciones	162	2423	15,0
Gernika-Bermeo	153	1056	6,9
Gran Bilbao	209	1435	6,9
Markina-Ondarroa	106	710	6,7
Plentzia-Mungia	150	936	6,2
<i>Araba</i>			
Cantábrica Alavesa	92	1444	15,7
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>			
Estribaciones del			
Gorbea	28	498	17,8
Llanada Alavesa	9	1114	123,8
Montaña Alavesa	18	793	44,1
Valles Alaveses	17	364	21,4
Rioja Alavesa	12	593	49,4

### *Gestión del estiércol y los purines*

Dado el régimen extensivo de las explotaciones, las cabras depositan directamente las heces y la orina en los pastos. En invierno el ganado se estabula y las deposiciones acumuladas en este periodo se aplican sobre las tierras de la propia explotación.

### **d) Porcino**

#### *Distribución de las explotaciones*

Las comarcas con mayor número de cabezas son Llanada Alavesa, Markina-Ondarroa y Estribaciones del Gorbea, por este orden (Tabla 3.36). En el extremo opuesto, en Bidasoa Behea apenas se explota ganado porcino. Las explotaciones son en general más grandes en la vertiente mediterránea, con un número medio de cabezas por explotación de 51,6 cerdos, frente a 8 en la vertiente cantábrica. Dentro de ésta sobresale notablemente la comarca de Markina-Ondarroa por el tamaño de sus explotaciones, con 48,1 cerdos por explotación de media.

**Tabla 3.36.** Distribución comarcal del ganado porcino. Se indica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cerdos por explotación.

<b>Comarcas</b>	<b>nº explot.</b>	<b>nº cabeza</b>	<b>nº cab./exp.</b>
<b>Vertiente cantábrica</b>			
<i>Bizkaia</i>			
Arratia-Nerbioi	248	481	1,9
Durangaldea	230	388	1,7
Encartaciones	357	750	2,1
Gernika-Bermeo	215	397	1,8
Gran Bilbao	243	828	3,4
Markina-Ondarroa	133	6391	48,1
Plentzia-Mungia	167	1264	7,6
<i>Gipuzkoa</i>			
Deba Garaia	142	302	2,1
Bidasoa Behea	17	47	2,8
Deba Behea	80	484	6,1
Donostialdea	110	2544	23,1
Goierri	160	565	3,5
Tolosaldea	284	2815	9,9
Urola Costa	188	752	4,0
<i>Araba</i>			
Cantábrica Alavesa	176	447	2,5
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>			
Estribaciones del			
Gorbea	59	5807	98,4
Llanada Alavesa	175	10235	58,5
Montaña Alavesa	54	2104	39,0
Valles Alaveses	52	1379	26,5
Rioja Alavesa	12	427	35,6

### *Gestión del estiércol y los purines*

En las explotaciones tradicionales se almacena el estiércol sólido, mientras la orina se desvía a la red fluvial. En cambio en las explotaciones profesionales se acumula el purín líquido o semilíquido.

En general se practica el régimen intensivo en toda la CAPV, existiendo algunas explotaciones con dificultades para aplicar el purín generado debido a la falta de tierras propias, sobre todo en Guipúzcoa. En Álava las explotaciones poseen tierras propias, salvo excepciones puntuales.

Una de las zonas con más problemas es la de Asteasu (Comarca de Tolosaldea, Guipúzcoa), donde se han dotado de un camión cisterna que recoge el purín líquido y lo vierte en la propia explotación (en

caso de que ésta disponga de tierras) ó en otra explotación cercana con tierras. Dicho camión cisterna acude asimismo a algunas explotaciones alavesas, donde en general aplica el purín en las tierras de la propia explotación. En Gipuzkoa hay algunas experiencias en régimen extensivo.

### e) Equino

#### *Distribución de las explotaciones*

Las comarcas de Encartaciones y Goierri presentan el mayor número de cabezas de ganado equino, mientras en Rioja Alavesa apenas existe este tipo de ganadería (Tabla 3.37). Las explotaciones contienen de media 6,1 cabezas en la CAPV, destacando la Montaña Alavesa por el tamaño de sus explotaciones, con 19,3 caballos de media. En general, las explotaciones de la vertiente mediterránea son de mayor tamaño que las de la cantábrica, con una media de 12 y 4 cabezas por explotación respectivamente.

**Tabla 3.37.** Distribución comarcal del ganado equino en la CAPV. Se indica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

<b>Comarcas</b>	<b>nº explot.</b>	<b>nº cabezas</b>	<b>nº cab./exp.</b>
<b><i>Vertiente cantábrica</i></b>			
<i>Gipuzkoa</i>			
Deba Garaia	144	665	4,6
Bidasoa Behea	42	135	3,2
Deba Behea	133	477	3,6
Donostialdea	182	556	3,1
Goierri	270	1322	4,9
Tolosaldea	239	723	3,0
Urola costa	121	467	3,9
<i>Bizkaia</i>			
Arratia-Nerbioi	172	917	5,3
Durandaldea	207	1047	5,1
Encartaciones	280	1395	5,0
Gernika-Bermeo	184	576	3,1
Gran Bilbao	265	1038	3,9
Markina-Ondarroa	168	636	3,8
Plentzia-Mungia	141	376	2,7
<i>Araba</i>			
Cantábrica Alavesa	100	553	5,5
<b><i>Vertiente mediterránea (Araba)</i></b>			
Estribaciones del			
Gorbea	87	874	10,0
Llanada Alavesa	64	721	11,3
Montaña Alavesa	35	676	19,3
Valles Alaveses	25	268	10,7

<b>Comarcas</b>	<b>n° explot.</b>	<b>n° cabezas</b>	<b>n° cab./exp.</b>
Rioja Alavesa	9	78	8,7

### *Gestión del estiércol y los purines*

El régimen de explotación es extensivo, de forma que los caballos aplican sus deposiciones en los pastos. En etapas breves de frío intenso o nevadas el ganado puede ser estabulado, de forma que modestas cantidades de estiércol sólido acumulado son aplicadas después sobre las tierras de la explotación.

### **f) Cunicultura**

#### *Distribución de las explotaciones*

Las comarcas con mayor número de cabezas son, por este orden, Goierri, Durangaldea, Donostialdea y Arratia-Nerbioi (Tabla 3.38). En cambio, en la Rioja Alavesa apenas se practica cunicultura. No se aprecian diferencias significativas en el tamaño de las explotaciones de las vertientes cantábrica y mediterránea. El número medio de cabezas por explotación es 12 en el conjunto de la CAPV, destacando Llanada Alavesa y Donostialdea como comarcas con explotaciones más grandes (30,4 y 29,8 cabezas de media respectivamente).

**Tabla 3.38.** Distribución comarcal de las explotaciones de cunicultura en la CAPV. Se indica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

<b>Comarcas</b>	<b>n° explot.</b>	<b>n° cabezas</b>	<b>n° cab./exp.</b>
<b><i>Vertiente cantábrica</i></b>			
<i>Gipuzkoa</i>			
Deba Garaia	351	3738	10,6
Bidasoa Behea	135	1386	10,3
Deba Behea	135	532	3,9
Donostialdea	219	6532	29,8
Goierri	340	8501	25,0
Tolosaldea	187	2138	11,4
Urola Costa	180	4508	25,0
<i>Bizkaia</i>			
Arratia-Nerbioi	409	6476	15,8
Durangaldea	589	7939	13,5
Encartaciones	206	2534	12,3
Gernika-Bermeo	387	1970	5,1
Gran Bilbao	466	4311	9,3
Markina-Ondarroa	215	2254	10,5
Plentzia-Mungia	238	2209	9,3
<i>Araba</i>			
Cantábrica Alavesa	89	698	7,8

Comarcas	nº explot.	nº cabezas	nº cab./exp.
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>			
Estribaciones del			
Gorbea	75	325	4,3
Llanada Alavesa	55	1670	30,4
Montaña Alavesa	40	113	2,8
Valles Alaveses	63	643	10,2
Rioja Alavesa	8	38	4,8

### Gestión del estiércol y los purines

El régimen de las explotaciones es intensivo en todos los casos. Se producen deposiciones sólidas únicamente, que son almacenadas en estercoleros y aplicadas sobre el terreno. Las explotaciones sin tierras buscan alternativas para aplicar el estiércol en tierras de propietarios vecinos.

## g) Avicultura

### g.1. Gallinas

#### Distribución de las explotaciones

Las explotaciones de gallinas se distribuyen de forma desigual en las comarcas de la CAPV (Tabla 3.39). Destacan Plentzia-Murgia y Goierri como comarcas con mayor número de cabezas y mayores explotaciones (519,5 y 357,8 gallinas por explotación de media respectivamente).

En Araba, Llanada Alavesa destaca como única comarca con importante implantación ganadería de gallinas, ya que en Cantábrica Alavesa, Estribaciones del Gorbea, Montaña Alavesa, Valles Alaveses y Rioja Alavesa la actividad se desarrolla de forma muy modesta.

**Tabla 3.39.** Distribución comarcal de explotaciones avícolas de gallinas en la CAPV. Se indica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

Comarcas	nº explot.	miles cabezas	nº explot.	cab./
<b>Vertiente cantábrica</b>				
<i>Gipuzkoa</i>				
Deba Garaia	719	34		47,3
Bidasoa Behea	262	80		305,3
Deba Behea	451	19		42,1
Donostialdea	827	40		48,4
Goierri	911	326		357,8
Tolosaldea	1001	69		68,9
Urola Costa	940	49		52,1
<i>Bizkaia</i>				

<b>Comarcas</b>	<b>n° explot.</b>	<b>miles cabezas</b>	<b>n° explot.</b>	<b>cab./</b>
Arratia-Nerbioi	739	10		13,5
Durangaldea	889	23		25,9
Encartaciones	882	58		65,8
Gernika-Bermeo	693	15		21,6
Gran Bilbao	969	156		161,0
Markina-Ondarroa	404	12		29,7
Plentzia-Mungia	589	306		519,5
<i>Araba</i>				
Cantábrica Alavesa	402	5		12,4
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>				
Estribaciones del Gorbea	299	4		13,4
Llanada Alavesa	326	90		276,1
Montaña Alavesa	182	2		11,0
Valles Alaveses	270	4		14,8
Rioja Alavesa	36	0		0,0

### *Gestión del estiércol y los purines*

En general, el régimen es intensivo en toda la CAPV. Algunas explotaciones tienen dificultades para aplicar la gallinaza por carencia de tierras. La salida más habitual de este residuo es el transporte a zonas agrícolas lejanas pagando el porte.

## **g.2. Pollos**

### *Distribución de las explotaciones*

La actividad es desarrollada de forma más notable en Gipuzkoa, con un total de más de 260.000 cabezas, y en menor medida en Bizkaia (84.000 cabezas) y Araba (49.000 cabezas) (Tabla 3.40). Así, las comarcas con mayor número de cabezas se sitúan en Gipuzkoa (Tolosaldea y Urola Costa). Les sigue en importancia Plentzia-Murgia, única comarca vizcaína con importante actividad de ganadería de pollos. En Araba destaca la Rioja Alavesa, que posee granjas puntuales de gran tamaño, con 8.000 cabezas de media por granja.

**Tabla 3.40.** Distribución comarcal de explotaciones avícolas de pollos en la CAPV. Se indica el número de explotaciones, el número total de cabezas y el número medio de cabezas por explotación.

<b>Comarcas</b>	<b>n° explot</b>	<b>miles cabezas</b>	<b>n° explot.</b>	<b>cab./</b>
<b>Vertiente cantábrica</b>				
<i>Gipuzkoa</i>				
Deba Garaia	149	9		60,4
Bidasoa Behea	20	4		200,0

<b>Comarcas</b>	<b>n° explot</b>	<b>miles cabezas</b>	<b>n° explot.</b>	<b>cab./</b>
Deba Behea	128		7	54,7
Donostialdea	306		15	49,0
Goierri	444		41	92,3
Tolosaldea	585		96	164,1
Urola Costa	341		95	278,6
<i>Bizkaia</i>				
Arratia-Nerbioi	104		3	28,8
Durantaldea	145		2	13,8
Encartaciones	221		2	9,0
Gernika-Bermeo	115		2	17,4
Gran Bilbao	224		2	8,9
Markina-Ondarroa	59		1	16,9
Plentzia-Mungia	149		72	483,2
<i>Araba</i>				
Cantábrica Alavesa	33		0	0,0
<b>Vertiente mediterránea (Araba)</b>				
Estribaciones del Gorbea	90		4	44,4
Llanada Alavesa	50		1	20,0
Montaña Alavesa	36		4	111,1
Valles Alaveses	21		0	0,0
Rioja Alavesa	5		40	8000,0

### *Gestión del estiércol y los purines*

Régimen intensivo o semiintensivo en el caso del pollo de caserío (de label). Algunas explotaciones tienen dificultades para aplicar la gallinaza por carencia de tierras. La salida más habitual de este residuo es el transporte a zonas agrícolas lejanas pagando el porte.

### Municipios excedentarios en residuos orgánicos del sector avícola

Según datos de Lekuona y otros (2002), 4 municipios de Bizkaia y 3 de Gipuzkoa son excedentarios en purines producidos mayoritariamente por la actividad avícola. Se trata de Galdakao y Larrabetzu (comarca del Gran Bilbao), Gordexola (Encartaciones), Gamiz-Fika (Plentzia-Mungia), Irun (Bidasoa Behea), Rentería (Donostialdea) e Idiazabal (Goierri).

### **3.1.3. Usos forestales**

Se exponen a continuación los principales modelos de gestión silvícolas que se llevan a la práctica en la CAPV.

#### i) Plantaciones productivas de coníferas de ciclo corto

- a. Cosecha mecanizada y preparación manual del sitio
- b. Cosecha y preparación del sitio mecanizada

Este es el modelo más común en la vertiente cantábrica donde da cuenta de más de 150.00 ha (39%) que corresponde con las plantaciones de pino insigne y de pino marítimo. Una necesaria simplificación hace que se considere que la labor mecanizada se realiza en todas las pendientes menores a 45% y que las labores manuales de preparación del sitio sean predominantes en pendientes mayores de 45%. Dentro de aquellas pendientes menores a 45% la casuística es diferente en parcelas cuya pendiente media no supera el 30% y aquellas que sí lo superan. En el primer caso (<30%) la aplicación de un subsolado lineal, para mejorar las características físicas del suelo, a favor de las curvas de máxima pendiente, es relativamente frecuente mientras en el segundo no. Si bien estas sencillas reglas presentan algunas excepciones, recoge en esencia la realidad del sector forestal. El desarrollo de estas masas, el calendario de acciones silvícolas y los impactos potenciales se resumen en la Tabla 3.41.

**Tabla 3.41.** Calendario de las diferentes acciones silvícolas que se llevan a cabo en las plantaciones productivas de coníferas de ciclo corto.

	<b>Acción silvícola</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impacto</b>
Año 0	Construcción de pistas/vías COSECHA y Desembosque mecanizado Preparación manual del sitio	Todas pendientes Todas pendientes Pendientes >45%	las las Apilado manual de los restos de cosecha y ahoyado para la introducción de la nueva planta.	Generación de sedimentos Eliminación del mulch orgánico y exposición del suelo. Impacto puntual sobre el suelo.
	Preparación mecanizada del sitio	Pendientes 30%-45%  Pendientes <30%	Retirada de los restos de cosecha con la pala frontal del buldózer  Retirada de los restos de cosecha con la pala frontal del buldózer y realización de un subsolado en líneas de máxima pendiente.	Eliminación del mulch orgánico y del horizonte superficial del suelo. Exposición del suelo mineral y generación de sedimentos. Eliminación del mulch orgánico y del horizonte superficial del suelo. Exposición del suelo mineral, generación de sedimentos y canalización del agua a favor de pendiente aumentando su energía.
Año 2	Fertilización	Todas pendientes	las No muy extendido. Aplicación de bajas dosis de fertilizantes ricos en fósforo.	Emisión de fósforo ligado a los sedimentos. Poco riesgo.
Año 10	Aclareo	Todas pendientes	las Control de densidad adecuando el área basal al índice de sitio.	Exposición de parte del suelo forestal. Reducción de la cobertura vegetal.
Año 15-20-25	Claros	Todas pendientes	las Control de densidad adecuando el área basal al índice de sitio.	Exposición de parte del suelo forestal. Reducción de la cobertura vegetal.
Año 35	Construcción de		Típicamente 100 m/ha	Generación de



Acción silvícola	Pendiente	Descripción	Impacto
pistas COSECHA y Desembosque mecanizado		Suelo desnudo, alteración de horizonte superficial	sedimentos Eliminación del mulch orgánico y exposición del suelo.

ii) Plantaciones de coníferas de turno medio (*Pseudotsuga menziesii*, *Pinus nigra*, *Larix spp*)

a. Cosecha mecanizada y preparación manual del sitio

b. Cosecha y preparación del sitio mecanizada

Este modelo es habitual en la vertiente cantábrica en lugares donde las heladas asociadas normalmente a la altitud no recomiendan el uso de coníferas de turno corto. De igual manera, las plantaciones de *Pinus sylvestris* más habituales en la vertiente mediterránea de la CAV estarían enmarcadas en este modelo de gestión. Al igual que lo apuntado en el caso anterior se hace necesaria una simplificación de este modelo de gestión. Teniendo en cuenta las consideraciones previas, se supone que se realizan labores mecanizadas en todas las pendientes < 45% mientras que las labores manuales de preparación del sitio son predominantes en pendientes > 45%. Al igual que en coníferas de turno corto dentro de las pendientes menores a 45% la casuística es diferente en parcelas cuya pendiente media no supera el 30% en las que se realiza un subsolado y aquéllas que sí lo superan en las que no se realiza esta labor. Estas reglas presentan excepciones, pero representan la realidad del sector forestal para este modelo de gestión. Una simplificación del desarrollo de estas masas con el calendario de acciones silvícolas típicas y sus impactos potenciales se resumen en la Tabla 3.42.

**Tabla 3.42.** Calendario de las diferentes acciones silvícolas que se llevan a cabo en las plantaciones productivas de coníferas de turno medio.

	Acción silvícola	Pendiente	Descripción	Impacto
Año 0	Construcción de pistas/vías	Todas las pendientes	Típicamente 100 m/ha	Generación de sedimentos
	COSECHA y Desembosque mecanizado	Todas las pendientes	Suelo desnudo, alteración de horizonte superficial	Eliminación del mulch orgánico y exposición del suelo.
	Preparación manual del sitio	Pendientes >45%	Apilado manual de los restos de cosecha y ahoyado para la introducción de la nueva planta.	Impacto puntual sobre el suelo.
	Preparación mecanizada del sitio	Pendientes 45%	30%- Retirada de los restos de cosecha con la pala frontal del buldózer	Eliminación del mulch orgánico y del horizonte superficial del suelo. Exposición del suelo mineral y generación de sedimentos.

	<b>Acción silvícola</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impacto</b>
		Pendientes <30%	Retirada de los restos de cosecha con la pala frontal del bulldózer y realización de un subsolado en líneas de máxima pendiente.	Eliminación del mulch orgánico y del horizonte superficial del suelo. Exposición del suelo mineral, generación de sedimentos y canalización del agua a favor de pendiente aumentando su energía.
Año 3	Fertilización	Todas las pendientes	Muy poco extendido. Aplicación de bajas dosis de fertilizantes ricos en fósforo.	Emisión de fósforo ligado a los sedimentos. Muy poco riesgo.
Año 15	Aclareo	Todas las pendientes	Control de densidad adecuando el área basal al índice de sitio.	Exposición de parte del suelo forestal. Reducción de la cobertura vegetal.
Año 25-40-50	Claros	Todas las pendientes	Control de densidad adecuando el área basal al índice de sitio.	Exposición de parte del suelo forestal. Reducción de la cobertura vegetal.
Año 80	Construcción de pistas  COSECHA y Desembosque mecanizado		Típicamente 100 m/ha  Suelo desnudo, alteración de horizonte superficial	Generación de sedimentos Eliminación del mulch orgánico y exposición del suelo.

### iii) Plantaciones de Eucaliptos

Este modelo es habitual en la vertiente cantábrica en lugares resguardados de heladas y por ello normalmente cercanos a la costa. Al igual que lo apuntado en los casos anteriores se hace necesaria una simplificación de este modelo de gestión para la modelización de su posible impacto. Este modelo de gestión es en el que la mecanización es más constante en el tiempo debido, sobre todo, a lo corto de su turno. Teniendo en cuenta las consideraciones previas, se supone que se realizan labores mecanizadas en todas las pendientes < 45% mientras que las labores manuales de preparación del sitio serán predominantes en pendientes > 45%. Al igual que en coníferas de turno corto dentro de las pendientes menores a 45% la casuística es diferente en parcelas cuya pendiente media no supera el 30% en las que se realiza un subsolado y aquéllas que sí lo superan en las que no se realiza esta labor. Sin embargo, esta especie se caracteriza por rebrotar de cepa. Por ello, al comienzo del segundo turno no se realizan prácticas de preparación del terreno para una nueva plantación. Estas reglas presentan excepciones, pero recogen la realidad del sector forestal para este modelo de gestión. Una simplificación del desarrollo de estas masas con el calendario de acciones silvícolas típicas y sus impactos potenciales se resumen en la Tabla 3.43.

**Tabla 3.43.** Calendario de las diferentes acciones silvícolas que se llevan a cabo en las plantaciones productivas de eucalipto.

	<b>Acción silvícola</b>	<b>Pendiente</b>		<b>Descripción</b>	<b>Impacto</b>
Año 0	Construcción de pistas/vías COSECHA y Desembosque mecanizado Preparación manual del sitio	Todas las pendientes Todas las pendientes Pendientes >45%	las	Típicamente 100 m/ha Suelo desnudo, alteración de horizonte superficial Apilado manual de los restos de cosecha y ahoyado para la introducción de la nueva planta.	Generación de sedimentos Eliminación del mulch orgánico y exposición del suelo. Impacto puntual sobre el suelo.
	Preparación mecanizada del sitio	Pendientes 30%-45%		Retirada de los restos de cosecha con la pala frontal del buldózer	Eliminación del mulch orgánico y del horizonte superficial del suelo. Exposición del suelo mineral y generación de sedimentos.
		Pendientes <30%		Retirada de los restos de cosecha con la pala frontal del buldózer y realización de un subsolado en líneas de máxima pendiente.	Eliminación del mulch orgánico y del horizonte superficial del suelo. Exposición del suelo mineral, generación de sedimentos y canalización del agua a favor de pendiente aumentando su energía.
Año 1	Fertilización	Todas las pendientes	las	La fertilización más extendida de todos los modelos de gestión, con N, P y K	Emisión de nitrógeno con escorrentía y lixiviados y fósforo ligado a los sedimentos.
Año 13	COSECHA y Desembosque mecanizado	Todas las pendientes	las	Suelo desnudo, alteración de horizonte	Eliminación del mulch orgánico y exposición del suelo.
Año 14	Fertilización	Todas las pendientes	las	La fertilización más extendida de todos los modelos de gestión	Emisión de nitrógeno con escorrentía y lixiviados y fósforo ligado a los sedimentos
Año 26	Construcción de pistas COSECHA y Desembosque mecanizado			Típicamente 300 m/ha Suelo desnudo, alteración de horizonte superficial	Generación de sedimentos Eliminación del mulch orgánico y exposición del suelo.

iv) Masas seminaturales de frondosas de turno largo productivas (hayedos, *Quercus rubra*)

Este modelo es poco habitual salvo en lugares de montaña en los que la tradición de explotación de *Fagus sylvatica* es importante. Al igual que lo apuntado en los casos anteriores se hace necesaria una simplificación de este modelo de gestión para la modelización de su posible impacto. Se ha considerado un turno medio de 120 años, con aprovechamiento final mediante corta selectiva y retención de árboles madre en el rodal. No se han considerado labores intermedias

de control de densidad. Se ha tenido en cuenta, sin embargo, la pérdida de cobertura vegetal debida a la caída del follaje en los 10 primeros inviernos tras el aprovechamiento. Este modelo de gestión se supone el más clásico de todos en el que la mecanización de las labores silvícolas es menor debido, entre otras razones, a la ausencia de labores de preparación del terreno previa a la plantación ya que se considera que se retienen en el monte algunos de los ejemplares mejor desarrollados como fuente de semilla y regeneración. Además, no se prevé una eliminación total de la cobertura vegetal, por lo que el impacto de la lluvia sobre el suelo será menor que en los modelos de gestión previos. Estas reglas, como en todos los modelos expuestos, presentan excepciones, pero pueden ser reflejo de la silvicultura adoptada en este tipo de aprovechamientos. Una simplificación del desarrollo de estas masas con el calendario de acciones silvícolas típicas y sus impactos potenciales se resumen en la Tabla 3.44.

**Tabla 3.44.** Calendario de las diferentes acciones silvícolas que se llevan a cabo en las masas seminaturales de frondosas de turno largo productivas.

	<b>Acción silvícola</b>	<b>Pendiente</b>		<b>Descripción</b>		<b>Impacto</b>
Año 0	Construcción de pistas/vías COSECHA y Desembosque mecanizado con retención de árboles como fuente de semilla.	Todas pendientes	las	Típicamente m/ha	100	Generación de sedimentos
		Todas pendientes	las	Suelo desnudo, alteración de horizonte superficial		Eliminación del mulch orgánico y exposición de parte del suelo.
Año 2	Desbroce	Todas pendientes	las	Eliminación de vegetación competitiva		Exposición de parte del suelo forestal.
Año 2	Fertilización	Todas pendientes	las	Muy escasa. nula.	Casi	Muy bajo.
Año 120	Reparación de pistas COSECHA y Desembosque mecanizado con retención de árboles como fuente de semilla.	Todas pendientes	las	Típicamente m/ha	100	Generación de sedimentos
		Todas pendientes	las	Suelo desnudo, alteración de horizonte superficial		Eliminación del mulch orgánico y exposición de parte del suelo.

#### v) Masas de frondosas perennifolias (*Quercus ilex*)

Este modelo es poco habitual salvo en lugares muy concretos de la CAV. Al igual que lo apuntado en los casos anteriores se hace necesaria una simplificación de este modelo de gestión para la modelización de su posible impacto. En este modelo de gestión sólo se tienen en cuenta labores silvícolas preventivas (que causan poco impacto) ya que no se considera un aprovechamiento final de los recursos maderables. Por lo tanto, además de los encinares, se tendrán en cuenta todas las zonas forestales de reserva integral que

no se traten como monte productivo, y como tal, no se desarrollarán labores silvícolas encaminadas a tal fin. Se ha considerado un turno de 130 años aunque en realidad pueda ser mayor. Por lo tanto, no se han considerado labores intermedias de control de densidad ni aquéllas encaminadas a mejorar el estado nutritivo de la vegetación. Este modelo de gestión supone que la mecanización es nula y que la cobertura forestal permanece constante a lo largo del tiempo. Estas reglas, como en todos los modelos expuestos puede presentar excepciones, pero pueden ser reflejo de la silvicultura adoptada en este tipo de bosques.

## **3.2. Clasificación del territorio en diferentes manejos tipo**

### **3.2.1. Agricultura**

La actividad agraria presenta diversas combinaciones de tipos de cultivo en las diferentes zonas del territorio de la CAPV. A grandes rasgos, cabe diferenciar tres zonas principales en función de las características de sus sistemas de cultivo, si bien dentro de cada una de estas zonas existen variaciones significativas a nivel comarcal y local. Precisamente estas variaciones impiden configurar unidades geográficas homogéneas de menor tamaño.

- La vertiente cantábrica, en la que si bien la superficie cultivada ocupa una pequeña proporción, toman importancia los prados permanentes y el policultivo promiscuo en pequeñas extensiones, combinando maíz, leguminosas y cultivos forrajeros, huertas y frutales. Frente a las tierras más interiores, que ofrecen especial atención a la actividad ganadera en sus producciones, en las comarcas del litoral se da una mayor diversidad agrícola bajo el estímulo de los mercados urbanos: junto al maíz y los cultivos forrajeros cobran importancia la producción hortícola, el viñedo para la obtención del txakolí, árboles frutales, invernaderos de flores y plantas ornamentales, etc.
- La vertiente mediterránea, excepto La Rioja Alavesa (es decir, La Llanada, Valles Alaveses y la Montaña Alavesa), presenta un predominio de los cultivos de cereal, pese a lo cual puede percibirse una cierta segregación de usos. Las zonas más fértiles, pese a mantener el predominio del cereal, posibilitan un policultivo de remolacha azucarera, patata y, más recientemente, cultivos forrajeros y hortícolas, gracias a la

ayuda de riegos obtenidos mediante balsas artificiales. En cualquier caso, la tendencia a la especialización monoproducción cerealista se explica bien gracias a los altos rendimientos de las cosechas, la simplicidad de las labores agrícolas, y en última instancia, la posibilidad de llevar adelante la explotación combinando el trabajo agrícola con el empleo en otros sectores de los cercanos centros urbanos.

- Por último, La Rioja Alavesa, al sur de la Sierra de Cantabria, se caracteriza por la existencia del viñedo como elemento dominante, y en menor medida el cereal.

La incidencia de las presiones de origen difuso derivadas de la agricultura sobre las aguas (fertilización y aplicación de productos fitosanitarios) depende de forma decisiva de cada cultivo en explotación. Por ello, el modelo planteado para el cálculo de la carga de entrada producida por la actividad agrícola, por unidad de área, tanto para abonos como plaguicidas, se basa en la distribución de cada tipo de cultivo identificado en el territorio. Así, se diferencian diversas prácticas agrarias y dosis de fertilizantes y fitosanitarios según el cultivo de que se trate.

### **3.2.2. Ganadería**

Pueden diferenciarse dos zonas principales en la CAPV en función de la actividad ganadera. Por un lado, la vertiente cantábrica presenta una intensa actividad ganadera. Esto se debe a que el modelo de explotación familiar dispersa que se practicaba en torno al caserío se especializó en la producción ganadera desde mediados del siglo pasado, gracias al estímulo de una demanda en crecimiento. La actividad ganadera es especialmente importante en las comarcas cantábricas interiores. Por otro lado, en la vertiente mediterránea la actividad agrícola es claramente predominante, inversamente a lo que ocurre en la cantábrica. En la zona alavesa hay una mayor implantación del régimen de ganadería extensiva, mientras que el régimen intensivo es el más frecuente en la vertiente cantábrica.

En general, tanto en la vertiente cantábrica como en la mediterránea se diferencian dos tipos de manejo del ganado. En los valles no situados en zonas de piedemonte de montañas con pastizales de altura, predomina la ganadería intensiva, mientras en los valles próximos a montañas con pastizales de altura, se practica tanto el régimen intensivo como el extensivo y semi-extensivo. No obstante, dado que ambos tipos de manejo confluyen en numerosas ocasiones dentro de un mismo municipio, no es posible diferenciar con

precisión en el territorio estas subzonas dentro de ambas vertientes. Estas son las características principales de las zonas:

- Valles cantábricos no situados en zonas de piedemonte de montañas con pastizales de altura: predominantemente se practica una ganadería intensiva. En ellos se explota el ganado bovino, la avicultura, la cunicultura y, en menor medida en ganado porcino.
- Valles cantábricos situados en zonas de piedemonte de montañas con pastizales de altura: en ellos a los sistemas propios de la zona anterior, se le añaden otros sistemas con mayor o menor grado de extensividad: Zona de Aralar, Gorbea, Encartaciones, Aizkorri, Elgea, Izarraitz y sierras en general. En ellos se explota, en orden decreciente de importancia, el ganado bovino, ovino, caprino y equino.
- Valles alaveses de la vertiente mediterránea: la actividad agrícola predomina de forma notable sobre la ganadera. Ésta se basa en la presencia puntual de granjas ganaderas en régimen intensivo, especialmente porcinas, además de otras explotaciones ganaderas intensivas y extensivas (bovino) o sólo extensivas (ovino y equino). Esta zona corresponde a la Comarca de Llanada Alavesa y parte de Valles Alaveses, así como a Rioja Alavesa, donde se practica principalmente ganadería extensiva de ovino y caprino.
- Valles alaveses asociados a zonas de montaña con pastizales de altura: sobre todo se practica una ganadería en régimen semi-extensivo y extensivo, de ganado bovino, ovino y equino. A esta zona corresponde las Comarcas de Montaña Alavesa, Estribaciones del Gorbea, parte de Cantábrica Alavesa (asociado a Sierra Salvada) y parte de Valles Alaveses (asociado a Sierra de Gibijo).

### **3.2.3. Usos forestales**

#### 3.2.3.1. Superficie forestal de la CAPV

El Tercer Inventario Forestal del País Vasco (1996) muestra la importante superficie forestal arbolada de la C.A.P.V. (390.006 ha, un 53,9% de la superficie total) y la primacía general de las coníferas sobre las frondosas (206.381 frente a 183.625 ha). El Inventario muestra también la heterogeneidad interna: Álava cuenta con el 56% de la superficie de frondosas de la C.A.P.V., dominando éstas sobre las coníferas en proporción 5:2; por contra, en Gipuzkoa y

Bizkaia se da la situación inversa, doblando la superficie ocupada por las coníferas a las frondosas (Tabla 3.45).

**Tabla 3.45.** Superficies geográficas, arboladas, de coníferas y de frondosas de la CAPV y de cada Territorio Histórico.

	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Sup. Forestal arbolada (ha)</b>	<b>Sup. coníferas (ha)</b>	<b>Sup. frondosas (ha)</b>
C.A.P.V.	723.482	390.006	206.381	183.625
Álava	303.725	143.506	40.800	102.706
Gipuzko	198.034	118.255	72.518	45.737
<sup>a</sup> Bizkaia	221.723	128.245	93.063	35.182

Estas diferencias tan significativas entre los Territorios Históricos son debidas principalmente a las peculiaridades climáticas y sociales de las dos vertientes del País Vasco: en la vertiente cantábrica, de clima más suave y húmedo, la gran adaptación de diversas especies introducidas ha favorecido su implantación en terrenos de particulares, mientras que en la vertiente del Ebro, de clima más continental, la productividad forestal y la presión humana sobre los bosques han sido menores, permitiendo así una mejor conservación de las masas naturales y un mayor porcentaje de superficie forestal en Montes de Utilidad Pública.

Las superficies ocupadas por las principales especies forestales de la C.A.P.V. son un reflejo de lo anteriormente comentado:

- El pino radiata o insignis ocupa 150.199 ha, un 38,5% de la superficie forestal arbolada de la C.A.P.V.; situado en su práctica totalidad en la vertiente cantábrica. Dicha superficie representa la mayor extensión de esta especie en el Hemisferio Norte, aunque es ampliamente superada por las plantaciones existentes en Chile, Australia y Nueva Zelanda.

- El haya ocupa 55.027 ha, un 14% de la superficie forestal arbolada de la C.A.P.V., y se sitúa principalmente en terrenos elevados de Álava y Gipuzkoa. Se trata de la frondosa que ocupa, con gran diferencia, una mayor extensión, ya que dobla a la siguiente.

- La encina ocupa 29.190 ha, un 7,5% de la superficie forestal arbolada de la C.A.P.V., y su ubicación está ligada a las sierras calizas, principalmente de Álava.

- Los robles (quejigo, roble pedunculado, albar y toorno) ocupan en conjunto 53.390 ha y el 13,7% de la superficie forestal arbolada de la CAPV. Entre ellos, destaca el quejigo (*Quercus faginea*), que ocupa 27.925 ha, (7% de la superficie forestal arbolada de la C.A.P.V) y se sitúa en su práctica totalidad en Álava,



generalmente sobre suelos de escaso desarrollo y productividad. El resto de robles ocupan un total de 26.065 ha, un 6,7% de la superficie forestal arbolada de la C.A.P.V. La superficie que actualmente ocupa el roble común o pedunculado (*Quercus robur*) es un pequeño recuerdo de la amplia extensión que antiguamente ocupaba dicha especie, hoy reducida a pequeños bosquetes dispersos. El roble tocono (*Quercus pyrenaica*) ocupa una extensión de 11.375 ha en Álava, principalmente en las amplias masas de las Sierras de Izki y Elgea.

- El pino silvestre ocupa 18.952 ha, un 4,9% de la superficie forestal arbolada de la C.A.P.V., y su extensión está ligada a las masas naturales de Álava (Sierra de Arcena) y a pequeñas repoblaciones dispersas.

- El eucalipto ocupa 10.500 ha, un 2,7% de la superficie forestal arbolada de la C.A.P.V. Las plantaciones de esta especie de crecimiento rápido se extienden fundamentalmente por la costa occidental de Bizkaia, ocupando ahí grandes continuos entre los municipios de Lemoiz y Bermeo.

Según datos del Censo Agrario (1999) existen en la C.A.P.V. un total de 21.611 explotaciones agrarias que cuentan con superficie forestal, de las cuales unas 3.300 son explotaciones exclusivamente forestales. La superficie media de estas explotaciones forestales ronda las 250 ha en el caso de montes públicos y las 6 ha en el caso de explotaciones propiedad de personas físicas.

El tratamiento del pino radiata, como sucede con el resto de especies introducidas, suele ser la implantación artificial, la realización de diversas claras o entresacas y la corta a hecho seguida de nueva repoblación.

El tratamiento que se suele seguir con las masas naturales es radicalmente distinto. Las cortas a hecho en estas masas están fuertemente reguladas. Es por ello que estas masas se tratan a través de cortas de regeneración o/y mejora, que tienen como fin asegurar la persistencia de la masa y mejorar su vigor y estado fitosanitario, además de proporcionar leña y madera.

### **3.3. Construcción de los modelos**

A continuación se describe de manera pormenorizada cual ha sido el procedimiento empleado para la construcción de los modelos. Así, tras explicar cual es el objetivo de cada modelo y las variables que incorpora, se explican cuáles son las limitaciones de cada uno de

ellos. Un último apartado explica los principales resultados obtenidos. Para ello, en primer lugar se detalla cual es la superficie de la CAPV que compromete cada modelo. En segundo lugar se establece un nuevo prisma, mediante el cual se describe cual es la superficie de las masas de agua superficiales, de las masas de agua subterráneas y de los sectores permeables de mayor importancia hidrogeológica que se ven implicados por los modelos desarrollados. Posteriormente en cada uno de los modelos se ha realizado una descripción de la dispersión de los datos obtenidos, de los valores medios y, por último, de la distribución espacial de los mismos.

### **3.3.1. Abono inorgánico**

El modelo relativo a las aportaciones de abono inorgánico tiene por objeto realizar un cálculo teórico de las aportaciones de  $\text{NO}_3$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  en los terrenos de cultivo. La agricultura se considera una de las principales fuentes de contaminación difusa de las aguas, tanto en lo que se refiere a nutrientes como a pesticidas (que serán integrados en un modelo propio). Las variables fundamentales de este modelo son:

- La ubicación de los cultivos
- Las dosis de abonado empleadas en cada tipo de cultivo

Este modelo ha sido construido exclusivamente para los usos agrarios identificados en el territorio, ya que se ha estimado que tanto en los usos forestales como en los ganaderos las aportaciones de abonos inorgánicos poseen una menor entidad, por lo que no han sido considerados.

#### 3.3.1.1. Ubicación de los cultivos.

Para conocer la ubicación de los diferentes tipos de cultivo se ha empleado la información registrada en el Catastro de Rústica digitalizado a fecha de 28 de julio de 2004, si bien no existe una información homogénea de la totalidad de los términos municipales de la CAPV. Concretamente en Gipuzkoa la disponibilidad ha sido absoluta, en Bizkaia se carece de información en algunos municipios del área metropolitana de Bilbao, mientras que en Álava se carece de información en varios municipios de la Llanada Alavesa y en el municipio de Ribera Alta.

La información proporcionada por el Catastro de Rústica posee una precisión aproximada de 1:2.500 y, además de las propias referencias catastrales (Territorio Histórico, municipio, polígono, parcela y subparcela), se dispone de información referida a los usos del suelo

aunque esta información no es homogénea para los tres Territorios Históricos y, en ocasiones, dentro de un mismo Territorio Histórico.

Respecto a las carencias, la ausencia de información no se ha considerado relevante en Bizkaia dado el escaso carácter rural de los municipios donde se carecía de información. Sin embargo, se considera una carencia muy importante en Álava. Para solventar esta ausencia de información en los municipios alaveses, se ha recurrido a otras fuentes. Concretamente, para la totalidad de los municipios alaveses en los que se carecía de Catastro digital, se ha podido disponer de información generada por otros proyectos, aunque poseen un menor nivel de precisión (aproximadamente 1:5.000). En algunos municipios dicha información no se refería a la totalidad del municipio, sino a la zona que ha sido objeto de concentración parcelaria, es decir, la zona más importante desde el punto de vista agrícola.

El tipo de cultivo que soporta cada parcela ha sido obtenido a partir de las declaraciones de la PAC realizadas en la CAPV del año 2003. Por tanto, no han sido tenidas en cuenta las parcelas situadas en el territorio de la CAPV, pero que han sido declaradas en las CCAA vecinas. Aunque no se ha podido estimar las superficies no consideradas, se estima en todo caso que se trata de una proporción superficial no significativa.

Por otra parte, dado que en las declaraciones de la PAC no figuran los detalles referentes a la subparcela, los datos se han referido al porcentaje de cultivo considerado correspondiente de cada parcela. Así, se estima que la PAC ofrece una información adecuada para 41.500 parcelas que ocupan aproximadamente 61.000 ha de los siguientes cultivos:

- Trigo blando
- Cebada
- Centeno
- Avena
- Barbecho tradicional
- Girasol
- Colza
- Guisantes
- Veza
- Otras leguminosas
- Alfalfa
- Veza forrajera
- Remolacha
- Tabaco
- Cáñamo para fibra
- Otros cultivos industriales

- Patata
- Judía verde, labor
- Retirada obligatoria No fija

Además, para determinados cultivos las declaraciones de la PAC no obligan a especificar su superficie exacta, por lo que para dichos cultivos se consideró más adecuada la información de los usos del suelo especificados en el Catastro (Huertas, Invernaderos, Frutales y Viñedo, si bien este último cultivo solamente se especifica en Bizkaia y Gipuzkoa) u otras fuentes (Olivar, SIG-Oleico; Viñedo en Álava, SIG-Vitícola).

Se ha de señalar a su vez que la relación de datos entre el Catastro y las declaraciones de la PAC ha supuesto diversos problemas, entre los que cabe destacar que en varios municipios de Álava no se corresponden las referencias catastrales de las declaraciones de la PAC con las obtenidas directamente del Catastro. En dicho municipios, que son los que recientemente han sufrido recatastraciones, se obtuvieron las correspondientes tablas de conversión, pero no en todos los casos se logró relacionar ambas fuentes.

En la Tabla 3.46 se expone la superficie que se ha podido identificar geográficamente para cada uno de los tipos de cultivos y la que no, y el porcentaje que supone con respecto al total.

**Tabla 3.46.** Superficie de cultivo georreferenciada y no georreferenciada, y porcentaje que supone respecto a la superficie total de cultivo

<b>Cultivos</b>	<b>Ha georreferenciadas</b>	<b>Ha no georreferenciadas</b>	<b>%</b>
Trigo blando	23.142	1.005	4,34%
Cebada 2 carreras	13.908	857	6,16%
Avena	4.072	190	4,66%
Centeno	103	15	14,13%
Veza	4	-	0,00%
Otras leguminosas grano	550	28	5,16%
Patata	2.353	65	2,78%
Remolacha azucarera	2.189	81	3,70%
Girasol	1.602	51	3,21%
Otros cultivos industriales	46	0	0,37%
Alfalfa	415	131	31,68%
Veza (veza+avena)	210	5	2,35%
Judías verdes	559	15	2,76%
Voluntario	5.738	307	5,35%
Obligatorio	54.890	2.751	5,01%
<b>Total</b>	<b>23.142</b>	<b>1.005</b>	<b>4,34%</b>

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, se ha logrado identificar geográficamente el 95,6% de la superficie de los cultivos declarados en la PAC que han sido considerados, con porcentajes

variables entre los mismos. No obstante, estos datos no se distribuyen homogéneamente por municipios. Así, en algunos casos no se ha podido identificar una parte significativa de las parcelas declaradas en la PAC. La Tabla 3.47 muestra los municipios donde no se ha logrado identificar parcelas con una superficie total de al menos 10 ha.

**Tabla 3.47.** Municipios donde no se ha logrado identificar el tipo de cultivo en parcelas con una superficie total de más de 10 hectáreas.

TTHH	Municipio	Superficie (ha)
Álava	Alegría-Dulantzi	12,54
Álava	Armiñón	610,85
Álava	Ayala	13,29
Álava	Barrundia	359,59
Álava	Berantevilla	27,26
Álava	Campezo	24,73
Álava	Zigoitia	21,49
Álava	Kuartango	131,86
Álava	Arria-Maeztu	301,64
Álava	Ribera Alta	232,22
Álava	Ribera Baja	16,04
Álava	Agurain	22,51
Álava	San Millán	29,17
Álava	Valdegobia	85,21
Álava	Valle de Arana	11,22
Álava	Vitoria-Gasteiz	802,73

Respecto a los cultivos que han sido identificados geográficamente por el uso del suelo que consta en el Catastro de Rústica u en otras fuentes diferentes a la declaración de la PAC, los resultados han sido dispares. Con el objetivo de valorar la idoneidad de los datos generados, los usos del suelo obtenidos se han comparado con los usos que para el conjunto de la CAPV se obtienen del Censo Agrario (Tablas 3.48, Tabla 3.49 y Tabla 3.50).

**Tabla 3.48.** Comparación de los usos de suelo que se obtienen a partir del Censo Agrario respecto a los obtenidos por el Catastro de Rústica y diferencia obtenida para cada Territorio Histórico y para el conjunto de la CAPV: Huertas e Invernaderos.

TTHH	Huerta			Invernadero		
	C. Agrario	Catastro	Diferencia	C. Agrario	Catastro	Diferencia
Álava	200,1	219,1	-19,0	12,1	11,3	0,7

<b>Gipuzkoa</b>	391,4	0,0	391,4	52,7	10,7	42,0
<b>Bizkaia</b>	541,3	0,0	541,3	165,4	103,1	62,3
<b>CAPV</b>	1.132,8	219,1	913,7	230,2	125,1	105,0

**Tabla 3.49.** Comparación de los usos de suelo que se obtienen a partir del Censo Agrario respecto a los obtenidos por el Catastro de Rústica y diferencia obtenida para cada Territorio Histórico y para el conjunto de la CAPV: Frutales y Olivares.

TTHH	Frutales			Olivar		
	C. Agrario	Catastro	Diferencia	C. agrario	Catastro SIG Oleico	Diferencia
<b>Álava</b>	220,8	628,5	-407,7	241,2	244,1	-2,9
<b>Gipuzkoa</b>	442,7	1.472,2	-1.029,5	0,0	0,0	0,0
<b>Bizkaia</b>	681,1	1.230,0	-549,0	0,0	0,0	0,0

**Tabla 3.50.** Comparación de los usos de suelo que se obtienen a partir del Censo Agrario respecto a los obtenidos por el Catastro de Rústica y diferencia obtenida para cada Territorio Histórico y para el conjunto de la CAPV: Viñedos.

TTHH	Viñedo		
	C. Agrario	Catastro SIG vitícola	Diferencia
<b>Álava</b>	11.758,9	12.250,1	-491,2
<b>Gipuzkoa</b>	118,0	23,7	94,4
<b>Bizkaia</b>	182,0	136,6	45,4
<b>CAPV</b>	12.058,9	12.410,3	-351,4

La interpretación que se realiza de estos cálculos es que tanto los datos de olivar, como los de viñedo, y especialmente estos últimos en el caso de Álava, ofrecen una buena correlación entre los obtenidos por medio de las fuentes alternativas (declaraciones de la PAC y Catastro de Rústica) y los que ofrece el censo agrario. Una adecuada correlación se obtiene también de la comparación de los datos de cultivos de invernadero, si bien en este caso se considera que al tratarse de un uso con una elevada tasa de rotación, podría suceder que, aunque las cifras globales sean semejantes, la distribución espacial sea notablemente diferente.

Los usos que presentan una mayor discrepancia entre las fuentes utilizadas son los usos "huerta" y "frutales". A este respecto cabe señalar que ni en el catastro de Bizkaia ni en el de Gipuzkoa el uso "huerta" está reflejado, siendo por tanto, un uso casi ausente en el

modelo planteado en ambos territorios. En el caso de Álava, aunque las diferencias son cercanas al 30%, se puede considerar que el catastro es una adecuada fuente para localización espacial de este uso.

En el caso del uso "frutales", los datos son muy diferentes entre ambas fuentes, siendo siempre cifras más bajas las obtenidas en el Censo Agrario que las provenientes del Catastro, con diferencias cercanas al 200%. En este caso, se considera que el Censo Agrario y el Catastro reflejan situaciones diferentes, a pesar de la semejanza entre los nombres utilizados. En muchas ocasiones, los frutales comparten con otros usos agrarios los mismos terrenos, es decir, que en una misma parcela, además de frutales dispersos, pueden existir zonas de huertas o prados. En el Censo Agrario es necesario distinguir dichos usos, asignando un porcentaje del total de la parcela a cada uno de los existentes, mientras que en Catastro, si no existe una segregación territorial, se puede considerar como uso frutales exclusivamente. Por tanto se considera que una parte de los terrenos que el presente modelo considera como frutales, el Censo Agrario los trata en parte como prados y otra parte como huertas. Es por tanto posible que una parte de las huertas que no se han podido localizar geográficamente en Gipuzkoa y Bizkaia, este modelo las identifique como frutales.

Para unos pocos cultivos no ha sido posible su integración en el modelo, al carecer de cualquier fuente que los relacione territorialmente. Estos son algunos de los cultivos forrajeros como maíz, ray-grass e incluso el propio maíz de grano.

#### 3.3.1.2. Dosis de abonado empleadas en cada tipo de cultivo

Utilizando la información contenida en la encuesta de medios de producción, se han calculado los kg/ha que se utilizan en cada uno de los tipos de cultivos de la CAPV. Dicha información está reflejada en la Tabla 3.51. Dado que el modelo utilizado para la identificación de la distribución geográfica no distingue entre el cultivo de secano y regadío, se ha realizado la media ponderada entre los distintos sistemas de manejo, obteniendo un valor de referencia para cada cultivo.

**Tabla 3.51.** Dosis de abonado que se aplican a cada tipo de cultivo.

Grupo cultivo	Cultivos	kg N/ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	ha
---------------	----------	---------	--------------------------------------	----

Grupo cultivo	Cultivos	kg N/ha	kg	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	ha
Barbecho	voluntario	0	0	0
Barbecho	obligatorio	0	0	0
Hortalizas	judías verdes	198	79	536
Tubérculo para consumo humano	patata	300	189	3444
Cereales grano	trigo blando	157	64	27460
Cereales grano	cebada 2 carreras	126	54	13529
Cereales grano	avena	99	44	4936
Cereales grano	centeno	88	30	118
Leguminosas grano	veza	31	16	0
Leguminosas grano	otras leguminosas grano	66	56	1.305
Leguminosas grano	otras leguminosas grano	66	56	1.305
Industriales	remolacha azucarera	240	117	2.587
Industriales	girasol	48	20	896
Industriales	otros cultivos industriales	48	23	85
Forrajeras	alfalfa	51	58	242
Forrajeras	veza (veza+avena)	43	40	320
Hortalizas	huerta	326	129	2.025
Hortalizas	invernadero	1753	711	278
frutales no cítricos	frutales no cítricos	17,21	13,54	2.586
Viñedo	uva transformación	87	106	13.214
Olivar	aceituna almazara	67	23	92
Total		3745,21	1772,54	73.653

En el caso de los abonos nitrogenados, en general, las aportaciones se concentran en primavera, excepto en los cultivos de veza, otras leguminosas de grano y alfalfa, en los cuales se concentran en invierno. Las aportaciones de fosfatos, en cambio, son más importantes en invierno, excepto en las explotaciones de patata, remolacha, girasol, otros cultivos industriales, huerta y viñedo, donde se concentran en primavera.

### 3.3.1.3. Limitaciones del modelo

El modelo construido presenta varias limitaciones que deben ser tenidas en consideración:

- No se consideran la totalidad de los cultivos existentes en la CAPV. La Tabla 3.52 identifica las superficies y las aportaciones de nutrientes no consideradas.

**Tabla 3.52.** Tipo de cultivo, superficie que ocupa y dosis de abonado no consideradas (N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Cultivo	ha	t N	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Maíz grano	533	34	26
Maíz forrajero	748	104	89



Cultivo	ha	t N	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Ray-grass	140	37	15
Total	1.421	175	130

- No considera a las parcelas situadas en la CAPV correspondientes a explotaciones domiciliadas fuera del País Vasco.
- En cuanto a los cultivos cuya ubicación ha sido obtenida a partir de los datos de declaraciones de la PAC, no se ha logrado identificar el 4,34% de las superficies. Con respecto a los abonos, no se ha logrado identificar el destino de 336 t de Nitrógeno y de 152 t de fósforo (aproximadamente el 4,5% de los abonos utilizados en los cultivos considerados en este grupo)
- Existe una notable diferencia entre las superficies de cada tipo de cultivo según se haya obtenido del Censo Agrario o del Catastro. Se desconoce cual de esas dos fuentes es más fiable (Tabla 3.53). En todo caso, el modelo utilizado no identifica las huertas en Bizkaia y Gipuzkoa.

**Tabla 3.53.** Comparación entre la aplicación de abonos inorgánicos para los tipos de cultivo huerta, invernadero, frutales, olivar, viñedo y total según los datos obtenidos por el Catastro de rústica y por el Censo Agrario.

Tipo cultivo	t N			t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	Catastr o	Censo	Diferenci a	Catastr o	Censo	Diferenci a
Huerta	71	321	-250	28	127	-99
Invernadero	219	403	-184	89	164	-75
Frutales	57	23	34	45	18	27
Olivar	16	13	3	6	4	2
Viñedo	1.080	1.049	31	1.315	1.278	37
Total	1.444	1.809	-365	1.483	1.591	-108

- Por tanto, el modelo identifica el destino de 8.558 t de Nitrógeno y de 4.663 t de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mientras que no logra identificar el destino de 1.246 t de Nitrógeno y de 495 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> cuando se consideran los datos del Censo Agrario para los cinco grupos de cultivos señalados. Esto supone que la identificación realizada, en el caso más desfavorable, lo es del 87 y 90%, respectivamente, por lo que se considera un modelo adecuado. En todo caso, estos datos son globales y es posible que existieran grandes variaciones entre las distintas cuencas.

- Una limitación añadida proviene del uso exclusivo de los datos de 2003, de modo que la rotación de los cultivos en las parcelas agrícolas no se ha contemplado. Aunque las variaciones en la aportación de abonos inorgánicos son generalmente escasas, podrían suponer variaciones de entidad en determinadas comarcas.

### 3.3.2. Abono orgánico

El modelo relativo a las aportaciones de abono orgánico tiene por objeto realizar un cálculo teórico de las aportaciones de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> debidas a las deyecciones del ganado doméstico. Las variables fundamentales de este modelo son:

- El número y tipo de animales domésticos
- Los nutrientes que genera cada tipo de animal
- Las superficies donde se distribuyen dichos nutrientes

#### 3.3.2.1. Número y tipo de animales domésticos

Tras el análisis de las distintas fuentes de datos existentes (Censo Agrario de la CAPV, Campañas de Saneamiento y Registro Ganadero), se ha considerado que el Censo Agrario de la CAPV es la única fuente de información que ofrece la información requerida de manera homogénea. Además presenta varias ventajas, dado que considera a la totalidad la CAPV en un período limitado en el tiempo, abarca a la totalidad de las especies y edades, y es una operación estadística que se repite regularmente en el tiempo, lo que permite conocer tendencias repitiendo el análisis en distintos períodos. Sin embargo, el Censo Agrario limita las posibilidades de análisis dado que el nivel máximo de precisión que permiten los datos es a nivel municipal, y no permite, por tanto, localizar las explotaciones con más precisión. Este aspecto será comentado posteriormente cuando se señalen las limitaciones del modelo.

#### 3.3.2.2. Nutrientes que genera cada tipo de animal

A partir de los datos de la bibliografía se ha asignado a cada uno de los tipos de animales que identifica el Censo Agrario una producción de nutrientes asociada a las deyecciones, sólidas (expresadas en kg/año) o líquidas (expresadas en l/año) que generan (Tabla 3.54).

**Tabla 3.54.** Nutrientes generados por los diferentes tipos de animales que conforman la cabaña ganadera vasca (Nutrientes sólidos expresados en kg/año. Nutrientes líquidos expresados en l/año). (N\_SOL = Nitrógeno sólido; N\_LIQ = Nitrógeno líquido; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\_SOL = Fósforo sólido; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\_LIQ = Fósforo

líquido;  $K_2O\_SOL$  = Potasio sólido;  $K_2O\_LIQ$  = Potasio líquido;  $N\_TOT$  = Nitrógeno total;  $P_2O_5\_TOT$  = Fósforo total;  $K_2O\_TOT$  = Potasio total).

<b>Animales</b>	<b>N_SOL</b>	<b>N_LIQ</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>_SOL</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>_LIQ</b>	<b>K<sub>2</sub>O_SOL</b>	<b>K<sub>2</sub>O_LIQ</b>	<b>N_TOT</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>_TOT</b>	<b>K<sub>2</sub>O_TOT</b>
Bovinos jóvenes	14	25	11,22	0,37	8,8	63,88	39,55	11,57	72,68
Bovinos de 500 kg	39,2	40,88	31,36	0,58	24,64	102,2	80,08	31,94	126,84
Vacas lecheras	49	51,1	39,2	0,73	30,8	127,75	100,1	39,93	158,55
Caprino 0<X<12	1,64	3,07	1,31	0,11	0,66	4,16	4,71	1,42	4,82
Caprino 12< X<24	2,74	4,59	2,19	0,16	1,1	6,23	7,33	2,35	7,33
Caprino X>24	4,1	6,13	3,28	0,22	1,64	8,32	10,24	3,5	9,96
Corderos de 25 a 30 kg	1,64	3,07	1,31	0,11	0,66	4,16	4,71	1,42	4,82
Ovejas de 40 kg	2,74	4,59	2,19	0,16	1,1	6,23	7,33	2,35	7,33
Ovejas de 60 kg	4,1	6,13	3,28	0,22	1,64	8,32	10,24	3,5	9,96
Caballos de 700 kg	45,63	32,84	31,94	0,27	27,38	41,06	78,47	32,21	68,43
Cerda con lechones hasta 20 kg							18	13,2	0,3
Cerda de reposición							8,5	5,7	0,14
Lechones de 6 a 20 kg							1,19	0,85	0,02
Cerdo de cebo de 20 a 100 kg							7,25	5	0,12
Verracos							18	13,2	0,3
Gallinas puesta							0,77	0,55	0,33
Patos							0,67	0,42	0,59
Gallinas de carne							0,56	0,4	0,24
Conejos							1,7	2,31	0,95

### 3.3.2.3. Superficies sobre las que se distribuyen los nutrientes

Se ha considerado que los estiércoles y purines que producen los animales domésticos son esparcidos en las proximidades de las explotaciones, concretamente en los terrenos cuyo uso sea labor, prados, huertas y frutales. La distribución de dichos terrenos ha sido obtenida a partir del mapa de usos del Inventario Forestal de la CAPV, escala 1:25.000 (1996). Dado que el Censo Agrario no permite localizar cada una de las explotaciones con más precisión que el municipio donde se ubica, se ha considerado que los residuos que produce son distribuidos dentro del mismo municipio, de manera uniforme en la totalidad de los terrenos con los usos anteriormente señalados.

Se han analizado asimismo los niveles de emisión de nutrientes de las diferentes explotaciones ganaderas de la CAPV, observándose una desigual distribución de las aportaciones. A modo ilustrativo, cabe destacar que 59 de las 19.388 explotaciones analizadas, es decir, el

0,3% de las mismas, llegar a aportar el 10% del N y el 13,6% del P emitido en total (Tabla 3.55). Precisamente sobre las explotaciones con mayores niveles de emisión de nutrientes se habrán de dirigir con especial énfasis medidas correctoras.

**Tabla 3.55.** Nutrientes emitidos (N y P) por las 59 explotaciones ganaderas que suponen la emisión de hasta un 10% del N total emitido y de hasta un 13,6% del P total emitido por las actividades ganaderas en la CAPV. Se especifica también el porcentaje que supone respecto al total de la producción de N y P en la CAPV.

Municipio de la explotac.	N emitido	P emitido	% N total	% P total
Idiazabal	154000	110000	0,8%	1,4%
Gamiz-Fika	96250	68750	1,3%	2,3%
Aramaio	87178,28	34698,11	1,8%	2,8%
Vitoria-Gasteiz	75075	29947,5	2,2%	3,1%
Larrabetzu	69300	49500	2,5%	3,8%
Asparrena	65450	46750	2,9%	4,4%
Idiazabal	61600	44000	3,2%	5,0%
Irun	53900	38500	3,5%	5,4%
Zuia	49083,18	19387,16	3,7%	5,7%
Orio	45135,27	32252,72	4,0%	6,1%
Markina-Xemein	44954,13	31545,45	4,2%	6,5%
Mungia	35420	25300	4,4%	6,8%
Mungia	35254,7	25262	4,6%	7,2%
Aramaio	34010	23992,8	4,8%	7,5%
Gordexola	33110	23650	4,9%	7,8%
Antzuola	33071,5	11803,1	5,1%	7,9%
Zigoitia	32050,1	11793,9	5,3%	8,1%
Bernedo	30931,04	9074,14	5,4%	8,2%
Bakio	30800	22000	5,6%	8,5%
Nabarniz	30013,48	12025,64	5,8%	8,7%
Gamiz-Fika	29260	20900	5,9%	8,9%
Bakio	29043,06	20045,21	6,1%	9,2%
Amurrio	28844,98	10576,2	6,2%	9,3%
Berrobi	28837	20592	6,4%	9,6%
Bakio	27189,26	19337,02	6,5%	9,8%
Zuia	24365,67	9482,27	6,7%	10,0%
Leioa	23523,5	9383,31	6,8%	10,1%
Legutiano	23066,75	8717,6	6,9%	10,2%
Vitoria-Gasteiz	22976,45	8764,75	7,0%	10,3%
Ayala/Aiara	22830,09	8571,41	7,1%	10,4%
Campezo/Kanpetzu	22496,13	6840,96	7,3%	10,5%
Kuartango	22488,73	8807,67	7,4%	10,6%
Lanciego/Lantziego	22400	16000	7,5%	10,8%
Donostia-San Sebastián	22053,08	8376,34	7,6%	10,9%
Karrantza	21670,32	8375,04	7,7%	11,0%
Elburgo/Burgelu	20481,5	14970	7,8%	11,2%
Lemoiz	20287,47	14256,09	7,9%	11,4%
Aia	20013,63	5881,09	8,0%	11,5%

<b>Municipio de la explotac.</b>	<b>N emitido</b>	<b>P emitido</b>	<b>% N total</b>	<b>% P total</b>
Zuia	19973,22	7742,94	8,1%	11,6%
Zuia	19790,89	7824,23	8,2%	11,7%
Mungia	19689,32	14038,54	8,4%	11,9%
Zalduondo	19565,7	7341,3	8,5%	12,0%
Asteasu	19460,26	7438,3	8,6%	12,1%
Zigoitia	19358,63	7418,34	8,7%	12,2%
Orexa	19270,55	6571,65	8,8%	12,2%
Vitoria-Gasteiz	19126,8	7447,24	8,9%	12,3%
Zizurkil	19045,6	7605,3	9,0%	12,4%
Legutiano	18601,8	6932,32	9,1%	12,5%
Arrazua-Ubarrundia	18373,74	6869,5	9,2%	12,6%
Campezo/Kanpezu	18215,25	5872	9,3%	12,7%
Larraul	18198,33	12067,53	9,3%	12,8%
Aia	17861,86	6972,31	9,4%	12,9%
Ayala/Aiara	17501,3	6560,5	9,5%	13,0%
Usurbil	16940	12100	9,6%	13,2%
Zuia	16426,69	6384,89	9,7%	13,3%
Arrieta	16113,86	5884,02	9,8%	13,3%
Bergara	15799,36	11136,5	9,9%	13,5%
Gaintza	15738,24	5984,72	10,0%	13,6%

#### 3.3.2.4. Limitaciones del modelo.

El modelo de cargas de nutrientes debido a la actividad ganadera diseñado presenta diversas limitaciones. La principal limitación del modelo deriva de suponer que la totalidad de los nutrientes generados en cada municipio es esparcida por la superficie del mismo y de manera uniforme en la totalidad de terrenos que soporten usos de tierras de labor, praderas, huertas, frutales y viveros. La experiencia demuestra, sin embargo, que esta suposición no se corresponde con la realidad. La disponibilidad de tierras por parte de cada explotación es el primer factor a considerar, es decir, que cada una de las explotaciones distribuye los purines y estiércoles en las tierras de la propia explotación, junto con aquellas otras, pertenecientes a otras explotaciones, para las que obtenga el permiso correspondiente del propietario o usuario. No obstante esta circunstancia no ha podido ser analizada, dado que no se ha podido relacionar cada explotación ganadera con los terrenos por ella utilizados. Además, las explotaciones tampoco realizan una distribución homogénea de los residuos obtenidos en la totalidad de las tierras disponibles por la explotación, sino que estas reciben una carga distinta en función de los usos que soporten y de la distancia al punto de generación de los residuos. Este aspecto tiene notable importancia ya que esparciendo los residuos orgánicos en las

proximidades de los puntos de generación se obtiene un ahorro en costes de transporte y mano de obra.

Por otra parte, se da el caso de que las explotaciones domiciliadas en un municipio disponen de tierras ubicadas en varios municipios, por lo que se producen exportaciones e importaciones entre los distintos municipios, cuyo saldo final no es posible conocer con los datos actualmente disponibles.

Otras de las limitaciones que posee este modelo es que considera inadecuadamente los animales que se encuentran en régimen extensivo. En estos animales no se produce una recogida de las deyecciones, al menos durante el tiempo que dura el régimen extensivo, sino que las mismas son esparcidas por el mismo ganado en las zonas que utiliza. Normalmente dichas zonas no se corresponden con los usos del suelo considerados en este modelo, sino que son pastizales de montaña, matorrales o incluso bosques. La imposibilidad de conocer las cargas existentes en cada zona y los períodos en que se producen, imposibilita su consideración en el modelo.

### **3.3.3. Modelo de balance del nitrógeno en la agricultura**

Mediante este modelo se realiza un balance teórico del nitrógeno en la agricultura del País Vasco para identificar las áreas más sensibles a la contaminación agraria difusa. El balance se realiza calculando la diferencia entre el nitrógeno que recibe el suelo (aportes), y el nitrógeno que sale del suelo (extracciones), anualmente. El exceso de nitrógeno, o "surplus", permanece en el suelo o puede afectar a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, así como a la del aire.

Para el cálculo de los aportes totales de nitrógeno en suelo se han incluido:

- Fertilización mineral
- Fertilizantes orgánicos procedentes de la ganadería
- Deposición atmosférica de nitrógeno
- Fijación biológica de nitrógeno
- Nitrógeno contenido en las semillas y en las simientes

Para el cálculo de las extracciones totales de nitrógeno en el suelo se incluyen:

- Extracción por parte de los cultivos herbáceos y leñosos
- Extracción durante el pastoreo

### 3.3.3.1. Aportes totales de nitrógeno

#### 3.3.3.1.1. Fertilización mineral

Los datos de partida utilizados para el cálculo del nitrógeno aportado al suelo por la fertilización mineral son los siguientes:

- Superficie dedicada a cada cultivo, procedente del Censo Agrario del año 1999 a escala municipal.
- Dosis de abonado mineral por cultivo (kg N/ha). Las dosis se han tomado de la Encuesta de Medios de Producción, de datos proporcionados por NEIKER A.B., del Tratado de Fertilización de Alonso Domínguez Vivancos y del Tratado de Fitotecnia General de Pedro Urbano.

Partiendo de los datos de superficie de cultivos (herbáceos y leñosos), y considerando las dosis de abonado mineral (kg N/ha, Tabla 3.56) para cada cultivo, tanto para secano como para regadío, se obtiene la cantidad total de nitrógeno aportada al suelo debida a la fertilización mineral en cada municipio.

**Tabla 3.56.** Fertilizaciones medias (kg N/ha) de los principales cultivos de la CAPV. (SR = cultivos de Secano-Regadío; I = Cultivos de Invernadero; S = Cultivos de Secano; R = Cultivos de Regadío).

CULTIVOS HERBÁCEOS					
<b>CEREALES</b>	Trigo	175	<b>HORTALIZAS Y FLORES</b>	Lechuga SR	200
	Cebada	140		Lechuga I	332,22
	Avena	140		Judías verdes SR	200
	Centeno	140		Tomate SR	364,07
	Maíz grano	250		Tomate I	3517,36
<b>LEGUMINOSAS GRANO</b>	Habas secas		Pim Nor SR	348	
	Judías verdes	75	Pim Nor I	435	
	Guisantes verdes	30	Pim Ger SR	1043,05	
<b>TUBÉRCULOS</b>	Patata siembra	200	Pim Ger I	3477	
	Patata consumo	225	Puerro R	397	
	Remolacha	200	Hortícolas SR	198,29	
<b>CULTIVOS INDUSTRIALES</b>	Girasol S	47,1	Hortícolas I	726,28	
	Girasol R	40	Flor S	311	
	Colza	190	Flor R	413,14	
	Lino Oleaginoso	160	Flor I	2391,46	
<b>CULTIVOS FORRAJEROS</b>	Maíz forrajero	250	<b>PRADOS Y PASTIZALES</b>	Pastizales	10

	Alfalfa	40			
	Veza-avena	40			
	Vallico	200		Prados Cosecha	100
CULTIVOS LEÑOSOS					
<b>FRUTALES</b>	Manzano	129,85	VIÑEDO	Viñedo S	60
	Peral	139,31		Viñedo R	100
	Melocotón	102,02	OLIVAR	Olivar	67
	Ciruelo	46			
	Almendro	42,33			
	Otros frutales S	8,37			
	Otros frutales R	176,49			

#### 3.3.3.1.2. Nitrógeno procedente de los fertilizantes orgánicos procedentes de la ganadería

Para la estimación del nitrógeno producido por la ganadería, se han utilizado los datos del censo agrario de la C.A.P.V. de 1999. En dicho censo, el ganado se distribuye por tipo de ganado para cada término municipal, así se distingue entre los siguientes tipos: vacas de leche, vacas de carne, otros bovinos mayores de 2 años, bovinos entre 1 y 2 años, bovinos menores de 1 año, ovejas madre, corderas de reposición, otros ovinos, cabras madre, chivas de reposición, otros caprinos, cerdas madre, cerdas de reposición, lechones, otros porcinos, equinos, ponedoras, pollitas de puesta, pollos de carne y gallos, pavos patos y ocas, avestruces, otras aves y conejas madre.

Para evitar confusiones, se establecen las siguientes definiciones:

- Nitrógeno en las excretas: la cantidad de nitrógeno presente en las excretas frescas (orina + heces, o la mezcla de ambas).
- Nitrógeno en el estiércol animal: la cantidad de nitrógeno que queda en las excretas animales en el momento de aplicarlas al suelo, es decir, después de restar las pérdidas de nitrógeno que tienen lugar en los edificios ganaderos y almacenamientos (estercoleros y/o fosas) de los animales explotados en alojamientos, o después de restar las pérdidas de nitrógeno amoniacal de heces y orinas en el caso de animales en pastoreo.

A cada tipo de ganado se le ha asignado la cantidad de nitrógeno excretado anualmente ( $\text{kg N animal}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) y un porcentaje de pastoreo anual, con el objetivo de distribuir las excretas producidas en el establo de las producidas durante el pastoreo.

A partir del nitrógeno excretado en el establo, se calculan las pérdidas de amoníaco en los establos, en las fosas y en estercoleros. A



cada tipo de ganado se le ha otorgado un porcentaje de emisiones gaseosas (Tabla 3.57). Dichos porcentajes se han tomado del balance de nitrógeno de la agricultura española (BNAE, 2003).

A las pérdidas generadas durante la estabulación y el almacenaje, hay que añadir las producidas durante la aplicación de los estiércoles al suelo. Estas pérdidas se estiman en el 60 % del nitrógeno amoniacal presente en el estiércol aplicado. La cantidad de nitrógeno amoniacal presente en el estiércol aplicado a los campos se representa en la Tabla 3.57.

Del nitrógeno total presente en las excretas de los animales estabulados, una vez restadas las pérdidas por emisiones gaseosas pre-abonado y post-abonado, se obtiene el nitrógeno incorporado en la aplicación.

Para estimar el nitrógeno total incorporado al suelo, se ha de estimar el nitrógeno producido durante el pastoreo. Para ello, se ha asumido un porcentaje de pérdida por emisiones gaseosas para cada tipo de animal durante el pastoreo. Una vez conocido el nitrógeno que se incorpora al suelo durante el pastoreo, se suma al nitrógeno incorporado en la aplicación para conocer el nitrógeno total aplicado al suelo para cada tipo de ganado (Tabla 3.57).

**Tabla 3.57.** Nitrógeno total incorporado al suelo tras descontar pérdidas gaseosas durante la estabulación, el almacenaje, la aplicación al terreno y durante el pastoreo. (1) Vacuno leche, (2) Vacuno carne, (3) Otros bovinos > 2, (4) Bovinos 1-2, (5) Bovinos < 1, (6) Ovejas y cabras madres, (7) Corderas y chivas de reposición, (8) Otros ovinos y caprinos, (9) Cerdas madre, (10) Cerdas > 50 kg, (11) Lechones, (12) Otros porcinos, (13) Equinos, (14) Ponedoras y Pollitas de puesta, (15) Pollos de carne y gallos, (16) Pavos, patos y ocas, (17) Avestruces, (18) Conejas madre. Fuentes: Agencia Europea del Medio ambiente (Orús, F., 1996) y BNAE, 2003.

ANIMAL	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
kg N animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	105	80	80	50	25	10	10	5	20,3
% Pastoreo	20 %	75 %	60 %	60 %	60 %	90 %	90 %	0	0
N en establo	84	20	32	20	10	1	1	5	20,3
% Pérdidas en establo y en fosa	28,6 %	28,6 %	28,6 %	28,6 %	28,6 %	32,8 %	32,8 %	32,8 %	35,34 %
N perdido en establo y en fosa	24,02	5,72	9,15	5,72	2,86	0,33	0,33	1,64	7,17
N aplicable al terreno, del cual en forma mineral (%)	59,98	14,28	22,85	14,28	7,14	0,67	0,67	3,36	13,13
N mineral en la aplicación	29,99	7,14	11,42	7,14	3,57	0,13	0,13	0,67	6,56
% Pérdida en la aplicación	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %
Pérdida en la aplicación	17,99	4,28	6,85	4,28	2,14	0,08	0,08	0,40	3,94
N incorporado en	41,98	10	15,99	10	5	0,59	0,59	2,96	9,19

ANIMAL	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<b>la aplicación</b>									
<b>N en pastoreo</b>	21	60	48	30	15	9	9	0	0
<b>% pérdidas en el pastoreo</b>	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	4 %	4 %	4 %	0
<b>Pérdidas en el pastoreo</b>	1,68	4,8	3,84	2,4	1,2	0,36	0,36	0	0
<b>N incorporado durante el pastoreo</b>	19,32	55,20	44,16	27,60	13,80	8,64	8,64	0	0
<b>TOTAL N INCORPORADO</b>	<b>61,30</b>	<b>65,20</b>	<b>60,15</b>	<b>37,60</b>	<b>18,80</b>	<b>9,23</b>	<b>9,23</b>	<b>2,96</b>	<b>9,19</b>
Continuación,									
ANIMAL	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
<b>kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup></b>	11,5	1,61	18,92	80	0,77	0,56	0,67	1,4	7,6
<b>% Pastoreo</b>	0	0	0	90 %	0	0	0	0	0
<b>N en establo</b>	11,5	1,61	18,92	8	0,77	0,56	0,67	1,4	7,6
<b>% Pérdidas en establo y en fosa</b>	35,3 %	35,3 %	35,3 %	28,6 %	51,2 %	59,2 %	51,2 %	51,2 %	51,2 %
<b>N perdido en establo y en fosa</b>	4,06	0,57	6,69	2,29	0,39	0,33	0,34	0,72	3,89
<b>N aplicable al terreno, del cual en forma mineral (%)</b>	7,44	1,04	12,23	5,71	0,38	0,23	0,33	0,68	3,71
<b>N mineral en la aplicación</b>	50 %	50 %	50 %	50 %	40 %	40 %	40 %	40 %	40 %
<b>% Perdida en la aplicación</b>	3,72	0,52	6,12	2,86	0,15	0,09	0,13	0,27	1,48
<b>Perdida en la aplicación</b>	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %	60 %
<b>N incorporado en la aplicación</b>	2,23	0,31	3,67	1,71	0,09	0,05	0,08	0,16	0,89
<b>N en pastoreo</b>	5,21	0,73	8,56	4	0,29	0,17	0,25	0,52	2,82
<b>% pérdidas en el pastoreo</b>	0	0	0	72	0	0	0	0	0
<b>Pérdidas en el pastoreo</b>	0	0	0	8	0	0	0	0	0
<b>N incorporado durante el pastoreo</b>	0	0	0	5,76	0	0	0	0	0
<b>TOTAL N INCORPORADO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>66,24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL N INCORPORADO</b>	<b>5,21</b>	<b>0,73</b>	<b>8,56</b>	<b>70,24</b>	<b>0,29</b>	<b>0,17</b>	<b>0,25</b>	<b>0,52</b>	<b>2,82</b>

### 3.3.3.1.3. Nitrógeno procedente de la fijación biológica

Para el cálculo del nitrógeno procedente de la fijación biológica se ha utilizado la metodología del BNAE: se considera que existe fijación biológica en algunas superficies de cultivos herbáceos y en las zonas de pradera y de pastoreo exclusivo.

En el caso de los cultivos herbáceos se parte de los valores totales de extracción de nitrógeno por unidad de producción (kg N/t). A estos valores se les aplican unos coeficientes de fijación biológica para obtener la cantidad de nitrógeno procedente de la fijación biológica (Tabla 3.58).

**Tabla 3.58.** Valores de extracción de nitrógeno y coeficiente de fijación biológica según cultivo.

CULTIVO	GRUPO DE CULTIVO	EXTRACCIÓN (kg N/t)	COEF. DE FIJACIÓN BIOLÓGICA (%)
Judías secas	Leguminosas grano	59	55
Habas secas	Leguminosas grano	54	55
Garbanzos	Leguminosas grano	47	55
Guisante seco	Leguminosas grano	51,50	55
Alfalfa	Forrajeros	6.65	75
Veza forrajera	Forrajeros	5.40	75
Praderas	Forrajeros	23 kg N/t M.S.	13,5
Judías verdes	Hortalizas	9,90	75
Guisantes verdes	Hortalizas	12	75
Habas verdes	Hortalizas	18	75
Otras hortalizas	Hortalizas	7,50	75

El coeficiente de fijación biológica en praderas (13,50 %), se obtiene de considerar un contenido medio del 18% en leguminosas en el caso de un pasto fertilizado y aplicar sobre dicho contenido medio el 75% de la extracción total de leguminosas forrajeras. La extracción de nitrógeno se estima en 23 kg por tonelada de materia seca producida.

Para el cálculo de la fijación biológica producida en zonas de pastoreo se parte de los valores de producción de materia seca (Tabla 3.59).

**Tabla 3.59.** Producciones medias estimadas en pastizales de la C.A.P.V., a escala provincial y en la zona de los valles interiores.

	(t M.S/ ha)
Álava	3,10
Bizkaia	3,60
Gipuzkoa	3,60
Ayala, Amurrio, Artziniega, Barrundia, Zigoitia, Urkabustaiz, Zuia, Legutiano, Aramaio, Arrozua- Ubarandía, Asparrena, Zaldondo	3,35

Según referencia del BNAE se considera un coeficiente de fijación biológica de un 3% de la materia seca correspondiente a leguminosas. La proporción de leguminosas presentes en los pastos se estima en un 8,5% del total, por lo que la cantidad de nitrógeno aportado por la fijación biológica en zonas de pastoreo exclusivo resulta de aplicar un porcentaje del 0,255% (proviene del producto  $0,085 * 0,03$ ) a la cantidad total de materia seca estimada.

#### 3.3.3.1.4. Nitrógeno procedente de la deposición atmosférica

Para determinar la cantidad de nitrógeno aportado al suelo en el proceso de deposición atmosférica, se ha tomado como referencia el trabajo "Depósito contaminante en la C.A.P.V. y sus posibles efectos sobre el *Pinus radiata*", publicado por el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.

En dicho informe se ha calculado el depósito húmedo en seis estaciones de la C.A.P.V (Mundaka, Igeldo, Olaeta, Agurain, Vitoria y la Hoya), mientras que el depósito total, es decir, la suma de los depósitos húmedo y seco se ha calculado en cuatro (Igeldo, Olaeta, Agurain y Vitoria). En la Tabla 3.60 se representan, además, los valores obtenidos en dos montes públicos de Bizkaia, Posadero y Manzanal (González-Arias *et al.*, 2000) y los valores de deposición total promedio provinciales.

**Tabla 3.60.** Depósitos húmedo y seco medios registrados en cada una de las estaciones. Valores provinciales medios para la deposición atmosférica total. (Unidades: kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>).

		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-Total	ProV.	Promedio
D. Húmedo kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Mundaka	17.00	7.00	3.84	5.45	9.29		
	Igeldo	26.00	14.00	5.88	10.89	16.77	Gipuzkoa	
	Olaeta	13.00	12.00	2.94	9.34	12.27	Bizkaia	
	Agurain	11.00	8.00	2.49	6.22	8.71	Álava	
	Vitoria	10.00	4.00	2.26	3.11	5.37	Álava	
	La Hoya	7.00	4.00	1.58	3.11	4.69	Álava	
D. Total kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-Total		
	Igeldo	36.00	18.00	8.14	14.00	22.14	Gipuzkoa	22,00
	Olaeta	23.00	38.00	5.20	29.56	34.76	Álava	
	Agurain	25.00	16.00	5.65	12.45	18.10	Álava	
D. Total kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Vitoria	22.00	10.00	4.97	7.78	12.75	Álava	21,87
		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-Total		
	Posadero	-	-	-	-	14.60	Bizkaia	
	Manzanal	-	-	-	-	18.10	Bizkaia	16,35

#### 3.3.3.1.5. Nitrógeno procedente de las semillas

Para realizar el cálculo se parte de los datos de superficie en secano y en regadío de cultivos herbáceos. Se consideran unos valores de dosis de siembra para cada cultivo y un contenido en nitrógeno de cada tipo de semilla, obteniéndose la cantidad total de nitrógeno aportado al suelo por las semillas (Tabla 3.61).

**Tabla 3.61.** Dosis de siembra (kg/ha) para cada cultivo y porcentaje de nitrógeno en las semillas.

GRUPOS	CULTIVO	DOSIS DE SIEMBRA (kg/ha)		% N EN SEMILLAS
		Secano	Regadío	
Cereales	Avena	180	200	1,92
Cereales	Cebada	180	200	1,92
Cereales	Centeno	180	200	1,92
Cereales	Maíz grano	20	20	1,44
Cereales	Trigo	180	200	1,92
Cultivos industriales	Colza	12	9	2,5
Cultivos industriales	Girasol	4	6	2,46
Forrajeros	Alfalfa	6	6	4
Forrajeros	Cereales de invierno para	200	200	1,92
Forrajeros	Col forrajera	-	12	2,5
Forrajeros	Maíz forrajero	26	26	1,44
Forrajeros	Veza forrajera	140	160	4
Hortalizas	Guisante verde	90	90	4
Hortalizas	Haba verde	100	120	4
Hortalizas	Judía verde	100	100	4
Leguminosas grano	Guisante seco	140	161	4
Leguminosas grano	Haba seca	120	138	4
Leguminosas grano	Judía seca	115	132	4
Tubérculos	Patata (total)	1.700	2.000	0,34

El siguiente apartado explica la metodología utilizada para el cálculo del nitrógeno extraído del suelo.

### 3.3.3.2. Extracciones totales de nitrógeno

#### *3.3.3.2.1. Nitrógeno extraído del suelo por los cultivos*

Los datos que han sido necesarios para el cálculo de la cantidad de nitrógeno extraída del suelo por los cultivos han sido los siguientes:

- Rendimientos medios y producciones totales de los cultivos de la C.A.P.V. a escala municipal: se han utilizado datos de los anuarios estadísticos del sector agroalimentario (1992-1998).
- Coeficientes de extracción de los cultivos (kilogramos de nitrógeno para producir una tonelada de cosecha): se han utilizado el Tratado de Fertilización de Alonso Domínguez Vivancos y el Tratado de Fitotecnia General de Pedro Urbano utilizado en el BNAE.

En cada municipio, multiplicando el rendimiento medio de cada cultivo por la superficie que ocupa y por su respectivo coeficiente de extracción, se obtiene la extracción total de nitrógeno según tipo de cultivo en cada municipio. Esta extracción total del nitrógeno se

distribuye en los cultivos herbáceos en grano o cosecha, en paja o planta y en rastrojo. En los cultivos leñosos, el nitrógeno se distribuye en cosecha, hojas, madera y raíces (Tabla 3.62).

Por tanto, la extracción total realizada por los cultivos se calcula multiplicando la extracción total de cada cultivo por su respectivo porcentaje de cosecha, es decir, asumiendo que hay una fracción del cultivo que permanece en el suelo pudiendo ser o no incorporado. En los frutales se ha asumido que se retira la cosecha, la poda y el 50 % de las hojas. Respecto a la vid, se ha asumido que se retira la cosecha más el 75 % del sarmiento producido. En el olivo se ha asumido que se retira la cosecha, la poda y el 50 % de las hojas.

**Tabla 3.62.** Rendimientos medios y coeficientes de extracción utilizados para cada uno de los cultivos de la C.A.P.V. Se muestran, a su vez, la distribución del nitrógeno en los distintos productos obtenidos según el tipo de cultivo. (A(1) se refiere a la zona 1 de Álava que comprende los siguientes municipios: Elburgo, Iruraiz-Gauna, Agurain, San Millán, Zaldondo, Alegria-Dulantzi. Zona 2: resto de Álava; A(2) se refiere a la zona 2 de Álava, que comprende el resto de municipios de la provincia; B = Bizkaia; G = Gipuzkoa).

Cultivos herbáceos	Rendimiento (t/ha) (materia fresca)				Extracción kg/ t	Distribución del N (%)			Rastrojo o residuo (%)	Cosecha (%)
	A (1)	Al (2)	B	G		Grano o cosecha	Paja o planta	Rastrojo o residuo		
Cereales	Trigo	5,75	5,25	-	-	28	81	12,2	6,80	93,20
	Cebada	4,75	4,25	-	-	24	75,1	15,9	9	90
	Avena	4,10	3,80	-	-	30	70,6	21	8,40	81,60
	Centeno	3,75	3,25	-	-	24	75,1	15,9	9	90
	Maíz	8,50	7	7	7	28	54,6	27,3	18,1	81,9
	Habas	1,65	1,65	1,65	1,65	53,75	80,20	13,70	4,40	95,60
Leguminosas grano	Judías	1,20	0,8	1,20	1,20	59,15	82	13,70	4,40	95,60
	Guisantes	1,30	1,30	1,30	1,30	51,60	79,30	15,70	5	95
Tubérculos	Patata siembras	18	18	18	16	3,50	45	50	5	95
	Patata consumo	32	28	18	16	3,50	45	50	5	95
Cultivos industriales	Remolacha	67,32	67,32	65	65	45	22	23		55
	Girasol	2,50	2	-	-	50	71,2	17,3	11,5	88,50
Cultivos Forrajeros	Colza	2,30	2	-	-	44	85,7	10,4	3,9	96
	Maíz forrajero	50	40	48,70	42,33	3,00	83,70		16,70	83,30
	Alfalfa	36	30	44	40	6,65	90		10	90
Hortalizas y flores	Veza-avena	26	24	25	25	5,40	90		10	90
	Ballico (t M.S/ha)	15	15	15	15	18,75	90		10	90
	Lechuga	25	25	20,65	21,10	3,25	90		10	90
	Judías verdes	10	11	9,27	10,50	9,90	45	45	10	90
	Tomate	28,27	28,27	21,51	12,24	3,25	72	18	10	90
	Pimiento	15,53	15,53	12,73	11,27	4,30	65	25	10	90
	Puerro	27	27	27	27	3,25	90		2	88

Cultivos herbáceos	Rendimiento (t/ha) (materia fresca)				Extracción kg/ t	Distribución del N (%)			(%) cosecha
	A (1)	Al (2)	B	G		Grano o cosecha	Paja o planta	Rastrojo o residuo	
Otros hortícolas	17,78	17,78	13,80	14,05	7,50	98		2	88
Flor	27	27	27	27	5,40	45	45	10	90
Cultivos leñosos	Rendimiento (t/ha) (materia fresca)				Extracción kg/ t	Distribución del N (%)			
	A (1)	Al (2)	B	G		Cosecha	Hojas	Madera	Raíces
Manzano	30	30	30	30	4,10	29,20	33,3	30	7,50
Peral	25	25	25	25	4,10	29,20	33,3	30	7,50
Melocotón	15	15	15	15	5,15	46,70	23,30	23,30	6,70
Ciruelo	7,5	7,5	7,5	7,5	5,15	46,70	23,30	23,30	6,70
Almendro	1,75	1,75	1,75	1,75	51,6	53,30	24,40	12,30	10
Otros	25	25	25	25	10,75	46,70	23,30	20	10
Viñedo S	7,20	7,20	6,70	10,16	8,40	50	33,30	13,40	3,30
Viñedo R	7,20	7,20	7,20	7,20	8,40	50	33,30	13,40	3,30
Olivar	1,2	1,2	1,2	1,2	20,65	54,50	27,30	9,10	9,10

### 3.3.3.2.1. Nitrógeno extraído de praderas y pastizales

Se han realizado dos estimaciones en el ámbito municipal:

#### a) Estima del nitrógeno extraído en las praderas de corte en el ámbito municipal.

Para realizar el cálculo de la disponibilidad de nitrógeno en las zonas de corte se han utilizado los datos del censo agrario del año 1999. En dicho censo, se reflejan las hectáreas dedicadas a prados de cosecha y a pastizales en cada municipio. Se conocen, a su vez, las hectáreas de prados de cosecha que se ensilan en cada municipio, asumiendo que el resto de las hectáreas de praderas de cosecha de cada municipio quedarían disponibles para el pastoreo.

En la Tabla 3.63 se reflejan las producciones estimadas de materia seca para prados de cosecha en el ámbito provincial y para municipios ubicados en los valles interiores de la C.A.P.V. Una vez calculada la cantidad de materia seca ensilada por municipio, la extracción de nitrógeno mediante el ensilado se estima en 23 kilogramos por tonelada de materia seca producida.

#### b) Estima del nitrógeno extraído durante el pastoreo en praderas y pastizales, comparando la disponibilidad de pasto y las necesidades de los animales en pastoreo en el ámbito municipal.

Primeramente se calcula la superficie dedicada a pastoreo exclusivo en cada municipio. Se asume que dicha superficie está formada por

las hectáreas de prados que no se ensilan más toda la superficie dedicada a pastizal. Para realizar el cálculo de la disponibilidad de nitrógeno en zonas de pastoreo, es necesario conocer la producción de materia seca en dichas zonas (Tabla 3.63) y el contenido en nitrógeno. Se asume que de dicha producción, el 12 % es el contenido en proteína bruta y el contenido en nitrógeno se calcula dividiendo el contenido en proteína bruta entre 6,25 (nitrógeno disponible).

**Tabla 3.63.** Producciones medias estimadas en pastizales y en prados de cosecha de la C.A.P.V., a escala provincial y para la zona de los valles interiores.

<b>Ámbito</b>	<b>Prados (t M.S/ha)</b>	<b>Pastizales (t M.S./ha)</b>
Álava	6	3,10
Bizkaia	10	3,60
Gipuzkoa	10	3,60
Ayala, Amurrio, Artziniega, Barrundia, Zigoitia, Urkabustaiz, Zuia, Legutiano, Aramaio, A-Ubarrundia, Asparrena, Zaldondo	8,50	3,35

Una vez calculada la disponibilidad de nitrógeno en el ámbito municipal (nitrógeno del ensilado + nitrógeno del pastoreo), para el cálculo de las necesidades del ganado en pastoreo, se ha calculado el "Animal Unit Month" (AUM) para los distintos tipos de ganado, que se define como la cantidad de hierba ingerida por una vaca de 454 kg (1000 libras) con ternero y produciendo 4.5 l de leche al día, que corresponde a 12 kg de materia seca al día. A partir de esta definición de la AUM, es posible establecer unas tablas de equivalencia entre diferentes tipos de animales (Tabla 3.64).

Dado que el pastoreo extensivo en la C.A.P.V. se realiza durante periodos productivos concretos del año, se han estimado las necesidades de materia seca que presenta cada tipo de animal durante su respectivo periodo de pastoreo (Tabla 3.64).

**Tabla 3.64.** Equivalente animal, necesidades de materia seca teóricas diarias y anuales para cada tipo de ganado. Necesidades teóricas durante el periodo de pastoreo y necesidades en nitrógeno durante el mismo, para cada tipo de ganado.

<b>Tipo de ganado</b>	<b>Equivalent e animal</b>	<b>Necesidades de pastoreo teóricas</b>		<b>Necesidades teóricas durante la época de pastoreo</b>		
		<b>kg M.S /día</b>	<b>t M.S/año</b>	<b>Época de pastoreo</b>	<b>t M.S/pastoreo</b>	<b>kg N pastoreo</b>
Vacuno leche	1,2	14,4	5,256	De Mayo a Oct.	2,63	49,77



Tipo de ganado	Equivalent e animal	Necesidades de pastoreo teóricas		Necesidades teóricas durante la época de pastoreo		
		kg M.S /día	t M.S/año	Época de pastoreo	t M.S/pastoreo	kg N pastoreo
Vacuno Carne	0,8	9,6	3,504	De Mayo a Nov - Dic	2,19	41,47
Otros Bovinos > 2 años	0,8	9,6	3,504	De Mayo a Nov - Dic	2,19	41,47
Bovinos 1 – 2 años	0,8	9,6	3,504	De Mayo a Nov - Dic	2,19	41,47
Bovinos < 1 año	0,6	7,2	2,628	De Mayo a Set.	0,99	18,66
Ovejas madre	0,2	2,4	0,876	De Mayo- Julio a Nov-Dic	0,55	10,37
Corderas reposición	0,15	1,8	0,657	De Abril a Nov - Dic	0,47	8,81
Cabras madre	0,15	1,8	0,657	De Mayo a Nov - Dic	0,41	7,78
Chivas reposición	0,1	1,2	0,438	De Mayo a Nov-Dic	0,27	5,18
Equinos	1,2	14,4	5,256	De Abril a Dic	3,94	74,65

Se ha estimado, además, el porcentaje de animales de cada tipo de ganado que está estabulado y en pastoreo, conociéndose de esta manera, la cantidad de materia seca total necesaria para la alimentación de los animales en pastoreo. Se considera, que de dicha cantidad, el 12 % es el contenido en proteína bruta (contenido en N = contenido en proteína bruta/6,25).

Calculadas las disponibilidades y las necesidades de nitrógeno de los animales en pastoreo, se calcula la diferencia entre ambas a escala municipal. Si la disponibilidad de alimento es menor que las necesidades del ganado, el ganado extraerá la totalidad del nitrógeno disponible y no habrá excedente de nitrógeno ("surplus"). En caso contrario, si se satisface la necesidad con el nitrógeno presente, se extrae del suelo una cantidad de nitrógeno igual a la necesidad, quedando como "surplus" de nitrógeno la diferencia.

### 3.3.3.3. Balance de nitrógeno

El balance del nitrógeno resulta de calcular la diferencia entre los aportes y las extracciones por hectárea de S.A.U., siendo S.A.U. la Superficie Agraria Útil (total tierras de cultivo + prados naturales + pastizales).

En el balance no se estiman las transferencias de N hacia los recursos hídricos superficiales y subterráneos (escorrentía y percolación) ni hacia la atmósfera, las cuales quedan integradas en las diferencias entre "aportes" y "extracciones".

El resultado del balance en el ámbito municipal se ha representado gráficamente como kilogramos de nitrógeno por hectárea de S.A.U., mediante un mapa en el que se han realizado los puntos de corte reflejados en la Tabla 3.65.

**Tabla 3.65.** Puntos de corte empleados para la representación gráfica del resultado del balance orgánico en el ámbito municipal.

Niveles de presión	kg N/ha SAU
Sin presión	< 25
Baja	$25 \leq x < 50$
Moderada	$50 \leq x < 75$
Alta	$75 \leq x < 100$
Muy Alta	>100

#### 3.3.3.4. Limitaciones del modelo

El balance del nitrógeno en la agricultura del País Vasco presenta las siguientes limitaciones:

##### *3.3.3.4.1. Respecto a las fuentes de información utilizadas*

- Los datos necesarios para su cálculo se han tomado del Censo Agrario del año 1999, al ser la información más completa de la que se dispone, calculándose, por tanto, el balance a escala municipal.
- Para el cálculo del balance del nitrógeno, no se ha dispuesto de información en algunas zonas de la C.A.P.V, como son: la Parzonería de Altzania, Badaya, la Comunidad de Peñacerrada, Lagrán y Lano, Entzia-Iturrieta, el Limitado, de Sestao y de Enirio Aralar.
- Los cálculos de las entradas y las salidas se realizan mediante diferentes coeficientes. Algunos de los coeficientes se han tomado de la bibliografía existente adaptándolos a la C.A.P.V. al no disponerse de coeficientes propios.

##### *3.3.3.4.2. Respecto al modelo*

El balance del nitrógeno en la Agricultura del País Vasco (surplus de nitrógeno), es una herramienta sencilla que permite determinar la cantidad de nitrógeno que puede causar problemas medioambientales a través de las emisiones al suelo, al agua y a la atmósfera. De hecho, no indica que fracción del nitrógeno va a ser potencialmente emitida al suelo, a los recursos hídricos o al aire, dado que los flujos que sigue el nitrógeno (escorrentía, lixiviación, pérdidas gaseosas, remanente en suelo), están sujetos a otros

factores, entre los que cabría destacar, la precipitación, el tipo de suelo, la vegetación, la pendiente y las prácticas agrarias.

Al ser un balance anual no se observan las variaciones temporales que sufre el nitrógeno a lo largo del año. Proporciona únicamente una visión de conjunto del papel que representa el sector agrícola en la C.A.P.V., así como, de la eficiencia del nitrógeno en la agricultura (salidas/entradas).

Otra limitación radica en la dificultad que ha supuesto establecer un nivel de referencia a partir del cual existiría riesgo de exportación de nitrógeno hacia los recursos hídricos y superficiales. Este nivel de referencia puede variar considerablemente, sobre todo en función del tipo de suelo, de las condiciones climáticas y de otros factores. Finalmente, el nivel se ha establecido en 50 kg N por hectárea de S.A.U. y año.

### 3.3.4. Modelo de aportación de pesticidas

Este modelo trata de conocer a nivel teórico las aportaciones de pesticidas que se realiza en los terrenos agrícolas vascos. Las variables fundamentales de este modelo son:

- productos comerciales y dosis empleadas en los cultivos de la agricultura vasca
- principios activos y concentraciones de los productos comerciales empleados
- mapa de usos del suelo y cultivos creado en el modelo de aportación de abonos inorgánicos
- asignación de dosis medias de productos fitosanitarios comerciales a las superficies dedicadas a los cultivos reseñados

#### 3.3.4.1. Pesticidas utilizados en la agricultura vasca

A partir de la Encuesta de los Medios de Producción, se ha obtenido un listado de los productos comerciales y dosis utilizadas en los distintos cultivos del agro vasco. De acuerdo con los datos disponibles, en la CAPV se utilizan 206 productos comerciales que pueden ser considerados como pesticidas (herbicidas, fungicidas, nematocidas, insecticidas y acaricidas) (Tabla 3.66).

**Tabla 3.66.** Listado de productos fitosanitarios y de cultivos sobre los que se aplican.

Producto	Aplicación	Producto	Aplicación
ACIBOL	Huerta y Invernadero	HERGAZINA	Viñedo
ACROBAT	Patata y Remolacha	HERSAN P	Cebada 2 carreras

<b>Producto</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Producto</b>	<b>Aplicación</b>
ACTELLIC	Viñedo	HEXALIN	Remolacha
ACTILLIH	Viñedo	HUELON	Patata
AFIDIM	Cebada 2 carreras, Centeno y Trigo blando	IMPACT	Avena, Remolacha y Trigo blando
AFIDREX	Remolacha	IMPACT-R	Patata y Remolacha
AFIDREX R	Centeno y Trigo blando	KALKANE	Invernadero
AFUGAN	Huerta y Invernadero	KAR-50	Remolacha
AGIL	Remolacha	KARATE	Patata, Remolacha y Viñedo
ALCAUDON	Patata	KENIFAN	Remolacha
ALCODAZIM	Remolacha y Trigo blando	KENIFAN SUPER	Remolacha
ALTO COMBI	Remolacha	KENOLEX	Huerta, Invernadero y Viñedo
AMARILLON	Viñedo	KETOFUM	Remolacha
ANTRACOL 70 PM	Viñedo	LASSO	Alfalfa y Veza (Veza-Alfalfa)
ANVIL	Viñedo	LONTREL	Cebada 2 carreras, Remolacha y Trigo blando
APACLOR 25	Patata	MAGAPOL	Cebada 2 carreras
APHOS	Remolacha	MANEB	Remolacha
ARMETIL	Viñedo	MANZIVEX	Patata
ASSERT	Trigo blando	MANZIVEX FOR	Patata
ASULOX	Alfalfa y Veza (Veza- Alfalfa)	MEJUROL	Huerta, Invernadero
ATHADO	Viñedo	MERLIN FLOW	Patata
ATILA	Huerta, Invernadero y Otras leguminosas grano	METASYSTOS	Patata
AZUFRE	Huerta y Invernadero	METASYSTOX	Patata y Remolacha
AZUFRE FLOW	Remolacha	MICAL	Viñedo
AZUFRE MICRONIZADO	Viñedo	MICENE PLUS	Patata
AZUFRE NUBIOLA	Viñedo	MICROTHIOL	Remolacha, Trigo blando y Viñedo
AZUFRE PALLARES	Viñedo	MILRAZ TRIPLE	Viñedo
AZUFRE SUBLIM	Viñedo	NOVERMONE	Cebada 2 carreras
BANVEL	Trigo blando	NURELLE	Remolacha
BANVEL TRIPLE	Avena, Cebada 2 carreras y Centeno	OFUNACIC	Viñedo
BASAGRAN	Huerta, Invernadero y Patata	OLEO DIAZIMON	Viñedo
BAYCOR	Huerta y Invernadero	OLEO VERDECION	Viñedo
BAYFIDAN:	Viñedo	ONCOL	Patata
BAYFIDAN 25 EC:	Viñedo	OTRIA	Viñedo
BAYLETON PASTA	Viñedo	OXITRIL	Cebada 2 carreras y Trigo blando
BAYTROID	Remolacha	PARATEX	Viñedo
BELPROM-MENEB	Remolacha	PARAX	Cebada 2 carreras y Remolacha
BESTAR FLO	Remolacha	PENNCA:	Viñedo
BETANAL	Remolacha	PERMANGANATO	Viñedo
BETANAL	Remolacha	PIELISAN	Viñedo
PROGRESS	Remolacha	PL - 80	Remolacha
BETOSIP	Remolacha	POLITRIN	Viñedo
BIOCROP	Patata	POSTA	Trigo blando
BIRLANE 24 EC	Patata	PRIMEXTRA FW	Alfalfa y Veza (Veza-Alfalfa)
BOYTRIL	Huerta Invernadero	PUMA SUPER	Trigo blando
BULLDOCK	Cebada 2 carreras		

<b>Producto</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Producto</b>	<b>Aplicación</b>
CALDO BORDEL	Patata	PUNCH	Remolacha y Trigo blando
CALDO BORDELES	Viñedo	PURSUIT	Huerta, Invernadero Girasol y Otros cultivos industriales
CAPTAN	Viñedo	RACER 25 LE	Viñedo
CAPTAN PLUS	Viñedo	RECID	
CARAGARD	Viñedo	REGLONE	
CARZIM	Cebada 2 carreras, Remolacha y Trigo blando	RIDOMIL	Patata, Viñedo
CERTROL	Cebada 2 carreras	RIDOMIL COMBI	Viñedo
CERTROL H	Avena, Centeno y Trigo blando	RIDOMIL TRIPLE	Viñedo
CHACAL	Cebada 2 carreras y Trigo blando	RONILAN	Huerta, Invernadero y Viñedo
COBRE TRIPLE	Viñedo	ROUNDUP	Remolacha, Viñedo Huerta, Invernadero, Remolacha y Viñedo
COBREVER	Viñedo	ROVRAL	Viñedo
COBREVER-208	Viñedo	RUBIGAN	Viñedo
COMBI 50	Viñedo	SABITHANE	Viñedo
CONFIDOR	Huerta y Invernadero	SALITHIEX	Viñedo
COVIFET SYSTEM	Viñedo	SECUREX	Viñedo
CUPERTINE	Viñedo	SEDOMIL	Viñedo
CUPERTINE SUPER	Patata	SELECT	Patata
CUPROCOL	Patata y Viñedo	SENCOR	Patata
CUPROSAN	Huerta, Invernadero y Viñedo	SENCOR 70 PM	Patata
CUPROSAN SUPER	Viñedo	SHYSTANE	Viñedo
CURENOX FLOW	Patata	SOLETHION OIL	Viñedo
CURZATE M	Patata	SPLENDOR	Cebada 2 carreras y Trigo blando
DARDO	Huerta y Invernadero	STARANE-20	Trigo blando Huerta, Invernadero y Otras leguminosas grano
DASKOR	Patata y Remolacha	STOMP	Viñedo
DEBUT	Remolacha	STROBY	
DECIS	Patata, Remolacha y Viñedo	SUFREVIT	Remolacha
DIAZINOIL	Huerta, Invernadero y Viñedo	SULFAPRON	Remolacha
DIELISAN CM	Patata	SUMISCLEX	Huerta, Invernadero y Viñedo
DOBLE SAL	Cebada 2 carreras y Trigo blando	SURFACTANTE	Remolacha
DOPLAR	Cebada 2 carreras	TANKE	Remolacha
DORADO	Viñedo	TEMIK	Remolacha
DURSBAN-48	Remolacha	TENDER	Remolacha
DYFONATE	Cebada 2 carreras, Patata y Trigo blando	THIOVIT	Remolacha y Viñedo
EFICAN ULTRA	Viñedo	TIONFOS	Huerta y Invernadero
EKATIN:	Remolacha	TIRASAN	Huerta y Invernadero
ERMAZINA:	Viñedo	TONCATO	Viñedo
ESCOCET:	Patata	TOPAS	Viñedo
ESTERON:	Cebada 2 carreras y Trigo blando	TOPIK	Trigo blando
ESTERON 60:	Trigo blando	TOPOGARD FW	Patata

Producto	Aplicación	Producto	Aplicación
ETHION OIL:	Viñedo	TOUCHDOWN	Patata, Viñedo
EUPAREN	Huerta, Invernadero y Viñedo	TRAMAT	Remolacha
FASTAC	Huerta, Invernadero y Remolacha	TRAMAT 50	Remolacha
FASTAC 5 PM	Remolacha	TRAMAT PLUS	Remolacha
FOLAR 525 FW	Viñedo	TRIDAL	Remolacha
FOLICUR	Viñedo	TRIMILTOX	Patata
FOLICUR 25EW	Viñedo	TRIMILTOX PLUS:	Remolacha
FOLPET	Viñedo	TROTIX	Patata
FUSILADE	Huerta, Invernadero y Remolacha	U-46 COMBI FLUID	Avena y Centeno
GALANT	Remolacha	ULTRACID	Viñedo
GALANT PLUS	Remolacha	VAMIN	Viñedo
GLIFOPLUS	Patata, Remolacha y Trigo blando	VENZAR	Huerta, Invernadero y Remolacha
GOLTIX	Remolacha	VERTIMEC	Huerta y Invernadero
GOLTIX 70 WG	Remolacha	VONDOZEB	Patata
GRAMOXONE	Patata	ZETAMILO	Remolacha
GRAMOXONE-PLUS	Remolacha	ZOLONE	Viñedo
GRANSTAR	Cebada 2 carreras y Trigo blando	ZZ APHOS	Remolacha
HERBATEX	Viñedo	ZZ TRIPLE SUPER	Viñedo
HERBOLEX	Viñedo		

#### 3.3.4.2. Principios activos

Por medio de la consulta al AgroVademécum de Infoagro.com (<http://www.infoagro.com/agrovademecum/default.ht>) se han conocido los principios activos y qué concentraciones de los mismos contienen los productos comerciales mencionados en el apartado anterior.

En dicho pliego, la selección de los principios activos se realizó a partir de los siguientes criterios:

- Figurar en el listado de pesticidas propuestos para la red de Vigilancia de masas de agua superficial del GV.
- Estar incluidos en el Anexo X, Lista I y Lista II preferente de la Legislación en materia de aguas entre los compuestos clasificados como pesticidas por su posible aplicación agrícola.
- Pertener a la lista de plaguicidas o herbicidas analizados en los estudios realizados para la puesta en marcha de la red de contaminantes en los ríos de la CAPV y no estar incluidos en los criterios anteriores.

De la aplicación de dichos criterios, los principios activos que se consideraran son:

- Alachlor (Anexo X Directiva Marco)
- Aldrin (Lista I)
- Atrazina (Lista II)
- Clorofenvinfos (Anexo X Directiva Marco)
- Cloropirifos (Anexo X Directiva Marco)
- DDT (incluidos metabolitos) (Lista I)
- Dieldrin (Lista I)
- Diuron (Anexo X Directiva Marco)
- Endosulfan (Lista II)
- Endrin (Lista I)
- Isodrin (Lista I)
- Isoproturon (Anexo X Directiva Marco)
- Metolachlor (Lista II)
- Molinate (Lista II)
- Simazina (Lista II)
- Terbutilazina (Lista II)
- Trifluralina (Lista II)
- Tetracloruro de carbono (Lista I)
- Lindano (Lista I)
- Pentaclorobenzeno (Anexo X Directiva Marco)
- Naftaleno (Anexo X Directiva Marco)
- Pentaclorofenol (Anexo X Directiva Marco)
- Tetrabutilestaño (Lista II)

De esta lista, los principios activos que se encuentran en alguna o varias de las preparaciones comerciales que se utilizan en el agro vasco son los siguientes:

- Alacoloro, Atrazina, Clorofenvinfos, Cloropirifos, Simazina y Terbutilazina.

En el vademécum no se han encontrado, sin embargo, los siguientes principios activos propuestos: Aldrin, DDT, Dieldrin, Endrin, Isodrin, Tetracloruro de carbono, Pentaclorobenzeno, Naftaleno, Pentaclorofenol y Tetrabutilestaño, por lo que cabe entenderse que

no se utilizan en el agro vasco productos comerciales con estos principios activos.

En cambio, sí han sido encontrados en el vademécum los siguientes principios activos, si bien no en las preparaciones comerciales que declaran utilizar habitualmente los agricultores vascos: Diuron, Endosulfan, Metolacolor, Molinato, Trifluralina, Lindano, Isoproturon, Simazina y Trifluralina.

La Tabla 3.67 muestra los productos comerciales que habitualmente son empleados en los distintos cultivos de la agricultura vasca junto con la proporción de principios activos que contienen. La Tabla 3.68 detalla las principales características de los productos comerciales mencionados en la tabla anterior.

**Tabla 3.67.** Productos comerciales utilizados por los agricultores vascos que contienen alguno de los principios activos seleccionados.

Producto	Alacloro	Atrazina	Clorfeninfos	Clorpirifos	Simazina	Terbutilazina
Apaclor 25			0,25			
Athado Super						0,345
Birlane 24 EC			0,24			
Daskor				0,2		
Dursban-48				0,48		
Ermazina					0,5	
Folar 525 FW						0,345
Primextra FW		0,2				
Starane-20	0,48					
Topogard FW						0,15

**Tabla 3.68.** Principales características de los productos de mayor aplicación en la agricultura vasca. (Presentación: EC = concentrado emulsionable; SC = suspensión concentrada; WP = polvo mojable; CS = suspensión en microcápsulas. Toxicología: T = tóxico; T+ = Muy tóxico; Xi = irritante; Xn = nocivo. Ecotoxicología: M = mamíferos; A = aves; P = peces. A, B y C especifican en orden decreciente el grado de afección ecotoxicológica sobre mamíferos (M), aves (A) y peces (P)).

Producto	Nº registro	Presentación	Principio activo	Cultivo	Dosis (l/ha)	Toxicología	Ecotoxicología
Apaclor 25	18543	EC	Clorofeninfos (0,25)	Patata (insecticida)	1,0675	(T+)	M: (C); A: (C); P: (C)
Athado Super	19890	SC	Glifosato 0,18 y Terbutilazina 0,34	Viñedo (herbicida)	0,0497		M: (A); A: (A); P: (B)
Brilane 24 EC	13904	EC	Clorofeninfos (0,24)	Patata (insecticida)	0,1940	T	M: (C); A: (C); P: (C)
Daskor	18778	EC	Clorpirifos (0,2)	Patata y remolacha (insecticida)	0,0970	Xn	M: (A); A: (A); P: (C)
Dursban-48	11425	WP	Clorpirifos (0,48)	Remolacha (insecticida)	0,02	Xn	M: (A); A: (A); P: (C)
Ermazina	16249	SC	Simazina (0,5)	Viñedo (herbicida)	0,0621	¿?	¿?
Folar 525 FW	19145	SC	Terbutilazina (0,345)	Viñedo (herbicida)	0,0621	¿?	M: (A); A: (A); P: (B)
Primextra FW	12840	SC	Atrazina (0,2)	Alfalfa y veza (alfalfa) (herbicida)	0,46915 0,01653	Xn	M: (A); A: (A); P: (B)



Producto	Nº registro	Presentación	Principio activo	Cultivo	Dosis (l/ha)	Toxicología	Ecotoxicología
Starane-20	17856	CS	Alacloro (0,48)	Trigo (herbicida)	(veza) 0,0850	Xn	M: (A); A: (A); P: (B)
Topogard FW	12318	CS	Terbutilazina (0,15) + Terbutrina (0,35)	Patata (herbicida)	0,9	SC	M: (A); A: (A); P: (B)

Estos productos son utilizados en los siguientes cultivos: Patata, remolacha, viñedo, alfalfa, veza (alfalfa+veza) y trigo blando, que serán, por tanto, los únicos considerados en el modelo de aportaciones.

No obstante, conviene destacar que los principios activos que se enumeran a continuación no se encuentran en los productos comerciales que declaran los agricultores vascos, aunque forman parte de productos que pueden ser comercializados y han sido localizados en las masas de agua:

- Lindano y derivados: detectado en numerosas ocasiones
- Endosulfan: detectado varias veces
- Diuron: 2 veces detectado
- Metolacloro: 56 veces detectado
- Molinato: 2 veces detectado
- Trifluralina: 2 veces detectado
- Isoproturon: 2 veces detectado
- Simazina: 86 veces detectado
- Trifluralina: 2 veces detectado.

El motivo de esta discrepancia pudiera ser debido a diversas causas, tales como:

- 1.- Errores en el modelo utilizado (realmente son productos utilizados en la agricultura aunque la encuesta de medios de producción no lo refleje), o
- 2.- Tienen orígenes distintos a la utilización agrícola, o
- 3.- La elevada persistencia en el medio permite que sean detectados a pesar que no sean utilizados en la actualidad.

Además, las siguientes sustancias activas han sido identificadas al menos en una ocasión en las masas de agua consideradas: Aldrin, Endrin, Isodrin, Dieldrin, DDT y Naftaleno.

#### 3.3.4.3. Limitaciones del modelo

La principal limitación del modelo construido para los pesticidas que se aplican en los campos de cultivo estriba en que, dado el desconocimiento existente en torno a los pesticidas utilizados, el

método empleado para conocerlos (encuesta a los medios de producción) presenta varias carencias. Así, determinados principios activos no se encuentran entre los productos comerciales que se han declarado y, sin embargo, han sido detectados en las analíticas que se realizan en las masas de agua. Como se ha comentado, esta discrepancia pudiera ser debido a carencias en los resultados de la encuesta (no haber sido declarados o haber sido identificados con nombres diferentes), a que los principios activos detectados posean un origen diferente a la agricultura o, por último, que la elevada persistencia en el medio acuático de dichos principios activos permitan ser detectados aunque no sean utilizados en la actualidad. En síntesis, la principal limitación del modelo es que únicamente aborda la aplicación de 6 principios activos de los 23 considerados como prioritarios en este proyecto.

Por otra parte, tal y como se comenta en el apartado sobre la erosión de origen forestal, no se han incluido en el modelo de pesticidas las aplicaciones que se realizan fundamentalmente desde las administraciones forales para el control de plagas sobre las masas forestales. Esto es debido a que se considera que los pesticidas empleados, el medio sobre el que se aplican y las dosis apenas pudieran tener influencia sobre las masas de agua superficiales o subterráneas.

Otra limitación está relacionada con la rotación de los cultivos. El modelo ha sido construido únicamente a partir de los datos del año 2003, por lo que las variaciones en los cultivos suponen una variación en los pesticidas empleados. Estos cambios son, por lo general, escasos, si bien pueden suponer cambios de entidad en determinadas comarcas.

### **3.3.5. Erosión forestal**

#### 3.3.5.1. Construcción del modelo

El modelo sobre la erosión forestal considera el riesgo potencial de sufrir una pérdida de suelo en una cuenca determinada. Las variables consideradas para la construcción de este modelo son las siguientes:

- La fisiografía
- El modelo de gestión
- La litología subyacente
- La altitud

Antes de entrar a describir con detenimiento la construcción del modelo, se juzga imprescindible describir con detalle cada una de las variables que lo integran.

#### 3.3.5.1.1. Fisiografía

Respecto al medio físico, son conocidas las fuertes pendientes medias que dominan los montes vascos, lo que limita la productividad forestal y aumenta el riesgo de erosión. La Tabla 3.69 muestra las considerables pendientes medias que, sobre todo en la vertiente cantábrica, presentan los montes vascos. La Tabla 3.73 muestra la distribución porcentual de la superficie arbolada del País Vasco según pendiente.

**Tabla 3.69.** Distribución de la superficie geográfica del País Vasco según la pendiente.

<b>Vertiente</b>	<b>&lt;30%</b>	<b>30-50%</b>	<b>&gt;50%</b>	<b>Pendiente media (%)</b>
Cantábrica	46	36	18	35
Mediterránea	83	14	4	18
Total	61	27	12	29

**Tabla 3.70.** Distribución porcentual de la superficie arbolada del País Vasco según la pendiente.

<b>Vertiente</b>	<b>&lt;30%</b>	<b>30-50%</b>	<b>&gt;50%</b>	<b>Pendiente media (%)</b>
Cantábrica	30	46	24	42
Mediterránea	72	23	5	24
Total	44	39	18	36

#### 3.3.5.1.2. Modelo de gestión. Identificación de impactos de la actividad forestal sobre los ecosistemas acuáticos

Las principales presiones de contaminación difusa originada por la actividad forestal son la producción de sedimentos, residuos orgánicos y nutrientes minerales, así como otros compuestos químicos de origen antrópico como pueden ser herbicidas, insecticidas y fungicidas. Además, la actividad forestal puede cambiar el régimen térmico de los cursos de agua, su régimen de caudal, así como alterar directamente el hábitat acuático a través de perturbaciones físicas ligadas a la construcción de infraestructuras y el uso de maquinaria en el propio cauce. En cuencas pequeñas, el régimen de caudales tiene relación directa con procesos de ladera (intercepción, infiltración, escorrentía...). Esos procesos de ladera son los que determinan la magnitud de los aportes de elementos de

contaminación difusa. Así, los aportes de sedimentos, de materia orgánica y de algunos nutrientes (como el fósforo) están íntimamente ligados al flujo superficial o escorrentía, mientras que ciertos elementos químicos y nutrientes muy móviles en el suelo, como el Nitrógeno, pueden tener un componente importante ligado al flujo subsuperficial. Por otro lado, los cambios en temperatura tienen que ver directamente con el grado de sombreado que la vegetación riparia aporta a los cursos de agua. En cuencas grandes el régimen de caudales está determinado por la geomorfología del conjunto de la cuenca ya que es la integración de los procesos que ocurren en un gran número de cuencas pequeñas.

La actividad forestal influye sobre la configuración del ciclo hidrológico en la ladera y por ello en la cuenca, pues puede afectar directamente a la intercepción, a la escorrentía y a la infiltración, además de alterar la erodibilidad del suelo y la erosividad de la lluvia, reduciendo en mayor o menor medida la energía cinética de las gotas de lluvia que llegan a la superficie del suelo, así como los patrones de circulación laminar o en flujo canalizado. Además, en ocasiones la actividad forestal incluye la utilización de fertilizantes y/o pesticidas, que eventualmente pueden llegar a los cursos de agua.

#### *3.3.5.1.2.1. Erosión y aporte de sedimentos a los cursos de agua*

Los sistemas forestales naturales se caracterizan por presentar una alta cobertura vegetal y una alta capacidad de intercepción de la precipitación, un mulch natural de hojarasca y un buen desarrollo del horizonte superficial del suelo, relativamente rico en materia orgánica y bien estructurado, con determinadas excepciones tales como el bosque petrano. Todo ello, favorece la infiltración y reduce tanto la escorrentía superficial, como el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo.

Por todo ello, se reconoce su papel en la regulación del ciclo hidrológico, así como en la mitigación de la erosión y de la exportación de sedimentos a los cursos de agua. De este modo, los fenómenos erosivos y aportes de sedimentos a los cursos de agua que se producen en condiciones de lluvias torrenciales, deben tomarse como procesos naturales difícilmente minimizables.

Los bosques cultivados se separan de esta situación ideal en alguno o todos estos aspectos:

1. La cobertura arbórea se reduce o desaparece tras las cortas finales, lo que deja el suelo descubierto durante parte del turno propio de cada modelo de gestión silvícola

2. Las labores de desembosque de la madera por arrastre generan perturbaciones al suelo, pérdida del *mulch* de mantillo y alteración del horizonte superficial del suelo
3. Las labores mecanizadas de preparación del sitio generan nuevo estrés sobre el suelo, pueden eliminar la vegetación arbustiva y herbácea, dejando el suelo mineral expuesto al impacto de las gotas de lluvia
4. La construcción de pistas y vías de saca en zonas de pendiente implica movimientos de tierra, relativamente importantes y genera flujos de agua canalizados, que en ocasiones presentan un alto potencial erosivo.

#### *3.3.5.1.2.2. Puntos críticos que determinan la erosión en sistemas forestales*

La energía con que las gotas de agua impactan en el suelo, así como la capacidad de transporte del agua de escorrentía son los dos aspectos fundamentales que determinan la tasa de erosión hídrica en la ladera. El primero viene determinado por el clima local y por la cobertura vegetal, mientras que el segundo viene determinado por las características físicas del suelo (velocidad de infiltración, por ejemplo); por la fisiografía de la ladera que influye decisivamente en la energía del agua de escorrentía; así como por las labores o perturbaciones producidas por las actividades silvícolas que pueden alterar los patrones de circulación de la escorrentía, concentrando el flujo superficial, como es el caso de los subsolados a favor de la línea de máxima pendiente. Junto a esos factores, es necesario considerar la erodibilidad del suelo, que viene en gran parte determinada por sus propiedades físicas y por el contenido en Materia Orgánica que es responsable en gran parte de la estabilidad y cohesión de las partículas de suelo.

##### *a) Erosión en la ladera*

Los aprovechamientos forestales producen cambios en la cobertura de la vegetación como consecuencia de la corta y pueden producir pérdida de la capa de hojarasca, así como cambios más o menos severos en las propiedades físicas del suelo debidos al tráfico de maquinaria durante la cosecha y a las labores de preparación mecanizadas de la plantación. Así se reconoce que el período entre dos rotaciones sucesivas resulta especialmente crítico respecto de la sostenibilidad del suelo y de la generación de sedimentos.

De este modo, la presión de la actividad forestal sobre los cursos de agua, respecto de la exportación de sólidos y sedimentos tiene una relación directa con las prácticas de cosecha, desembosque y establecimiento de una nueva plantación. En bosques inalterados de

Nueva Inglaterra, la tasa promedio de erosión es del orden de 30 a 40 kg /ha/año. En el País Vasco, en años posteriores a la preparación mecanizada de la plantación se han medido erosiones superiores a los 200 t/ha/año (Edeso *et al.*, 1997).

La evidencia científica disponible apunta a que, más que la erosión producida tras la corta a hecho de una masa forestal, los fenómenos de pérdida de suelo más drásticos tiene más que ver con la cantidad de suelo mineral expuesto y con la canalización del agua en flujo concentrado que con la remoción de la cubierta forestal en sí misma (Stafford *et al.*, 1996). Esa afirmación concuerda con los resultados que entrega el modelo USLE que se presenta más adelante.

#### *b) Pistas y Caminos Forestales*

Se reconoce generalmente que las pistas y vías forestales son uno de los principales generadores de sedimentos en la actividad forestal (Swanson y Dyrness, 1975, Megahan, 1980, Stafford *et al.*, 1996). Los sedimentos generados por la red de pistas tienen que ver con la densidad de pistas, con las características de su cubierta, con el grado de recubrimiento de sus taludes y con la efectividad de los sistemas de drenaje y conducción de agua (King, 1984). Por otro lado, la topografía del lugar incide en la extensión de los taludes y pendiente de los taludes, mientras que la litología influirá en la susceptibilidad a la erosión de los sedimentos expuestos.

Numerosos estudios han medido la generación de sedimentos asociados a la red de pistas, la casuística es muy amplia, respecto de la pendiente, de los tipos de pista, de las medidas de mitigación. Los sedimentos generados en pistas pueden pasar de 1,4 t/ha por cada mm de precipitación a 0,06 t/ha/mm en pistas sin cubrimiento superficial o con una cubierta adecuada respectivamente (Swift, 1984). Reducciones similares en la magnitud de la erosión se han medido en taludes de caminos. Además de las características del firme de la pista y del grado de revegetación de los taludes, la conducción de agua en las pistas es de gran importancia. No sólo por que el agua puede excavar la propia superficie de la pista, sin también por la formación de torrenteras y de puntos de afección por erosión allí donde al agua abandona la pista. El mantenimiento de las pistas y de su estructuras de conducción del agua, es fundamental, ya que grandes fenómenos erosivos, incluyendo movimientos de masa, pueden producirse asociados a períodos de retorno de 10 o más años.

En la CAV, no existen estadísticas fiables de la densidad de pistas y de su tipología. Puede considerarse que las pistas principales tienen un

firme adecuado, que en general son mantenidas correctamente y que están dotadas de elementos de conducción del agua (aunque no siempre cumplan su función de manera adecuada). Por otro lado, existe una gran cantidad de pistas y de vías de saca, construidas sólo para la cosecha forestal y que carecen de superficie afirmada, de cunetas u otros elementos de conducción de agua, y en la que tampoco se revegetan los taludes, cuando se crean. Estimar una densidad media de las pistas de este tipo es aventurado.

De este modo, tomar valores absolutos para estimar la generación de sedimentos puede ser arriesgado. Una aproximación que se ha ensayado, es la de estimar la erosión que se produce en pistas desarrollando los parámetros USLE de erodibilidad del suelo, Pendiente (L) y Longitud del declive (S) para la red de pistas, como si de un uso más del suelo se tratara. La estimación de los factores USLE para las pistas de la CAV está fuera del alcance de este proyecto. LA EPA de Estados Unidos utiliza en su manual para el control de la contaminación difusa de origen forestal el trabajo de King (1984), quién analizó, en un diseño experimental, el efecto de redes de pistas de diferentes características en la generación de sedimentos en una serie de cuencas pequeñas y estimó los sedimentos adicionales que genera la red de pistas (Tabla 3.74). El trasladar esos coeficientes a la CAV podría tener sentido, ya que permitiría dar cuenta de los sedimentos generados en las pistas, teniendo en cuenta la tipología de pistas dominante, por un lado e integrando, por otro lado, las condiciones generales de la cuenca respecto a sus susceptibilidad a la erosión (topografía, erosividad de la lluvia, erodibilidad del suelo etc.). Sin embargo, las prácticas silviculturales y los niveles de erosión en los que trabajó King (1984) son diferentes de los que tienen lugar en la CAV por lo que es aventurado extrapolar sus resultados a situaciones en los que se practica una silvicultura mediante corta a hecho y prácticas mecanizadas de preparación del sitio, que produce altas tasas de erosión en el período de inter-rotación.

Por tanto, si bien las pistas y vías de saca temporales son una fuente importante de sedimento –quizás la más importante en algunas ocasiones— no existen datos suficientes en la actualidad como para realizar una estimación de una precisión comparable a la del resto del modelo (Tabla 3.71).

**Tabla 3.71.** Incrementos en sedimentos debidos a la red de pistas. Densidad de pistas de 2-4% de la superficie de la cuenca (confeccionada a partir de King, 1984).

Características de la pista	% de erosión adicional debida a la Red de Pistas
Sin cubierta estable	
Sin tratamiento de taludes	156%
Sin cubierta estable	
Siembra de taludes	130%
Con cubierta estable	
Mulch y siembra en taludes	93%
Con cubierta estable	
Con Cunetas	53%
Mulch y siembra en taludes	
Con cubierta estable	
Con Cunetas	22%
Mulch e hidrosiembra	

#### c) Aporte de elementos nutritivos

Los ecosistemas forestales tienen, en términos generales una alta capacidad de retención y reciclaje de los elementos nutritivos. Se estima generalmente que las lixiviaciones son mínimas para todos los elementos nutritivos, y especialmente para el fósforo (Kimmins, 2003).

Los bosques cultivados presentan algunas particularidades como son, la aplicación de fertilizantes que se realiza en ocasiones y —cuando se manejan mediante cortas a hecho— la remoción total de la cobertura vegetal al final de cada turno. Estos son los dos aspectos que pueden incidir en la exportación de elementos nutritivos a los cursos de agua.

##### c-i) Nitrógeno

Se han demostrado incrementos puntuales de las concentraciones de nitrógeno en cursos de agua, tras la fertilización con Nitrato y en menor medida, tras la fertilización con Urea (Irlanda, EPA...) También se han detectados incrementos en los contenidos de Nitrógeno inorgánico en los cursos de agua tras la corta a matarrasa de una parte significativa o incluso de toda la masa forestal de una cuenca. Esto se debe a un aumento de la mineralización a partir de los restos de cosecha y de raíces muertas unido con una disminución de la absorción de nutrientes como consecuencia de la eliminación de la biomasa. Cuando se desarrolla el sotobosque o la nueva plantación, las pérdidas de nitrógeno por lixiviación vuelven a sus bajos valores habituales.



### c-ii) Fósforo

El fósforo es un elemento extremadamente inmóvil en el perfil del suelo, por lo que las exportaciones de este elemento a los cursos de agua van asociadas al transporte de sedimentos y/o fertilizante con el agua de escorrentía. En Irlanda, se ha descrito un incremento en los niveles de fósforo total en los cursos de agua, tras la fertilización con 500 kg/ha de superfosfato en polvo a los bosques de la cuenca vertiente. Estos incrementos fueron puntuales y no eran detectables semanas después de haberse aplicado.

### c-iii) Puntos críticos que determinan la tasa de exportación de elementos nutritivos a los cursos de agua

- La formulación y dosis: los fertilizantes nitrogenados, especialmente, en forma de nitratos generan mayor lixiviación y riesgo de exportación de nutrientes
- La presentación y época de aplicación: los fertilizantes granulados son menos proclives a desplazarse con el agua de escorrentía. Este aspecto es importante especialmente en zonas de alta pendiente y cuando la aplicación del fertilizante se realiza en época de fuertes lluvias y en el año 0 de la plantación.
- La zona de ribera: la aplicación de fertilizantes en el entorno inmediato de los cursos de agua aumenta enormemente el riesgo de que parte de los elementos nutritivos añadidos acabe en el curso de agua, a menos que exista un buen desarrollo de la vegetación propia de ribera, la cual actúa como un tampón efectivo.

No existen estadísticas de fertilización forestal. La Confederación de Forestalistas del País Vasco estima que en Bizkaia y Araba se abona en torno al 50% de las nuevas masas de *Pinus spp.* Porcentaje que puede bajar a menos del 20% en las nuevas plantaciones de Gipuzkoa. Una de las razones para esa diferencia puede estar en el diferente tratamiento que tiene la fertilización forestal en los Decretos Forales que regulan las ayudas a la reforestación. La fertilización de plantaciones de frondosas autóctonas puede considerarse inexistente en a CAPV.

Las prácticas de fertilización típicas son de una sola aplicación, generalmente rica en fósforo del orden de entre 100 y 300 kg/ha de fertilizante, con formulaciones típicas de 0 18 0, 0 27 0, 0 14 14, 7 21 0, 8 24 16 y similares. En el caso de eucaliptos se utiliza generalmente 15 15 15. Si bien el abonado es común en el establecimiento de masas de eucaliptos, no lo es tanto en masas de coníferas exóticas. Así, de

las 800 recomendaciones de fertilización forestal llevadas a cabo en NEIKER en 2004, ninguna pasa de los 150 kg de unidad fertilizante de Fósforo, y solo un 10% incluye formulaciones con Nitrógeno, del tipo 7 21 0, ó 7 20 10.

Aún en la hipótesis de que se generalicen las prácticas de fertilización forestal en el establecimiento de las masas, estas afectarían a entre 4.000 y 6.000 has por año en el conjunto de la CAPV, con formulaciones sin Nitrógeno en la mayor parte de los casos y con presentaciones granuladas. Por ello es de esperar que la exportación de elementos nutritivos a los cursos de agua sea relativamente pequeña. Esta podría ser localmente importante si se aplica el fertilizante directamente en la zona de ribera. Es por ello que a pesar de las conclusiones que se apuntan en el párrafo anterior, es necesario elaborar un Manual de *Buenas Prácticas* de Fertilización forestal.

#### 3.3.5.2. Descripción del modelo

Se calcula para cada una de las zonas homogéneas el impacto que se produce a lo largo del turno correspondiente. De esta forma es posible asignar a cada zona homogénea un valor de impacto medio anual estimado a lo largo del turno así como el valor de impacto máximo producido en un año a lo largo del turno.

Se ha empleado la ecuación formulada por la USLE (*Universal Soil Loss Equation*):  $A = K * L * S * R * C * P$

Donde:

A = Pérdida de suelo

K = Erodibilidad del suelo

L = Factor de longitud de ladera

S = Factor pendiente

R = Erosividad de la lluvia

C = Cubierta del suelo

P = Prácticas de conservación o laboreo.

La utilización de la USLE proporciona valores de pérdida de suelo anuales si todos los factores que en ella participan son calculados anualmente. Por ello, los factores que participan en la ecuación suelen ser parámetros que pueden variar de un año a otro variando de esta manera las distintas tasas de pérdida de suelo obtenidas por la ecuación. En el presente estudio se intenta obtener un **valor**

**promedio anual**, y un **valor máximo anual** de pérdida de suelo para el turno de cada uno de los modelos de gestión señalados anteriormente. De esta manera, se pretende que esta ecuación articule de manera operativa los cambios que se producen en las parcelas forestales debidos a la gestión forestal habitual en los diferentes modelos a lo largo de una rotación. Para ello, se ha simulado un turno completo para cada uno de los denominados usos del suelo bajo diferentes regímenes de gestión silvícola (salvo para el caso de las plantaciones de frondosas de turno corto, en las que se han simulado dos turnos completos).

Los factores denominados longitud de ladera (L), pendiente (S) y poder erosivo de la lluvia (R) son independientes de los modelos de gestión propuestos. Por lo tanto, en una primera fase se ha desarrollado la metodología que permita calcular estos factores.

#### 3.3.5.2.1. Factores longitud de la ladera (L) y pendiente (S)

La determinación de los factores L y S es complicada y por ello se propone la utilización del cálculo desarrollado por IKT basado en los datos aportados por la Cátedra de Hidráulica e Hidrología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid (citado en Edeso *et al.*, 1997). Gracias a este estudio se puede establecer un valor del Factor L\*S teniendo en cuenta la pendiente del terreno según la tabla adjunta (Tabla 3.72).

**Tabla 3.72.** Cálculo del factor L\*S según la pendiente media de la parcela.

Grupos de Pendientes (%)	Factor L*S
0-3	0.3
3-12	1.5
12-18	3.4
18-24	5.6
24-30	8.7
30-45	11.7
30-60	14.6
60-70	20.2
70-100	25.2
>100	28.5

#### 3.3.5.2.2. Factor erosividad de la lluvia (R)

Se ha desarrollado un mapa propio para el factor R en toda la CAV a partir de los datos proporcionados por 47 estaciones del Instituto Nacional de Meteorología (Tabla 3.73). El valor de R se obtiene a partir de la ecuación proporcionada por el estudio "Agresividad de la lluvia en España. Valores del factor R de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo" realizado por ICONA (1988), extrapoliándose sus resultados al total del territorio gracias a los datos de precipitación

mensual media obtenidos de la Tesis Doctoral “Relación Clima Vegetación en la Comunidad Autónoma del País Vasco” realizada por Ortubai (1995).

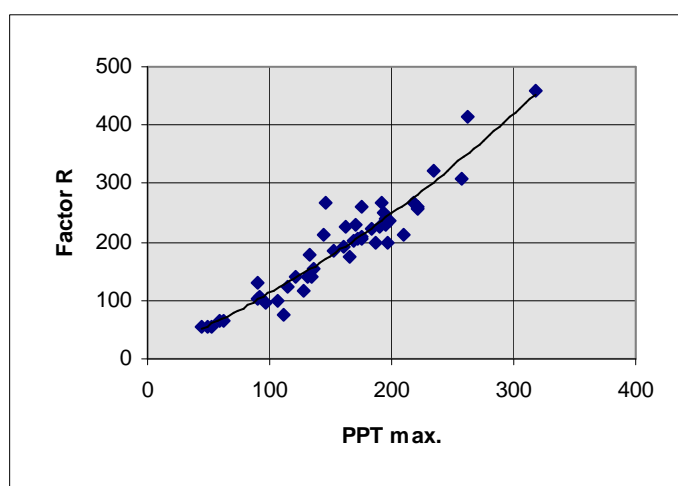
**Tabla 3.73.** Valores medios anuales de los índices de erosividad pluvial en la red pluviográfica y pluviométrica (R) y precipitación máxima mensual en mm (PPT máx.) de las estaciones coincidentes en ambos estudios y su localización (Longitud UT; Latitud UT).

Nombre Estación	R	PPT máx.	Long. UT	Lat. UT
Abadiano “Mendiola”	193,43	160,61	531.468	4.776.404
Alsasua	173,86	165,93	566.823	4.748.586
Amurrio 'INSTITUTO'	179,58	132,80	499.502	4.766.306
Aramaiona Etxagüen	237,90	198,92	533.429	4.767.931
Arantzazu	224,92	162,20	517.121	4.777.124
Arantzazu 'NUESTRA SEÑORA'	226,85	190,52	549.217	4.758.463
Aretxabaleta-Urkulu	154,93	135,68	543.093	4.763.450
Artikutza	457,95	317,84	597.745	4.784.993
Basauri	117,05	127,47	509.476	4.784.667
Bergara 'ALBITXU'	208,15	174,75	546.679	4.775.258
Bilbao 'AEROPUERTO' LOIU	211,85	144,76	507.638	4.793.703
Carranza	259,21	175,79	470.784	4.785.279
Cenicero BODEGA	55,19	49,47	529.041	4.703.104
Durango VIVERO	227,93	170,68	528.750	4.778.089
Etxebarria	222,81	184,36	542.458	4.788.958
Eibar-BANCO DE PRUEBAS	266,65	191,21	543.025	4.781.342
Ermua	200,49	168,78	539.974	4.781.940
Hondarribia 'AEROPUERTO'	248,29	193,32	598.033	4.800.918
Gauna 'LA ILARRA'	100,60	106,06	540.865	4.742.213
Goizueta	267,57	217,77	593.187	4.779.962
Haro	55,99	52,95	512.151	4.713.417
Laguardia	63,98	61,89	534.253	4.711.178
Lareo	212,12	210,31	572.596	4.758.301
Lekunberri	240,00	194,38	589.662	4.761.187
Legazpi	205,39	175,56	554.199	4.767.293
Legazpi 'BARRENDIOLA'	200,03	186,39	553.560	4.762.197
Leitza 'LUIS EMBORDA'	308,65	257,24	590.731	4.771.105
Leza 'DFA2'	76,31	111,15	529.822	4.712.638
Logroño-Agoncillo	54,34	44,50	555.027	4.699.929
Miranda de Ebro	65,57	58,42	503.642	4.724.882
Ontón	140,13	131,46	485.886	4.800.099
Orozko	266,71	146,44	508.092	4.771.864
Oiartzun 'ARDITURRI'	414,82	262,08	596.977	4.792.912
Punta Galea GOLF	140,92	134,56	498.425	4.802.244
Rentaría 'PRESA DEL AÑARBE'	322,26	234,69	591.002	4.784.653
Agurain COL CLARET	131,54	89,91	549.590	4.744.523
Donostia 'ATEGORRIETA'	229,68	194,72	585.093	4.796.917
Donostia 'IGUELDO'	204,96	171,60	577.904	4.795.196
Santa Cruz de Campezo D F A	94,71	95,99	553.696	4.724.349
SANTESTEBAN	257,12	221,31	608.679	4.775.841

Nombre Estación	R	PPT máx.	Long. UT	Lat. UT
Ullibarri Gamboa 'PRESA'	122,65	114,94	531.848	4.752.870
Urnieta 'VIVERO'	197,88	196,41	581.993	4.786.852
Urrunaga 'PRESA'	141,32	121,10	528.480	4.756.032
Balmaseda	185,63	151,96	484.609	4.783.136
Bera de Bidasoa	260,31	221,36	606.697	4.792.687
Villanueva de Valdegobía	105,73	91,38	491.602	4.743.794
Vitoria-Gasteiz 'AEROPUERTO FORONDA'	DE 102,20	90,68	522.639	4.747.743

Se han realizado diferentes modelos generales lineales (GLM) entre los datos obtenidos para establecer qué parámetros de pluviometría eran los que mejor explicaban el Factor R. El modelo que mejor explicaba el valor del Factor R era aquél que tenía en cuenta los valores de la precipitación máxima mensual (PPT máx.). El coeficiente de determinación del modelo de regresión propuesto fue de  $R^2 = 0.9014$ . Los residuos del modelo propuesto se ajustaban a una distribución normal (Figura 3.1).

Posteriormente, se generó una malla de puntos según cuadrícula UT kilométrica y con el programa *Climard* desarrollado por IKT se obtuvieron las precipitaciones medias mensuales para cada punto de la malla generada. A partir de estos valores se obtuvo la máxima precipitación mensual para cada uno de los puntos y se estimó con la ecuación propuesta anteriormente el valor del Factor R.



**Figura 3.1.** Regresión empleada para el cálculo del factor R del modelo de erosividad.  $\text{Factor R} = 0,0017 * \text{PPT máx}^2 + 0,8457 * \text{PPT máx} + 10,7141$ .

Determinación de los Factores afectados por la gestión

Los demás factores de la USLE: Factor de laboreo (P); cubierta del suelo (C) y erodibilidad del suelo (K) se han estimado mediante la

simulación de uno o dos turnos típicos para cada modelo de gestión anteriormente expuesto. Para la determinación de estos factores se ha tenido en cuenta la metodología utilizada por Olarieta (2003).

#### 3.3.4.2.3. Factor Prácticas de Conservación del Suelo o Laboreo (P)

En sistemas forestales, según Young (1989, citado en Olarieta, 2003, el factor P toma un valor de 1 en las parcelas que han sido sometidas a labores de decapado y subsolado lineal a favor de pendiente, de 0.7 en parcelas decapadas y de 0.4 en parcelas en las que no ha habido laboreo en el año 0 o de establecimiento de la plantación. Este factor disminuye hasta valores de 0.4 después de 8 años de la realización de estas labores (Dissmeyer y Foster, 1981) manteniendo ese valor a lo largo de todo el turno o hasta que se acometan labores silvícolas de similares características. Se ha asumido que la evolución del Factor P a lo largo del tiempo es lineal y así, el Factor P ha sido definido según modelo de gestión, grupo de pendiente y edad de la plantación.

#### 3.3.5.2.4. Factor de Cobertura del Suelo (C)

La cobertura del suelo es el resultado de la combinación de diferentes parámetros: porcentaje de suelo desnudo (no cubierto por vegetación rastrera, afloramientos rocosos, o elementos gruesos minerales o elementos vegetales superiores a 2 mm), porcentaje de suelo desnudo con dosel vegetal por encima, porcentaje de suelo con raíces finas, y presencia de depresiones acumuladoras de sedimentos (Dissmeyer y Foster, 1981).

Para sistemas forestales, Olarieta (2003) estimó el grado de cobertura del suelo bajo diferentes sistemas de gestión de masas forestales de *Pinus radiata* en una cronosecuencia de 24 parcelas. Siguiendo la metodología propuesta por este investigador, se estimó el factor C según modelo de gestión silvícola.

Los valores máximos estimados para este factor se producen en el año 0 del turno cuando se realizan las labores de corta, desembosque y preparación del suelo y son los observados por Olarieta (2003) en plantaciones de pino radiata en el País Vaco. El valor del Factor C es de 0.6 en parcelas que se someten a corta a hecho y en las que se realiza una limpieza de restos mediante maquinaria pesada y se preparan con subsolado lineal a favor de pendiente. Se estima que en parcelas que se someten a corta a hecho y en las que se realiza la limpieza con maquinaria pesada pero no se realiza subsolado el Factor C adquiere un valor de 0,45. En parcelas en las que se lleva a cabo una corta a hecho y una preparación manual de la misma el Factor C adquiere un valor de 0,043 (Tabla 3.74).

**Tabla 3.74.** Valor máximo del Factor C según tratamiento silvícola (Olarieta, 2003).

<b>Tratamiento</b>	<b>Factor C</b>
Limpieza con maquinaria y subsolado	0,6
Limpieza con maquinaria y ahoyado manual	0,45
Limpieza y ahoyado manual	0,043

A lo largo del turno la cubierta vegetal evoluciona y así el Factor C disminuye hasta un valor considerado como mínimo: 0,001 (Olarieta, 2003). Este valor se alcanza en las parcelas tratadas con maquinaria pesada a los 6 años del segundo turno en frondosas de turno corto; en plantaciones de coníferas de turno corto y en masas de frondosas caducifolias de turno largo se alcanza a los 30 años y en coníferas de turno largo a los 40 años. Para las masas de frondosas perennifolias de turno largo se ha considerado este valor mínimo constante a lo largo del tiempo (Tabla 3.73).

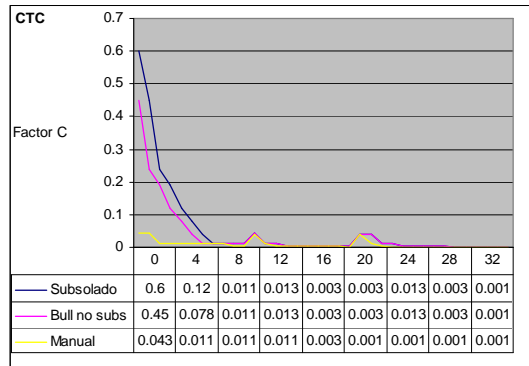
En las parcelas que no se tratan con maquinaria pesada estos valores se reducen hasta los 6 años en cada rotación de frondosas de turno corto, hasta los 20 años en plantaciones de coníferas de turno corto y masas de frondosas caducifolias de turno largo y hasta los 25 años en plantaciones de coníferas de turno largo (Tabla 3.75).

**Tabla 3.75.** Edad de la masa forestal según modelo de gestión y tratamiento silvícola a la que se llega al mínimo valor del Factor C (0.001) Olarieta (2003).

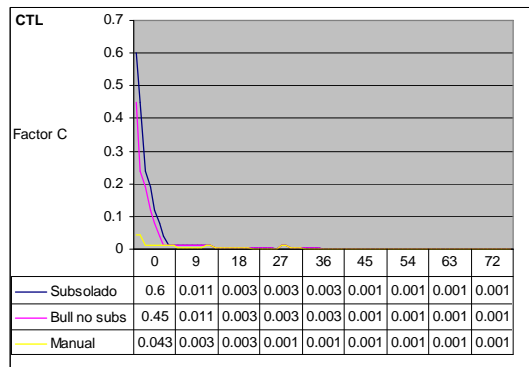
<b>Modelo de gestión</b>	<b>Tratamiento</b>	
	<b>Maquinaria</b>	<b>Manual</b>
Coníferas de turno corto	30	20
Coníferas de turno medio	40	25
Fronosas de turno corto	19	6
Fronosas de turno largo	30	20
Fronosas perennifolias	0	0

Los siguientes gráficos (Fig. 3.2 A, B y C) muestran la evolución de este factor C a lo largo del turno en diferentes sistemas de gestión silvícola.

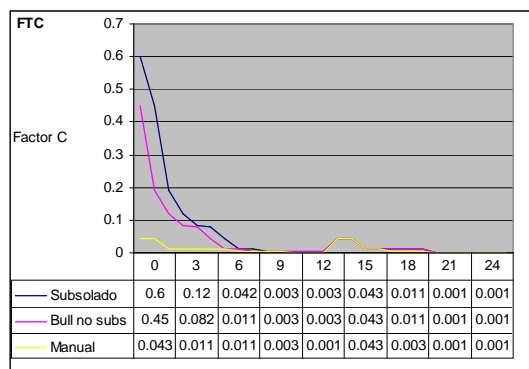
**A**



**B**



**C**



**Figura 3.2.** Modelización de la evolución del Factor C para diferentes modelos de gestión a lo largo del turno: A). Coníferas de turno corto (CTC); B): Coníferas de turno largo (CTL); C): Frondosas de turno corto (FTC). Subsolado: Parcelas en las que la limpieza de restos se realiza mediante pala frontal de bulldózer y en las que se realiza subsolado lineal a favor de pendiente; Bull no subs: Parcelas en las que la limpieza de los restos de cosecha se realiza con la pala frontal de bulldózer; Manual: la preparación del terreno se realiza de manera manual.



### 3.3.4.2.5. Factor de erodibilidad del suelo (K)

El factor K se ha estimado mediante la ecuación simplificada propuesta por Knisel y Davis. (2000).

$$K = TF' * (12 - MO) + SF' + PF'$$

Donde:

TF': es un factor de textura

SF': es un factor dependiente de la estructura de los primeros centímetros del suelo de la parcela

PF': Es un factor de permeabilidad de los horizontes superficiales del suelo de la parcela.

Esta simplificación supone que cuando no se pueden conocer los valores reales de los factores permeabilidad y estructura, éstos se pueden estimar a partir de la textura de la parcela (Knisel y Davis, 2000).

Para conocer la textura de las parcelas forestales de la CAV se tuvo en cuenta la clasificación litológica resumida presente en las parcelas forestales de la Red BASONET y se estimó la textura para cada una de las litologías subyacentes (Tabla 3.76). A partir de los valores medios estimados por litología se estimaron los valores para los factores TF', SF' y PF' según Knisel y Davis (2000) (Tabla 3.77)

**Tabla 3.76.** Porcentajes medios de Arena, Limo y Arcilla (entre paréntesis sus desviaciones típicas) para cada una de las clases de litología resumida (n es el número de casos para cada una de las litologías) en la Red BASONET y su textura media según USDA estimada.

Litología	% Arena		% Limo		% Arcilla		Textura USDA
Areniscas (n = 101)	36	(20,7)	38	(12,4)	26	(11,7)	Franco
Argilitas (n = 77)	20	(9,8)	48	(7,7)	31	(10,0)	Arcilloso-Franco
Calizas (n = 85)	26	(14,3)	35	(8,6)	40	(13,9)	Arcilloso
Detríticos superficiales (n = 10)	33	(13,2)	40	(8,1)	27	(9,5)	Franco
Margas (n = 94)	18	(11,6)	43	(8,2)	39	(10,5)	Limo-Arcilloso-Franco
Pizarras (n = 13)	18	(3,4)	40	(5,5)	42	(6,7)	Limo-Arcilloso
Volcánicas (n = 8)	19	(7,4)	35	(7,1)	46	(8,0)	Arcilloso
Otras (n = 6)	21	(1,6)	41	(7,8)	38	(15,5)	Arcilloso-Franco

**Tabla 3.77.** Valor de los factores de textura (TF'), estructura (SF') y permeabilidad (PF') para cada una de las clases litológicas resumidas presentes en la Red BASONET según Knisel y Davis (2000).

Litología	TF'	SF'	PF'
Areniscas	0.03618	0.0325	0.025
Argilitas	0.0236	0.065	0.05
Calizas	0.01287	0.065	0.075
Detríticos superficiales	0.03618	0.0325	0.025
Margas	0.02606	0.065	0.05
Pizarras	0.0187	0.065	0.075
Volcánicas	0.01287	0.065	0.075
Otras	0.0236	0.065	0.05

Los valores de los porcentajes de materia orgánica (MO) también se han estimado a partir de los valores recogidos por la red BASONET y de los datos proporcionados por Olarieta (2003). Para estimar los porcentajes de materia orgánica para cada una de las clases litológicas resumidas, en tres grupos de altitud (<350 m; 350m-650m; >650 m) y según el modelo de gestión se ha utilizado la siguiente metodología:

- 1) A partir de los datos de la Red BASONET se ha calculado la concentración promedio de materia orgánica presente en cada grupo litológico (%MO<sub>Litología</sub>) además de la concentración promedio de materia orgánica de cada uno de los grupos de altitud y litología (%MO<sub>Altitud<sub>Litología</sub></sub>).
- 2) Se han calculado los porcentajes que cada uno de los grupos de altitud representa con respecto a los promedios de cada una de las litologías dividiendo la concentración de materia orgánica obtenido para cada grupo de altitud y litología entre la concentración promedio de materia orgánica de cada grupo litológico. Así, por ejemplo, para Areniscas en altitudes menores a 350 m slm la ecuación utilizada sería:

$$\frac{\%MO < 350_{Areniscas}}{\%MO_{Areniscas}} * 100$$

Se relacionó la concentración de Materia Orgánica de cada una de las clases litológicas con el estimado sobre Argilitas.

Se obtuvo la concentración de materia orgánica presente en los suelos de la Red BASONET de los modelos de gestión anteriormente definidos y se dividieron estas concentraciones entre los valores estimados para las coníferas de turno corno.

De este modo se obtuvo el porcentaje de variación de materia orgánica por clase litológica y altitud frente a las Argilitas y el

porcentaje de variación de materia orgánica por modelo de gestión frente a las coníferas de turno corto. De esta manera se podían relacionar los datos obtenidos por Olarieta (2003) en una cronosecuencia de *Pinus radiata* asentados sobre lutitas con los datos proporcionados por la Red BASONET (Tabla 3.78).

**Tabla 3.78.** Concentración de Materia Orgánica (%) estimada en los suelos forestales de los diferentes modelos de gestión, clases litológicas y grupos de altitud.

	Coníferas de Turno Corto			Coníferas de Turno Largo			Frondosas de Turno Largo		
	<350	350-650	>650	<350	350-650	>650	<350	350-650	>650
Areniscas	3.582	4.378	4.441	4.447	5.435	5.513	3.739	4.570	4.636
Argilitas	3.527	4.208	3.583	4.378	5.224	4.447	3.681	4.392	3.739
Calizas	3.986	4.659	5.752	4.949	5.784	7.140	4.161	4.863	6.003
Detríticos superficiales	4.299	5.191	4.834	5.337	6.443	6.000	4.488	5.418	5.045
Margas	3.161	4.403	5.435	3.924	5.466	6.746	3.299	4.596	5.672
Pizarras	4.907	5.855	4.985	6.092	7.269	6.188	5.122	6.111	5.203
Volcánicas	4.317	5.295	5.352	5.359	6.573	6.643	4.505	5.527	5.586
Otras	4.990	6.121	6.186	6.194	7.598	7.679	5.208	6.388	6.457
	Frondosas perennifolias			Frondosas de Turno Corto					
Areniscas	4.291	5.245	5.320	2.666	3.259	3.306			
Argilitas	4.225	5.041	4.291	2.625	3.133	2.667			
Calizas	4.775	5.581	6.890	2.967	3.468	4.281			
Detríticos superficiales	5.150	6.218	5.790	3.200	3.864	3.598			
Margas	3.787	5.274	6.510	2.353	3.277	4.045			
Pizarras	5.878	7.014	5.971	3.653	4.358	3.710			
Volcánicas	5.171	6.343	6.410	3.213	3.941	3.984			
Otras	5.977	7.332	7.410	3.714	4.556	4.605			

Olarieta (2003) determinó que en las parcelas en que se realizan labores mecanizadas de limpieza y preparación del terreno mediante subsolado presentan un 49% de la materia orgánica existente en masas forestales adultas, mientras que la materia orgánica presente en suelos en los que el tratamiento mecánico consistía únicamente en la limpieza del terreno era un 90% del valor de masas adultas. Las parcelas tratadas manualmente tenían concentraciones de MO similares a las adultas (Olarieta, 2003). Se utilizaron estos porcentajes para estimar la concentración de materia orgánica presente en los diferentes modelos de gestión sobre distintas pendientes y litologías a diferentes altitudes en el año 0 del turno o de plantación.

En el presente estudio se asume que la concentración de materia orgánica evoluciona a lo largo del turno de manera lineal llegándose al valor estimado en la Tabla 3.81 en parcelas en las que se ha realizado limpieza de las mismas con maquinaria (a los 30 años; salvo en el modelo de gestión frondosas de turno corto que se alcanza a los 20 años) y en las tratadas manualmente (a los 15 años). Las

parcelas en las que se realiza subsolado este porcentaje de materia orgánica se alcanza a los 60 años (Olarieta, 2003).

#### 3.3.5.3. Limitaciones del modelo

La principal limitación del modelo es la no inclusión de las tasas de erosión laminar provocadas por la red de pistas. Como más arriba se ha comentado, en la CAPV no existen estadísticas fiables de la densidad de pistas y de su tipología, y pudiera resultar aventurado realizar una estima sin una base documental sólida. Además, la ausencia de un código de buenas prácticas o de un patrón que se repita por las empresas madereras provoca que, durante las labores de saca o durante las labores de acondicionamiento del terreno para la siguiente plantación, cada operario determine cual es la opción más adecuada para la realización de su trabajo.

Desde las administraciones forales se ha tratado, con mayor o menor acierto, de poner un límite a determinadas prácticas favorecedoras de grandes pérdidas de suelo. Así, los servicios técnicos de la Diputación Foral de Gipuzkoa han reunido a todas las empresas maderistas que operan en los montes de esta provincia con el objetivo de eliminar determinadas prácticas perniciosas. Por otro lado, la Diputación Foral de Bizkaia se ha enfrentado al problema mediante limitaciones en el uso de máquina autopropulsada y en la pendiente máxima para la construcción de pistas, que fija en un 60%.

Los efectos de la construcción de pistas y vías de saca sobre las masas de agua varían desde contribuciones crónicas y a largo plazo de sedimento fino, hasta desprendimientos en masa durante fuertes tormentas. La construcción de vías forestales pueden alterar la morfología de los canales de drenaje, o bien hacerlo indirectamente al modificar el flujo del agua de escorrentía extendiéndolo a zonas de la ladera en las que no existen canales de drenaje previos, modificando de este modo el proceso de erosión de la zona afectada. Por otra parte, los desprendimientos en masa incluyen desplazamientos de la capa superficial de suelo, hundimientos profundos y flujo rápido y canalizado de tierra y material leñoso mezclado con agua. Otros estudios apuntan también que las infraestructuras viarias modifican el drenaje superficial y subsuperficial de la misma vía y de su entorno y dirigen el agua de escorrentía hacia zonas menos estables incrementando de este modo el proceso erosivo.

Por tanto, si bien las pistas y vías de saca temporales son una fuente importante de sedimento —quizás la más importante en algunas ocasiones— no existen en la actualidad datos suficientes para realizar

una estimación de una precisión comparable a la del resto del modelo.

### 3.3.6. Erosión agrícola

Además de las presiones e impactos enumerados en modelos anteriores (modelo de aportación de nutrientes y modelo de aportación de pesticidas), los sistemas agrícolas de la CAPV pueden generar otro tipo de presiones e impactos relacionados con la erosión en las parcelas de cultivo.

#### 3.3.6.1. Construcción del modelo

A la hora de construir un modelo sobre la erosión agrícola nos hemos basado en el desarrollado para la erosión forestal (modelo USLE) y descrito con mayor profusión en el modelo anterior, asumiendo para ello las especificidades que corresponden a los cultivos agrícolas.

En primer lugar, para el cálculo del Factor relacionado con las Prácticas de Conservación del suelo o laboreo (**P**) se ha considerado que no se realizan labores de protección del suelo en ninguno de los cultivos ( $P=1$ ) salvo en prados y pastizales, y que tampoco se realizan labores agresivas con el suelo durante largos espacios de tiempo. Se considera por lo tanto que en estos usos el factor de P adquiere el valor de 0,4 (Dissmeyer y Foster, 1981).

Respecto al factor de Cobertura del Suelo (**C**), en el caso de las prácticas agrícolas, la influencia del cultivo en la erosión se manifiesta a través de la especie cultivada, de su posición dentro de la alternancia, de las combinaciones de especies (si es que existen), de la agresividad y número de las labores, de la propia productividad tanto del cultivo como del lugar donde éste se establece y de la erosividad de la lluvia cuando se realizan las labores de cultivo. Las combinaciones de todos estos factores son enormes y es muy difícil diferenciar los supuestos de cada factor. Por ello se suelen agrupar todos estos factores en uno sólo, el Factor C para cada cultivo.

Teniendo en cuenta los cultivos y las rotaciones más habituales presentes en la CAPV, se ha consignado un valor del factor C para los siguientes cultivos (Tabla 3.79)

**Tabla 3.79.** Factor C para cultivos frecuentes en la CAPV según el United States Agriculture Department (USDA).

Tipo de cultivo	de Cultivo	Factor C
Extensivo	Cereal-guisante	0,4
Extensivo	Patata-remolacha-girasol	0,292

Tipo de cultivo	Cultivo	Factor C
Extensivo	Maíz grano	0,286
Extensivo	Maíz forrajero	0,19
Extensivo	Alfalfa-Vallico	0,02
Extensivo	Hortalizas	0,402
Huertas	Huertas	0,402
Txakoli	Txakoli	0,18
Viñedos	Vid	0,22
Frutales	Frutal	0,14
Pastos	Prados-Pastizales	0,012

Estos valores se han establecido a partir de la tabla publicada por el USDA "Predicting rainfall erosion Losses" United States Agriculture Handabook 537 (citado en TRAGSA et al., 1994). El USDA estimó el valor de C en 10.000 parcelas de cultivos comunes en EEUU en diferentes períodos del cultivo:

1. Barbecho de preparación que va desde la albor de alzar hasta la siembra o labores inmediatas a la siembra
2. Siembra, desde siembra o labores preparatorias hasta un mes después de la siembra.
3. Establecimiento. Desde uno o dos meses después de la siembra de primavera o verano. En las siembras de otoño incluye los meses de invierno con parada invernal, finalizando cuando vuelve a iniciarse el crecimiento en primavera.
4. Crecimiento y maduración desde el final del período 3 hasta la recolección.
5. Residuos o rastros. Desde la recolección hasta la labor de alzar o nueva siembra. Cuando se establecen praderas sobre cereales este periodo se estima en dos meses después de la recolección. A partir de entonces se estima como pradera establecida.

Para ello se ha considerado que los restos del cultivo se retiran en todos los casos (salvo en los que se caracterizan por tener vegetación permanente) estableciendo el siguiente paralelismo entre los cultivos más habituales en la CAPV y los propuestos para EEUU (Tabla 3.80). Para los cultivos no existentes en la tabla principal estos mismos autores proponen la asimilación de los cultivos particulares con aquellos en los que se estimó el valor real.

**Tabla 3.80.** Asignación y asimilación de los cultivos habituales en la CAPV a los estudiados por el USDA según metodología del propio USDA.

Tipo de Cultivo CAPV	Tipo de Cultivo/manejo EEUU
Cereal-guisante	Cereales en rotación: Sobre terreno arado para siembra después 1 año de maíz. Alta productividad.
Patata-remolacha-	Asimilación a 1 año de maíz después gramíneas o

Tipo de Cultivo CAPV	Tipo de Cultivo/manejo EEUU
girasol	leguminosas. Productividad media. Utilización de arado de vertedera en primavera.
Maíz grano	Maíz en sistemas no forrajeros después de cereal labrado con arado de vertedera. Alta productividad.
Maíz forrajero	1º año Maíz después Gramíneas y leguminosas de forraje. Cultivo en primavera con arado de vertedera. Alta productividad.
Alfalfa-Vallico	Alfalfa. Cultivo establecido.
Hortalizas	Asimilación a 1º año maíz después leguminosas de forraje. Labrado con arado de vertedera en primavera. Baja productividad.
Huertas	Asimilación a 1º año maíz después leguminosas de forraje. Labrado con arado de vertedera en primavera. Baja productividad
Txakoli	Asimilación a matorral. con cubierta de suelo formada por pastizal. 25% de cobertura de matorral.
Vid	Asimilación a matorral. con cubierta de suelo con plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer. 25% de cobertura de matorral.
Frutal	Arbolado sin matorral pequeño apreciable (4 m) con cubierta de suelo con plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer. 50% de cobertura de vegetación arbórea.
Prados-Pastizales	Praderas de gramíneas y leguminosas. Baja productividad.

Respecto al Factor de erodibilidad del suelo (**K**), la estimación de la concentración de materia orgánica en sistemas agrícolas se ha realizado teniendo en cuenta gran parte de los datos históricos generados en los estudios y recomendaciones de fertilización que se han realizado en NEIKER (y anteriormente en el SIMA) durante los 10 últimos años. Se han asignado las determinaciones de Materia Orgánica (MO) a los diferentes Territorios Históricos y se han dividido en distintos tipos de cultivo y usos del suelo (Tabla 3.81). De esta manera y a cada uno de los cultivos anteriormente expuesto se les ha asignado un valor medio de contenido de materia orgánica.

La cantidad de cultivos extensivos en Bizkaia y Gipuzkoa es pequeña. Por ello, la analítica de MO se agrupó y se obtuvo el valor medio para ambos Territorios. De igual manera, la cantidad de determinaciones de MO de txakoli para Gipuzkoa y Araba fue muy inferior a la de Bizkaia (1 para cada uno de los dos territorios frente a 363 para Bizkaia) por lo que se asumió que su concentración en los suelos de Gipuzkoa y Araba era la misma que en Bizkaia. Se consideró que no hay cultivos de vid (diferentes al txakoli) en Bizkaia y Gipuzkoa, mientras en Araba se consignaron además los de Arabako Errioxa.

**Tabla 3.81.** Porcentaje medio de Materia orgánica (MO) en los diferentes Territorios Históricos de la CAVP y tipo de cultivo; *n* es el número de

determinaciones utilizado para estimar el contenido medio de MO por tipo de cultivo.

	<b>Tipo de cultivo</b>	<b>% MO</b>	<b>n</b>	<b>Cultivo equivalente</b>
Araba	Extensivos	1,98	62	Cereal (trigo, cebada, avena, centenos, maíz grano) – Leguminosas (guisante) – Patatas – Industriales (remolacha y girasol) – Forrajero (maíz forrajero, alfalfa, vallico) – Hortalizas (Vainas, lechugas...)
	Frutales	1,73	26	Frutales
	Huerta	2,44	7	Huerta
	Pastos	4,96	47	Prados y Pastizales
	Txakoli	2,51	363	Txakoli
	Viñedos	1,39	113	Vid
Bizkaia	Extensivos	3,54	39	Cereal (trigo, cebada, avena, centenos, maíz grano) – Leguminosas (guisante) – Patatas – Industriales (remolacha y girasol) – Forrajero (maíz forrajero, alfalfa, vallico) – Hortalizas (Vainas, lechugas...)
	Frutales	2,89	686	Frutales
	Huerta	3,81	88	Huerta
	Pastos	5,78	148	Prados y Pastizales
	Txakoli	2,51	363	Txakoli
	Gipuzkoa	Extensivos	3,54	39
	Frutales	3,88	26	Frutales
	Huerta	5,48	155	Huerta
	Pastos	5,83	216	Prados y Pastizales
	Txakoli	2,51	363	Txakoli

### 3.3.6.2. Limitaciones del modelo

El modelo sobre la erosión agrícola posee dos limitaciones principales. Por un parte, el factor de cobertura de suelo agrupa una casuística enorme, dado que considera en un único factor la variabilidad de las especies cultivadas, las técnicas de cultivo concretas y la periodicidad de las labores de intervención sobre la estructura del suelo (labores de cultivo tales como arados, laboreos, cosechas...). Por otra parte, la escasez de datos sobre el contenido de MO obliga a realizar agrupaciones de cultivos con escasa concreción.



## **4. Estimación de la carga teórica. Resultados de los modelos**

Una vez descrita la construcción de los modelos y sus principales limitaciones, en este capítulo se presentan los principales resultados, es decir, la estimación de la carga teórica de entrada debida a las actividades objeto de estudio que soportan las diferentes masas de agua de la CAPV para cada uno de los indicadores. Esta estimación se ha realizado en tres fases. En primer lugar, para cada uno de los indicadores, se muestran los resultados generales de los modelos: superficie implicada, entidad y dispersión de los resultados. En segundo lugar, con el objetivo de analizar con mayor intensidad los resultados obtenidos, se ha focalizando la atención sobre aquellas masas de agua que presentan presiones elevadas y, en especial, los tramos fluviales o sectores permeables teóricamente más problemáticos.

Los resultados de los modelos, tras seleccionar los niveles de presión más elevados, se muestran a diferentes escalas. En primer lugar, se muestran los niveles obtenidos para las masas de agua superficiales, a continuación para las cuencas vertientes a tramos de agua, y por último se muestra un listado de tramos de agua que presentan teóricamente una presión elevada. Además, estos datos se han agregado para las cuencas vertientes de masas de agua consideradas, teniendo en cuenta también los aportes que recibe cada masa de las situadas aguas arriba. A nivel de las aguas subterráneas, los resultados se han categorizado para las masas de agua subterránea y para los sectores permeables.

Se ha de matizar que los niveles seleccionados tratan exclusivamente de discriminar presiones altas o bajas, sin que los puntos de corte seleccionados representen necesariamente malas prácticas o impactos en las aguas.

### **4.1. Abono inorgánico**

#### **4.1.1. Resultados generales**

Mediante la aplicación del modelo se ha obtenido el aporte bruto en superficie de nitrógeno y fósforo inorgánico en unidades de kg/ha (Mapa 4.1a y Mapa 4.1b). El modelo implica un total de 109.320 ha del territorio de la CAPV (aproximadamente el 15% de la superficie total), de acuerdo a las parcelas de cultivos agrícolas incluidas, que suman un total de 86.375 para ambas variables (nitrógeno y fósforo inorgánico).

La Tabla 4.1.1 muestra los valores medios de nitrógeno y fósforo inorgánico obtenidos tras la aplicación del modelo. Si bien los valores

medios corresponden a las dosis habitualmente empleadas en los diferentes cultivos, se detecta una gran dispersión de los datos. Los valores bajos, muy próximos a cero y por tanto correspondientes a valores insignificantes desde el punto de vista de la presión sobre las masas de agua, tienen su origen en las parcelas de extenso tamaño en las que el uso agrícola es minoritario (por ejemplo, roturos). Los valores altos, por el contrario, son tan elevados porque corresponden a cultivos hortícolas interiores donde la intensificación del cultivo es elevada y la aplicación de abonos inorgánicos se repite varias veces durante un mismo año.

Los valores obtenidos (Tabla 4.1.1) para el nitrógeno en las masas de agua superficiales muestran un rango de concentraciones que varían entre 0,00487 y 1753 kg/ha (media  $\pm$  SD: 82,45  $\pm$  108,33), mientras que los valores obtenidos para el fósforo varían entre 0,0038 y 711 kg/ha (media  $\pm$  SD: 48,59  $\pm$  46,39).

**Tabla 4.1.1.** Rango, valor medio y Desviación Standard de las aplicaciones de nitrógeno y fósforo del modelo de abonado inorgánico.

	<b>Nitrógeno</b>	<b>Fósforo</b>
Rango	0,0048-1.753,0	0,004-711,0
Media	79,43	47,74
DS	105,02	77,42

El modelo implica la práctica totalidad de las masas de agua superficiales de la CAPV, si bien la mayor parte presenta una ocupación superficial por los usos agrícolas considerados inferior al 25% (Tabla 4.1.2). Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos fluviales implicadas, el modelo compromete un total de 569 cuencas vertientes en diferentes niveles (Tabla 4.1.2). Por tanto, el 87,5% de las cuencas vertientes a tramos fluviales de la CAPV están implicadas, aunque solamente alrededor del un 8% tiene en la aplicación del modelo una superficie superior al 50% del área de la cuenca. En términos de superficie se observa que el modelo se aplica sobre cuencas vertientes que se extienden por una superficie que supone el 94% de la superficie total de la CAPV (más de 680.000 ha). De esta superficie, algo más del 80% corresponde a cuencas vertientes donde el modelo compromete a superficies inferiores al 25% de las mismas (Tabla 4.1.2).

Por otra parte, la totalidad de las cuencas vertientes donde se ubican los humedales considerados (Salburua, Lagunas de Laguardia, Altube y Lago de Arreo-Caicedo Yuso) están implicadas en el modelo, aunque solamente en uno de los casos la aportación en términos de superficie es superior al 50% de las masas de agua superficial (Tabla 4.1.2).

En lo que respecta a las masas de agua subterráneas, el modelo implica a la práctica totalidad de las mismas (97,7%). Sin embargo, entre éstas un 86% lo hace con un grado de implicación menor al 25% y tan solo un 7% lo hace con una superficie implicada superior a la mitad de la cuenca de agua subterránea (Tabla 4.1.2). En términos de superficie, más del 99% de la superficie de la CAPV corresponde al total de cuencas subterráneas implicadas, si bien casi el 80% de la superficie de estas cuencas está implicada en menos de una cuarta parte.

Por último, a nivel de sectores permeables de mayor importancia hidrogeológica, el 77% de los mismos están implicados en el modelo. Entre ellos, más del 80% lo hace con una contribución superficial inferior al 25% y en tan solo un 10% de un total de 146 la implicación superficial en el modelo es superior al 50% (Tabla 4.2). En términos superficiales, el 91% de la superficie total de los mismos está implicado en mayor o menor grado en el modelo construido. Con una superficie menor del 25% de la superficie de cada sector figuran casi el 80% de los sectores hidrogeológicos implicados.

**Tabla 4.1.2.** Porcentaje de las masas de agua superficiales, de las cuencas vertientes a tramos, de las cuencas vertientes a humedales, de las masas de agua superficiales y de los sectores permeables comprometidos en el modelo de aportación de abono inorgánico. La columna "Total" expresa el nº de masas, cuencas o sectores vertientes a tramos en las que se ha aplicado el modelo y el porcentaje que suponen frente al número total. La fila de superficie se refiere a las hectáreas comprometidas respecto a la totalidad de la superficie de la CAPV.

	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº Masas de agua superficiales	117 (96,7%)	101 (83,5%)	11 (9,1%)	5 (4,1%)
Superficie (ha)	623.168 (99,3%)	518.357 (82,6%)	67.787 (10,8%)	37.025 (5,9%)
Nº cuencas vertientes a tramos	569 (87,5%)	476 (83,7%)	49 (8,6%)	44 (7,7%)
Superficie (ha)	680.930 (94,5%)	547.176 (80,4%)	59.698 (8,8%)	74.056 (10,9%)
Nº cuencas vertientes a humedales	4 (100,0%)	1 (25,0%)	2 (50,0%)	1 (25,0%)
Superficie (ha)	985 (100,0%)	324 (32,9%)	484 (49,1%)	177 (18,0%)
Nº masas de agua subterráneas	43 (97,7)	37 (86,0%)	3 (7%)	3 (7%)
Superficie (ha)	705.455 (00,4%)	554.030 (78,5%)	113.072 (16,0%)	38.343 (5,4%)
Nº sectores hidrogeológicos	146 (77,2%)	118 (80,8%)	14 (9,6 %)	14 (9,6%)

	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Superficie (ha)	180.736 (91,2%)	143.862 (79,6%)	11.094 (6,1%)	25.779 (14,3%)

A la hora de representar gráficamente los resultados obtenidos por la aplicación del modelo sobre las diferentes cuencas vertientes y masas y sectores de agua subterráneos de la CAPV, se han establecido cuatro puntos de corte (Tabla 4.1.3). Estos puntos de corte se han escogido en base a la bibliografía disponible (en este caso, se han empleado el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la CAPV, BOPV, de 27 de enero de 1999) y a la distribución estadística de los datos.

**Tabla 4.1.3.** Clasificación de la presión contaminante ejercida por aportes difusos de nutrientes de origen agrícola (abonos inorgánicos de nitrógeno y fósforo).

<b>Nivel de presión</b>	<b>Nitrógeno (kg/ha)</b>	<b>Fósforo (kg/ha)</b>
Sin presión	< 5	< 10
Baja	5-25	10-50
Moderada	10-50	50-100
Alta	50-100	100-200
Muy Alta	> 100	> 200

La distribución de los usos del suelo relacionados con la aplicación de fertilizantes inorgánicos (usos agrícolas extensivos) corresponde fundamentalmente a la vertiente mediterránea, por lo que en la vertiente atlántica de la CAPV no se registran presiones teóricas de este tipo (Mapa 4.1a y Mapa 4.1b) o se consideran presiones bajas.

En el caso de los abonos nitrogenados inorgánicos, los resultados del modelo muestran que alrededor del 22% de la superficie agrícola de la CAPV no muestra presión derivada de la aplicación de abonos nitrogenados (es decir, la aplicación es inferior a las 5 kg/ha). Sin embargo, la superficie agrícola que muestra una presión baja (la aplicación de abonos nitrogenados está en el intervalo de 5-25 kg/ha) es del 13%.

Las porciones del territorio agrícola con una presión moderada (aplicación nitrogenada entre 10 y 50 kg/ha) suponen el 18% del suelo agrícola de la CAPV. Las unidades ambientales que poseen un alto nivel de presión derivada del uso de abonos nitrogenados constituyen el 17% de la superficie agrícola de la Comunidad Autónoma.

Los campos de cultivo con un nivel de presión muy alto (es decir, en los que las tasas de aplicación de los abonos nitrogenados superan los 100 kg/año) suponen el mayor porcentaje superficial (alrededor del 30%) entre la totalidad del suelo agrícola de la CAPV.

En el caso de los abonos fosfatados, una tercera parte de los terrenos agrícolas de la CAPV no muestran presiones derivadas de su aplicación (aportaciones inferiores a los 10 kg/ha). Otra tercera parte del suelo agrícola muestra presiones bajas (enmiendas comprendidas en el intervalo entre 10 y 50 kg/ha), mientras que las presiones son moderadas en un 27% de la superficie agrícola (aportaciones entre 50 y 100 kg/ha).

Las porciones del territorio agrícola con un grado de presión alta (aplicaciones de abonos fosfatados comprendidas entre los 100 y los 200 kg/ha) suponen tan solo el 6% de la superficie incluida en el modelo. Por último, la presión se considera muy alta en una porción ínfima del suelo agrícola (0,6%, es decir, en unas 650 ha).

Para ambos nutrientes es de destacar el extenso tamaño de varias parcelas que generalmente muestran valores muy bajos o bajos. Como se ha comentado, estas parcelas corresponden, por lo general, a Montes de Utilidad Pública en los que la dedicación a la agricultura es parcial en zonas de roturos (este es el caso de la Parzonería de Iturrieta, Parzonería de Atxuri, Parzonería de Guipuzcoano y Nasasarra, o de los MUP ubicados en ambas vertientes de la Sierra de Cantabria, por ejemplo), mientras que el resto de la superficie es dedicada a hayedos, otros bosques naturales o cultivos madereros.

En el caso de los abonados nitrogenados, se observa en la vertiente mediterránea hay 3 zonas con presiones altas y medias. Estas son la zona de la Llanada Central y Oriental, la parte baja de las cuencas del Ayuda y del Ega, y la cuenca media del Omecillo. De menor entidad son las zonas de cultivo que se ubican en la zona de Valles Alaveses. Sin embargo, en el área de la Rioja Alavesa, las presiones son moderadas y bajas, debido fundamentalmente al menor aporte de abonos al cultivo mayoritario, la vid.

En el caso de las aportaciones de abonos fosfatados, las parcelas dedicadas al cultivo agrícola muestran, al igual que en el caso anterior, una polaridad manifiesta entre ambas vertientes. Aunque de menor entidad (muy pocas parcelas muestran aportes muy altos, >200 kg/ha), las aportaciones de fósforo siguen básicamente un patrón similar al expuesto para los abonos nitrogenados. Abundan las parcelas con aportes medios y altos en Llanada Central y Oriental, zona baja del Ayuda y del Ega, y cuenca del Omecillo. En todos los casos, estas parcelas de aportes elevados están imbricadas extensas áreas agrícolas con presión debida al aporte de fósforo baja y moderada. En la Rioja Alavesa las presiones son también de escasa entidad. Se ha de subrayar así mismo la abundancia de parcelas de extenso tamaño sin presión. Estas parcelas nuevamente corresponden

a Montes de Utilidad Pública (parcelas indivisas) con pequeñas áreas dedicadas a los cultivo.

#### **4.1.2. Nitrógeno inorgánico. Masas de agua superficiales**

Con el objetivo de discriminar entre las masas sometidas a presiones elevadas las más problemáticas, se han representado aquéllas que poseen un nivel de presión elevado según la superficie que los cultivos agrícolas ocupan en las masas de agua. El Mapa 4.1.2 muestra las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de nitrógeno inorgánico en los campos de cultivo.

Con presiones elevadas y una superficie superior al 50% de actividad agraria en las masas de agua, los resultados del modelo discriminan una única masa. En concreto corresponde a la del río Rojo, tributario de Ayuda (Ayuda-B, con un 58,7% de superficie con actividades agrícolas). Con niveles de presiones elevados, aunque con superficies dedicadas al cultivo agrícola menores (comprendidas entre el 25 y el 50% de la masas de agua) destacan las masas de agua del río Zadorra, Alegría, Ayuda y Omecillo (Mapa 4.1.2).

#### **4.1.3. Nitrógeno inorgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales**

En el caso de las cuencas vertientes a tramos fluviales (Mapa 4.1.3), las áreas de drenaje más problemáticas, es decir, aquellas en las que las superficies de cultivo superan el 50% de su superficie, se ubican en la cuenca del Zadorra (zona de cabecera en la Llanada, en gran parte de la cuenca vertiente al río Alegría, áreas de las Estribaciones de Gorbea), cuencas vertientes en la parte baja del río Baia, cuencas vertientes en el curso medio-bajo del Omecillo, varias cuencas vertientes del río Ayuda y una pequeña cuenca vertientes al Ega (Mapa 4.1.3). En estas mismas cuencas hidrológicas se ubican así mismo la mayor parte de las cuencas vertientes en las que la superficie corresponde a una implantación importante de la agricultura.

Al nivel de tramos fluviales, el modelo muestra que únicamente 23 tramos fluviales están sometidos a presiones elevadas y que los usos agrícolas ocupan más del 50% de su cuenca vertiente (Tabla 4.1.4). La Tabla 4.1.5 muestra dichos tramos, que corresponden a las unidades hidrológicas del Zadorra, Inglares, Ega, Omecillo, Baia e Inglares.

**Tabla 4.1.4.** Número de tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de N inorgánico y superficie de las cuencas vertientes afectadas.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	148	387	32	29	31	23
Sup cuencas vertientes (ha)	113.368	402.418	51.132	81.402	50.321	22.092

**Tabla 4.1.5.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente por aplicación de N inorgánico.

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup (ha)
TZa512	ZADORRA	77,6 %	398,7
TZa515	ZADORRA	74,9 %	71,2
TZa554	ZADORRA	72,2 %	558,4
TZa509	ZADORRA	71,5 %	1.157,1
ZTR566	ZADORRA	69,3 %	182,9
TZa506	ZADORRA	68,2 %	1.410,5
TZa516	ZADORRA	67,8 %	1.020,6
TZa548	ZADORRA	67,3 %	886,9
ZAT564	ZADORRA	65,9 %	232,2
TZa555	ZADORRA	61,0 %	1.293,1
TZa507	ZADORRA	60,7 %	902,7
ZTR577	ZADORRA	59,8 %	612,2
INT300	INGLARES	59,2 %	79,2
ZAT520	ZADORRA	58,7 %	670,0
TEg176	EGA	56,5 %	163,9
TZa513	ZADORRA	55,7 %	457,3
TZa552	ZADORRA	54,9 %	351,3
BAT032	BAIA	53,0 %	645,9
OMT373	OMECILLO	52,2 %	495,8
TZa553	ZADORRA	51,5 %	825,6
ZTR578	ZADORRA	51,4 %	161,6
TZa551	ZADORRA	51,1 %	382,8
OMT374	OMECILLO	50,9 %	553,7

#### 4.1.4. Nitrógeno inorgánico. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

Cuando en el modelo se considera la carga acumulada en cada tramo fluvial por las actividades que ocurren aguas arriba, obtenemos que un menor número de tramos no tendría presión (Mapa 4.1.4). Así, solamente 10 tramos fluviales que drenan cuencas, donde las actividades agrícolas suponen una superficie superior al 50%, tendrían presiones elevadas (Tabla 4.1.6). La Tabla 4.1.7 muestra qué tramos poseen presiones elevadas. La totalidad de los mismos corresponden a la cuenca del Zadorra, si bien el porcentaje es mucho más elevado en determinados tramos donde el uso agrícola es masivo.

**Tabla 4.1.6.** Tramos fluviales acumulados sometidos a presiones elevadas por aplicación de N inorgánico y superficie de las cuencas vertientes a tramos fluviales afectadas.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	123	419	34	40	24	10
Sup cuencas vertientes	136.543	4.141.562	224.035	532.422	612.681	21.429

**Tabla 4.1.7.** Tramos fluviales acumulados con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente por aplicación de N inorgánico.

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup (ha)
TZa554	ZADORRA	72,2 %	558,4
TZa515	ZADORRA	63,7 %	1.111,6
TZa516	ZADORRA	63,1 %	1.040,4
TZa512	ZADORRA	58,9 %	856,0
ZAT520	ZADORRA	58,7 %	670,0
TZa555	ZADORRA	58,4 %	1.341,8
TZa553	ZADORRA	58,2 %	1.384,1
TZa509	ZADORRA	56,1 %	4.463,4
TZa552	ZADORRA	54,9 %	351,3
TZa551	ZADORRA	52,8 %	734,1

#### 4.1.5. Nitrógeno inorgánico. Cuencas vertientes a humedales

El modelo no identifica presiones en las cuencas vertientes a los cuatro humedales considerados, ni tan siquiera en el caso de los humedales que poseen una preponderancia de los usos agrícolas en su cuenca vertiente (Mapa 4.1.5). En el caso de Salburua y del Lago de Arreo-Caicedo Yuso, la ocupación de la superficie de las cuencas vertientes a dichos humedales por las actividades agrícolas es del 25-50%.

#### 4.1.6. Nitrógeno inorgánico. Masas de agua subterráneas

En el caso de las masas de agua subterráneas (Mapa 4.1.6), los resultados del modelo indican que un total de 38 masas están sometidas a diferentes presiones, mientras que 6 masas no tienen presión significativa (Tabla 4.1.8). La Tabla 4.1.9 muestra la única masa de agua subterránea con presiones elevadas en más del 50% de su superficie por aplicación de N inorgánico, que posee una extensión superficial de unas 10.500 ha. Se trata de la masa cuaternaria de Vitoria.



**Tabla 4.1.8.** Masas de agua subterráneas sometidas a presiones elevadas por aplicación de N inorgánico.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 5 %</b>	<b>5-12 %</b>	<b>12-25 %</b>	<b>25-50 %</b>	<b>&gt; 50%</b>
Masas de agua	6	26	4	4	3	1
Sup masas (ha)	25.538	454.099	67.543	58.190	93.638	10.487

**Tabla 4.1.9.** Masas de agua subterráneas con presiones elevadas en más del 50% de la superficie por aplicación de N inorgánico.

<b>Masa de agua</b>	<b>Dominio</b>	<b>% presión elevada</b>	<b>Sup (ha)</b>
Vitoria	Cuaternario	52,1 %	5.462,5

#### 4.1.7. Nitrógeno inorgánico. Sectores permeables

Al nivel de los sectores más permeables de masas de agua subterráneas sometidos a presiones elevadas por aplicación de N inorgánico, un total de 144 muestran presiones en diferente grado, mientras que 45 carecen de presiones significativas (Mapa 4.1.7). Un total de 7 sectores presentan presiones elevadas en más del 50% de su superficie debido a la aplicación de N inorgánico (Tabla 4.1.10). La Tabla 4.1.11 y el Mapa 4.1.7 muestran la relación de sectores permeables más afectados según el modelo.

**Tabla 4.1.10.** Sectores permeables sometidos a presiones elevadas por aplicación de N inorgánico.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 5 %</b>	<b>5-12 %</b>	<b>12-25 %</b>	<b>25-50 %</b>	<b>&gt; 50%</b>
Sectores permeables	45	118	11	1	7	7
Sup sectores (ha)	21.489	119.406	30.487	4.105	8.809	13.986

**Tabla 4.1.11.** Sectores permeables con presiones elevadas en más del 50% de la superficie por aplicación de N inorgánico.

<b>Sector (Masa subterránea)</b>	<b>Dominio</b>	<b>% presión elevada</b>	<b>Sup (ha)</b>
Ega (Sierra_de_Cantabria)	Sierra_de_Cantabria	70,9 %	629,6
Dulantzi (Vitoria)	Cuaternario	66,9 %	1.178,0
Cuaternario_Valderejo-Sobron (Vaderejo-Sobrón)	Plataforma_alavesa	58,5 %	172,8
Inglares (Sierra_de_Cantabria)	Sierra_de_Cantabria	58,3 %	366,6
Occidental (Vitoria)	Cuaternario	54,2 %	1.482,5
Cuaternario_Treviño (Sinclinal_de_Treviño)	Sinclinal_de_Urbasa	53,5 %	1.433,1
Oriental (Vitoria)	Cuaternario	50,5 %	2.522,9

#### 4.1.8. Fósforo inorgánico. Masas de agua superficiales

El Mapa 4.1.8 muestra el porcentaje de la superficie de las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de fósforo inorgánico. Ninguna de las masas de agua superficiales afectadas presenta una superficie superior al 50% destinada a los cultivos agrícolas. Sin embargo, masas de agua afectadas de la Llanada, Omecillo, Ayuda, Ega y Rioja Alavesa poseen en su superficie un uso comprendido entre el 25 y el 50%.

#### 4.1.9. Fósforo inorgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales

Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, una única cuenca vertiente está sometida a presiones elevadas en una superficie superior al 50% (Mapa 4.1.9) por aplicación de fósforo inorgánico. Se trata de una pequeña cuenca vertiente del Zadorra en la Llanada Alavesa.

Al nivel de los tramos fluviales, la Tabla 4.1.12 muestra el número de tramos sometidos a presión más elevada debido a un uso intensivo de las actividades agrícolas provocado por la aplicación de fósforo inorgánico. La mayor parte de los tramos fluviales aparecen sin presión o con una presión mínima (la superficie destinada a las actividades agrícolas ocupan menos del 5% de la superficie de la cuenca vertiente), y un único tramo (TZa515, con una superficie de drenaje de unas 54 ha) de la cuenca del Zadorra aparece con presiones muy elevadas.

**Tabla 4.1.12.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de fósforo inorgánico.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	252	367	12	16	2	1
Sup cuencas vertientes (ha)	214.575	473.892	13.517	17.988	666	95

#### 4.1.10. Fósforo inorgánico. Cuencas vertientes acumuladas a tramos fluviales

Cuando se integran los resultados de las cuencas vertientes aguas arriba, no se obtienen presiones significativas en ninguna cuenca vertiente de la CAPV. La Tabla 4.1.13 muestra que más de 200 tramos fluviales no tienen presiones significativas, mientras que en más de 444 tramos de cuencas acumuladas (es decir, el 94% del total) la presión se produce en una superficie inferior al 5%. Dada la

minúscula trascendencia de estas presiones el Mapa 4.1.10 no se ha adjuntado a la cartografía de este capítulo.

**Tabla 4.1.11.** Tramos fluviales acumulados sometidos a presiones elevadas por aplicación de fósforo inorgánico.

<b>Datos</b>	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 5 %</b>
Nº de tramos fluviales	206	444
Sup cuencas vertientes (ha)	346.010	5.322.662

#### **4.1.11. Fósforo inorgánico. Cuencas vertientes a humedales**

En el caso de las cuencas vertientes a humedales, en ninguno de los 4 casos considerados existen una presión superior al 12% de la superficie de las cuencas vertientes (Mapa 4.1.11). De hecho, la presión es inexistente en las cuencas vertientes a los humedales de Altube y Arreo, y las presiones son inferiores al 12% en Salburua y lagunas de Laguardia.

#### **4.1.12. Fósforo inorgánico. Masas de agua subterráneas**

Una única masa de agua subterránea aparece, según el modelo construido, sometida a presiones elevadas por aplicación de fósforo inorgánico (Mapa 4.1.12), si bien el porcentaje de la superficie sometida a la aplicación de este abono no supera el 25%. 7 masas de agua carecen de cualquier tipo de presión significativa, mientras que en un total de 36 el porcentaje de la superficie sometida a la aplicación de fósforo inorgánico no supera el 5% de la masa de agua subterránea (Tabla 4.1.12).

**Tabla 4.1.12.** Masas de agua subterráneas sometidas a presiones elevadas por aplicación de fósforo inorgánico.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 5 %</b>	<b>12-25 %</b>
Masas de agua	7	36	1
Sup masas (ha)	32.450	666.557	10.487

#### **4.1.13. Fósforo inorgánico. Sectores permeables**

Al nivel de los sectores permeables (Mapa 4.1.13), según el modelo en ningún caso la superficie de los mismos está afectada en más del 50% por presiones derivadas de la aplicación de fósforo inorgánico. Sin embargo, en un caso las presiones son elevadas en el 25-50% de la superficie (Tabla 4.1.13).

**Tabla 4.1.13.** Sectores permeables sometidos a presiones elevadas por aplicación de fósforo inorgánico.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 5 %</b>	<b>5-12 %</b>	<b>12-25 %</b>	<b>25-50 %</b>
Sectores permeables	73	105	6	4	1
Sup sectores (ha)	46.104	132.493	9.226	8.699	1.760

## 4.2. Abono orgánico

### 4.2.1. Resultados generales

Mediante la aplicación del modelo se ha obtenido el aporte bruto en superficie de nitrógeno y fósforo procedente de las actividades ganaderas expresados en unidades de kg/ha (Mapa 4.2a y Mapa 4.2b). El modelo implica un total de 224.117 ha del territorio (aproximadamente el 31% de la superficie de la CAPV), de acuerdo a las parcelas dedicadas a la ganadería que han sido incluidas y que suman un total de 12.043 registros en las cuencas vertientes a cada tramo (unidades superficiales o parcelas sobre las que se han aplicado las diferentes variables del modelo), mientras que en las masas de agua subterráneas corresponden a 9.122 registros y a 13.780 registros en los sectores permeables de mayor importancia hidrogeológica.

La Tabla 4.2.1 muestra los valores medios de nitrógeno y fósforo orgánico obtenidos tras la aplicación del modelo. Como se observa en dicha tabla, los valores obtenidos muestran una cierta dispersión de los datos, más evidente en el caso del nitrógeno. La dispersión de los datos se explica por la gran variabilidad existente en la CAPV tanto en la entidad de la cabaña ganadera, como en la superficie de los municipios. Así, los valores mínimos corresponden a una exigua actividad ganadera en determinados municipios, o bien, a una escasa actividad en municipios de gran tamaño superficial. Y, de modo contrario, los valores más elevados corresponden a una gran acumulación de ganado en municipios de escasa entidad superficial. Como ejemplo de esta realidad podríamos citar los municipios de la Rioja Alavesa, donde la actividad ganadera se ha visto reducida a unos escasos rebaños durante las últimas décadas.

**Tabla 4.2.1.** Rango, valor medio y Desviación Standard de las aportaciones al terreno de nitrógeno y fósforo derivadas de las deyecciones del ganado (kg/ha).

	<b>Nitrógeno</b>	<b>Fósforo</b>
Rango	0,0000-500	0,000-311,6
Media	75,76	30,89
DS	82,21	36,83

Desde el punto de vista de las cuencas vertientes implicadas, el modelo compromete un total de 618 cuencas vertientes en diferentes niveles (Tabla 4.2.2). Se ha de hacer notar que prácticamente en la totalidad de las cuencas de la CAPV existe actividad ganadera con mayor o menor intensidad (en términos superficiales, el modelo se aplica sobre masas de agua superficiales que suponen el 98,1% de la superficie de la CAPV). Así las cosas, en un total de 534 cuencas vertientes la actividad ganadera se extiende en una superficie menor al 50% del área total de las vertientes.

Respecto a las masas de agua subterránea, sobre el total de las mismas se dan en la actualidad actividades ganaderas (Tabla 4.2.2). En más de la mitad de estas masas, la actividad ocupa una superficie inferior al 25%. Desde el punto de vista del número de sectores permeables de mayor importancia hidrogeológica, un elevado número de ellos soportan usos ganaderos (más del 85%), si bien en su mayor parte (65%) lo hacen con una contribución superficial inferior al 25%.

**Tabla 4.2.2.** Porcentaje de las masas de agua superficiales, de las cuencas vertientes a tramos, de las cuencas vertientes a humedales, de las masas de agua subterránea y de los sectores permeables comprometidos en el modelo de aportación de abono orgánico. La columna "Total" expresa el nº de las masas de agua en las que se ha aplicado el modelo y el porcentaje que suponen frente al número total. La fila de superficie se refiere a las hectáreas comprometidas respecto a la totalidad de la superficie de la CAPV.

	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº de Masas de agua superficiales	121 (100,0%)	70 (57,9%)	41 (33,9%)	10 (8,3%)
Superficie (ha)	627.757 (100,0%)	327.760 (52,2%)	244.748 (39,0%)	55.249 (8,8%)
Nº cuencas vertientes a tramos	618 (95,1%)	319 (51,6 %)	215 (34,8%)	84 (13,6%)
Superficie (ha)	707.220 (98,1%)	334.712 (47,3%)	261.553 (37%)	110.956 (15,7%)
Nº cuencas vertientes a humedales	4 (100,0%)	0	2 (50,0%)	2 (50,0%)
Superficie (ha)	985 (100,0%)	0	462 (46,9%)	523 (53,1%)
Nº masas de agua subterráneas	44 (100%)	25 (56,8%)	13 (29,5%)	6 (16,6%)
Superficie (ha)	709.494 (100%)	366.510 (51,7%)	266.129 (37,5%)	76.855 (10,8%)
Nº sectores hidrogeológicos	164 (86,8%)	94 (57,32%)	33 (20,1%)	37 (22,6%)
Superficie (ha)	188.317 (95,0%)	122.360 (65,0%)	28.352 (15,1%)	37.605 (20,0%)

Para representar gráficamente los resultados obtenidos tras la aplicación del modelo sobre las diferentes cuencas vertientes y masas de agua de la CAPV, se han establecido cuatro puntos de corte (Tabla 4.2.3). Inicialmente los puntos de corte se habían seleccionado en base a la distribución estadística de los datos y en base a la información recabada en la bibliografía.

**Tabla 4.2.3.** Niveles de presión contaminante ejercida por aportes difusos de nutrientes de origen ganadero.

<b>Nivel de presión</b>	<b>Nitrógeno (kg/ha)</b>	<b>Fósforo (kg/ha)</b>
Sin presión	< 5	< 10
Baja	5-25	10-50
Moderada	10-50	50-100
Alta	50-100	100-200
Muy Alta	> 100	> 200

La representación gráfica del modelo (Mapa 4.2a y 4.2b) muestra manchas homogéneas de diferente entidad en cada municipio y que corresponden a las parcelas aptas para el vertido de abono orgánico. Sin embargo, las praderas de diente ubicadas en los macizos montañosos de la divisoria de aguas (Gorbea, Aizkorri, Aralar...) y que al menos durante el verano-otoño soportan las mayores concentraciones de ganado, no han sido incluidas en el modelo debido a que el ganado está adscrito al municipio donde permanece durante el invierno y la titularidad de esos pastizales montanos corresponde, en la mayor parte de los casos, a montes proindivisos, parzonerías o mancomunidades.

El Mapa 4.2a muestra la presión sobre las masas de agua debida al nitrógeno procedente de la actividad ganadera. Destaca la ausencia de presión, además de en las praderas montanas de diente ya mencionadas, en la parte alta de la cuenca del Alegría y en áreas de la Rioja Alavesa (municipios de Labastida, Villabuena de Álava o Laguardia).

La presión debida a los aportes orgánicos nitrogenados es baja en la mayor parte de la vertiente mediterránea, excepto en la cuenca media del Baia, cabecera del Zadorra (valles del sur del macizo de Gorbea, en la cuenca de los arroyos Undabe y Santa Engracia), y cuenca del Ega en el valle de Arana. En la vertiente atlántica no existen municipios sin presión y son escasas las áreas con presión baja (área del monte Serantes, Asúa y Larrabetzu en la cuenca del Ibaizabal, zonas próximas a la desembocadura del Butroe, municipio de Gernika y márgenes del estuario en la cuenca del Oka y en margen izquierda del Deba) (Mapa 4.2a).

Las presiones debidas al aporte teórico de abonos nitrogenados procedentes de la cabaña ganadera (Mapa 4.2a) es moderado en amplias áreas de la cuenca del Ibaizabal, bajo Oka, Butroe, Ego medio (Deba), Bajo Oria, Urumea y el área del embalse de Urkulu en la cabecera de la cuenca del Deba. Las presiones son altas en el área del Alto Nerbioi (valle de Aiala), Kadagua, Agüera, Barbadún, Ibaizabal alto y medio y amplias porciones en las cuencas guipuzcoanas.

Por último, las presiones son muy altas (Mapa 4.2a) en la cuenca del Karrantza, en la cabecera del río Altube, en el tramo alto-medio del Butroe y en la parte alta del Artibai, en lo que se refiere a Bizkaia. En Gipuzkoa las presiones son muy altas en determinadas áreas del Oria y en el alto Urumea.

En términos porcentuales, para las parcelas incluidas en el modelo, los resultados obtenidos tras la aplicación del mismo muestran que para un 45% de la superficie la presión es muy alta (cargas superiores a los 100 kg/ha) y en tan solo el 8,4 de la superficie que soporta las actividades ganaderas no se registra ninguna presión (cargas inferiores a los 5 kg/ha). La presión es baja (5-25 kg/ha) en algo más del 20% de las parcelas ganaderas y moderada (25-50 kg/ha) o alta (50-100) en un 12% de las parcelas, respectivamente.

En lo que respecta a la presión originada por los abonos orgánicos fosfatados procedentes de la cabaña ganadera (Mapa 4.2b), difiere claramente del modelo de los aportes nitrogenados debido a la diferente composición de la cabaña ganadera. Entre la vertiente atlántica y mediterránea existe un notable gradiente. Mientras que en las cuencas vertientes al Ebro existen amplias áreas sin presión (Rioja Alavesa, cuencas del Zadorra, Alegría, Ayuda y cabecera del Ega) por tratarse de áreas eminentemente agrícolas sin apenas explotaciones ganaderas, en la vertiente atlántica, entre las áreas incluidas en el modelo, únicamente aparece sin presión la margen derecha del estuario del Oka (Mapa 4.2b).

Por otra parte, se registran presiones bajas en el resto de la vertiente mediterránea, excepto en los valles alaveses del Gorbea, pertenecientes a la cabecera del Zadorra (Mapa 4.2b).

En la vertiente atlántica, teóricamente las presiones son bajas en la cabecera del Nerbioi. Las presiones, sin embargo, son moderadas en Karrantza, valle alto del Nerbioi, Butroe y Kadagua. En Gipuzkoa las presiones moderadas se extienden por todo el territorio, aunque poseen una menor entidad. Las presiones altas se registran en las cuencas del Altube, Kadagua, alto Butroe, Oka y desembocadura del

Oria. Por último, las presiones altas se localizan en la cuenca del Estepona, alto Oria y desembocadura del Urumea (Mapa 4.2b).

La aportación de abonos orgánicos fosfatados en los terrenos agrícolas de la CAPV muestra que únicamente en el 0,6% de la superficie dedicada a este uso las presiones son altas (superiores a los 200 kg/ha). Las presiones son altas (entre 100-200 kg/ha) en una porción mínima del territorio, un 2,6% de las parcelas consideradas.

Las porciones del territorio con una carga moderada (50-100 kg/ha) de abonos orgánicos fosfatados suponen una tercera parte de las parcelas incluidas en el modelo. Las presiones son bajas (10-50 kg/ha) en el 34% del territorio y, por último, un 29% del territorio no poseen ningún tipo de presión.

Con el objetivo de discriminar entre las masas sometidas a presiones elevadas las más problemáticas, se han representado aquéllas que poseen un nivel de presión elevado según la superficie dedicada a la ganadería o al reparto de los abonos orgánicos obtenidos por este uso:

#### **4.2.2. Nitrógeno orgánico. Masas de agua superficiales**

El Mapa 4.2.2 muestra las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por la aplicación de nitrógeno orgánico.

Entre las masas de agua sometidas a presiones elevadas destacan dos (Mapa 4.2.2) que soportan usos ganaderos en una superficie superior al 50% de la masa de agua: Asteasu-A y Urola-F, ubicadas en la parte baja de las unidades hidrológicas del Urumea y del Urola, respectivamente. Otras masas de agua con una superficie comprendida entre el 25 y el 50% dedicadas al uso ganadero se ubican en las unidades hidrológicas de Karrantza, Barbadún, Ibaizabal, parte alta del Nerbioi y Zadorra, y en masas de agua del Urola, Urumea y Oiartzun (Mapa 4.2.2).

#### **4.2.3. Nitrógeno orgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales**

El Mapa 4.2.3 muestra los resultados del modelo para cuencas vertientes, donde se puede apreciar que un total de 120 tramos fluviales aparecen sin presiones significativas (Tabla 4.2.4), los cuales están ubicados en su mayor parte en la vertiente mediterránea. En el extremo opuesto figuran 35 tramos fluviales donde el porcentaje superficial supera el 50% de la cuenca.



**Tabla 4.2.4.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de N orgánico.

Datos	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	120	104	71	154	166	35
Sup cuencas vertientes	176.939	83.823	75.353	178.226	177.645	28.746

La Tabla 4.2.5 muestra la relación de los tramos fluviales sometidos a elevadas presiones por aplicación de N orgánico. Aunque los mayores porcentajes se ubican en determinados tramos fluviales de Gipuzkoa (Oria, Urola, Urumea), la mayor superficie corresponde a la cuenca vertiente al tramo fluvial inferior del río Karrantza con casi 2.500 ha.

**Tabla 4.2.5.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente por aplicación de N orgánico.

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup (ha)
TOr423	ORIA	67,7 %	294,0
TOr407	ORIA	66,8 %	275,3
TUI463	UROLA	66,5 %	151,7
TUI494	UROLA	65,6 %	97,2
TUm495	URUMEA	64,4 %	349,6
Tib218	IBAIZABAL	64,4 %	313,5
TKa305	KARRANTZA	63,3 %	2.486,4
TUI489	UROLA	63,2 %	385,3
Tib189	IBAIZABAL	63,1 %	42,8
TOi330	OIARTZUN	62,6 %	314,8
TBu074	BUTROE	61,0 %	124,0
TUI465	UROLA	60,4 %	365,7
TKa308	KARRANTZA	58,9 %	1.342,0
TOr401	ORIA	57,8 %	133,1
TOr403	ORIA	57,8 %	269,4
Tib195	IBAIZABAL	57,1 %	997,6
TUm494	URUMEA	56,7 %	691,7
TDe146	DEBA	56,5 %	39,8
TOr395	ORIA	56,5 %	1.178,6
TOr410	ORIA	56,3 %	383,3
TOr394	ORIA	55,6 %	259,5
TUI493	UROLA	54,7 %	282,6
TUI455	UROLA	53,7 %	319,7
TBu071	BUTROE	53,1 %	616,2
TBb041	BARBADUN	52,8 %	155,8
TOr435	ORIA	52,4 %	161,8
TOr417	ORIA	52,3 %	491,6
TKa306	KARRANTZA	52,2 %	246,8
TOi334	OIARTZUN	51,9 %	329,0
TUm497	URUMEA	51,6 %	891,7
Tib200	IBAIZABAL	51,4 %	343,2
TZa552	ZADORRA	51,0 %	327,0
TUI491	UROLA	50,8 %	190,1
TBu077	BUTROE	50,8 %	674,1
TBu067	BUTROE	50,5 %	843,4

#### 4.2.4. Nitrógeno orgánico. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

Cuando los cálculos se realizan desde el punto de vista de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales (Tabla 4.2.6), se observa que en 7 cuencas el porcentaje de la superficie sometida a presiones elevadas por aplicación de N orgánico es superior al 50% (Mapa 4.2.4).

**Tabla 4.2.6.** Tramos fluviales acumulados sometidos a presiones elevadas por aplicación de N orgánico

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	99	107	73	239	125	7
Sup cuencas vertientes	415.336	261.760	801.704	3.288.008	895.216	6.648

La Tabla 4.2.7 muestra la relación de tramos fluviales acumulados donde la presión originada por la aplicación de N orgánico es elevada en más del 50% de la cuenca vertiente.

**Tabla 4.2.7.** Tramos fluviales acumulados con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente por aplicación de N orgánico.

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup (ha)
TUm495	Urumea	64,4 %	349,6
TUI489	Urola	63,2 %	385,3
Tib218	Ibaizabal	59,1 %	316,9
TKa308	Karrantza	58,9 %	1.342,0
Tib195	Ibaizabal	57,1 %	997,6
TBb041	Barbadun	52,8 %	155,8
TZa552	Zadorra	51,0 %	327,0

#### 4.2.5. Nitrógeno orgánico. Cuencas vertientes a humedales

El modelo muestra que no existen presiones elevadas en más del 50% de la superficie de las cuencas vertientes a humedales por aplicación de N orgánico (Mapa 4.2.5). Únicamente en el caso del humedal de Altube, las presiones son elevadas en un porcentaje superficial comprendido entre el 25 y el 50% de la superficie de la cuenca vertiente.

#### 4.2.6. Nitrógeno orgánico. Masas de agua subterráneas

El modelo muestra que una única masa de agua subterránea está sometida a presiones elevadas en una superficie superior al 50% por aplicación de N orgánico (Tabla 4.2.8). Se trata de la masa de agua subterránea de Alisa-Ramales, ubicada en el Dominio hidrogeológico

del Anticlinorio Sur (Mapa 4.2.6), donde la superficie de presiones elevadas se extiende en unas 3.100 ha.

La Tabla 4.2.8 muestra así mismo como otras 10 masas de agua subterráneas poseen presiones elevadas en una superficie comprendida entre el 25 y el 50%. Estas masas corresponden a dominios hidrogeológicos ubicados en la vertiente atlántica.

**Tabla 4.2.8.** Masas de agua subterráneas sometidas a presiones elevadas por aplicación de N orgánico.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Masas de agua	5	12	5	11	10	1
Sup masas	98.494	84.800	68.471	284.548	167.719	5.462

#### 4.2.7. Nitrógeno orgánico. Sectores permeables

A nivel de sectores hidrogeológicos permeables con presiones elevadas por aplicación de N orgánico, se han identificado en base al modelo realizado un total de 22 en las que la superficie que soporta usos ganaderos es superior al 50% (Tabla 4.2.9). El Mapa 4.2.7 identifica los sectores más problemáticos y la Tabla 4.2.10 relaciona todos los sectores teóricamente más afectados por presiones elevadas, los cuales se ubican preferentemente en los dominios hidrogeológicos del Anticlinorio Sur y del Anticlinorio Norte. Destaca por su extensión el sector de Alisas-Ramales, ubicado en Karrantza, si bien el porcentaje es del 66%. Otros sectores permeables, aunque de menor entidad superficial, presentan porcentajes mucho más elevados. Así, el porcentaje es del 100% en el sector occidental de Tolosa y en el sector Igaran-Urrestilla del dominio del Anticlinorio Norte (Tabla 4.2.10).

**Tabla 4.2.9.** Sectores permeables sometidos a presiones elevadas por aplicación de N orgánico.

Datos	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Sectores permeables	39	48	24	26	30	22
Sup sectores (ha)	74.513	32.667	21.116	37.743	24.191	8.052

**Tabla 4.2.10.** Sectores permeables con presiones elevadas en más del 50% de la superficie por aplicación de N orgánico.

SECTOR (Masa subterránea)	Dominio Hidrogeológico	% presión elevada	Sup (ha)
Occidental (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	100,0 %	0,8

Igaran-Urrestilla (Izarraitz)	Anticlinorio_Norte	100,0 %	0,2
Aduna (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	93,9 %	64,9
Cuaternario_Aizkorri (Aizkorri)	Anticlinorio_Sur	83,7 %	28,9
Acuífero Jurásico (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	79,2 %	1,7
Depresión cuaternaria (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	75,9 %	66,0
Cuaternario_Mena-Orduña (Mena-Orduña)	Plataforma_alavesa	74,2 %	634,0
Santiagomendi (Oiartzun)	Anticlinorio_Norte	72,9 %	87,2
Matxinzulo (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	68,8 %	180,7
Igaran-Urrestilla (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	66,4 %	176,9
Karrantza (Alisa-Ramales)	Anticlinorio_Sur	66,2 %	2.220,3
Cuaternario_Jata-Sollube (Jata-Sollube)	Anticlinorio_Norte	64,7 %	589,1
Hernani (Andoain)	Anticlinorio_Norte	62,7 %	129,7
Hernalde (Gatzume)	Anticlinorio_Norte	62,2 %	5,1
Ugena (Gatzume)	Anticlinorio_Norte	62,0 %	260,1
Bakio (Jata-Sollube)	Anticlinorio_Norte	60,9 %	208,4
Ugena (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	60,6 %	17,3
Occidental (Zumaia-Irun)	Cadena_costera/Cret.S up	58,7 %	166,1
Igaran-Urrestilla (Gatzume)	Anticlinorio_Norte	57,7 %	184,3
Cuaternario_Alisa-Ramales (Alisa-Ramales)	Anticlinorio_Sur	57,6 %	56,2
Aldaia (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	53,8 %	111,9
Anoeta (Tolosa)	Anticlinorio_Norte	51,2 %	90,2

#### 4.2.8. Fósforo orgánico. Masas de agua superficiales

Tal y como veíamos en el apartado sobre los resultados generales del modelo, las presiones originadas por la aportación de abonos orgánicos fosfatados en los terrenos agrícolas de la CAPV apenas origina presiones altas. Cuando analizamos estas presiones desde el punto de vista de las masas de agua superficiales observamos que en ninguna masa se dan presiones elevadas en una superficie superior al 50% de las mismas (Mapa 4.2.8).

#### 4.2.9. Fósforo orgánico. Cuencas vertientes a tramos fluviales

Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos, se observa que en dos casos las presiones son elevadas en una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente a tramos fluviales del Oria y del Ibaizabal (Mapa 4.2.9).

La Tabla 4.2.11 muestra el que un elevado número de tramos fluviales no presenta presiones elevadas debido a la aplicación de fósforo orgánico. Sin embargo, tan solo 2 tramos fluviales, que drenan una superficie total de 376 ha, presentan presiones elevadas en una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente. Se trata de dos tramos ubicados en las partes altas de las cuencas del Ibaizabal y del Oria (Tabla 4.2.12).

**Tabla 4.2.11.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de fósforo orgánico

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	536	72	17	20	3	2
Sup cuencas vertientes (ha)	606.946	70.508	18.727	23.506	669	376

**Tabla 4.2.12.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente por aplicación de fósforo orgánico.

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup (ha)
Tib189	IBAIZABAL	63,1 %	42,8
TOr435	ORIA	52,4 %	161,8

#### 4.2.10. Fósforo orgánico. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

Desde el punto de vista de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, es decir, de la integración de las cargas existentes aguas arriba de cada tramo, se observa que la presión es inexistente en el 42% de la superficie de las cuencas vertientes y que corresponde a un número total de 465 tramos fluviales (Tabla 4.2.13). Por otra parte, el número de tramos fluviales con una presión inferior al 5% de la superficie de las cuencas vertientes acumuladas es de 185 tramos, si bien la superficie de drenaje acumulada supone el 58% del total. Así las cosas, no existe ningún tramo fluvial acumulado con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente por aplicación de fósforo orgánico, por lo que no se adjunta el Mapa 4.2.10.

**Tabla 4.2.13.** Tramos fluviales acumulados sometidos a presiones elevadas por aplicación de fósforo orgánico.

	Sin presión	< 5 %
Nº de tramos fluviales	465	185
Sup cuencas vertientes (ha)	2.408.417	3.260.255

#### 4.2.11. Fósforo orgánico. Cuencas vertientes a humedales

No se han identificado presiones elevadas por aplicación de fósforo orgánico en cuencas vertientes a humedales, por lo que no se adjunta el Mapa 4.2.11.

#### 4.2.12. Fósforo orgánico. Masas de agua subterráneas

En el caso de las masas de agua subterráneas que pudieran verse afectadas por la aplicación en campos de cultivo de abonos orgánicos fosfatados, el modelo muestra que dos terceras partes de las masas de agua no presentan presión elevada alguna (Tabla 4.2.14). Sin embargo, una tercera parte de las masas de agua subterránea presentan presiones en una superficie inferior al 5% de su superficie, si bien la superficie de estas masas prácticamente es equivalente a la de las masas sin presiones significativas. Por último, una única masa de agua posee presiones elevadas en un 5-12% de su superficie (Tabla 4.2.14 y Mapa 4.2.12) que corresponde a la masa subterránea de Etxano, correspondiente al Dominio hidrogeológico del Sinclinorio de Oiz.

**Tabla 4.2.14.** Masas de agua subterráneas sometidas a presiones elevadas por aplicación de fósforo orgánico.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %
Masas de agua	29	14	1
Sup. masas (ha)	368.495	331.674	9.325

Sin embargo, no existen masas de agua subterráneas con presiones elevadas en más del 50% de la superficie por aplicación de fósforo orgánico (Mapa 4.4.5).

#### 4.2.13. Fósforo orgánico. Sectores permeables

Desde el punto de vista de la afección a los sectores permeables motivada por la aplicación de abonos orgánicos fosfatados, tras la aplicación del modelo se observa que una gran parte de los sectores permeables (más del 70% del total) carecen de presión (Tabla 4.2.15). El resto posee presiones elevadas en parte de su superficie (Mapa 4.2.13) y en especial, en dos casos: sector de Bakio (en la masa de agua subterránea de Jata-Sollube) y en el sector cuaternario de Alisa-Ramales (en la masa subterránea del mismo nombre) (Tabla 4.2.16).

**Tabla 4.2.15.** Sectores permeables sometidos a presiones elevadas por aplicación de fósforo orgánico.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	> 50%
Sectores permeables	134	43	6	4	2
Sup sectores (ha)	148.079	38.158	10.881	725	440

**Tabla 4.2.16.** Sectores permeables con presiones elevadas en más del 50% de la superficie por aplicación de fósforo orgánico.

SECTOR (Masa de agua)	Dominio	% presión elevada	Sup (ha)
Bakio (Jata-Sollube)	Anticlinorio_Norte	60,9 %	208,4
Cuaternario_Alisa-Ramales (Alisa-Ramales)	Anticlinorio_Sur	57,0 %	55,5

### 4.3. Exportación de Nitrógeno

#### 4.3.1. Resultados generales

El Mapa 4.3 muestra los resultados del modelo de la exportación de Nitrógeno en los municipios de la CAPV, empleando los puntos de corte especificados en la Tabla 3.68. En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos para los municipios de la C.A.P.V. En Álava, el surplus medio ronda los 70 kilogramos por hectárea de S.A.U. con una desviación estándar de 18 kilogramos. El surplus máximo es de 133 kg/ha, mientras que el mínimo ronda los 46 kg/ha. (Tabla 4.3.1).

**Tabla 4.3.1.** Balance de nitrógeno, surplus de N (kg N/ha S.A.U.), en los municipios de Álava.

Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)	Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)
Ribera baja	66,75	Arraia-Maeztu	96,47
Asparrena	80,08	Lagrán	78,37
Zigoitia	46,61	Laguardia	57,77
Ayala	96,15	Alegria-Dulantzi	58,69
Navaridas	45,67	Lanciego	60,04
Moreda de Álava	54,89	Lantarón	64,4
Barrundia	62,27	Amurrio	120,86
Leza	50,78	Lapuebla de Labarca	79,79
San Millán	64,42	Aramaio	75,35
Samaniego	58,19	Elvillar	55,16
Baños de Ebro	48,88	Zambrana	68,35
Salinas de Añana	72,70	Legutiano	63,01
Artziniega	61,95	Zalduondo	91,62
Ribera alta	55,16	Elburgo	63,53
Okondo	86,72	Valle de arana	66,46
Berantevilla	68,65	Yécora	67,64

Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)	Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)
Peñacerrada	88,87	Vitoria-Gasteiz	73,16
Kuartango	89,36	Villabuena de Álava	46,12
Oion	65,29	Urkabustaiz	82,03
Bernedo	67,44	Elciego	46,97
Cripán	61,42	Iruña de oca	77,19
Llodío	132,8	Zuya	107,57
Labastida	52,28	Iruraiz-Gauna	63,09
Campezo	69,37	Arrazua-Ubarrundia	65,45
Salvatierra	63,65	Armiñón	65,09
		Valdegovía	66,46

En Bizkaia, el surplus medio ronda los 121 kilogramos por hectárea de S.A.U. con una desviación estándar de 34 kilogramos. El surplus máximo es de 245 kg, mientras que el mínimo ronda los 23 kg. (Tabla 4.3.2).

**Tabla 4.3.2.** Balance del nitrógeno, surplus de N (kg N/ha S.A.U), en los municipios de Bizkaia.

Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)	Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)
Ermua	115,47	Bermeo	146,71
Etxebarri	139,85	Berango	148,45
Forua	119,49	Bedia	125,56
Galdakao	76,78	Basauri	163,43
Errigoiti	126,5	Barrika	87,95
Fruniz	106,36	Ereño	84,31
Etxebarria	80,14	Carranza	71,93
Gorliz	141,74	Sondika	134,6
Kortezubi	127,77	Muxika	118,9
Izurza	55,53	Zaldibar	124,49
Iurreta	139,6	Muskiz	70,61
Ispaster	114,07	Zalla	147,82
Ibarranguelua	82,69	Zamudio	121,71
Abadiño	113,97	Murueta	115,26
Getxo	175,15	Zeberio	79,19
Gueñes	107,18	Zaratamo	105,24
Galdames	78,47	Ondarroa	138,01
Berriz	115,4	Mundaka	125,19
Gordexola	167,79	Orozko	96,63
Gernika-Lumo	98,33	Mendexa	104,27
Gautegiz de Arteaga	97,68	Mendata	90,55
Gatika	124,42	Zeanuri	83,10
Garay	107,46	Meñaka	120,19
Gamiz-Fika	208,08	Munitibar	126,43
Gizaburuaga	120,43	Ortuella	132,23
Arcentales	113,97	Sopelana	138,14
Aulesti	123,04	Santurtzi	147,29
Atxondo	133,28	Sopuerta	105,71
Artea	147,57	Sukarrieta	120,44



Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)	Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)
Arrigorriaga	127,48	Portugalete	140,88
Arrieta	146,98	Nabarniz	72,75
Arratzu	127,97	Otxandio	128,21
Busturia	132,69	Urduliz	181,15
Areatza	72,06	Trapagaran	117,84
Barakaldo	142,23	Trucios	70,70
Arantzazu	151,93	Lanestosa	144,87
Arakaldo	97,77	Ubidea	124,4
Amoroto	123,96	Orduña	62,50
Amorebieta Etxano	126,12	Ugao-Miraballes	23,30
Alonsotegi	111,32	Morga	140,88
Ajangiz	163,03	Plentzia	101,22
Abanto	73,49	Mungia	180,59
Arrankudiaga	96,41	Leioa	227,08
Igorre	151,13	Lemoa	137,07
Erandio	136,50	Maruri	127,98
Elorrio	84,98	Lezama	163,52
Elantxobe	79,77	Laukiz	137,99
Ea	98,92	Lekeitio	121,13
Durango	85,32	Lemoiz	121,91
Dima	132,55	Loiu	120,98
Derio	167,79	Mallabia	118,58
Bakio	244,97	Mañaria	128,05
Bilbao	123,15	Zierbena	73,49
Balmaseda	112,74	Larrabetzu	153,33
Berriatua	151,51	Markina-Xemein	130,41

En Gipuzkoa, el surplus medio ronda los 94 kilogramos por hectárea de S.A.U. con una desviación estándar de 38 kilogramos. El surplus máximo es de 236 kg, mientras que el mínimo ronda los 29 kg. (Tabla 4.3.3).

**Tabla 4.3.3.** Balance de nitrógeno, Surplus de N (kg N/ha S.A.U.), en los municipios de Gipuzkoa.

Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)	Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)
Zizurkil	71,02	Gaztelu	32,16
Alkiza	62,24	Getaria	81,75
Albiztur	79,07	Leintz-Gatzaga	132,38
Zumaia	127,29	Berrobi	111,24
Tolosa	33,35	Hernialde	142,37
Alegia	71,93	Elgoibar	97,61
Azkoitia	78,31	Ibarra	92,56
Ataun	116,18	Legorreta	164,22
Aizarnazabal	154,96	Legazpi	125,10
Urnieta	98,43	Leaburu	46,52
Aia	86,40	Ikaztegieta	236,22
Soraluze	83,26	Irun	104,01
Baliarrain	107,73	Lazkao	160,23

Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)	Municipio	SURPLUS (kg N/ha S.A.U.)
Aduna	75,08	Irura	100,65
Zumarraga	59,86	Lasarte-Oria	104,79
Abaltzisketa	29,45	Itsasondo	122,28
Azpeitia	95,24	Larraul	104,56
Zaldibia	97,97	Hernani	84,37
Arama	56,08	Ordizia	134,59
Antzuola	149,33	Beasain	53,14
Anoeta	91,01	Renteria	95,99
Zarautz	95,74	Beizama	143,14
Andoain	53,05	Belauntza	37,68
Zegama	137,84	Berastegi	52,90
Zerain	93,10	Bergara	87,77
Altzo	54,83	Pasaia	29,73
Zestoa	116,83	Idiazabal	185,6
Astigarraga	97,28	Bidegoian	71,00
Arrasate	124,03	Ormaiztegi	103,97
Villabona	76,13	Orio	127,07
Usurbil	117,08	Errezil	107,5
Urretxu	36,49	Orendain	162,83
Amezketta	133,87	Oñati	102,34
Altzaga	62,59	Deba	67,39
Asteasu	50,54	Olaberría	55,45
Aretxabaleta	112,68	Oiartzun	106,56
Hondarribia	112,18	Donostia-San Sebastián	112,47
Eskoriatza	118,26	Eibar	90,38
Mendaro	48,60	Mutriku	114,39
Ezkio-Itsaso	130,56	Mutiloa	35,84
Gabiria	102,96	Elduain	48,09
Gaintza	74,63	Elgeta	117,92
Lizartza	64,75	Segura	49,21
Lezo	58,28	Orexa	75,79

En la Tabla 4.3.4 se reflejan los *surpluses* a escala de provincia y para el conjunto de la C.A.P.V. Se refleja, a su vez, la eficiencia en el uso del nitrógeno en la agricultura en las tres provincias y para el conjunto de la C.A.P.V. La menor eficiencia se obtiene en Bizkaia con un 36 %. Álava y Gipuzkoa presentan eficiencias similares, con 53 % y 56 % respectivamente.

**Tabla 4.3.4.** Balance del nitrógeno, surplus de N (kg N/ha S.A.U), a escala de provincia y para el conjunto de la C.A.P.V. Eficiencia en el uso del nitrógeno (% salidas/entradas) a escala de provincia y para el conjunto de la C.A.P.V.

	Surplus kg N/ha S.A.U.				Eficiencia N (% Salidas/Entradas)			
	Álava	Bizkaia	Gipuzkoa	CAPV	Alaba	Bizkaia	Gipuzkoa	CAPV
Media	70,02	121,33	94,41	101,30	53	36	56	46
D. S	18,12	33,84	38,36	38,49	10	14	17	17
Mín.	132,80	244,97	236,22	244,97	31	12	24	12
Máx.	45,67	23,30	29,45	23,30	73	90	88	90

En la Tabla 4.3.5 se reflejan las entradas (nitrógeno aportado por las deyecciones ganaderas, por la fertilización mineral, por el empleo de semillas, por la fijación biológica y por la deposición atmosférica) y las salidas de nitrógeno (cantidad de nitrógeno extraído durante el pastoreo y en la retirada de los cultivos y el ensilado de las praderas), para las tres provincias y para el conjunto de la C.A.P.V. Se representa el surplus de nitrógeno para las tres provincias y para el conjunto de la C.A.P.V.

**Tabla 4.3.5.** Términos del balance del nitrógeno en la agricultura a escala provincial y para el conjunto de la C.A.P.V (entradas y salidas de nitrógeno).

		ENTRADAS						SALIDAS			Surplus (E-S)	
		Ganado	F.Mín.	Semillas	Fijac.	Deposic.	Σ Ent.	Cultivos	Silo	Pastoreo		Σ Sal.
kg N/ ha S.A.U.												
ÁLAVA	Med.	24	98	1,32	7	22		54	15	13		
	SD	28	29	1,02	8	0	152	34	28	15	82	70
	Min.	0	40	0,00	0	22		0	0	0		
	Máx.	98	160	3,19	27	22		126	135	57		
BIZKAIA	Med.	75	71	0,12	27	16		6	21	42		
	SD	31	18	0,09	4	0	190	7	27	17	69	121
	Min.	20	18	0,00	12	16		0	0	12		
	Máx.	163	146	0,47	32	17		36	134	107		
GIPUZKOA	Med.	101	72	0,11	27	22		3	69	56		
	SD	34	16	0,09	5	0	223	3	49	22	128	94
	Min.	11	19	0,01	12	22		0	0	8		
	Máx.	216	108	0,39	34	22		15	182	174		
C.A.P.V.	Med.	74	77	0,36	23	19		15	37	41		
	SD	42	23	0,68	10	3	194	26	43	24	93	101
	Min.	0	18	0,00	0	16		0	0	0		
	Máx.	216	160	3,19	34	22		126	182	174		

Teniendo en cuenta lo reflejado en las tablas anteriores, se concluye que:

- En Álava encontramos un surplus medio de 70 kg N/ha S.A.U., debido a la extracción de nitrógeno por parte de los cultivos, 54 kg N/ha S.A.U. La mayor entrada de nitrógeno procede de la fertilización mineral de los diferentes cultivos, el 64 %. La ganadería aporta un 16 % de la entrada total.
- En Bizkaia encontramos un surplus medio de 121 kg N/ha S.A.U., debido a la gran actividad ganadera existente, aportando el 40 % de las entradas totales de nitrógeno. La fertilización mineral aporta un 37 %. Las extracciones de nitrógeno se realizan fundamentalmente mediante el ensilado y el pastoreo debido a la escasa actividad agrícola.

- En Gipuzkoa encontramos un surplus medio de 94 kg N/ha S.A.U., debido a la gran actividad ganadera existente, aportando el 46 % de las entradas totales de nitrógeno. Como en Bizkaia, las extracciones de nitrógeno se realizan fundamentalmente mediante el ensilado y el pastoreo, debido a la escasa actividad agrícola.
- Para el conjunto de la C.A.P.V. encontramos un surplus medio de 101 kg N/ha S.A.U. Se trata de un valor medio-elevado cuando lo comparamos con el obtenido en otros países europeos (Tabla 4.3.6).

**Tabla 4.3.6.** Comparación de los surplus obtenidos durante el periodo 1995-1997 en algunos países europeos, con los obtenidos en las tres provincias vascas y en el conjunto de la C.A.P.V.

	kg N/ha S.A.U. y año			N eficiencia (% output/input)
	N Input	N Output	N Surplus	
Holanda	490	228	262	47
Bélgica	325	144	181	44
<b>Bizkaia</b>	190	69	121	36
Dinamarca	223	105	118	47
<b>C.A.P.V.</b>	194	93	101	46
<b>Gipuzkoa</b>	223	198	94	56
Reino Unido	167	81	86	48
Irlanda	175	96	79	55
Noruega	201	128	73	63
Portugal	96	30	66	31
Finlandia	126	62	64	49
<b>Álava</b>	152	82	70	53
Alemania	200	139	61	69
Suiza	159	98	61	62
República Checa	129	75	54	58
Francia	152	99	53	65
España	71	30	41	42
Grecia	127	89	38	70
Suecia	121	87	34	72
Italia	122	91	31	75
Polonia	102	73	29	72
Austria	103	76	27	74

La representación (Mapa 4.3) muestra de forma clara que el exceso de nitrógeno es mayor en las superficies con uso ganadero, fundamentalmente ubicadas en la cuenca cantábrica, que en las superficies de uso agrícola, que se desarrollan sobre todo en la cuenca mediterránea.

Esta circunstancia puede parecer en principio contradictoria con los incumplimientos de objetivos de calidad de concentraciones en nitratos, que se dan prácticamente en exclusiva en las zonas agrícolas del País Vasco. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el surplus

calculado no tiene en cuenta el volumen hídrico específico característico de cada unidad territorial.

Con el fin de establecer de forma más directa la relación entre los excesos de nitrógeno y posibles incumplimientos de objetivos de calidad de nitratos se ha procedido al cálculo de la concentración teórica del surplus

#### 4.3.2. Concentración teórica de exceso nitrógeno

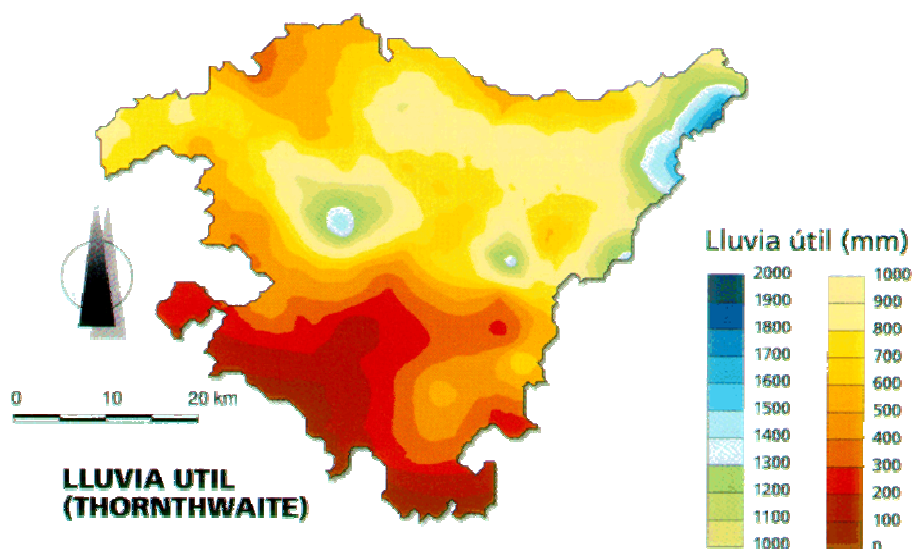
La Directiva 91/676/CEE establece en 50 mg/l el valor máximo permitido de nitratos en el agua y en 25 mg/l el valor guía. Ello equivale a 11,3 y 5,65 mg N/l respectivamente teniendo en cuenta sus respectivos pesos atómicos.

La concentración teórica de exceso de nitrógeno se ha calculado teniendo en cuenta, para cada municipio, el exceso de nitrógeno en relación con el volumen de lluvia útil, y las pérdidas correspondientes a desnitrificación:

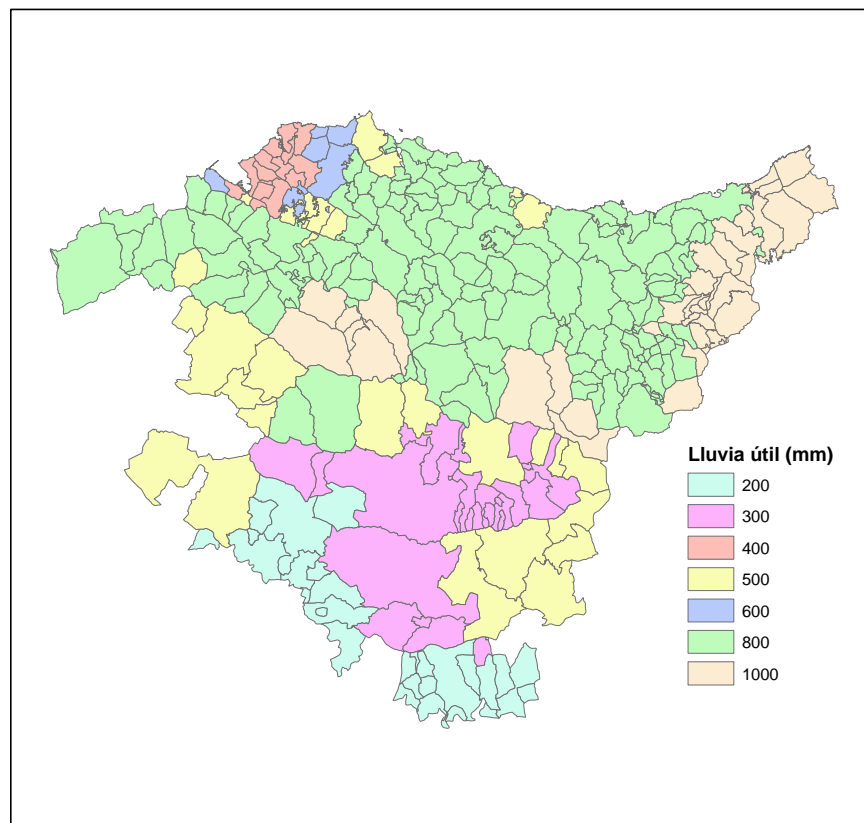
$$\text{Concentración surplus}_{\text{municipio}} = (\text{Surplus}_{\text{municipio}} / \text{Lluvia útil}_{\text{municipio}}) - \% \text{Desnitrificación}$$

De esta forma, y aplicando los factores de conversión de unidades, se está en disposición de obtener la concentración teórica de nitratos en las aguas (superficiales y/o subterráneas) relacionada con el surplus de cada municipio. La lluvia útil utilizada procede del Mapa Hidrogeológico del País Vasco (EVE, 1996) (Figura 4.1). La Figura 4.2 muestra los valores de lluvia útil expresados para cada término municipal.

**Figura 4.1.** Mapa de distribución de lluvia útil en la CAPV (Fuente: EVE, 1996).



**Figura 4.2.** Mapa de distribución de lluvia útil en la CAPV a nivel municipal (modificado de EVE, 1996).



En cuanto a la desnitrificación, tiene lugar especialmente en suelos pesados con la capa freática poco profunda. Se ha calculado la proporción de nitrógeno que se pierde mediante desnitrificación, teniendo en cuenta la textura y la capacidad de drenaje (Scholefield et.al., 1991). Vistos los porcentajes (Tabla 4.3.7), se ha asumido que para toda la CAPV el 50 % del nitrógeno se pierde mediante desnitrificación.

**Tabla 4.3.7. Porcentaje de pérdida de nitrógeno debida a la desnitrificación sobre la pérdida total debida a la desnitrificación y a la lixiviación.**

Drenaje	Textura				
	Arenosa	Franco arenosa	Franca	Franco arcillosa	Arcillosa
Pobre	0,50	0,55	0,65	0,75	0,80
Moderado	0,15	0,30	0,45	0,55	0,60
Bueno	0,10	0,15	0,25	0,30	0,35

Las Tablas 4.3.8, 4.3.9 y 4.3.10, muestran para cada territorio histórico los resultados obtenidos. El Mapa 4.3b muestra a su vez los resultados obtenidos utilizando como puntos de corte las concentraciones de 25

y 50 mg/l  $\text{NO}_3^-$ , valores guía e imperativo respectivamente de la Directiva 91/676/CEE.

**Tabla 4.3.8.** Concentración potencial máxima de nitrógeno en las aguas de los municipios del Territorio Histórico de Álava.

Municipio	Surplus (kg N/ha)	Lluvia útil (l/m <sup>2</sup> )	Conc. Potencial máxima (mg/l $\text{NO}_3^-$ )
Alegria-Dulantzi	58,69	300	43,27
Amurrio	120,86	500	53,47
Aramaio	75,35	800	20,83
Armiñón	65,09	200	71,99
Arraia-Maeztu	96,47	500	42,68
Arzua-Ubarrundia	65,45	300	48,26
Artziniega	61,95	500	27,41
Asparrena	80,08	500	35,43
Ayala	96,15	500	42,54
Badaya	0,00	300	0,00
Baños de Ebro	48,88	200	54,06
Barrundia	62,27	500	27,55
Berantevilla	68,65	200	75,93
Bernedo	67,44	500	29,84
Campezo	69,37	500	30,69
Cigoitia	46,61	500	20,62
Comunidad de Peñacerrada, Lagrán y Laño	0,00	300	0,00
Cripán	61,42	300	45,29
Cuartango	89,36	300	65,89
Elburgo	63,53	300	46,84
Elciego	46,97	200	51,95
Elvillar	55,16	200	61,01
Entzia-Iturrieta	0,00	500	0,00
Iruña de Oca	77,19	200	85,37
Iruraiz-Gauna	63,09	300	46,52
Labastida	52,28	200	57,82
Lagrán	78,37	300	57,78
Laguardia	57,77	200	63,89
Lanciego	60,04	200	66,40
Lantarón	64,40	200	71,23
Lapuebla de Labarca	79,79	200	88,25
Legutiano	63,01	500	27,88
Leza	50,78	200	56,16
Llodio	132,80	800	36,72
Moreda de Álava	54,89	200	60,71
Navaridas	45,67	200	50,51
Okondo	86,72	800	23,98
Oion	65,29	200	72,21
Peñacerrada	88,87	300	65,53
Ribera Alta	55,16	200	61,01

Ribera Baja	66,75	200	73,83
Salinas de Añana	72,70	200	80,41
Salvatierra	63,65	300	46,93
Samaniego	58,19	200	64,36
San Millán	64,42	300	47,50
Urkabuztaitz	82,03	800	22,68
Valdegobia	66,46	500	29,40
Valle de Arana	66,46	500	29,40
Villanueva de Álava	46,12	200	51,01
Vitoria-Gasteiz	73,16	300	53,94
Yécora	67,64	200	74,81
Zalduondo	91,62	500	40,53
Zambrana	68,35	200	75,60
Zuia	107,57	800	29,74

**Tabla 4.3.9.** Concentración potencial máxima de nitrógeno en las aguas de los municipios del Territorio Histórico de Bizkaia.

Municipio	Surplus (kg N/ha)	Lluvia útil (l/m <sup>2</sup> )	Conc. Potencial máxima (mg/l NO <sub>3</sub> )
Abadiño	113,97	800	31,51
Abanto	73,49	800	20,32
Ajangiz	163,03	800	45,08
Alonsotegi	111,32	800	30,78
Amorebieta-Etxano	126,12	800	34,87
Amoroto	123,96	800	34,27
Arakaldo	97,77	800	27,03
Arantzazu	151,93	800	42,01
Arcentales	113,97	800	31,51
Areatza	72,06	1000	15,94
Arrankudiaga	96,41	800	26,66
Arratzu	127,97	800	35,38
Arrieta	146,98	800	40,64
Arrigorriaga	127,48	800	35,25
Artea	147,57	1000	32,64
Atxondo	133,28	800	36,85
Aulesti	123,04	800	34,02
Bakio	244,97	600	90,31
Balmaseda	112,74	800	31,17
Barakaldo	142,23	800	39,33
Barrika	87,95	400	48,64
Basauri	163,43	800	45,19
Bedia	125,56	800	34,72
Berango	148,45	400	82,09
Bermeo	146,71	500	64,90
Berriatua	151,51	800	41,89
Berriz	115,40	800	31,91
Bilbai	123,15	800	34,05
Busturia	132,69	500	58,70



Carranza	71,93	800	19,89
Derio	167,79	500	74,23
Dima	132,55	1000	29,32
Durango	85,32	800	23,59
Ea	98,92	800	27,35
Elantxobe	79,77	800	22,06
Elorrio	84,98	800	23,50
Erandio	136,50	400	75,48
Ereño	84,31	800	23,31
Ermua	115,47	800	31,93
Errigoiti	126,50	800	34,98
Etxebarri	139,85	500	61,87
Etxebarria	80,14	800	22,16
Forua	119,49	800	33,04
Fruniz	106,36	800	29,41
Galdakao	76,78	800	21,23
Galdamez	78,47	800	21,70
Gamiz-Fika	208,08	800	57,53
Garai	107,46	800	29,71
Gatika	124,42	400	68,80
Gautegiz de Arteaga	97,68	800	27,01
Gernika-Lumo	98,33	800	27,19
Getxo	175,15	400	96,86
Gordexola	167,79	800	46,39
Gorliz	141,74	400	78,38
Güeñes	107,18	800	29,64
Guizaburuaga	120,43	800	33,30
Ibarrangelua	82,69	800	22,86
Igorre	151,13	800	41,79
Ispaster	114,07	800	31,54
Iurreta	139,60	800	38,60
Izurtza	55,53	800	15,35
Kortezubi	127,77	800	35,33
Lanestosa	144,87	800	40,06
Larrabetzu	153,33	800	42,40
Laukiz	137,99	400	76,31
Leioa	227,08	400	125,58
Lekeitio	121,13	800	33,49
Lemoa	137,07	800	37,90
Lemoiz	121,91	400	67,42
Lezama	163,52	500	72,34
Limitado	0,00	800	0,00
Loiu	120,98	600	44,60
Mallabia	118,58	800	32,79
Mañaria	128,05	800	35,41
Markina-Xemein	130,41	800	36,06
Maruri	127,98	600	47,18
Meñaka	120,19	800	33,23
Mendata	90,55	800	25,04

Mendexa	104,27	800	28,83
Morga	140,88	800	38,95
Mundaka	125,19	800	34,62
Mungia	180,59	800	66,58
Munitibar-Arbatzegi Gerrikaitz	126,43	800	34,96
Murueta	115,26	800	31,87
Muskiz	70,61	800	19,52
Muxika	118,90	800	32,88
Nabarniz	72,75	800	20,12
Ondarroa	138,01	500	61,06
Orduña	62,50	500	27,65
Orozko	96,63	1000	21,37
Ortuella	132,23	800	36,56
Otxandio	128,21	800	35,45
Plentzia	101,22	400	55,97
Portugalete	140,88	500	62,33
Santurtzi	147,29	400	81,45
Sestao	0,00	400	0,00
Sondika	134,60	500	59,55
Sopelana	138,14	400	76,39
Sopuerta	105,71	800	29,23
Sukarrieta	120,44	800	33,30
Trapagaran	117,84	800	32,58
Trucíos	70,70	800	19,55
Ubidea	124,40	800	34,40
Ugao-Miraballes	23,30	800	6,44
Urduliz	181,15	400	100,18
Zaldibar	124,49	800	34,42
Zalla	147,82	500	65,40
Zamudio	121,71	500	53,84
Zaratamo	105,24	800	29,10
Zeanuri	83,10	1000	18,38
Zeberio	79,19	1000	17,52
Zierbena	73,49	600	27,09

**Tabla 4.3.9.** Concentración potencial máxima de nitrógeno en las aguas de los municipios del Territorio Histórico de Bizkaia.

Municipio	Surplus (kg N/ha)	Lluvia útil (l/m <sup>2</sup> )	Conc. Potencial máxima (mg/l NO <sub>3</sub> )
Abaltzisketa	29,45	800	8,14
Aduna	75,08	800	20,76
Aia	86,40	800	23,89
Aizarnazabal	154,96	800	42,85
Albiztur	79,07	800	21,86
Alegia	71,93	800	19,89
Alkiza	62,24	800	17,21
Altzaga	62,59	800	17,31

Altzaniako partzuergoa	0,00	1000	0,00
Altzo	54,83	800	15,16
Amezketeta	133,87	800	37,02
Andoain	53,05	1000	11,73
Anoeta	91,01	800	25,16
Antzuola	149,33	800	41,29
Arama	56,08	800	15,51
Aretxabaleta	112,68	800	31,16
Arrasate-Mondragón	124,03	800	34,29
Asteasu	50,54	800	13,97
Astigarraga	97,28	1000	21,52
Ataun	116,18	800	32,12
Azkoitia	78,31	800	21,65
Azpeitia	95,24	800	26,33
Baliarrain	107,73	800	29,79
Beasain	53,14	800	14,69
Beizama	143,14	800	39,58
Belauntza	37,68	1000	8,33
Berastegi	52,90	1000	11,70
Bergara	87,77	800	24,27
Berrobi	111,24	1000	24,61
Bidegoian	71,00	800	19,63
Deba	67,39	800	18,63
Donosita-San Sebastián	112,47	800	31,10
Eibar	90,38	800	24,99
Elduain	48,09	1000	10,64
Elgeta	117,92	800	32,60
Elgoibar	97,61	800	26,99
Enirio de Aralar	0,00	1000	0,00
Errezil	107,50	800	29,72
Eskoriatza	118,26	800	32,70
Ezkio-Itxaso	130,56	800	36,10
Gabiria	102,96	800	28,47
Gaintza	74,63	800	20,64
Gaztelu	32,16	1000	7,11
Getaria	81,75	800	22,60
Hernán	84,37	1000	18,66
Hernialde	142,37	800	39,37
Hondarribia	112,18	1000	24,81
Ibarra	92,56	1000	20,47
Idiazabal	185,60	800	51,32
Ikaztegieta	236,22	800	65,31
Irún	104,01	1000	23,01
Irura	100,65	1000	22,26
Itsasondo	122,28	800	33,81
Larraul	104,56	800	28,91
Lasarte-oria	104,79	800	28,97
Lazkao	160,23	800	44,30
Leaburu	46,52	1000	10,29

Legazpi	125,10	1000	27,67
Legorreta	164,22	800	45,41
Leintz-Gatzaga	132,38	800	36,60
Lezo	58,28	1000	12,89
Lizartza	64,75	1000	14,32
Mendaro	48,60	800	13,44
Mutiloa	35,84	800	9,91
Mutriku	114,39	500	50,61
Oiartzun	106,56	1000	23,57
Olaberría	55,45	800	15,33
Oñati	102,34	1000	22,64
Ordizia	134,59	800	37,21
Orendain	162,83	800	45,02
Orexa	75,79	1000	16,76
Orio	127,07	800	35,13
Ormaiztegi	103,97	800	28,75
Pasaia	29,73	1000	6,58
Rentería	95,99	1000	21,23
Segura	49,21	800	13,61
Soraluze	83,26	800	23,02
Tolosa	33,35	1000	7,38
Urnieta	98,43	1000	21,77
Urretxu	36,49	800	10,09
Usurbil	117,08	800	32,37
Villabona	76,13	1000	16,84
Zaldibia	97,97	800	27,09
Zarautz	95,74	800	26,47
Zegama	137,84	1000	30,49
Zerain	93,10	800	25,74
Zestoa	11,83	800	32,30
Zizurkil	71,02	800	19,64
Zumaia	127,29	800	35,20
Zumarraga	59,86	800	16,55

En el Mapa 4.3b se representan los municipios susceptibles de superar los 50 mg/l de nitrato establecidos en la Directiva. Estos municipios son los ubicados fundamentalmente en la provincia de Álava. Esto es debido a que la lluvia útil en Álava presenta valores muy bajos, por lo que el límite a partir del cual el surplus de nitrógeno existente en un municipio presentaría riesgo de superar el límite de la Directiva es muy alto.

Estas zonas susceptibles coinciden con los datos encontrados en los análisis efectuados por la Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas. Zonas eminentemente agrícola – ganaderas con elevadas concentraciones de nitrato en sus aguas superficiales y subterráneas.

Otra zona donde los municipios son susceptibles de superar los 50 mg/l de nitrato, son los enclavados en las comarcas del Gran Bilbao y de Plentzia-Mungia. En ambas comarcas se mantienen actividades del sector primario como la agricultura, centrada en los pastizales, el aprovechamiento forestal, y la ganadería bovina orientada hacia la producción de leche. Estas actividades agropecuarias unidas a valores anuales de lluvia útil inferiores a los 600 mm, provocan que el límite de referencia del surplus de nitrógeno municipal sea bajo.

Estas zonas susceptibles no coinciden con los datos encontrados en los análisis efectuados por la Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas, en las que las concentraciones de nitrato no resultan excesivamente elevadas. La explicación a este desajuste podría ser que los valores de lluvia útil en dichos municipios sean mayores realmente a los otorgados en el cálculo, procedentes del Mapa Hidrogeológico del País Vasco (EVE, 1996). Sin embargo, no se ha podido disponer de mapas alternativos de lluvia útil elaborados con series temporales más largas.

## 4.4. Pesticidas

### 4.4.1. Resultados generales

El modelo obtenido atribuye concentraciones (ml/ha) de 6 principios activos de pesticidas correspondientes al listado de sustancias contaminantes (Lista I, Lista II y Anexo de la DMA). Inicialmente cada uno de los principios activos se ha aplicado a la totalidad de los recintos definidos por el modelo de abono inorgánico, adscribiendo dosis de aplicación según el tipo de cultivo. Como resultado de esta aplicación se observa que, de las 86.375 ha de aplicación del modelo (extensión total de las parcelas de uso agrícola en la CAPV), la superficie real de aplicación a los cultivos de los principios activos considerados es mucho menor (Tabla 4.4.1) debido a que cada uno de los principios activos posee una aplicación agronómica concreta. La Tabla 4.4.1 muestra también los mililitros totales de aplicación de cada principio activo sobre la superficie de la CAPV.

**Tabla 4.4.1.** Resultados del modelo de aplicación de pesticidas. Se indica la superficie de aplicación y los mililitros totales de cada principio activo por hectárea. Rango (Mín-Máx) se refiere a los valores mínimos y máximos del modelo (l/ha); Med se refiere a la media y DS es la Desviación Standard.

Principio activo	Superficie de aplicación (ha)	Litros totales en CAPV	Rango (Mín-Máx)	Med	DS
Alacloro	35.540	925	0,00027-0,44	0,034	0,023

Principio activo	Superficie de aplicación (ha)	Litros totales en CAPV	Rango (Mín-Máx)	Med	DS
Atrazina	2.502	357	0,00001-0,48	0,047	0,045
Clorofenvinfos	7.020	759	0,00032-0,94	0,23	0,13
Cloropirifos	10.211	378	0,00002-0,48	0,056	0,063
Simazina	17.069	207	0,00001-0,08	0,013	0,0048
Terbutilazina	24.089	785	0,00002-0,4	0,034	0,022

Respecto a las superficies de aplicación (Tabla 4.4.1), el Alacloro (principio activo de herbicidas de aplicación sobre arvenses emergentes en cultivos de cereal) se aplica en más de 35.000 ha. A continuación la Terbutilazina (principio activo de herbicidas empleados especialmente en viñedos y cítricos) se aplica en algo más de 24.000 ha. El Cloropirifos (principio activo de acaricidas e insecticidas aplicados en cultivos de patata y remolacha) se emplea, según los datos obtenidos en el modelo, en 10.211 ha. El Clorofenvinfos, también principio activo de acaricidas e insecticidas fundamentalmente aplicado en cultivos de patata, se emplea en unas 7.000 ha. Por último, la atrazina, principio activo de herbicidas sistemáticos y totales, se emplea en 2.500 ha.

Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos comprometidas en el modelo, la Tabla 4.4.2 expresa el número y porcentaje de cuencas implicadas; así mismo se expresa el número de masas de agua subterráneas y de sectores permeables de mayor importancia hidrogeológica donde el modelo es aplicado.

**Tabla 4.4.2.** Número de cuencas vertientes a tramos de agua, masas de agua subterráneas, y de sectores hidrogeológicos comprometidos en el modelo de aportación de pesticidas.

	Alacl	Atraz	Clorof	Clorop	Simaz	Terbuz
Masas Superficiales	16.415	613	1.910	3.102	35.501	37.411
Masas Subterráneas	15.880	588	1.933	3.137	34.048	35.981
Sectores hidrogeológicos	6.875	246	1.153	1.838	6.929	8.082

Dado que las parcelas sobre las que se han aplicado los modelos raramente suponen la totalidad de la superficie de cada cuenca, masa de agua o sector, se han categorizado las superficies en tres categorías que discriminan aquellas cuencas, masas de agua o sectores permeables donde la superficie de las parcelas comprometidas en el modelo suponen una superficie menor al 25%, entre el 25 y el 50% y entre el 50 y el 100% (Tabla 4.4.3).

**Tabla 4.4.3.** Porcentaje de las masas de agua superficiales comprometidas en el modelo de aportación de pesticidas. La columna "Total" expresa el nº de las masas de agua en las que se ha aplicado el modelo y el porcentaje que suponen frente al número total. La fila de superficie se refiere a las hectáreas comprometidas respecto a la totalidad de la superficie de la CAPV.

<b>ALACLORO</b>	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº masas de agua superficiales	138 (95,1%)	99 (71,7 %)	34 (24,6%)	5 (3,6%)
Superficie (ha)	235.324 (32,7%)	187.155 (79,5%)	43.687 (18,6%)	4.481 (1,9%)
Nº masas de agua subterráneas	15 (34,1%)	13 (29,5%)	2 (4,5%)	-
Superficie	282.984 (39,9%)	239.702 (33,8%)	43.282 (6,1%)	-
Nº Sectores permeables	47 (24,9%)	35 (74,5%)	11 (23,4%)	1 (2,1%)
Superficie	105.510 (53,2%)	81.527 (77,3%)	23.919 (22,7%)	64 (0,1%)
<b>ATRAZINA</b>	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº masas de agua superficiales	104 (16,0%)	103 (99,0 %)	1 (1,0%)	-
Superficie (ha)	217.614 (30,2%)	1.189 (0,5%)	1.189 (0,5%)	-
Nº masas de agua subterráneas	21 (47,7%)	21 (47,7%)	-	-
Superficie	518.840 (73,1%)	518.840 (73,1%)	-	-
Nº Sectores permeables	34 (18,0%)	33 (97,1%)	1 (2,9%)	-
Superficie	91.421 (46,1%)	88.451 (96,8%)	2.971 (3,2%)	-
<b>CLOROPIRIFOS</b>	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº masas de agua superficiales	171 (26,3%)	163 (95,3 %)	8 (4,7%)	-
Superficie (ha)	287.405 (39,9%)	277.803 (96, 7%)	9.603 (3,3%)	-
Nº masas de agua subterráneas	27 (61,4%)	27 (100%)	-	-
Superficie	480.695 (67,8%)	480.695 (100%)	-	-
Nº Sectores permeables	61 (32,3%)	58 (95,1%)	2 (3,3%)	1 (1,6%)
Superficie	112.979 (57,0%)	108.184 (95,8%)	4.731 (4,2%)	64 (0,1%)
<b>CLOROFENVINFOS</b>	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº masas de agua superficiales	163 (25,1%)	160 (98,2 %)	3 (1,8%)	-
Superficie (ha)	276.094 (38,3%)	271.247 (98.2%)	4.487 (1,8%)	-
Nº masas de agua subterráneas	27 (61,4%)	27 (100%)	-	-
Superficie	480.695 (67,8%)	480.695 (100%)	-	-
Nº Sectores permeables	57 (30,2%)	55 (96,5%)	1 (1,8%)	1 (1,8%)
Superficie	108.993 (55,0%)	105.958 (97,2%)	2.971 (2,7%)	64 (0,1%)
<b>SIMAZINA</b>	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº masas de agua superficiales	142 (21,8 %)	133 (93,7 %)	6 (4,2 %)	3 (2,1 %)
Superficie (ha)	215.722 (29,9 %)	179.935 (83,4 %)	30.103 (10,4%)	5.684 (2,6 %)
Nº masas de agua subterráneas	15 (34,1%)	14 (31,8%)	-	1 (2,3%)
Superficie	363.232 (51,2%)	336.865 (47,5%)	-	26.367 (3,7%)
Nº Sectores permeables	37 (19,6%)	35 (94,6%)	1 (2,7%)	1 (2,7%)
Superficie	44.024 (22,2%)	39.298 (89,3%)	873 (2,0%)	3.853 (8,8%)
<b>TERBUTILAZINA</b>	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
Nº masas de agua superficiales	300 (46,2%)	288 (96,0 %)	9 (3%)	3 (1%)
Superficie (ha)	4656.374 (64,6%)	424.740 (91,3 %)	34.950 (7,5%)	5.684 (1,2%)
Nº masas de agua subterráneas	35 (79,5%)	34 (77,3%)	-	35 (79,5%)
Superficie	669.777 (94,4%)	643.410 (90,7%)	-	669.777 (94,4%)
Nº Sectores	88 (46,6%)	83 (94,3%)	3 (3,4%)	2 (2,3%)

<b>ALACLORO</b>	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
permeables				
Superficie	146.515 (73,9%)	138.315 (94,4%)	4.282 (2,9%)	3.918 (2,7%)

A la hora de establecer los niveles de presión para los principios activos de pesticidas, se ha recurrido a analizar cual es la distribución estadística de los datos de concentración obtenidos en el modelo debido a la falta de referencias bibliográficas. Finalmente, se ha decidido establecer niveles de presión comunes para los 6 principios activos estudiados (Tabla 4.4.4). Adicionalmente, se han establecido otros niveles de presión diferentes para categorizar la presión generada por la suma de los 6 principios activos considerados (Tabla 4.4.5).

**Tabla 4.4.4.** Clasificación de la presión contaminante ejercida por aportes difusos procedentes de la aplicación de pesticidas.

<b>Nivel de presión</b>	<b>Dosis de aplicación (ml/ha)</b>
Sin presión	< 25
Baja	25-66
Moderada	66-150
Alta	>150

**Tabla 4.4.5.** Clasificación de la presión contaminante ejercida por aportes difusos procedentes de la suma de la aplicación de pesticidas.

<b>Nivel de presión</b>	<b>Dosis de aplicación (ml/ha)</b>
Sin presión	< 50
Baja	50-75
Moderada	75-150
Alta	150-500
Muy alta	> 500

En el caso del Alacloro (Mapa 4.4a), los resultados del modelo muestran que su aplicación se limita a la vertiente mediterránea de la CAPV. Las dosis son altas en los terrenos agrícolas dedicados al cultivo de cereal en las cuencas de Zadorra, Omecillo, Ega (Valle de Arana y Campezo) y zonas bajas del río Ayuda.

La atrazina (Mapa 4.4b) posee, como se ha comentado, una escasa representación en el modelo dado que su uso se limita a su aplicación como herbicida en el cultivo de alfaalfa y veza. Aparecen dosis variables sin un patrón claro en lugares concretos de la geografía de la CAPV: cabecera del Nerbioi (valle de Arrastaria), áreas de la cuenca del río Badillo (tributario del Baia), uso disperso en las cuencas del Zadorra y Alegría, y en determinados roturos imbricados en parcelas de gran tamaño, de modo que las dosis representadas son bajas.



El clorofenvinfos (Mapa 4.4c) muestra una distribución exclusiva en la vertiente mediterránea. Su uso, asociado al cultivo de patata y remolacha, se extiende por las cuencas del Zadorra, Alegría, Omecillo, Ayuda y Ega.

El cloropirifos (Mapa 4.4d) es empleado fundamentalmente en la vertiente mediterránea y su uso principal es el insecticida en cultivos de patata-remolacha. Aparecen dosis altas en cuencas fluviales de la Llanada, en especial en los campos agrícolas de las masas de agua superficiales tributarias del Alegría.

La aplicación de Simazina (Mapa 4.4e) se realiza fundamentalmente en la Rioja Alavesa (se trata de un principio activo de herbicidas empleados en viñedos), si bien la mayor parte de las dosis obtenidas son medias.

Por último, la Terbutilazina (Mapa 4.4f) se emplea, según el modelo, obtenido, en dosis altas en parcelas dispersas de la Llanada (cuencas del Zadorra y del Alegría), así como en tierras de cultivo de las cuencas del Ega, Ayuda y Omecillo. Dosis más altas aparecen representadas en los cultivos de viñedo a lo largo de toda la Rioja Alavesa.

En el caso del modelo sobre la aplicación de principios activos de pesticidas empleados en los campos de cultivo, dada la escasa entidad superficial sobre la que son empleados, los datos han sido obtenidos para porcentajes superficiales de menor entidad.

#### 4.4.2. Alacloro

##### 4.4.2.1. Masas de agua superficiales

Según los resultados del modelo obtenido para los principios activos de pesticidas, en el caso del *Alacloro*, 5 masas de agua aparecen sin presión, en 16 masas la presión es elevada en una fracción inferior al 1% de la superficie y en tan solo un caso las presiones son elevadas en el intervalo comprendido entre el 2,5 y 5% de la superficie de las masas de agua (Tabla 4.4.6).

**Tabla 4.4.6.** Masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Alacloro.

	Sin presión	< 1 %	1-2,5 %	2,5-5 %
Nº masas de agua	5	16	6	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	31.109	148.334	46.373	2.691

El Mapa 4.4.2 muestra el porcentaje de la superficie de las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por la aplicación de *Alacloro*, donde se observa que la masa de agua de la parte media del Omecillo es la más presionada. En menor medida, las presiones son elevadas en áreas de la Llanada alavesa (cuena del Zadorra), del río Ayuda y de la cabecera del Ega.

#### 4.4.2.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales

Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos fluviales (Tabla 4.4.7.), en 41 tramos la presión es inexistente, en 57 las presiones son elevadas en porcentajes inferiores al 1% de la superficie de las cuencas vertientes y solamente en dos casos (tramos TZa515 e INT300, de las masas de agua Alegría-A e Inglares-A, respectivamente) la superficie de las cuencas vertientes a tramos sometidas a presiones elevadas superan el 10% (Tabla 4.4.7 y Mapa 4.4.3).

**Tabla 4.4.7.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de *Alacloro*.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>	<b>5-10 %</b>	<b>&gt; 10%</b>
Nº tramos	41	57	20	14	4	2
Sup. cuencas vertientes (ha)	56.360	135.426	27.832	12.377	3.099	229

#### 4.4.2.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

En el caso de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, según el modelo construido no existen tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de *Alacloro* (Mapa 4.4.4).

#### 4.4.2.4. Cuencas vertientes a humedales

Para las cuencas vertientes a humedales, el modelo únicamente identifica presiones altas en el humedal de Salburua (Mapa 4.4.5), en un intervalo superficial comprendido entre el 5 y el 10% de la cuena vertiente a este humedal (Tabla 4.4.8). Las presiones son, sin embargo, bajas en los humedales de Lago de Arreo-Caicedo Yuso y Lagunas de Laguardia, no afectando a los humedales de Altube dado que en su cuena vertiente no existen cultivos cerealistas con uso de este herbicida.

**Tabla 4.4.8.** Cuencas vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Alacloro.

	Sin presión	5-10 %
Nº tramos	2	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	316	345

#### 4.4.2.5. Masas de agua subterráneas

Según los resultados del modelo (Mapa 4.4.6), en la CAPV no existen masas de agua subterráneas con presiones elevadas en una superficie superior al 50%. Si existe, sin embargo, una masa de agua con presiones altas en una superficie entre el 12 y el 25%. Se trata de la masa de agua subterránea cuaternaria de Vitoria.

#### 4.4.2.6. Sectores permeables

El Mapa 4.4.7 no muestra presiones elevadas en porcentajes superficiales altos de los sectores permeables sobre los que se aplican Alacloro. Por contra, en determinados sectores de la Llanada alavesa y en áreas del valle de Kanpetzu, las presiones son altas en porcentajes superficiales comprendidos entre el 2,5 y el 5%.

### **4.4.3. Atrazina**

#### 4.4.3.1. Masas de agua superficiales

El modelo construido indica que el porcentaje de la superficie de las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de atrazina es inferior al 1% o cero (Tabla 4.4.9). En el Mapa 4.4.8 se observa sobre que masas de agua se ubican las superficies de aplicación de este herbicida para cultivos patrenses.

**Tabla 4.4.9.** Masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Atrazina.

	Sin presión	< 1 %
Nº masas de agua	14	23
Sup. cuencas vertientes (ha)	88.142	206.488

#### 4.4.3.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales

No existen, según los resultados del modelo construido, cuencas vertientes a tramos donde las presiones sean elevadas en áreas superficiales superiores al 10% (Tabla 4.4.10). Existe, sin embargo, una cuenca vertiente al río Badillo (cuenca hidrográfica del río Baia) donde la presión es elevada en el 2,5-5% de su superficie (Mapa 4.4.9).

**Tabla 4.4.10.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de Atrazina.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>
Nº tramos	53	49	1	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	92.631	120.852	1.775	2.357

#### 4.4.3.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

Al integrar las aguas vertientes en áreas superiores de las cuencas vertientes, esto es, a las cuencas acumuladas, no se detectan presiones de entidad en ningún tramo fluvial (Mapa 4.4.10).

#### 4.4.3.4. Cuencas vertientes a humedales

El modelo elaborado adscribe el uso de este herbicida únicamente en la cuenca vertiente al humedal de Salburua (Mapa 4.4.11), si bien la aplicación que pudiera generar presiones altas no alcanza el 1% de la superficie de la cuenca vertiente (Tabla 4.4.11).

**Tabla 4.4.11.** Cuencas vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Atrazina.

	<b>Sin presión</b>
Nº tramos	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	345

#### 4.4.3.5. Masas de agua subterráneas

El modelo no identifica presiones elevadas sobre superficies de entidad en las masas de agua subterráneas (Mapa 4.4.12).

#### 4.4.3.6. Sectores permeables

Sobre los sectores permeables de las masas de agua subterráneas tampoco se identifican presiones elevadas en superficies significativas (Mapa 4.4.13).

### **4.4.4. Clorofenvinfos**

#### 4.4.4.1. Masas de agua superficiales

Las presiones sobre las masas de agua superficiales derivadas del uso de este insecticida suponen en la CAPV presiones altas en el 5-10% de una única masa de agua (Tabla 4.4.12). El Mapa 4.4.14 muestra como las presiones más elevadas, aunque en pequeñas porciones de las masas de agua, se localizan en la Llanada Alavesa, dado que el uso de este principio activo está relacionado, casi en exclusiva, con el cultivo de la patata.

**Tabla 4.4.12.** Masas de agua sometidas a presiones elevadas por aplicación de Clorofenvinfos.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>	<b>5-10 %</b>
Nº masas de agua	13	30	6	1	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	66.975	175.506	61.732	11.632	18.222

#### 4.4.4.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales

En el caso de las cuencas vertientes a tramos fluviales, las presiones son elevadas en superficies superiores al 10% en 4 cuencas vertientes, mientras que en un total de 47 no existe presión alguna (Tabla 4.4.13).

**Tabla 4.4.13.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de Clorofenvinfos.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>	<b>5-10 %</b>	<b>&gt; 10%</b>
Nº tramos	47	65	22	12	13	4
Sup. cuencas vertientes (ha)	57.037	150.955	31.416	18.166	14.966	3.553

El Mapa 4.4.15 representa las cuencas vertientes a tramos fluviales más problemáticas (presiones superiores al 10% en la superficie de la cuenca vertiente). Los tramos fluviales más afectados se ubican en la cuenca del río Zadorra y Ayuda, y afectan a tramos fluviales de los ríos Alegría y Ayuda (Tabla 4.4.14).

**Tabla 4.4.14.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 10% de la cuenca vertiente por aplicación de Clorofenvinfos.

<b>Masa de agua</b>	<b>Código</b>	<b>Presión elevada</b>
Alegría-A	TZa509	12%
Alegría-A	TZa507	14%
Alegría-A	TZa515	37%
Ayuda-C	ZAT564	16%

#### 4.4.4.3. Cuencas acumuladas vertientes a cauces fluviales

En el caso de las cuencas vertientes acumuladas (Mapa 4.4.16), la superficie de las mismas afectadas por presiones elevadas es, en todos los casos, inferior al 1%.

#### 4.4.4.4. Cuencas vertientes a humedales

La Tabla 4.4.15 muestra el número de cuencas vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Clorofenvinfos.

Existen presiones elevadas solamente en una superficie comprendida entre el 5 y el 10% de las cuencas vertientes al humedal de Salburua (Mapa 4.4.17).

**Tabla 4.4.15.** Número de tramos y superficie de las vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Clorofeninfos

	<b>5-10 %</b>
Nº tramos	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	345

#### 4.4.4.5. Masas de agua subterráneas

No se han detectado presiones elevadas en áreas porcentuales significativas de las masas de agua subterráneas de la CAPV debidas a la aplicación de Clorofeninfos (Mapa 4.4.18).

#### 4.4.4.6. Sectores permeables

El Mapa 4.4.19 muestra los sectores permeables sometidos a presiones elevadas por aplicación de Clorofeninfos. Se identifican presiones elevadas en dos sectores permeables ubicados en la Llanada alavesa y al pie de la Sierra de Cantabria, en su vertiente septentrional. Se trata de los sectores permeables de Dulantzi y Ega, donde la presión es alta o muy alta en superficies superiores al 10% de dichos sectores (Tabla 4.4.16).

**Tabla 4.4.16.** Sectores permeables con presiones elevadas en más del 10% de la superficie por aplicación de Clorofeninfos.

<b>Sector</b>	<b>Masa de agua</b>	<b>Dominio</b>
Dulantzi	Vitoria	Cuaternario
Ega	Sierra_de_Cantabria	Sierra_de_Cantabria

### **4.4.5. Cloropirifos**

#### 4.4.5.1. Masas de agua superficiales

La Tabla 4.4.17 muestra las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Cloropirifos. Se trata de un insectida de uso común empleado en cultivos de patata y remolacha (Mapa 4.4.20), y que presenta presiones altas en superficies comprendidas entre el 5 y el 10% en dos masas de agua: Alegría A y Ayuda A.

**Tabla 4.4.17.** Masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Cloropirifos.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>	<b>5-10 %</b>
Nº masas de agua	32	13	5	2	2
Sup. cuencas vertientes (ha)	160.213	126.761	37.866	7.689	19.363

#### 4.4.5.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales

Los resultados del modelo teórico al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales muestran que 4 tramos fluviales están sometidos a presiones elevadas en más del 10% de la superficie vertiente (Mapa 4.4.21, Tabla 4.4.18). Estas cuencas vertientes se ubican en la Llanada Alavesa y soportan amplias extensiones dedicadas a la agricultura, en especial patata, remolacha y cereal.

**Tabla 4.4.18.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de Cloropirifos.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>	<b>5-10 %</b>	<b>&gt; 10%</b>
Nº tramos	109	30	11	7	10	4
Sup. cuencas vertientes (ha)	157.171	85.908	18.043	10.383	12.556	3.345

La Tabla 4.4.19 relaciona los tramos más afectados según el modelo. Se trata de presiones altas localizadas en la cuenca del Zadorra en todos los casos.

**Tabla 4.4.19.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 10% de la cuenca vertiente por aplicación de Cloropirifos.

<b>Masa de agua</b>	<b>Código</b>	<b>Presión elevada</b>
Zaia-B	TZa548	10%
Alegría-A	TZa509	14%
Alegría-A	TZa515	35%
Zadorra-E	ZTR578	19%

#### 4.4.5.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

En el caso de las cuencas vertientes acumuladas, en ningún caso el porcentaje superficial afectado es superior al 10%. Sin embargo, existen varias cuencas vertientes acumuladas que presentan presiones en porcentajes superficiales comprendidos entre el 1 y el 10% de sus superficies (Mapa 4.4.22). Todas estas vertientes acumuladas corresponden a áreas del Zadorra, Alegría y cabecera del Ayuda.

#### 4.4.5.4. Cuencas vertientes a humedales

En el caso de las cuencas vertientes a humedales, según el modelo construido un solo humedal está afectado por presiones altas derivadas de la aplicación de cloropirifos en los campos de cultivo circundantes en porcentajes comprendidos entre el 2,5 y 5% de la cuenca vertiente (Tabla 4.4.20). El Mapa 4.4.23 muestra que se trata del humedal de Salburua, mientras que en el resto de humedales no existen presiones elevadas.

**Tabla 4.4.20.** Cuencas vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Clorofenvinfos.

	<b>2,5-5 %</b>
Nº tramos	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	345

#### 4.4.5.5. Masas de agua subterráneas

Ninguna masa de agua subterránea está afectada por presiones altas en porcentajes significativos de su superficie (Mapa 4.4.24). Sin embargo, la masa cuaternaria de Vitoria presenta, según el modelo desarrollado, presiones en porcentajes superficiales comprendidas entre el 5 y 10% de su superficie.

#### 4.4.5.6. Sectores permeables

En el caso de los sectores permeables (Mapa 4.4.25) los resultados del modelo indican que no se registran presiones altas en porcentajes superficiales superiores al 10%. Sin embargo, los sectores de la masa de agua subterránea del Cuaternario de Vitoria estarían afectados por presiones que afectarían a superficies del 5-10%. Asimismo, el sector de Miranda de Ebro estaría afectado con presiones altas en presiones aún menores (2,5-5% de su superficie).

### **4.4.6. Simazina**

#### 4.4.6.1. Masas de agua superficiales

Los niveles de presión altos derivados de la aplicación de Simazina sobre las masas de agua superficiales no superan superficies superiores al 1% según el modelo desarrollado (Mapa 4.4.26). Con presiones altas en superficies inferiores al 1% de las masas de agua se identifican 2 ubicadas en la parte alta del Ibaizabal (Tabla 4.4.21).



**Tabla 4.4.21.** Porcentaje de las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas derivadas de la aplicación de Simazina.

	Sin presión	< 1 %
Nº masas de agua	37	2
Sup. cuencas vertientes (ha)	221.547	11.480

#### 4.4.6.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales

En el caso de las cuencas vertientes a tramos sometidos a presiones elevadas por aplicación de Simazina, el modelo explica que únicamente 3 tramos fluviales poseen presiones elevadas en superficies inferiores al 1% de la cuenca vertientes (Tabla 4.4.22), mientras que en el resto de los tramos fluviales las presiones son insignificantes (Mapa 4.4.27).

**Tabla 4.2.22.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de Simazina.

	Sin presión	< 1 %
Nº tramos	139	3
Sup. cuencas vertientes (ha)	212.516	3.206

#### 4.4.6.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

Tras realizar la integración de las cargas superficiales en las cuencas acumuladas, los resultados del modelo explican que no existen presiones elevadas en los tramos fluviales derivadas de la aplicación de Simazina en porcentajes superficiales superiores al 1% (Mapa 4.4.28).

#### 4.4.6.4. Cuencas vertientes a humedales

Desde el punto de vista de las presiones derivadas de la aplicación de Simazina en las cuencas vertientes a los humedales elegidos, se observa que este herbicida es empleado teóricamente en las cuencas vertientes a un único humedal (lagunas de Laguardia, Mapa 4.4.29), si bien el porcentaje superficial afectado por presiones elevadas no supera el 5% de la cuenca vertiente al mismo (Tabla 4.4.23)

**Tabla 4.4.23.** Cuencas vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Simazina.

	Sin presión
Nº tramos	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	177

#### 4.4.6.5. Masas de agua subterráneas

Según el modelo desarrollado, las masas de agua subterránea no se ven afectadas por presiones elevadas derivadas de la aplicación de este principio activo de herbicidas dado que las superficies afectadas en ningún caso superan el 1% (Mapa 4.4.30).

#### 4.4.6.6. Sectores permeables

En el caso de los sectores permeables, las presiones elevadas se dan siempre en superficies inferiores al 1%, de manera que ningún sector se ve afectado de modo significativo (Mapa 4.4.31).

### **4.4.7. Terbutilazina**

#### 4.4.7.1. Masas de agua superficiales

Según el modelo construido, el porcentaje de la superficie de las masas de agua superficiales sometido a presiones elevadas por aplicación de Terbutilazina es inferior al 5% de las masas de agua (Tabla 4.4.24). La presión es elevada en las masas de agua del Zadorra, si bien como se ha dicho es inferior al 5% (Mapa 4.4.32).

**Tabla 4.4.24.** Masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Terbutilazina.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>
Nº masas de agua	29	51	5	1
Sup. cuencas vertientes (ha)	143.741	320.270	49.743	18.222

#### 4.4.7.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales

Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos fluviales, un total de 11 tramos presentan presiones elevadas en un porcentaje superior al 5% de la cuenca vertiente (Tabla 4.4.25). Sin embargo, ningún tramo está afectado por presiones elevadas en el 10% de la superficie (Mapa 4.4.33). Las presiones identificadas ocurren, según el modelo, fundamentalmente en varias cuencas vertientes de las masas de agua del Zadorra, Ayuda y Ega.

**Tabla 4.4.25.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de Terbutilazina.

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 1 %</b>	<b>1-2,5 %</b>	<b>2,5-5 %</b>	<b>5-10 %</b>
Nº tramos	115	132	29	13	11
Sup. cuencas vertientes (ha)	158.788	221.575	60.199	12.040	12.771

#### 4.4.7.3. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales

Cuando se realiza el cálculo integrando las presiones ocurridas en las cuencas acumuladas, no se registran presiones elevadas por aplicación de este principio activo de herbicidas en superficies superiores al 10% de las cuencas vertientes acumuladas (Mapa 4.4.34).

#### 4.4.7.4. Cuencas vertientes a humedales

Dos humedales, de los cuatro considerados, presentan presiones altas en una superficie porcentual del 2,5-5% de la cuenca vertiente por aplicación de Terbutilazina (Tabla 4.4.26). El Mapa 4.4.35 muestra la afección teórica que pudiera existir sobre los humedales de Salburua y el complejo lagunar de Laguardia.

**Tabla 4.4.26.** Cuencas vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de Terbutilazina.

	<b>2,5-5 %</b>
Nº tramos	2
Sup. cuencas vertientes (ha)	523

#### 4.4.7.5. Masas de agua subterráneas

No existen masas de agua subterráneas afectadas en superficies significativas (superiores al 10%) por presiones altas asociadas a la aplicación de Terbutilazina (Mapa 4.4.36). Sin embargo, la masa de agua del acuífero cuaternario de Vitoria presenta presiones elevadas en el 5-10% de su superficie.

#### 4.4.7.6. Sectores permeables

El Mapa 4.4.37 muestra que varios sectores están afectados por presiones altas en superficies de entidad derivadas de la aplicación de Terbutilazina en los campos de cultivo. En concreto, están afectados los sectores permeables de Dulantzi y Ega en más del 10% de su superficie (Tabla 4.4.27).

**Tabla 4.4.27.** Sectores permeables con presiones elevadas en más del 10% de la superficie por aplicación de Terbutilazina.

<b>Sector</b>	<b>Masa de agua</b>	<b>Dominio</b>
Dulantzi	Vitoria	Cuaternario
Ega	Sierra_de_Cantabria	Sierra_de_Cantabria

#### 4.4.8. Suma de pesticidas prioritarios

##### 4.4.8.1. Masas de agua superficiales

La suma de los seis pesticidas prioritarios considerados muestra, según el modelo aplicado, que ninguna masa de agua está sometida a presiones elevadas por su aplicación en porcentajes superiores al 10% (Mapa 4.4.38). La Tabla 4.4.28 muestra que un total de 47 masas de agua superficiales registran presiones elevadas; la mayor parte registra dichas presiones en porcentajes inferiores al 1% de la cuenca, y tan solo dos en porcentajes superficiales superiores al 2,5%.

**Tabla 4.4.28.** Masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por aplicación de pesticidas.

% superficie	Sin presión				
	< 1 %	1-2,5 %	2,5-5 %	5-10 %	> 10 %
Nº masas de agua Sup.	47	38	7	1	1
cuencas vertientes (ha)	236.263	230.782	63.404	11.632	18.222

##### 4.4.8.2. Cuencas vertientes a tramos fluviales

La Tabla 4.4.29 relaciona el número de tramos y la superficie que drenan de acuerdo a diferentes intervalos superficiales en los que las actividades agrícolas hacen uso de alguno de los pesticidas considerados. La suma de pesticidas prioritarios muestra presiones elevadas para 5 tramos fluviales en más del 10% de la superficie de las cuencas vertientes (Tabla 4.4.30). El Mapa 4.4.39 muestra las cuencas afectadas de acuerdo al porcentaje de la superficie sometida a presiones elevadas por el sumatorio de los principios activos de pesticidas. Los tramos más afectados corresponden a la cuenca hidrológica del Zadorra.

**Tabla 4.4.29.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por aplicación de pesticidas.

	Sin presión					
	< 1 %	1-2,5 %	2,5-5 %	5-10 %	> 10 %	
Nº tramos	91	24	13	11	5	
Sup. cuencas vertientes (ha)	187.650	31.137	17.210	12.733	4.067	

**Tabla 4.4.30.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 10% de su cuenca vertiente por aplicación del sumatorio de pesticidas prioritarios.

Unidad Hidrológica	Tramo	Código	Masa de agua	de Presiones elevadas
Zadorra	Alegría 3	TZa509	Alegría-A	14%
Zadorra	Errekabarri 2	TZa507	Alegría-A	19%
Zadorra	Egileta 3	TZa512	Alegría-A	10%
Zadorra	Ayuda 6	ZAT564	Ayuda-C	17%

#### 4.4.8.3. Cuenclas acumuladas vertientes a tramos fluviales

Desde el punto de vista de la integración de las presiones ocurridas aguas arriba de cada cuenca vertiente, dos tramos presentan presiones elevadas en más del 10% de la cuenca vertiente por aplicación de pesticidas Tabla 4.4.31. Se trata de los tramos Errekabarri y Arganzubi, ambos de la unidad hidrológica del Zadorra y pertenecientes a tributarios del río Alegría (Mapa 4.4.40).

**Tabla 4.4.31.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 50% de su cuenca acumulada vertiente por aplicación de pesticidas.

Unidad Hidrológica	Tramo	Código	Masa de agua	Presiones elevadas
Zadorra	Errekabarri 2	TZa507	Alegría-A	14%
Zadorra	Arganzubi 3	TZa515	Alegría-A	10%

#### 4.4.8.4. Cuenclas vertientes a humedales

Desde el punto de vista de la presión que ocurre en los humedales seleccionados, el modelo identifica presiones elevadas en la superficie (5-10%) de las cuencas vertientes a un humedal (Tabla 4.4.32). Se trata del humedal de Salburua, mientras que no existe presión significativa en el Lago de Arreo-Caicedo Yuso y en las Lagunas de Laguardia (Mapa 4.4.41).

**Tabla 4.4.32.** Cuenclas vertientes a humedales sometidas a presiones elevadas por aplicación de pesticidas.

	Sin presión	5-10 %
Nº tramos	2	1
Sup. cuencas vertientes	316	345

#### 4.4.8.5. Masas de agua subterráneas

Desde el punto de vista de la presión registrada en las masas de agua subterráneas, el modelo no identifica presiones elevadas en porcentajes superiores al 10% de la superficie. Existen, sin embargo, presiones elevadas en superficies comprendidas entre el 5 y 10% de la masa de agua del cuaternario de Vitoria (Mapa 4.4.42) y presiones comprendidas entre el 1 y 2,5% para las masas de agua de la Llanada (Cuartango-Salvatierra) y Sierra de Cantabria. En una posición

intermedia, con presiones en el intervalo del 2,5-5%, aparece la masa de agua de Miranda de Ebro.

#### 4.4.8.6. Sectores permeables

Desde el punto de vista de las presiones originadas sobre los sectores permeables por el sumatorio de los pesticidas prioritarios considerados, el modelo identifica presiones elevadas en más del 10% de la superficie en 2 sectores: Dulantzi y Ega (Tabla 4.4.33). Presiones elevadas de menor intensidad se identifican en otros sectores del cuaternario de Vitoria (5-10%), Ebro, Ayuda, Valle de Arana... (Mapa 4.4.43).

**Tabla 4.4.33.** Sectores permeables con presiones elevadas en más del 10% de la superficie por aplicación de pesticidas

Sector	Masa de agua Subt.	Dominio
Dulantzi	Vitoria	Cuaternario
Ega	Sierra_de_Cantabria	Sierra_de_Cantabria

## 4.5. Erosión hídrica debido a la actividad forestal

### 4.5.1. Consideraciones previas

Como ya se ha comentado, la erosión hídrica generada por la actividad forestal se ha calculado en este trabajo mediante la aplicación del Modelo USLE a las superficies forestales de la CAPV. Antes de pasar a comentar los resultados obtenidos, merece la pena realizar unos comentarios que sirvan para explicar la relación, solamente parcial, que existe entre los resultados generados por el modelo y la erosión real que generan las explotaciones forestales.

Por una parte, es necesario señalar que este modelo únicamente valora uno de los tipos de erosión hídrica que la actividad forestal genera, obviando los demás. En efecto, el modelo USLE se utiliza para calcular la erosión laminar que las precipitaciones generan en la superficie del suelo. Otros tipos de erosión hídrica no son abordados por el modelo:

- Deslizamientos en masa.
- Formación de cárcavas
- Erosión en el interior de cauces fluviales

Estos tipos de erosión no contabilizados por el modelo son fenómenos frecuentes en la realidad forestal de la CAPV y, de hecho, aparecen bastante ligados a ella, en contraposición con su mayor

escasez en terrenos ocupados por otros tipos de actividad menos agresivos con el suelo. Los deslizamientos en masa son relativamente abundantes en laderas de elevada pendiente sometidas a talas de arbolado y a tratamientos de preparación para el siguiente turno de plantación; también son abundantes en los taludes y desmontes de las pistas forestales. Las cárcavas por su parte, aparecen preferentemente en pistas forestales cuyo diseño no se ha adaptado a las condiciones del terreno. Por último, las erosiones en el interior de los cursos de agua son propiciadas por el incremento en la carga de sedimentos que acompaña a las aguas de escorrentía y también por la degradación de la vegetación de ribera que habitualmente acompaña a la actividad forestal.

Una segunda precisión que debe realizarse a los comentarios que a continuación se presentan, es el hecho de que en el presente trabajo no se ha considerado, ni por lo tanto cuantificado, la erosión laminar existente en los suelos permanentemente desnudos de la intrincada red de pistas forestales y vías de saca.

Por último, hay que señalar que diferentes estudios (Risse et al. 1993, Tiwari et al. 2000, Kinnell 2003) han demostrado desviaciones recurrentes en las predicciones realizadas por el modelo USLE. con respecto a datos reales de erosión laminar medidos sobre el terreno. Estas desviaciones consisten principalmente en una sobreestimación de la erosión existente en superficies sometidas a bajos niveles de erosión y, también, en un infravaloración de las tasas de erosión existentes en superficies sometidas a elevados niveles de erosión. La consecuencia inmediata de esto es que los datos generados por el modelo tienden a minimizar el incremento en la erosión que genera la actividad forestal en relación a una situación de existencia de comunidades vegetales naturales.

Como consecuencia de todo lo comentado, en este trabajo se presentan unos valores de erosión hídrica generada por la actividad forestal que son inferiores a la realidad. Este desajuste deberá ser corregido en el futuro mediante trabajos que aborden aspectos que quedan fuera de las posibilidades del presente estudio: valoración de la incidencia de todos los tipos de erosión, incorporación de modificaciones al modelo USLE para mejorar el ajuste de sus resultados a la realidad que opera sobre el terreno...

A pesar de todo lo anterior, los análisis y la cartografía elaborados en este trabajo suponen un notable avance respecto a la información preexistente ya que por primera vez se aplica el modelo USLE para toda la CAPV, teniendo en consideración las diferentes cubiertas del suelo existentes en el territorio. También es de destacar que a pesar

de las inexactitudes que puedan existir en los datos numéricos adjudicados a las diferentes superficies de terreno, no es previsible que existan modificaciones sensibles en cuanto a la posición relativa de las parcelas dentro de la escala de niveles de presión por erosión hídrica.

#### 4.5.2. Resultados generales

Mediante la aplicación del modelo se han obtenido el resultado para dos variables. Por una parte, la erosión hídrica media debida a la actividad forestal, expresada en t/ha/año, que se produce a lo largo de turno. Por otra parte, la máxima erosión anual expresada en las mismas unidades, que se produce durante el turno. Ambas tasas se han calculado sin considerar la erosión producida en pistas o vías de saca.

El modelo implica un total de 1.180.265 parcelas o unidades territoriales que suman una superficie de 391.205 ha (aproximadamente el 54% de la superficie de la CAPV), de las cuales una alta proporción están ubicadas en la vertiente atlántica.

La Tabla 4.5.1 muestra los valores medios de erosión hídrica media y máxima obtenida tras la aplicación del modelo. Así, los valores medios de la erosión media rondan los 2,34 t/ha y los máximos 18 t/ha, mientras que los valores medios de la erosión máxima son aproximadamente de 35 t/ha y los máximos superan, en unas pocas parcelas, las 230 t/ha.

**Tabla 4.5.1.** Datos obtenidos tras la aplicación del modelo. Se expresa el rango, la media y la Desviación Standard de la erosión hídrica media y máxima, sin considerar la erosión debida a las pistas, que se produce en el ámbito forestal de la CAPV (se expresa en t/ha/año).

		<b>Erosión media</b>	<b>Erosión máxima</b>
Nº territoriales	unidades	1.125.682	1.125.682
Rango		0,00-18,84	0,00-234,73
Med		2,34	34,83
DS		2,87	39,99

La práctica totalidad de las masas de agua superficiales están comprometidas en el modelo de erosión forestal. En su mayor parte, las masas de agua están ocupadas superficialmente por usos forestales (Tabla 4.5.2). Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos de agua implicadas, se observa que el modelo atañe a prácticamente la totalidad de las cuencas vertientes a tramos de agua, de modo que al nivel de cuenca existen masas forestadas de



mayor o menor entidad en todas las masas de agua superficiales de la CAPV (Tabla 4.5.2). Cuando se categorizan esas masas de agua de acuerdo a su grado de ocupación superficial por masas boscosas, obtenemos que la mayor parte de las mismas (más del 60%) están forestadas en superficies superiores al 50% de la cuenca superficial. El menor grado de ocupación, por el contrario, con superficies inferiores al 25% de la cuenca vertiente, corresponde a un menor número de cuencas. En el caso de las cuencas vertientes a humedales, de los 4 humedales considerados, en tres de ellos los usos forestales están presentes. En dos humedales, las superficies ocupadas por masas forestales representan un alto porcentaje de la cuenca (Tabla 4.5.2).

**Tabla 4.5.2.** Porcentaje de las masas de agua superficiales comprometidas en el modelo de erosión hídrica debida a la actividad forestal (sin considerar erosión debida a pistas). La columna "Total" expresa el nº de las masas de agua en las que se ha aplicado el modelo y el porcentaje que suponen frente al número total. La fila de superficie se refiere a las hectáreas comprometidas respecto a la totalidad de la superficie de la CAPV.

	Total	0-25%	25-50%	50-100%
Nº masas de agua superficiales	117 (96,7%)	5 (4,1%)	28 (23,1%)	84 (69,4%)
Superficie (ha)	608.932 (97,0%)	20.333 (3,2%)	143.485 (22,9%)	445.114 (70,9%)
Nº cuencas vertientes a tramos	645 (99,2%)	101 (15,7%)	152 (23,6%)	392 (60,8%)
Superficie (ha)	720.276 (99,9%)	103.737 (14,4%)	184.417 (25,6%)	432.122 (60%)
Nº cuencas vertientes a humedales	3 (75,0%)	1 (25,0%)	0	2 (50,0%)
Superficie (ha)	808 (82,0%)	345 (35,1%)	0	462 (46,9%)

En este modelo no se han expresado las masas de agua subterráneas o los sectores permeables debido a que la presión de la pérdida de suelo sobre las aguas subterráneas se considera que es de pequeño impacto, a excepción de determinados acuíferos kársticos donde las presiones en superficie poseen una respuesta inmediata en las aguas subterráneas.

Para representar gráficamente los resultados obtenidos tras la aplicación del modelo, se han establecido 4 puntos de corte. En este caso, además de observar la distribución estadística de los datos, nos hemos basado en la bibliografía disponible. En general, el límite de erosión aceptado internacionalmente como admisible oscila en torno a las 10-12 t/ha/año, si bien algunos autores (por ejemplo, Edeso *et al.*, 1995) defienden que en zonas húmedas, como en nuestro caso,

ese límite podría elevarse hasta los 25 t/ha/año. En cualquier caso, por encima de esas cifras no se garantiza la conservación del recurso suelo, ya que la destrucción supera a la capacidad edafogenética de suelo. La cifra de 50 t/ha/año es otro umbral habitualmente definido para discriminar tasas de erosión altas. Por encima de 100 t/ha/año se consideran muy altas y críticas por encima de 200 t/ha/año (Tabla 4.5.3).

En el caso de las tasas medias de erosión se ha optado por establecer otros niveles de corte que representen con mayor exactitud la presión ejercida por la erosión hídrica anual a lo largo de todo el turno, dado que este modelo hace referencia a la sostenibilidad del recurso suelo (Tabla 4.5.3).

**Tabla 4.5.3.** Clasificación de la presión ejercida por aportes difusos de erosión hídrica asociada a la actividad forestal. Se especifican los niveles de presión para la erosión media a lo largo del turno y para la erosión máxima puntual, sin considerar la erosión provocada por las pistas y vías de saca.

<b>Nivel de presión</b>	<b>Erosión media (t/ha/año) sin pistas</b>	<b>Erosión máxima (t/ha/año) sin pistas</b>
Sin presión	< 2	< 10
Baja	2-5	10-25
Moderada	5-10	25-50
Alta	10-50	50-100
Muy Alta	>50	> 100

La representación gráfica de la tasa anual media de erosión hídrica debida a la actividad forestal (**Mapa 4.5a**) muestra un gran contraste entre ambas vertientes hidrográficas. En la vertiente atlántica, las mayores presiones se identifican en áreas de elevada pendiente cubiertas con cultivos madereros de especies de crecimiento rápido, mientras que en la vertiente mediterránea las áreas forestales no muestran presión debida a la actividad forestal debido a que corresponden, en su mayor parte, a masas de frondosas de ciclo largo.

Por otra parte, la representación gráfica de la tasa anual máxima de erosión hídrica debida a la actividad forestal, aún sin considerar la erosión debida a pistas o vías de saca, enfatiza las presiones descritas en el apartado anterior (**Mapa 4.5b**). Así, el contraste entre vertientes es mayor.

En la vertiente mediterránea amplias áreas carecen de presión debida a la actividad forestal puesto que corresponden a superficies ocupadas por bosques autóctonos de ciclo largo; las presiones son bajas en los piedemonte de las principales sierras, y se registran presiones moderadas y altas en áreas escarpadas de las montañas de

la vertiente sur de la divisoria de aguas, en áreas muy localizadas de ambas vertientes de la Sierra de Cantabria y de la Sierra de Árcena. Por último, las presiones son muy altas en las estribaciones del macizo de Gorbea (cabeceras del Baia, Zubialde y Undabe).

En la vertiente atlántica existen extensas áreas sin presión, que corresponden a encinares cantábricos, en áreas costeras, y áreas forestadas con especies autóctonas de crecimiento lento fundamentalmente en áreas montañosas. Las presiones son bajas o inexistentes en los fondos de valle, moderadas en laderas de escasa pendiente y altas en áreas de pendiente elevada y/o cubiertas por especies de crecimiento rápido. Las tasas teóricas de erosión son muy altas en numerosos puntos de la geografía, que corresponden a áreas de elevada pendiente sobre las que se desarrollan plantaciones de crecimiento rápido. Destaca por su extensión superficial varias áreas con presiones elevadas. En el territorio histórico de Bizkaia destaca el área comprendida entre el cabo Villano y el cabo Matxitxako, y en especial la cuenca del río Estepona, donde las presiones teóricas son elevadas debido a las amplias superficies dedicadas al monocultivo del eucalipto y a las características del sustrato. Por los mismos motivos, las presiones son muy altas en la cuenca próxima del río Mape. Otras áreas extensas donde las presiones son muy altas, con pérdidas de suelo teóricas muy elevadas se ubican en la cuenca del Oka y del Golako, cuenca media del Ibaizabal, así como cabeceras del Kadagua y del Nerbioi, en relación con plantaciones de pino radiata. En Gipuzkoa destaca por su extensión las presiones elevadas en torno al monte Samiño o Irumugarrieta, en la cuenca media del Urola.

Los principales resultados obtenidos tras la aplicación del modelo de erosión media a lo largo del turno indican que la mayor parte de las parcelas implicadas (alrededor del 66% de la superficie forestal de la CAPV) poseen unas tasas de erosión bajas, que corresponden a una tasa de pérdida de suelo inferior a 5 t/ha/año.

Las porciones del territorio con un grado de erosión media moderada (tasas de pérdida anual media de suelo comprendidas entre los 5-10 t/ha/año) suponen el 17% de la superficie forestal del ámbito de estudio. Las tasas de erosión media son altas (pérdidas comprendidas entre 10 y 50 t/ha/año) en aproximadamente un 15% de la superficie forestal. Por último, las tasas de erosión son muy altas (mayores que 50 t/ha/año) en un pequeño porcentaje de la superficie forestal de la CAPV (inferior al 1% de la superficie total) (**Tabla 4.5a**).

En el caso de la erosión máxima anual, alrededor del 46% de la superficie de la CAPV no posee presiones derivadas de la actividad forestal (la tasa de pérdida de suelo es inferior a 10 t/ha/año) (**Tabla**

**4.5b).** Las porciones forestales del territorio con un grado bajo de erosión (tasa de pérdida máxima anual de pérdida de suelo comprendida entre 10 y 25 t/ha/año) suponen un 13% del total. Las unidades ambientales que presentan un grado moderado de erosión (tasas comprendidas entre 25 y 50 t/ha/año) constituyen un porcentaje cercano al 13% de la superficie forestada de la CAPV.

Los ámbitos forestados con un grado de erosión alto (tasas comprendidas entre 50 y 100 t/ha/año) ocupan según el modelo desarrollado un porcentaje ligeramente superior al 22% de la superficie total de la CAPV. Por último, la superficie forestal con un grado de erosión muy alto supone un 6% del total. En estas áreas las pérdidas de suelo superan las 100 t/ha/año (**Tabla 4.5b**).

#### **4.5.3. Erosión media anual sin pistas. Masas de agua superficiales.**

El desarrollo del modelo propuesto para la erosión media anual, muestra que ninguna masa de agua de la CAPV muestra presiones elevadas en ámbitos superiores al 5% de su superficie (Mapa 4.5.2).

#### **4.5.4. Erosión media anual sin pistas. Cuencas vertientes a tramos fluviales.**

Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos (Mapa 4.5.3), el modelo identifica presiones elevadas en el intervalo comprendido entre el 12 y el 25% de la cuenca en único tramo (se trata de la cabecera del río Mape, tributario del Oka). Otras masas de agua, ubicadas en la vertiente atlántica, muestran presiones elevadas en el intervalo 5-12% de su superficie. Estas masas de agua se localizan preferentemente en áreas dedicadas al cultivo del eucalipto (cuenca hidrográfica del Oka, cuenca del Estepona y áreas costeras de Bizkaia hasta el cabo Villano), y al pino radiata (cabeceras del Lea y Artibai) en Bizkaia, y unas pocas masas de agua en Gipuzkoa (tramo medio del Deba, masas de agua del Aratz-erreka en la cuenca hidrográfica del Urola y una pequeña masa tributaria del Urumea) (Tabla 4.5.5).

**Tabla 4.5.5.** Tramos fluviales sometidos a presiones elevadas por tasa media anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal, en la que no se ha considerado la erosión debida a las pistas o vías de saca..

	<b>Sin presión</b>	<b>&lt; 5 %</b>	<b>5-12 %</b>	<b>12-25 %</b>
Nº de tramos fluviales	288	333	28	1
Sup cuencas vertientes (ha)	342.624	351.583	25.771	755

#### 4.5.5. Erosión media anual sin pistas. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.

Cuando los cálculos sobre la erosión media hídrica anual integran las tasas de erosión que ocurren aguas arriba, el modelo muestra nuevamente que un único tramo muestra presiones elevadas en el intervalo del 12-25% de la cuenca vertiente acumulada (Tabla 4.5.6) y otros 433 tramos muestran presiones elevadas en ámbito superficiales menores. El Mapa 4.5.4 muestra donde se ubican los mayores porcentajes.

**Tabla 4.5.6.** Tramos fluviales acumulados sometidos a presiones elevadas por tasa media anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal. No se ha considerado la erosión debida a pistas.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %
Nº de tramos fluviales	216	402	31	1
Sup cuencas vertientes	793.601	4.827.803	46.513	755

#### 4.5.6. Erosión media anual sin pistas. Cuencas vertientes a humedales.

En el caso de las cuencas vertientes a humedales, el modelo no registra presiones elevadas en ninguno de los 4 ámbitos propuestos, por lo que no se adjunta el mapa correspondiente.

#### 4.5.7. Erosión máxima anual sin pistas. Masas de agua superficiales.

Desde el punto de vista de las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas por la tasa máxima anual de erosión hídrica motivada por la actividad forestal, sin considerar la erosión debida a pistas y vías de saca, el modelo indica que ninguna de las masas de agua de la CAPV carece de presiones elevadas.

6 masas de agua están sometidas a presiones elevadas en más del 50% de su superficie (Mapa 4.5.6, Tabla 4.5.7 y Tabla 4.5.8). Las masas de agua con presiones elevadas corresponden a la cuenca vertiente al embalse de Aixola, ubicado en la cuenca hidrográfica del Deba, en un entorno escarpado donde dominan las plantaciones de especies de crecimiento rápido. Estas características son idénticas al resto de las cuencas vertientes a las masas de agua identificadas por el modelo. En el caso del Estepona y del Mape, el cultivo dominante es el eucalipto debido a las condiciones atemperadas del clima costero.

Un total de 63 masas de agua presentan presiones elevadas en una área comprendida entre el 25-50% de la superficie de su cuenca

vertiente. Estas masas de agua están ubicadas en su totalidad en la vertiente atlántica de la CAPV (Tabla 4.5.7., Mapa 4.5.6) y en términos superficiales suponen casi 300.000 ha, casi un 40% de la superficie total de la CAPV.

Con presiones elevadas en una superficie de las cuencas vertientes comprendida entre el 25 y 50% el modelo identifica un total de 26 masas de agua, que suponen más de 117.000 ha.

**Tabla 4.5.7.** Masas de aguas superficiales sometidas a presiones elevadas por tasa máxima anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal, considerar erosión debida a pistas.

	Sin presión elevada	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de masas de aguas sup. Sup cuencas vertientes (ha)	0	14	12	26	63	6
	0	119.904	75.672	117.943	298.425	15.814

**Tabla 4.5.8.** Masas de agua superficiales con presiones elevadas en más del 50% de la superficie por tasa máxima anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal, sin considerar erosión debida a pistas.

Masa agua	% presión elevada	Sup. (ha)
Embalse Aixola	61,2 %	474,9
Zeberio-A	56,9 %	2.764,7
Mape-A	54,3 %	1.121,2
Estepona-A	54,0 %	1.319,1
Golako-A	53,5 %	1.833,4
Orobio-A	52,5 %	1.177,4

#### 4.5.8. Erosión máxima anual sin pistas. Cuencas vertientes a tramos fluviales.

En el caso de las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo identifica 35 tramos sin presión debida a la erosión máxima forestal sin considerar la erosión debida a las pistas, frente a 615 tramos fluviales en los que en su cuenca vertiente, en mayor o menor medida, existen presiones elevadas (Tabla 4.5.8., Mapa 4.5.7). Entre ellos, destacan 63 tramos fluviales en los que las presiones son elevadas en porcentajes superiores al 50% de la cuenca vertiente.

**Tabla 4.5.9.** Tramos fluviales con presiones elevadas por tasa máxima anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal, sin considerar erosión debida a pistas.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	35	118	89	117	228	63

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Sup cuencas vertientes (ha)	25.510	167.232	92.628	119.144	257.847	58.373

Los tramos fluviales con presiones debidas a la tasa máxima anual de erosión forestal en su cuenca vertiente con presiones superiores al 25% se extienden a lo largo de toda la superficie de la vertiente atlántica, a excepción de determinadas áreas, tales como áreas eminentemente agrícolas (valle de Karrantza, valle de Aiara, y cuencas bajas del Urola, Urumea, Oria y Oiartzun).

En general, estos tramos son más abundantes en el Territorio Histórico de Bizkaia y entre ellos, el mayor número de tramos con presiones elevadas ocurre en la cuenca hidrográfica del Ibaizabal (19 tramos), en tramos de cabecera, en los que la superficie de su cuenca vertiente suma alrededor de 14.000 ha. Otras cuencas hidrográficas con presiones elevadas en Bizkaia, se ubican en la cuenca del Oka (tramos del Mape, del Golako y del Oka), con 7 tramos en total, que suman una superficie cercana a 4.000 ha de cuenca vertiente. Otras unidades hidrológicas afectadas son Lea, Butroe y Artibai, con 6, 3 y 3 tramos afectados, respectivamente.

En el T.H. de Gipuzkoa, en la unidad hidrológica del Deba, la cuenca vertiente de los 14 tramos afectados por presiones elevadas suman 4.200 ha y 2.300 ha la de los 6 tramos del Urola (Tabla 4.5.9).

63 masas de agua sufren presiones elevadas en una superficie superior al 50% de su cuenca vertiente (Mapa 4.5.7). Estos tramos fluviales se ubican en su totalidad en la vertiente atlántica de la CAPV y entre ellos destacan, en términos superficiales, determinadas cuencas vertientes del Deba (con presiones elevadas en una superficie superior al 73% de la cuenca vertiente), Ibaizabal y Oria.

Por otra parte, existen dos embalses Lekubaso y Aixola, en la unidad hidrológica del Ibaizabal y del Deba respectivamente, en los que las presiones son elevadas en superficies superiores al 55% de su cuenca vertiente.

**Tabla 4.5.9.** Tramos fluviales con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente por tasa máxima anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal, sin considerar erosión debida a pistas.

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup. (ha)
TDe112	DEBA	73,0 %	167,1
TDe129	DEBA	64,9 %	312,6
Tlb225	IBAZABAL	64,6 %	467,4
TOr397	ORIA	62,1 %	209,2
Tlb214	IBAZABAL	62,1 %	525,2
Tlb238	IBAZABAL	61,7 %	345,8

<b>Tramo fluvial</b>	<b>Unidad Hidrológica</b>	<b>% presión elevada</b>	<b>Sup. (ha)</b>
Tib257	IBAZABAL	61,7 %	495,8
TDe134	DEBA	61,4 %	191,1
TZa530	ZADORRA	60,7 %	35,0
Tib291	IBAZABAL	60,0 %	128,6
TLe323	LEA	60,0 %	398,6
TBu083	BUTROE	59,6 %	587,7
TOk352	OKA	59,2 %	447,5
TOk346	OKA	59,2 %	849,4
TDe113	DEBA	58,5 %	189,5
TDe117	DEBA	58,0 %	472,0
Tib282	IBAZABAL	57,9 %	1.318,3
TDe133	DEBA	57,9 %	534,7
Tib277	IBAZABAL	57,2 %	784,0
TZa533	ZADORRA	57,0 %	80,5
Tib276	IBAZABAL	56,8 %	1.980,7
TUI478	UROLA	56,7 %	383,9
TLe326	LEA	56,6 %	284,5
TDe120	DEBA	56,6 %	697,3
TBb048	BARBADUN	56,1 %	272,6
TLe318	LEA	55,8 %	304,7
Lekubaso	IBAZABAL	55,7 %	33,8
Aixola	DEBA	55,2 %	162,3
TAt014	ARTIBAI	55,2 %	730,7
TLe314	LEA	55,2 %	281,8
Urtatza	UROLA	55,0 %	182,0
Tib274	IBAZABAL	54,8 %	743,9
Tib262	IBAZABAL	54,8 %	1.217,6
Tib247	IBAZABAL	54,1 %	689,1
TDe101	DEBA	53,9 %	231,3
TLe322	LEA	53,7 %	211,3
TOr413	ORIA	53,4 %	506,2
Tib224	IBAZABAL	53,2 %	833,0
TOk345	OKA	53,1 %	209,7
Tib260	IBAZABAL	53,1 %	327,6
Tib259	IBAZABAL	52,9 %	612,3
TUI482	UROLA	52,4 %	529,8
TUI481	UROLA	52,4 %	358,5
TLe324	LEA	52,3 %	400,2
Tib223	IBAZABAL	52,3 %	475,9
TOk347	OKA	52,1 %	701,0
Tib261	IBAZABAL	52,0 %	1.228,8
TDe119	DEBA	51,8 %	55,5
TOk353	OKA	51,4 %	673,7
Tib209	IBAZABAL	51,4 %	1.262,7
TDe108	DEBA	51,3 %	395,4
TOk357	OKA	51,2 %	136,0
TDe139	DEBA	51,1 %	736,8
TUI483	UROLA	50,8 %	448,7
TDe128	DEBA	50,8 %	331,2
TBu076	BUTROE	50,7 %	208,9
TDe118	DEBA	50,7 %	442,6
TUI471	UROLA	50,6 %	434,0
TAt018	ARTIBAI	50,5 %	1.357,2
TOi339	OIARTZUN	50,5 %	113,1
Tib248	IBAZABAL	50,3 %	488,3
TBu082	BUTROE	50,2 %	731,4
TOk365	OKA	50,0 %	931,2



#### 4.5.9. Erosión máxima anual sin pistas. Cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales.

Al integrar las presiones que ocurren aguas arriba en las cuencas vertientes acumuladas, el número de cuencas vertientes con presiones elevadas en más del 5% de la cuenca vertiente acumulada asciende a 645 tramos (Tabla 4.5.10., Mapa 4.5.8). Estas presiones se localizan en cabeceras forestadas con especies de crecimiento rápido donde el efecto dilutor es inexistente. Los tramos acumulados se localizan fundamentalmente en las unidades hidrológicas del Ibaizabal (17), Deba (8), Lea (6) y Butroe (4) (Tabla 4.5.10).

Frente a 3 tramos sin presión, en 51 tramos las presiones son elevadas en una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente; las presiones ocurren en el intervalo del 25-50% en el caso de 305 tramos acumulados y en el intervalo de 12-25% en 114 tramos acumulados (Tabla 4.5.10).

Entre los tramos con una presión superior al 50% de la cuenca vertiente están varios embalses: Lekubaso, El Regato, ambos en la Unidad hidrológica del Ibaizabal, Aixola, en la del Deba y Artatza, en la del Urola (Tabla 4.5.11).

**Tabla 4.5.10.** Tramos fluviales acumulados con presiones elevadas por tasa máxima anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal, sin considerar erosión debida a pistas.

	Sin presión	< 5 %	5-12 %	12-25 %	25-50 %	> 50%
Nº de tramos fluviales	3	121	54	114	305	51
Sup cuencas vertientes (ha)	3.594	150.809	89.757	131.222	303.096	42.003

**Tabla 4.5.11.** Tramos fluviales acumulados con presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente acumulada por tasa máxima anual de erosión hídrica debida a la actividad forestal, sin considerar erosión debida a pistas.

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup (ha)
TDe129	DEBA	64,9 %	312,6
TDe112	DEBA	64,5 %	147,7
Tlb214	IBAIZABAL	62,1 %	525,2
Tlb238	IBAIZABAL	61,7 %	345,8
Tlb257	IBAIZABAL	61,7 %	495,8
Aixola	DEBA	61,2 %	180,0
Lekubaso	IBAIZABAL	61,1 %	37,1
Tlb291	IBAIZABAL	60,0 %	128,6
Tbu083	BUTROE	59,6 %	587,7
TOK352	OKA	59,2 %	447,5
TDe113	DEBA	58,5 %	189,5
El Regato	IBAIZABAL	57,9 %	49,3
Tlb277	IBAIZABAL	57,2 %	784,0

Tramo fluvial	Unidad Hidrológica	% presión elevada	Sup (ha)
TZa533	ZADORRA	57,0 %	80,5
Tlb276	IBAIZABAL	56,9 %	1.985,0
TLe326	LEA	56,6 %	284,5
TDe128	DEBA	56,5 %	368,1
TBb048	BARBADUN	56,1 %	272,7
Tlb237	IBAIZABAL	56,0 %	284,3
TLe323	LEA	55,9 %	371,4
TOK346	OKA	55,7 %	799,7
TLe322	LEA	55,4 %	217,9
TAt014	ARTIBAI	55,2 %	730,7
Urtatza	UROLA	55,0 %	182,0
TUI478	UROLA	54,7 %	370,2
TOK353	OKA	54,3 %	711,2
TBU082	BUTROE	54,0 %	786,9
TDe101	DEBA	53,9 %	231,3
TDe111	DEBA	53,6 %	609,4
TOK358	OKA	53,5 %	344,9
TBU081	BUTROE	53,5 %	15,1
TOr413	ORIA	53,4 %	506,2
Tlb224	IBAIZABAL	53,2 %	833,0
TOK345	OKA	53,1 %	209,7
TLe321	LEA	53,1 %	581,2
Tlb260	IBAIZABAL	53,1 %	327,6
Tlb259	IBAIZABAL	53,0 %	612,9
TUI485	UROLA	52,9 %	24,7
TLe325	LEA	52,6 %	262,5
Tlb247	IBAIZABAL	52,5 %	667,9
TLe324	LEA	52,3 %	400,2
TOK347	OKA	52,1 %	701,0
Tlb261	IBAIZABAL	52,0 %	1.228,8
Tlb274	IBAIZABAL	51,4 %	697,7
Tlb209	IBAIZABAL	51,4 %	1.262,7
TDe108	DEBA	51,3 %	395,4
TOK357	OKA	51,2 %	136,0
TBU076	BUTROE	50,7 %	208,9
TUI471	UROLA	50,6 %	434,0
TOi339	OIARTZUN	50,5 %	113,1
Tlb248	IBAIZABAL	50,3 %	488,3

#### 4.5.10. Erosión máxima sin pistas. Cuencas vertientes a humedales.

Únicamente se registran presiones debidas a la actividad forestal en dos de los humedales seleccionados, humedales de Altube y humedal de Salburua. En el caso de los humedales de Altube, las presiones son elevadas en un porcentaje comprendido entre el 5 y 12% de la superficie de la cuenca vertiente acumulada a los mismos, mientras que en el caso del humedal de Salburua, la superficie de cuenca vertiente acumulada con presiones elevadas es inferior al 5% (Mapa 4.5.9).

## 4.6. Erosión hídrica debido a la actividad agrícola

### 4.6.1. Resultados generales

Mediante la aplicación del modelo se han obtenido tasas de erosión hídrica provocadas por la actividad agrícola en las parcelas dedicadas a este uso. El modelo implica un total de 584.987 parcelas que suponen una superficie de 237.918 ha (aproximadamente el 33% de la superficie total de la CAPV).

La Tabla 4.6.1 muestra los valores medios de erosión hídrica obtenida tras la aplicación del modelo. El rango de las tasas de erosión obtenidas oscila entre valores próximos a 0,01 y 5,36 t/ha/año, y la media es de 0,46 t/ha/año.

**Tabla 4.6.1.** Datos obtenidos tras la aplicación del modelo de erosión agrícola. Se expresa el rango, la media y la Desviación Standard de la erosión hídrica media que se produce en el ámbito agrícola de la CAPV (se expresa en t/ha/año).

	<b>Erosión media</b>
Nº unidades territoriales	584.987
Rango	0,01-5,36
Med	0,46
SD	0,47

En el caso de las masas de agua, la totalidad de las mismas están implicadas por el modelo construido. La mayor parte, más del 85%, lo están en superficies menores al 50% de la cuenca vertiente a cada masa de agua, y en unos pocos casos los usos agrícolas superan el 50% de la superficie de las cuencas (Tabla 4.6.2). Estos datos parecen coherentes, dado que en la superficie de cultivo raramente ocupa la totalidad de la superficie de las cuencas de drenaje, relegándose en la mayor parte de los casos a los terrenos más aptos para el cultivo. Sin embargo, en áreas puramente agrícolas (Llanada alavesa, cuenca del Omecillo y del Ayuda...) se dan casos de un amplio uso agrícola.

Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos de agua implicadas, se observa que el modelo atañe a un elevado número de cuencas, lo que indica que los usos agrícolas poseen una distribución heterogénea por todo el territorio, aunque en la vertiente atlántica este uso esté relegado a los fondos de valle, áreas de escasa pendiente, así como áreas de pastos en zonas elevadas. Al categorizar el grado de ocupación superficial de los usos agrícolas respecto a la extensión total de cada masa de agua, se observa que en la mayor parte de los casos, los cultivos agrícolas ocupan una superficie menor al 25%. Las otras dos categorías, que engloban una

ocupación superficial superior al 25%, muestran datos muy similares (Tabla 4.6.2).

**Tabla 4.6.2.** Porcentaje de las masas de agua superficiales comprometidas en el modelo de erosión hídrica debida a la actividad agrícola. La columna "Total" expresa el n° de las masas de agua en las que se ha aplicado el modelo y el porcentaje que suponen frente al número total. La fila de superficie se refiere a las hectáreas comprometidas respecto a la totalidad de la superficie de la CAPV.

	<b>Total</b>	<b>0-25%</b>	<b>25-50%</b>	<b>50-100%</b>
N° masas de agua superficiales	121 (100,0%)	55 (45,5%)	51 (42,1%)	15 (12,4%)
Superficie (ha)	627.757 (100,0%)	241.735 (38,5%)	314.292 (50,1%)	71.730 (11,4%)
N° cuencas vertientes a tramos	621 (95,5%)	276 (42,5%)	233 (35,8%)	112 (17,2%)
Superficie (ha)	711.011 (98,7%)	292.292 (40,6%)	278.585 (38,7%)	140.134 (19,4%)
N° cuencas vertientes a humedales	4 (100,0%)	0	2 (50,0%)	2 (50,0%)
Superficie (ha)	985 (100,0%)	0	462 (46,9%)	523 (53,1%)

Al igual que en el apartado anterior, referente a la erosión hídrica debida a las actividades forestales, en el este caso no se han realizado cálculos referidos a las masas de agua subterráneas o a los sectores permeables, ya que la presión provocada por la erosión hídrica debida a las actividades agrícolas sobre las aguas subterráneas se estima que es prácticamente inexistente, a excepción de la registrada en algunos acuíferos kársticos.

Para representar gráficamente los resultados obtenidos tras la aplicación del modelo, se han establecido 4 puntos de corte basados tanto en la distribución estadística que muestran los resultados como en la bibliografía especializada. Al igual que en el caso de la erosión que tiene su origen en la actividad forestal el límite de erosión aceptado internacionalmente como admisible oscila en torno a las 10-12 t.

/ha/año dado que por encima de esas cifras no se garantiza la conservación de los suelos, ya que la destrucción supera a la capacidad edafogenética del suelo. Dado que la media de los resultados obtenidos está en torno a 5 t/ha/año y que la dispersión de los datos es pequeña, en esta ocasión se ha optado por establecer que pérdidas de suelo superiores a 10 t/ha/año suponen niveles de presión altos (Tabla 4.6.3).

**Tabla 4.6.3.** Clasificación de la presión ejercida por aportes difusos de erosión hídrica asociada a la actividad forestal.

<b>Nivel presión</b>	<b>de Erosión media (t/ha/año)</b>
Sin presión	< 2
Baja	2-5
Moderada	5-10
Alta	10-50
Muy Alta	>50

La representación gráfica de la tasa anual de erosión hídrica debida a la actividad agrícola muestra que la presión es, por lo general, prácticamente inexistente en el territorio de la CAPV (Mapa 4.6.1) y, en el caso de existir, las presiones son bajas, es decir, inferiores a 5 t/ha/año.

Estas presiones bajas son más abundantes en la vertiente atlántica que en la mediterránea y una gran parte de los recintos afectados se ubican en el territorio histórico de Gipuzkoa. Estas áreas corresponden a pastizales intervenidos que se ubican, por lo general, en laderas bastante empinadas. Por ejemplo, están sometidas a presiones bajas de pérdida de suelo áreas extensas de Jaizkibel, Mendizorrotz, cuencas vertientes al Urumea y, en especial, en la unidad hidrográfica del Urola. En Bizkaia destacan por su abundancia, aunque en menor medida que en Gipuzkoa, áreas de las unidades hidrográficas del Lea y del Artibai, Oka, cuenca alta del Ibaizabal y en la comarca de Enkarterriak, tanto en la unidad hidrológica del Barbadún como del Karrantza (Mapa 4.6.1).

En Álava, las presiones bajas son muy escasas y se identifican en áreas elevadas de la Sierra de Cantabria, Entzia y en el Valle de Arana (Mapa 4.6.1).

Dado que los resultados del modelo muestran que no existen presiones elevadas derivadas de las actividades agrícolas en ningún ámbito de la CAPV (las mayores tasas obtenidas tras la aplicación del modelo apenas superan las 5 t/ha/año), no tiene sentido desarrollar en este epígrafe las presiones identificadas en cada una de las unidades hidrográficas anteriormente descritas (aún así, se adjuntan los mapas 4.6.2, 4.6.3 y 4.6.4). Es decir, al no existir presiones elevadas en ninguno de los ámbitos territoriales analizados, huelga abordar aquí dicha temática.

## 5. Identificación de presiones de tipo difuso sobre el medio receptor. Análisis de impactos

### 5.1. Redes de seguimiento de la calidad de las aguas de la CAPV

#### 5.1.1. Recopilación de información

Para la elaboración del estudio y análisis de las presiones sobre el sistema receptor se ha diseñado una base de datos que integra diferentes muestreos históricos de las masas de agua de la CAPV. Así mismo, se han empleado los datos actualmente disponibles sobre la entidad de los vertidos directos a las masas de agua superficiales.

En este apartado se enumeran las fuentes de datos actualmente disponibles referentes a las diferentes redes de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, y se describen pormenorizadamente sus características. Posteriormente se han integrado las diversas fuentes de información mediante una homogeneización previa, que ha consistido en la aplicación de un filtro común con el objetivo de integrar cada tabla de datos en una base de datos para la totalidad de las masas de agua de la CAPV. Los criterios adoptados para la homogeneización de los datos de distinta procedencia, tanto para las masas de agua superficiales, como subterráneas o para la contaminación producida por los pesticidas, han sido listados al final de este capítulo.

#### 5.1.2. Información sobre las masas de agua superficiales

##### 5.1.2.1. Analíticas de Nitratos, Sólidos en Suspensión y Ortofosfatos.

Se han integrado en una base de datos común diferentes analíticas históricas obtenidas a partir de las siguientes fuentes:

- a) Red de control de ríos de la Diputación Foral de Gipuzkoa.
- b) Red Integrada de Calidad de las Aguas superficiales de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- c) Red Integrada de Calidad de las Aguas superficiales de la Confederación hidrográfica del Norte.
- d) Muestreo de los sectores de Foronda, Alegría y Sierra Cantabria. Año 2003. Gobierno Vasco.
- e) RHPV\_GV. Red de control de humedales del País Vasco. Red del Gobierno Vasco.
- f) RVMAS\_GV. Red de Vigilancia de Masas de Aguas Superficiales del Gobierno Vasco.

g) SIS ZADORRA. Embalses del sistema Zadorra. Vigilancia analítica resultados 2002-2003. Gobierno Vasco.

#### **5.1.2.1.1. Características de los datos obtenidos**

##### **a) DFG. Red de ríos de la Diputación foral de Gipuzkoa**

Tabla con 8511 entradas, con un total de 9 campos (fuente, Código Estación, Nombre, Coordenadas UTM X, UTM Y, Fecha, SS, Nitratos y Ortofosfatos). Contiene datos referidos a un total de 31 estaciones de muestreo, caracterizadas entre los años 1976 y 2000 (sin embargo, no existen datos en los años 1978, 79 y 80). A partir del año 1984 existen registros correspondientes a los 12 meses del año (en años anteriores, los registros corresponden a un rango entre 4 y 10 meses).

Los datos correspondientes a los Sólidos en Suspensión poseen la concentración en 2369 muestras (es decir, no existen datos en 6142 casillas). El rango de los datos oscila entre 4 y 28.000 mg/l.

Los datos de los nitratos corresponden a 7968 muestras (no existen en 1543 casillas). Los datos existentes oscilan entre 0,005 y 9,92 mg/l. También existen datos <0,03.

Los datos de fosfatos corresponden a 5485 muestras (no existen en 3026 casillas). Las concentraciones oscilan entre 0,005 y 9,92 mg/l. Existen datos <0,10.

Respecto a la continuidad y disponibilidad de los datos, se observan que en pocos casos existe una continuidad cronológica.

##### **b) Red ICA de aguas superficiales de la Confederación hidrográfica del Ebro.**

Tabla con 1.338 entradas, con un total de 10 campos (Fuente, tipo de muestra, código analítica, código estación, Coord. UTM X, Coord. UTM Y, fecha, SS, Nitratos y Ortofosfatos). Contiene datos referidos a un total de 10 estaciones, muestreadas entre los años 1980 y 2000.

Para los SS existe una media de 4 registros para cada mes. Las concentraciones oscilan entre 0 y 99 mg/l, si bien, existen valores correspondientes al límite de detección (<3), valores ND, y O.

Para los ortofosfatos, los datos comprendidos entre 1981 y 1990 han sido recogidos únicamente en los meses de enero y julio. A partir de 1991, si bien no existen registros para todos los meses, los datos poseen una mayor continuidad. Existen un total de 551 datos. Las concentraciones oscilan entre <0,04 (<0,05) y 9,34 mg/l. Así mismo, existen valores referidos como ND y NR.

Para los nitratos, la cadencia de los muestreos es similar a los ortofosfatos. Existen un total de 550 registros. Los datos oscilan entre 0 y 9,9 mg/l, si bien además existen datos <1, ND y NR.

**c) Red ICA de aguas superficiales de la Confederación hidrográfica del Norte.**

Tabla con 2815 entradas, con un total de 11 campos (Fuente, Tipo muestra, Código estación, Código analítica, nombre, UTM X, UTM Y, fecha, SS, N y Ortofosfatos). Contiene datos referidos a 60 estaciones, con datos correspondientes al periodo comprendido entre el 10/1980 y el 12/2000.

El número de registros varía entre los 24-216 registros/año (cercaos o superiores a 100 registros a partir del año 1981).

Los Sólidos en Suspensión poseen un total de 2814 registros. Existen valores iguales a 0, <0,5, <1, <1,2, <3 y < 5. Las concentraciones varían entre 0,3 y 96 mg/l. Existen datos para las 60 estaciones muestreadas.

Los nitratos poseen 817 registros. Existen valores iguales a 0, <0,3, <1, <2. El rango de concentraciones varía entre 0,05 y 9,9 mg/l. Todas las estaciones poseen algún registro, excepto la de Morga.

Los Ortofosfatos poseen 977 registros. Existen valores a o, <0,005 y <0,1. El rango de concentraciones varía entre 0 y 7,95 mg/l. No existen datos en las siguientes 11 estaciones: Alegría de Oria, Aretxabaleta, Arrankudiaga, Eibar, Etxebarri, Gauteviz de Arteaga, Iurreta, Otxandio, Orozko, Tolosa y Zeanuri.

**d) M\_Alegría y Sierra Cantabria. Muestreo de Foronda, Alegría y Sierra Cantabria**

Tabla con 14 entradas, con un total de 7 campos (Fuente, Tipo muestra, Nombre, UTM X, UTM Y, Nitratos, Fechas). Los muestreos corresponden a 14 estaciones muestreadas en 2003 (3 estaciones en Noviembre y 9 en diciembre).

Las concentraciones de nitratos varían entre 4,82 y 59,6 mg/l.

**e) RHPV\_GV. Red de humedales del País Vasco. Red del Gobierno Vasco**

Tabla con 199 entradas, con 9 campos (Fuente, Tipo, muestra, nombre, UTM X, UTM Y, Fecha, Profundidad, Ortofosfatos, Nitratos) que corresponden a 22 estaciones de muestreo ubicadas en humedales de la CAPV.

Las muestras corresponden al periodo comprendido entre noviembre de 2001 y julio de 2003. En algunos humedales, las muestras son



recogidas a diferentes profundidades. En muestreos superficiales se ha tomado una única muestra.

Los ortofosfatos poseen un total de 138 registros, que varían entre 0 y 0,37 mg/l.

Los nitratos poseen un total de 195 registros, que varían entre 0 y 24,12 mg/l.

#### **f) RVMAS\_GV. Red de Vigilancia de Masas de Aguas Superficiales del Gobierno Vasco**

Tabla con 7102 registros, con 10 campos (Fuente, Tipo de muestra, Cod. Estación, Fecha, Tipo estación, UTM X, UTM Y, Nitratos, Ortofosfatos, SS) que corresponden a 72 estaciones de muestreo ubicadas en Ríos (5780), Estuarios (736) y Litoral (555).

2 registros aparecen sin coordenadas UTM.

Las muestras han sido determinadas entre el 8/03/1993 y el 3/02/2004.

Los nitratos poseen 7098 valores (4 muestras no tienen determinación). Existen valores <0,1, <0,5. Las concentraciones varían entre 0,0001 y 98,2 mg/l.

Los ortofosfatos poseen 7090 valores. Existen valores <0,1, <0,3, <1. Las concentraciones varían entre 0,2 y 99,6 mg/l.

#### **g) SIS ZADORRA. Embalses del sistema Zadorra. Vigilancia analítica resultados 2002-2003. Gobierno Vasco**

Tabla con 403 entradas. Existen 8 campos (fuente, tipo muestra, código estación, nombre, UT X, UT Y, fecha y nitratos).

Los datos han sido obtenidos en 13 estaciones de muestreo, muestreadas entre las fechas de 28/01/2004 y 22/03/2004, con 1 muestreo por mes.

Aparecen 13 casillas de nitratos vacíos que corresponden al valor "vacío = <0,5"). (Límite de detección)

Los valores de nitratos están en el rango de 0,3-69,2 mg/l.

#### **5.1.2.1.2. Determinaciones de pesticidas en masas de agua superficiales**

La base de datos está formada por 4 tablas:

a) CHE. Muestreo de plaguicidas realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

b) CHN. Muestreo de plaguicidas realizado por la Confederación Hidrográfica del Norte.

c) CON\_DIF\_ALAVA. Estudio sobre la contaminación agraria difusa del agua de consumo de Álava. Años 1991 –1993.

d) Subdirección Salud Pública de Álava. Programa de control y vigilancia de plaguicidas en aguas. Años 2000-2003.

e) RVMAS\_GV\_PLAG. Red de vigilancia de masas de Agua superficiales del Gobierno Vasco. Plaguicidas.

**a) CHE. Muestreo de plaguicidas realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro**

Tabla con 20 entradas. Posee un total de 23 campos (Fuente, tipo de muestra, código estación, nombre, Código analítica, UT X, UTY, fecha, aldrín, b-HCH, d-HCH, Dieldrín, Endrín, Isodrín, Naftaleno, opDDT, ppDDD, ppDDE, ppDDT, Suma DDTs, Suma HCH, Tetracloruro de carbono, y-HCH).

Los datos corresponden a 9 estaciones de muestreo, se expresan en unidades de ng/l y aparecen tanto determinaciones nulas (ND), como determinaciones inferiores al límite de detección (<100, <300, <400).

Las fechas abarcan desde 1994 a 2000. (1994, 95, 97 y 98 poseen una única analítica). 1996, dos; 1995, cinco y 2000, nueve.

**b) CHN. Muestreo de plaguicidas realizado por la Confederación Hidrográfica del Norte**

Tabla con 179 entradas. Posee un total de 21 campos (Fuente, tipo de muestra, código estación, nombre, Código analítica, UT X, UTY, fecha, aldrín, atrazina, DDT, Dieldrín, Endosulfán I, Endosulfán II, Endosulfán sulfato II, Endrín, HCH gamma, metolacloro, Molinato, Simazina y Terbutilazina).

Se refiere al estudio en 34 estaciones de muestreo. Sin embargo, la estación de Galdakao no tiene coordenadas UTM.

Los datos se expresan en unidades ng/l. Existen resultados ND, referentes a ausencia de determinación, así como datos <0,3, <1, <5, correspondientes a resultados de analíticas inferiores al límite de detección.

La Tabla refleja los muestreos realizados entre 1994 y 2000. No obstante, a excepción de dos determinaciones para Eldrín (1996 y 1997), la totalidad de los datos corresponden a analíticas del año 2000.

**c) CON\_DIF\_ALAVA. Estudio sobre la contaminación agraria difusa del agua de consumo de Álava. Años 1991 –1993**

Tabla con 108 registros. 11 campos (Fuente, tipo muestra, nombre, UT X, UT Y, fecha, HCH gamma, Simazina, Terbutiazina, Atrazina, Chlorfenvinphos).

Diferentes nombres corresponden a mismas UT.

Total de estaciones muestreadas: 48 estaciones.

Fechas de muestreo: 1991-1993.

HCH: 9 registros (rango: 11-34).

Los datos se expresan en unidades ng/l.

**d) Subdirección de Salud Pública del Dpto. de Sanidad del Gobierno Vasco. Subdirección de Salud Pública (2000-2003).**

Analíticas de los años 2000 a 2003, relativas al programa de control y vigilancia de plaguicidas en aguas del Territorio Histórico de Álava realizadas por la Subdirección de Salud Pública. En estas analíticas se muestran los resultados correspondientes a 9 puntos de muestreo. Sobre una extensa analítica de diferentes plaguicidas, se ha determinado la presencia de 9 sustancias en concentraciones de mayor o menor entidad: Atrazina, Terbutilazina, Terbutrina, Simazina, Gamma HCH,  $\gamma$ -HCH, 2.4 D, Mecoprop, y MCPA.

Los datos se expresan en unidades ng/l.

**e) RVMAS\_GV\_PLAG. Red de vigilancia de masas de Agua superficiales del Gobierno Vasco. Plaguicidas**

Tabla con 938 registros. 20 campos (Fuente, tipo muestra, código Estación, nombre, UT X, UT Y, fecha, Alachlor, Aldrín, Atrazina, Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos, DDT, Dieldrín, Diuron, Endrín, Endosulfan, HCH gamma, Isodrín, Isoproturon, Metolacoloro, Molinato, Naftaleno, Simazina, Terbutilazina, Trifluralina).

Los datos se expresan en unidades ng/l.

Fechas comprendidas entre feb-1995 y Feb-2004, si bien no existen determinaciones hasta enero de 2002. Dos estaciones poseen determinaciones en ene-2001, pero no tienen coord. UT. Datos referentes a 121 estaciones, de las cuales 18 corresponden a muestreos litorales.

Chlorfenvinphos, Diuron e Isoproturon únicamente poseen determinaciones para las dos estaciones que no tienen coordenadas UT.

### 5.1.3. Masas de agua subterráneas

#### 5.1.3.1. Datos disponibles sobre la calidad de las aguas subterráneas

En el caso de las masas de agua subterráneas, se han integrado las siguientes fuentes de información:

- a) AS EVE-GV. Datos históricos del Inventario de Puntos de Agua EVE-GV.
- b) M\_Alegría \_SCantabria. Datos del muestreo de Foronda, Alegría y Sierra Cantabria. Año 2003. Gobierno Vasco.
- c) ICA\_sub\_Ebro. Red ICA- de aguas subterráneas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- d) Red básica de control de Aguas subterráneas EVE- Gobierno Vasco.
- e) Zona vulnerable Vitoria. Muestreo anual de nitratos en la zona vulnerable de Vitoria. 1998 –2003.

#### **a) AS EVE-GV. Datos históricos del Inventario de Puntos de Agua EVE-GV**

Tabla con un total de 5440 entradas, y 9 campos (Fuente, Tipo de muestra, Cod. Estación, Nombre, UT X. UT Y, fecha, ortofosfatos y Nitratos).

Comprende datos del intervalo comprendido entre 1975 y 1995. Existe, a su vez, un dato de 1925. 248 registros no poseen fechas. Hay 106 datos de ortofosfatos (distintos a 0), que varían en el rango de 0,10 a 32,4 mg/l. Hay 4709 datos de nitratos (4027 distintos a 0), que varían entre -0,5 y 99,54 mg/l. Existen datos que corresponden a valores inferiores al límite de detección y que son expresados con un signo negativo.

#### **b) M\_Alegría \_SCantabria. Datos del muestreo de Alegría y Sierra Cantabria. Año 2003**

Tabla con 31 entradas. (Campos: Fuente, tipo de muestra, Código estación, nombre, UTX, UT Y, fecha, nitratos). No existen datos de ortofosfatos.

3 fechas de muestreo (11 de 2003 a 12 de 2003). El número de estaciones de muestreo es de: 31 (es decir, las determinaciones no se repiten. Hay, por tanto, una fecha de muestro en cada estación). Nitratos: 31 datos, con un rango de 2,94-160 mg/l.

#### **c) ICA\_sub\_Ebro. Red ICA- de aguas subterráneas de la Confederación hidrográfica del Ebro**

Tabla con 220 registros y un total de 9 campos (Fuente, Tipo de muestra, Cod. Estación, Nombre, UT X. UT Y, fecha, ortofosfatos y Nitratos). Contiene datos referidos a un total de 40 estaciones de muestreo.

41 fechas de muestro, desde 1995 a 2003.

Ortofosfatos: 14 fechas sin dato. 206 determinaciones. Existen datos <1, <5, 5 ND. Los datos varían de 0,9 a 96 mg/l.

Nitratos: 39 datos. Datos: <0,04; <0,05. 4 ND. Rango: 0,02-0,26 mg/l.

**d) Red básica. Red básica de control de Aguas subterráneas EVE-GV.**

Tabla con 1397 entradas.

8 campos (Fuente, Tipo de muestra, Cod. Estación, Nombre, UT X. UT Y, fecha, y Nitratos).

38 estaciones de muestreo.

Fechas: 12/1998 a 3/2004. Cadencia mensual en los muestreos.

Nitratos: 1397 determinaciones. Rango de valores: 0,1-98 mg/l. Existen 2 valores o y un amplio abanico de límites: <0,02, <0,025, <0,03, <0,04, <0,05, <0,08, <0,09, <0,1, <0,2, <0,4, <0,5.

**e) Zona vulnerable Vitoria. Muestreo anual de nitratos en la zona vulnerable de Vitoria. 1998 –2003**

Tabla con 90 entradas. 8 campos (Fuente, Tipo de muestra, Cod. Estación, Nombre, UT X. UT Y, fecha, ortofosfatos y Nitratos).

15 estaciones de muestreo (15/12/1998-10/12/2003).

1 analítica anual (en diciembre). 6 analíticas por estación.

Nitratos de 0,13 a 257 (2 casillas vacías).

**5.1.3.2. Determinaciones de pesticidas en las masas de agua subterráneas**

Analítica sobre las masas de agua subterráneas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Tabla con 221 entradas y 235 campos (31 datos físico-químicos, 73 datos sobre minerales y 115 de principios activos de pesticidas), correspondientes a 40 estaciones de muestreo.

Los datos corresponden a la provincia de Álava. En concreto, a 17 municipios ubicados sobre un tota de 8 Unidades Hidrológicas. Los municipios con mayor número de determinaciones son Lantarón (U.H. del Sinclinal de Treviño, con un total de 56 análisis), Vitoria-

Gasteiz (29 análisis), Bernedo (21 análisis), Arrazua-Ubarrundia (20 análisis), Iruña de Oca (15 análisis) y Laguardia (14 análisis).

Las fechas de muestreo abarcan desde marzo de 1995 a diciembre de 2003, si bien no existen analíticas durante 1998.

#### **5.1.4. Criterios para la homogeneización y criba de los datos**

Dada la enorme disponibilidad y disparidad de datos analíticos sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, se ha consensuado con la dirección del proyecto una serie de criterios a aplicar que proporcionen datos más homogéneos para la totalidad de las masas de agua. Así, y teniendo en cuenta el propósito de emplear dichos datos en un Sistema de Información Geográfica, se han aplicado los siguientes criterios:

- Se han eliminado analíticas sin fecha
- Se han eliminado analíticas sin coordenadas UT
- Se han eliminado fechas sin analíticas
- Se han eliminado los registros de aguas litorales y de estuarios (excepto en el caso de los plaguicidas).
- En las series históricas de datos, se han eliminado las determinaciones más antiguas (únicamente se juzgan interesantes para las aguas subterráneas). Por ej. Datos disponibles de 1993 a 2003, se han utilizado únicamente los últimos 3 años.
- En el caso de disponibilidad de datos sin continuidad, se ha seleccionado el registro más alto.
- En la tabla de datos de humedales, aparecen determinaciones a diferentes profundidades. Aunque a priori lo más lógico sería utilizar la media, se han seleccionado los valores máximos dado que nuestro objetivo es determinar las zonas más problemáticas (en base al criterio más probable y grave).
- En las bases de datos de NO<sub>3</sub>, SS y P superficiales y subterráneas, los valores <x se han dividido por la mitad.
- En la base de datos de plaguicidas, los valores <100, <200 se han equiparado a 0.
- En las bases de datos de nitratos y ortofosfatos se han tomado los valores máximos. No obstante, en el caso de existir analíticas consecutivas de un mismo punto, se han tomado el valor medio de los valores más altos.

### 5.1.5. Análisis de la información

Una vez obtenida y normalizada la información disponible, en este apartado se ha realizado un análisis de dicha información y de los resultados obtenidos. Como se ha mencionado, la información disponible para cada sección del medio receptor (dividido en masas de agua superficiales, masas de agua subterráneas y datos de pesticidas) ha sido ordenada y purgada con el objetivo de ser organizada en bases de datos comunes para la totalidad de las masas de agua de la CAPV.

El efecto producido debe valorarse con los criterios de calidad previstos en la Directiva Marco del Agua, así como en otras normativas vigentes, tales como la Directiva de nitratos. En el caso de los pesticidas se han tenido en cuenta los valores límite u objetivos de calidad del Real Decreto 140/2003, del Real Decreto 995/2000, de la Directiva 84/491/CEE, de la Directiva 86/280/CEE, y de la Directiva 88/347/CEE

Estos criterios pueden sintetizarse del siguiente modo:

- Alcanzar un buen estado ecológico
- Alcanzar el buen potencial ecológico y buen estado químico
- Prevenir el deterioro
- Cumplir los requerimientos sobre las sustancias prioritarias

### 5.1.6. Umbrales para la identificación de impactos en las masas de agua superficiales y subterráneas

Desde el punto de vista de los objetivos de este apartado (es decir, para la identificación de presiones y análisis de impactos de origen difuso en las masas de agua de la CAPV) parece suficiente establecer qué baremos habrán de ser utilizados para la identificación de dichas presiones. Para ello se han contemplado diferentes normativas europeas y estatales actualmente vigentes para discriminar de este modo aquellas masas de agua que están sometidas a presiones. Una vez identificadas, en el último apartado, se ha tratado de discernir qué impactos poseen un origen difuso mediante la identificación de los tramos más problemáticos y la ubicación espacial y cuantificación de la carga de los principales puntos de vertido directo a los cauces.

Para las masas de agua **superficiales** se considerarán los baremos de los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano expresados en la Directiva 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. En concreto se tendrán en cuenta los baremos expresados en la Tabla A-3 (Tabla 5.1.).

**Tabla 5.1.** Umbrales a emplear en la identificación de impactos en las masas de agua superficiales.

Parámetro	Límite
Nitrato	50 mg/l
Fosfato	0,7 mg/l
SS	25 mg/l

Se propone clasificar los resultados en 4 categorías. La Tabla 5.2 indica los intervalos propuestos para los nitratos, la Tabla 5.3 los propuestos para los fosfatos y la Tabla 5.4 los propuestos para categorizar las presiones debidas a Sólidos en Suspensión.

**Tabla 5.2.** Propuesta de intervalos para categorizar las presiones debidas a los nitratos.

Categoría	Límite
1	> 50 mg/l
2	50-25 mg/l
3	25-10 mg/l
4	<10 mg/l

**Tabla 5.3.** Propuesta de intervalos para categorizar las presiones debidas a los fosfatos.

Categoría	Límite
1	> 0,7 mg/l
2	0,7-0,3 mg/l
3	0,3-0,1 mg/l
4	<0,1 mg/l

**Tabla 5.4.** Propuesta de intervalos para categorizar las presiones debidas a los Sólidos en Suspensión.

Categoría	Límite
1	> 25 mg/l
2	25-10 mg/l
3	10-5 mg/l
4	<5 mg/l

Para las masas de aguas **subterráneas**, se ha considerado el baremo establecido en la Directiva 91/676/CE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. En ella se fijan los niveles máximos permitidos de nitratos en 50 mg/l. De este modo, para la identificación de impactos se establecen las categorías que se indican en la Tabla 5.5.



**Tabla 5.5.** Propuesta de intervalos para categorizar las presiones debidas a nitratos en las masas de agua subterráneas.

Categoría	Límite
1	> 50 mg/l
2	50-25 mg/l
3	25-10 mg/l
4	<10 mg/l

En el caso de los **pesticidas**, a la hora de determinar los límites máximos permitidos para la concentración de pesticidas en las aguas, se adoptan los criterios expresados en la normativa vigente: Real Decreto 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, Real Decreto 995/2000, por el que se establecen objetivos de calidad de sustancias contaminantes vertidas al medio acuático (Atrazina, Metalocloro, Simazina, Terbutilazina...), Directiva 84/491/CEE, por la cual se establecen valores límite y objetivos de calidad para vertidos de hexaclorociclohexano (HCH) al medio acuático, Directiva 86/280/CEE, por la cual se establecen valores límite y objetivos de calidad de sustancias peligrosas vertidas al medio acuático (DDT), y Directiva 88/347/CEE, por la cual se establecen objetivos de calidad para residuos de determinadas sustancias peligrosas (Aldrín, Dieldrín, Endrín e Isodrín) vertidas al medio acuático.

El Real Decreto 140/2003 establece, por una parte, un valor límite de 0,50 µg/l para la suma total de plaguicidas definidos en el apartado 10 del Artículo 2 del Real Decreto (*Plaguicida*: los insecticidas, fungicidas, nematocidas, acaricidas, alguicidas, rodenticidas, molusquicidas orgánicos, metabolitos, productos de degradación o reacción y los productos relacionados como los reguladores del crecimiento) y por otra, la concentración en el agua de plaguicidas individuales (0,10 µg/l), excepto para los casos de Aldrín, Dieldrín, Heptacloro y Heptacloro epóxido (0,03 µg/l).

En el presente estudio, para la selección de los plaguicidas prioritarios se ha considerado el Anexo X de la Directiva Marco del Agua, en la que figura la lista de compuestos activos de pesticidas considerados prioritarios. Dicha lista de sustancias prioritarias ha sido publicada en la Decisión N° 2455/2001/CE del parlamento europeo y del consejo de 20 de noviembre de 2001 por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. En virtud de la Directiva 2000/60/CE deben adoptarse medidas específicas a nivel comunitario contra la contaminación de las aguas causada por determinados contaminantes que representen un riesgo significativo para el medio

acuático o a través de él, incluidos los riesgos de esta índole para las aguas utilizadas para la captación de agua potable. Dichas medidas tienen por objeto la reducción progresiva de los vertidos, las emisiones y las pérdidas y, en el caso de las sustancias peligrosas prioritarias definidas en el punto 30 del artículo 2 de la Directiva 2000/60/CE, la interrupción o supresión gradual de tales vertidos, emisiones y pérdidas en un plazo de veinte años desde su adopción a nivel comunitario con el objetivo último de conseguir concentraciones en el medio marino cercanas a los valores básicos por lo que se refiere a las sustancias de origen natural y próximas a cero por lo que respecta a las sustancias sintéticas artificiales. Para la adopción de esas medidas se establece el anexo X con las sustancias peligrosas prioritarias.

La relación de las 33 sustancias prioritarias se ha basado en una evaluación de los riesgos que tiene especialmente en cuenta su ecotoxicidad acuática y humana a través de vías acuáticas de exposición, las pruebas obtenidas mediante el seguimiento de una contaminación ambiental extensa y otros factores de pertinencia probada.

A su vez, se ha considerado el Real Decreto 995/2000, *por el que se establecen objetivos de calidad de sustancias contaminantes vertidas al medio acuático y se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el real Decreto 849/1986, de 11 de abril*. Entre las sustancias preferentes a las que hace referencia el Anexo 1 del citado Real Decreto, existen varios pesticidas prioritarios, para los que se establecen objetivos de calidad. En concreto, figuran Atrazina, Metalocloro, Simazina y Terbutilazina, para los cuales se establecen como objetivos de calidad en aguas un valor medio anual de 1 µg/l. Así mismo, se indica que el 90 por 100 de las muestras recogidas durante un año no excederán los valores medios anuales establecidos y que en ningún caso los valores encontrados podrán sobrepasar en más del 50 por 100 la cuantía del valor medio anual. Dado que no se dispone de determinaciones periódicas para estas sustancias, atendiendo al segundo criterio se ha optado por establecer como valor límite 1 µg/l.

La Directiva 84/491/CEE, *por la cual se establecen valores límite y objetivos de calidad para vertidos de hexaclorociclohexano (HCH) al medio acuático*, dicta un valor límite de 0,1µg/l en aguas interiores y de 0,02µg/l en estuarios para esta sustancia.

La Directiva 86/280/CEE, *por la cual se establecen valores límite y objetivos de calidad de sustancias peligrosas vertidas al medio*

acuático (DDT), dicta un valor límite de 10 µg/l para el isomero para-para DDT y un valor límite de 25 µg/l para el DDT total.

Por último, la Directiva 88/347/CEE, por la cual se establecen objetivos de calidad de determinadas sustancias vertidas al medio acuático, dicta límites de 0,01 µg/l para el vertido de Aldrín, Dieldrín, Endrín e Isodrín. Estos límites son inferiores a los establecidos por el Real Decreto 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Ciertamente, resulta paradójico que los objetivos de calidad para vertidos al medio acuático sean más restrictivos que los criterios sanitarios para el agua para consumo humano. Sea como fuere, en este estudio se han adoptado los criterios más restrictivos, es decir, los establecidos por la Directiva 88/347/CEE de 0,01 µg/l.

Para el caso específico de las aguas subterráneas, existe actualmente un borrador de la futura directiva (propuesta de la Comisión COM (2003)550 de una Directiva sobre protección de las Aguas Subterráneas de la contaminación), aún en trámite de publicación, en la que se establecen baremos de 0,1 µg/l para todos los principios activos de los plaguicidas, incluidos los metabolitos correspondientes, productos de degradación y reacción.

## 5.2. Impactos en las masas de agua superficiales

A partir de los datos obtenidos en las redes de seguimiento de la calidad de las aguas de las CAPV, se han determinado los impactos registrados en las masas de agua superficiales. Aunque estos impactos corresponden a concentraciones de nitratos, ortofosfatos, sólidos en suspensión y pesticidas determinados mediante análisis en la columna de agua, se ha de subrayar que su origen puede ser doble. Esto es, que los contaminantes descritos pueden corresponder a fuentes de contaminación tanto puntual como difusa. En el siguiente capítulo, una vez descritos estos impactos, la entidad de los vertidos autorizados a las masas de agua superficiales y los resultados teóricos obtenidos en cada uno de los modelos, se tratará de determinar el origen de los mismos e identificar aquellos procedentes de la contaminación difusa.

### 5.2.1. Nitratos

A partir de los datos obtenidos y discriminando aquellas analíticas que muestran un valor para el nitrato superior a los 50 mg/l, se observa que un total de 33 determinaciones superan en al menos una fecha ese valor (Mapa. 5.1) en un total de 24 estaciones de muestreo.

El mayor número de determinaciones críticas se localizan en Álava, y en concreto en los cursos fluviales de la cuenca del Zadorra (en el propio embalse de Ulíbarri y arroyos de Arganzubi, Alegría, Santa Engracia y Undabe). De manera más dispersa se registran otras presiones en las cuencas del Omecillo, puntualmente con los registros más elevados. En Bizkaia la cuenca del Ibaizabal es la más afectada, si bien las determinaciones críticas poseen una distribución más dispersa (Kadagua, Gobelas, Indusi, Herrerías, Nerbioi, Zeberio...). Por último, en Gipuzkoa se han registrado el menor número de determinaciones (4), que se concentran en la cuenca del Urola y puntualmente en Inurritza (cuenca del Oria).

### 5.2.2. Ortofosfatos

A partir de los datos obtenidos y discriminando aquellas analíticas que muestran un valor para el ortofosfato superior a los 0,7 mg/l, se observa que un total de 156 determinaciones superan en al menos una fecha ese valor (Mapa. 5.2) en un total de 49 estaciones de muestreo.

El análisis de estas presiones por Territorios Históricos muestra que la Unidades Hidrológicas de Bizkaia son las más afectadas (22 tramos en total). Destaca por el número de tramos con determinaciones que superan el umbral de 0,7 mg/l la Unidad Hidrológica del Ibaizabal, con un total de 13 tramos de muestreo afectados. Otras Unidades Hidrológicas afectadas son: Oka (4 tramos), Butroe (2), Barbadun (1), Agüera (1) y Karrantza (1).

En el caso de Gipuzkoa, 14 tramos han sido identificados con concentraciones superiores a 0,7 mg/l, que corresponden en orden de importancia decreciente a las siguientes unidades hidrológicas: Deba (5 tramos), Oria (4 tramos), Urola (3 tramos), Urumea (1 tramo) y Bidasoa (1 tramo).

En el caso de Álava, 11 tramos muestran en algún muestreo concentraciones superiores al umbral establecido. La mayor parte de estos tramos corresponden a la Unidad Hidrológica del Zadorra, repartidos a lo largo de la cuenca de mayor extensión de Álava. Otros tramos afectados se ubican en las cuencas del Arakil (1), Baia (1), Ega (1) y Omecillo (1).

### 5.2.3. Sólidos en Suspensión

A partir de los datos obtenidos y discriminando aquellas analíticas que muestran un valor para los Sólidos en Suspensión (SS) superior a los 25 mg/l, se observa que un total de 289 determinaciones superan

en al menos una fecha ese valor (Mapa 5.3) en un total de 119 estaciones de muestreo.

A diferencia de los indicadores anteriormente tratados, en el caso de los SS las determinaciones que superan los baremos establecidos son muy numerosas (Mapa 5.3). Se hallan distribuidas fundamentalmente por los cauces fluviales de la vertiente atlántica, y sobre todo en las pequeñas cuencas costeras, en la cuenca del Ibaizabal y en la cuenca del Oria.

Por territorios históricos se observa que las determinaciones son más abundantes en las unidades hidrológicas ubicadas en Bizkaia (195 muestreos con registros superiores a 25 mg/l en un total de 82 estaciones). En Gipuzkoa, los datos corresponden a 41 determinaciones que corresponden a 14 estaciones de muestreo. En Álava, 53 muestreos han sido mayores al límite establecido que corresponden a 23 estaciones de muestreo.

Como se ha comentado, en Bizkaia la aparición de determinaciones críticas es muy regular, con determinaciones que superan el umbral establecido en la práctica totalidad de las cuencas muestreadas. El uso del suelo en las cuencas vertientes, junto a los manejos tipo y las prácticas de manejo, parecen ser determinantes a la hora de predecir que cuencas pudieran ser más problemáticas, si bien las características del medio físico condicionan sobremanera la exportación de Sólidos en Suspensión. En concreto, las características litológicas y la pendiente, en combinación con la intensidad de las precipitaciones, parecen ser los principales argumentos que explican la pérdida de SS. En cualquier caso, determinadas prácticas, tales como la tala a hecho y el posterior tratamiento mecanizado en parcelas de elevada pendiente, pudieran explicar el origen de esa gran parte de SS. A este origen se ha de añadir el industrial, responsable de la emisión de SS a los cauces, fundamentalmente en los tramos bajos.

En el caso de este parámetro descriptivo, los sólidos en suspensión, existe una probada relación entre sus concentraciones y la descarga de un río concreto. Así, durante épocas de fuertes precipitaciones la concentración de los sólidos en suspensión va en aumento, y es durante los picos de crecida cuando las concentraciones llegan a su máximo. Debido precisamente a este hecho, la determinación exacta de la concentración de sólidos en suspensión se convierte en una tarea complicada.

#### **5.2.4. Pesticidas**

A partir de las analíticas de aguas superficiales, y tomando como umbrales los objetivos de calidad establecidos en el Real Decreto 140/2003, en el Real Decreto 995/2000, en la Directiva 84/481/CEE, Directiva 86/280/CEE y Directiva 88/347/CEE se han analizado los datos disponibles según el siguiente esquema: plaguicidas individuales, excepciones (Aldrín, Dieldrín, y Heptacloro) y suma total de plaguicidas, si bien, previamente, se ha realizado un examen acerca de los puntos de muestreo donde, de forma periódica, se mide la concentración de pesticidas en las aguas superficiales.

##### 5.2.4.1. Determinaciones de pesticidas en las masas de agua superficiales

La integración de las analíticas disponibles (CHE, CHN, Diputación Foral de Álava, Salud Pública de Álava y red del Gobierno Vasco), muestra que se han realizado determinaciones analíticas sobre principios activos de pesticidas en un total de 212 puntos de muestreo, si bien en numerosos casos estas determinaciones no se han realizado de manera periódica (Mapa 5.4).

En más del 50% de los casos, las analíticas de los principios activos de pesticidas se han realizado en 1 (47 estaciones de muestreo), 2 (en 30) y 3 ocasiones (en 31), mientras que en el otro extremo se sitúan estaciones de muestreo en las que se han realizado analíticas periódicas (26 ocasiones en una estación, 18 en otra, y 15 en un total de 17 estaciones).

Por tanto, a excepción de analíticas realizadas de manera esporádica o en el marco de estudios concretos (por ejemplo, estudio encargado a IKT S.A. por la Diputación Foral de Álava en los años 1990-1993), se disponen de datos con determinaciones periódicas (un número de analíticas superiores a 5) en un total de 43 estaciones de muestreo (Mapa 5.4).

##### 5.2.4.2. Resultados de las analíticas de principios activos de pesticidas

Del total de analíticas disponibles (212), en base a la legislación aplicable, se ha establecido que en 26 puntos de muestreo existe un mal estado químico (Mapa 5.5), es decir, no se han cumplido en alguna ocasión los objetivos de calidad establecidos en la Directiva Marco del Agua. 10 de estos puntos de muestreo corresponden a ríos. 11 puntos a estuarios y 5 a puntos del litoral.

Entre los puntos de muestreo correspondientes a ríos, destaca el Canal de Alegría, donde entre el año 1991 y 2003 los valores límites de referencia se han superado en 5 ocasiones. Las sustancias

detectadas son: Mecocrop, en 2 ocasiones y en 1, Simazina, Terbutilazina y gamma-HCH (lindano). En el resto de los puntos, el mal estado químico se ha determinado en una única ocasión. 6 de estos puntos corresponden a masas de agua de la vertiente atlántica en tramos fluviales del Urola, Deba y Ego, Oria, Gobelas y Oka. El Hexaclorociclohexano (HCH), o alguno de sus derivados (alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, o la suma de HCH), es la sustancia más comúnmente detectada. Otros principios activos de pesticidas detectados son: Dicloroetano, Tricloroetano, Mecocrop, Simazina, Terbutilazina, Hexaclorobenceno y Triclorobenceno.

En el caso de los estuarios, 4 de los 11 puntos detectados corresponden al Abra (1 determinación analítica corresponde al Ibaizabal en Deusto, 4 determinaciones superan los valores límite en Rontegi, 4 en Lamiako y 2 en el Abra interior). En todos estos puntos del Ibaizabal las sustancias detectadas corresponden a derivados del HCH. Además, se han detectado concentraciones elevadas de Isodrin en Lamiako. En el estuario del río Oiartzun (Lezo), en dos ocasiones se han detectado concentraciones altas de Aldrin y gamma-HCH (lindano). En los estuarios del Barbadún, Butroe, Oka, Lea, Deba y Urola, las determinaciones analíticas superan en una sola ocasión los valores límite. Las sustancias detectadas corresponden a Aldrin (Lea y Deba), Dieldrin (Urola) y gamma-HCH (Barbadún, Butroe y Oka)..

Las determinaciones realizadas en el litoral muestran que en un total de 5 puntos se ha determinado un mal estado químico: zona exterior del Abra, costa de Sopelana, Armintza, Monpás y Pasaia. En Sopelana y Armintza la sustancia que supera los valores límite es el Dieldrin. En el resto es el gamma-HCH (lindano).

#### 5.2.4.3. Determinaciones analíticas de los principios activos modelizados

En capítulo 3.3.4 de este documento se ha descrito la construcción del modelo teórico de aportación de pesticidas en los terrenos de cultivo de la CAPV. Como se ha subrayado, únicamente ha sido posible establecer las dosis teóricas de aportación de los siguientes compuestos: Alacloro, Atrazina, Clorofeninfos, Cloropirifos, Simazina y Terbutilazina.

De acuerdo a las analíticas de las redes de seguimiento de la calidad del agua superficial disponibles, se han identificado analíticas con valores superiores al umbral establecido (0,1 µg/l) para las siguientes sustancias (Mapa 5.6): Simazina (Canal de Alegría) y Terbutilazina (Argomaniz (Parador) y Canal de Alegría).

#### 5.2.4.4. Suma de pesticidas prioritarios

Por último, se ha de considerar la suma de pesticidas prioritarios, la cual según el Real Decreto 140/2003, no debe superar el valor de 0,5 µg/l. Se ha detectado una estación de muestreo en la que supera este límite, que corresponde a las inmediaciones del parador de Argomaniz, en la cuenca hidrológica del río Zadorra (Mapa 5.7).

### **5.3. Impactos en las masas de agua subterráneas**

#### **5.3.1. Nitratos**

A partir de los datos obtenidos y discriminando aquellas analíticas que muestran un valor para el nitrato superior a los 50 mg/l, se observa que un total de 137 determinaciones correspondientes a otros tantos lugares de muestreo superan en al menos una fecha ese valor (Mapa. 5.8).

Atendiendo a la compartimentalización del territorio de la CAPV de mayor escala propuesta en el Mapa Hidrogeológico del País Vasco (EVE, 1996), la cual establecía una regionalización del territorio en ámbitos similares desde un punto de vista estructural, litológico, morfológico, climático y en definitiva hidrogeológico, denominados Dominios Hidrogeológicos, es posible adscribir las determinaciones de nitratos en las aguas subterráneas que superan el umbral establecido.

Así, las aguas subterráneas de la CAPV más afectadas por la contaminación debida al nitrato se ubican en los siguientes Dominios Hidrogeológicos (se expresa entre paréntesis las unidades hidrogeológicas más contaminadas): Cuaternario (U.H. Vitoria), Sinclinal de Urbasa (U.H. Urbasa); Sierra de Cantabria (U.H. Sierra de Cantabria; U.H. Campezo) y Cuenca del Ebro. Al norte de la divisoria de aguas superficiales, se han identificado impactos en el dominio hidrogeológico del Anticlinorio Sur (U. H. de Aramotz), en el dominio del Sinclinal de Oiz (U.H. Oiz) y de forma más dispersa en el dominio Anticlinorio Norte (U. H. de Ereñozar, Izarraitz, Gatzume y Ernio). Se han detectado asimismo impactos en la Unidad H. Gernika (correspondiente al D.H. Cuaternario).

Dentro de estas áreas homogéneas (un total de 10 Dominios para la CAPV), y atendiendo a la delimitación de las zonas de mayor interés hidrogeológico dentro de los Dominios, éstos se dividieron en Unidades Hidrogeológicas. Estas a su vez se dividen en áreas menores, denominadas Sectores.



La Directiva Marco del Agua establece en su Artículo 7 que *“los Estados miembros especificarán dentro de cada Demarcación Hidrográfica todas las masas de agua utilizadas para la captación de agua destinada al consumo humano que proporcionen un promedio de más de 10 m<sup>3</sup> diarios o que abastezcan a más de 80 personas”*. Esto implica que todas las captaciones de agua subterránea que cumplan con estos requisitos deberían ser asignadas a una masa de agua concreta. Y en el País Vaco en general existen múltiples aprovechamientos de poca entidad individual pero que cumplen dichos requisitos, y que no están ubicados en las Unidades Hidrogeológicas.

En consecuencia, para la identificación y delimitación de masas de agua subterránea al nivel de detalle requerido, se han identificado las masas de agua de mayor interés hidrogeológico (Grado 1) considerando los límites hidrogeológicos específicos (contactos geológicos, divisorias subterráneas, etc.) incluyendo en las masas de agua las zonas de explotación de las mismas. Posteriormente, se han identificado las masas de agua de Grado 2, de menor interés que las anteriores. Se corresponden con zonas de baja permeabilidad en las que localmente pueden existir pequeños acuíferos. Como resultado de este proceso se han identificado un total de 14 masas de agua y un total de 189 sectores.

Así, tomando en consideración esta compartimentalización más detallada, se han identificado las presiones sobre las masas de agua a un nivel geográfico más concreto.

A este nivel, 19 sectores hidrogeológicos están afectados por la presencia de nitratos en concentraciones superiores a los 50 mg/l (Tabla 5.6). Estos sectores corresponden, como se ha comentado más arriba, a un total de 8 Dominios hidrogeológicos. Atendiendo al número de determinaciones, los sectores ubicados sobre el Dominio Cuaternario son los más afectados (Cuaternario de Vitoria especialmente, y de Miranda de Ebro) y, la contaminación difusa procedente de las intensas actividades agrícolas pudieran ser las responsables de las elevadas concentraciones detectadas. De hecho, los excesos de nutrientes se transmiten casi instantáneamente a las aguas subterráneas debido a que están constituidos por materiales de permeabilidad media-alta y con el nivel freático muy cerca de la superficie topográfica, y tienen un reflejo inmediato en las concentraciones de nitratos.

Atendiendo a la magnitud de las concentraciones registradas, sin embargo, las mayores concentraciones de nitratos se han detectado en ámbitos donde, a priori, las actividades agrícolas no son intensivas.

Éste es el caso del sector Gatzume, ámbito de vocación ganadera, y ubicado en el dominio Anticlinorio Norte. En zonas ganaderas también se han identificado concentraciones elevadas de  $\text{NO}_3^-$ , si bien no son los valores máximos.

Otros sectores afectados se ubican así mismo sobre dominios con una preponderancia de las actividades agrícolas intensivas: Ega-Sierra Cantabria, Cuaternario Sinclinal de Treviño, Cuaternario de Salvatierra, Inglares-S<sup>a</sup> Cantabria, Izki, Cuaternario Valderejo-Sobrón, Cuaternario Lokiz o Hueto Apodaka Subijana (Tabla 5.6).

**Tabla 5.6.** Sectores permeables afectados por la concentración de nitratos superior a 50 mg/l. Se expresa el Dominio Hidrogeológico, el n° de determinaciones que superan 50 mg/l y el rango de las concentraciones obtenidas.

Sector hidrogeológico	Dominio Hidrogeológico	Nº de determinaciones	Rango
Oriental/Vitoria	Cuaternario	40	(55,6 - 260,6)
Dulantzi/Vitoria	Cuaternario	18	(56,7 - 256)
Occidental/Vitoria	Cuaternario	12	(51 - 480)
Cuaternario Balmaseda-Elorrio	Anticlinorio Sur	6	(58,1 - 122,8)
Cuaternario Laguardia	Ebro	4	(51,8 - 106,3)
Miranda de Ebro	Cuaternario	3	(68,7 - 99,4)
Ega-Sierra Cantabria	S <sup>a</sup> Cantabria	3	(57,9 - 72,2)
Cuaternario Sinclinal Treviño	Sinclinal Urbasa	2	(102,2 - 106,3)
Cuaternario Salvatierra	Plataforma alavesa	2	(65,1 - 80)
Cuaternario Getxo-Bergara	Sinclinorio Oiz	2	(59 - 80,2)
Inglares-Sierra Cantabria	S <sup>a</sup> Cantabria	2	(52,9 - 80,3)
Izki	Sinclinal Urbasa	2	(57,8 - 99,4)
Gatzume	Anticlinorio Norte	1	153,6
Igoroin/Urbasa	Sinclinal Urbasa	1	84
Gallarta	Anticlinorio Sur	1	62,9
Cuaternario Valderejo-Sobrón	Plataforma alavesa	1	59,1
Cuaternario Lokiz	S <sup>a</sup> Cantabria	1	57,5
Hueto Apodaka Subijana	Plataforma alavesa	1	51

### 5.3.2. Ortofosfatos

El origen de los ortofosfatos que llegan a las aguas subterráneas está, además de en la actividad agrícola y entre otras fuentes, en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.), en las fosas sépticas, vertederos de residuos sólidos urbanos y aguas residuales industriales. Dado que únicamente dos redes de seguimiento de la calidad de las aguas subterráneas incluyen entre su analítica determinaciones de la concentración de ortofosfatos (Red ICA sub

Ebro y Red AS EVE/GV), la ausencia de determinaciones en una buena parte del territorio impide realizar un diagnóstico conciso de estas presiones.

Al mismo tiempo, existe un vacío en la legislación vigente respecto a definición del umbral para la concentración de ortofosfatos a partir del cual se pudiera afirmar que una masa de agua subterránea está contaminada. Por tanto, en este trabajo se han tomado los mismos baremos que en el caso de las aguas superficiales (0,7 mg/l).

A partir de los datos disponibles y discriminando aquellos valores superiores a 0,7 mg/l, se obtienen un total de 94 determinaciones que superan dicho valor (Mapa 5.9). Al norte de la divisoria de aguas, el mayor número de determinaciones se concretan en el Sinclinal de Oiz (11 en Oiz, 23 en Etxano y 23 en el tramo comprendido entre Getxo y Bergara). Al sur del territorio, las determinaciones aparecen más dispersas, si bien destacan 8 analíticas ubicadas en el acuífero cuaternario de Vitoria y otras 8 en el aluvial de Miranda de Ebro. En menor número, los impactos se detectan en el Sinclinal de Treviño, Sierra de Cantabria, Valderejo-Sobrón, Calizas de Subijana, Sierra de Urbasa, Sierra de Aizkorri, etc.

A nivel de Sectores hidrogeológicos (Tabla 5.7), nuevamente los ubicados sobre materiales del dominio Cuaternario son los más afectados (sectores de Miranda de Ebro y sectores Oriental y Occidental del cuaternario de Vitoria), si bien existe un sesgo importante debido a que es precisamente sobre estos materiales donde el seguimiento de la calidad de las aguas es más profuso. Otros Sectores afectados se localizan fundamentalmente en la vertiente atlántica, en torno al Sinclinal de Oiz.

**Tabla 5.7.** Sectores permeables afectados por la concentración de ortofosfatos superior a 0,7 mg/l. Se expresa el Dominio Hidrogeológico, el nº de determinaciones y el rango de las concentraciones obtenidas.

Sector hidrogeológico	Dominio Hidrogeológico	Nº de determinaciones	Rango
Miranda de Ebro	Cuaternario	8	3,6 - 130,6
Oriental/Vitoria	Cuaternario	4	82,2 - 109
Occidental/Vitoria	Cuaternario	3	10,7 - 222,1
Etxano	Sinclinal Oiz	3	2,1 - 2,9
Kapildui/Sinclinal Treviño	Sinclinal de Urbasa	2	2,7 - 8,8
Valderejo-Sobrón	Plataforma alavesa	2	1,7 - 5,6
Oizetxebarrieta/Oiz	Sinclinal Oiz	2	0,7 - 2,6
Cuaternario Treviño/Sinclinal Treviño	Sinclinal Urbasa	1	27,8
Dulantzi/Vitoria	Cuaternario	1	27,4
Conglomerados de Pobes	Sinclinal Urbasa	1	12,5

Sector hidrogeológico	Dominio Hidrogeológico	Nº de determinaciones	Rango
Igoroin/Urbasa	Sinclinal de Urbasa	1	6,9
Iturrieta/Urbasa	Sinclinal de Urbasa	1	6,8
Cuaternario Etxano	Sinclinal Oiz	1	6,3
Subijana	Plataforma alavesa	1	5,8
Osma Losa	Plataforma alavesa	1	3,4
La Leze/Aizkorri	Anticlinal Sur	1	3,2
Castillo/Sierra de Cantabria	Sª Cantabria	1	2,9
Arria/Oiz	Sinclinal Oiz	1	2,2
Ibarruri/Oiz	Sinclinal Oiz	1	1,15

### 5.3.3. Pesticidas en las masas de agua subterráneas

Únicamente una red de seguimiento de la calidad de las aguas subterráneas (Confederación Hidrográfica del Ebro) incorpora determinaciones de los principales principios activos de los pesticidas más utilizados en la agricultura de la cuenca del Ebro. Estas analíticas corresponden a las Unidades Hidrogeológicas ubicadas sobre las cuencas hidrográficas superficiales vertientes al Ebro (Sinclinal de Treviño, Calizas de Subijana, Sinclinal de Villarcayo, Gorbea, Aluvial de Vitoria, Aizkorri, Sierra de Urbasa y Sierra de Cantabria).

Entre la totalidad de puntos de muestreo que la analítica de la CHE aborda, son 6 puntos los que muestran concentraciones de principios activos de pesticidas superiores a 0,1 µg/l (Pozo de riego Matías, Pozo Chalet, Comunidad de regantes Osangay P-2, Fuente Honda, Cabriana (en dos fechas de muestreo diferentes) y Gequisa). Todos ellos están situados sobre el Dominio Cuaternario del sector Aluvial de Miranda de Ebro y corresponden a un único municipio: Lantarón. Las fechas de muestreo corresponden a Noviembre de 2003 y en un caso a Mayo de 2002.

El Naftaleno es el principio activo que muestra concentraciones superiores a 0,1 µg/l, en un total de 5 localidades. El Mapa 5.10 muestra la distribución espacial de los muestreos donde se han detectado concentraciones elevadas de esta sustancia prioritaria.

La suma total de plaguicidas no tiene sentido en este caso, dado que el naftaleno es el único principio activo considerado prioritario. Aunque no sea objeto de análisis en este estudio, los análisis de la Confederación Hidrográfica del Ebro ponen de manifiesto una situación crítica en varios de los puntos de muestreo del sector hidrogeológico debido a la presencia, fundamentalmente, de disolventes orgánicos empleados en la industria de la pintura (Pozo

de Riego Matías, pozo Chalet, Comunidad de regantes Osangay p-2, Fuente Honda, Cabriana (muestreo de noviembre de 2003) y 4,08 µg/l en el muestreo de mayo de 2002, y 94,53 µg/l en Quejisa).

Destacan los valores detectados en éste último punto de muestreo, correspondiente a la empresa General Química S.A., ubicada en el polígono de Zubillaga, en Lantarón, y que centra su actividad en la producción de productos químicos y, entre ellos, productos fitosanitarios para su aplicación en la agricultura.

## **5.4. Fuentes puntuales de contaminación: vertidos directos**

### **5.4.1. Vertidos puntuales**

Una vez identificados los principales impactos a partir de la información analítica disponible, se han georreferenciado los datos sobre la composición cualitativa de los vertidos que se realizan a los cauces fluviales de la CAPV con el objetivo de discriminar aquellos tramos donde la calidad de las aguas pudiera estar relacionada con presiones de tipo puntual. Estos datos sobre los vertidos proceden del Proyecto de Directrices del Plan Hidrológico de las Cuencas Internas del País Vasco (UTE:INTECSA-INARSA-INGURU).

Los datos referentes a vertidos son el sumatorio de la carga anual que es vertida a los cauces a través de los vertidos inventariados por la Dirección de Aguas del Gobierno Vasco, por la Diputación Foral de Gipuzkoa y por el Registro EPER. Estos datos brutos han sido tratados y sintetizados en una única tabla. De este modo, se ha tratado de evitar información duplicada aunque se ha completado la información a partir de la fuente más completa. Además, en el caso de vertidos de empresas, se han realizado conversiones entre caudales instantáneos y caudales anuales; en los casos en los que no se disponía del dato de caudal, éste se ha estimado según la actividad realizada, el número de empleados y la producción.

En el caso de los vertidos urbanos de poblaciones sin información o con datos poco fiables, se han utilizado los datos de población del censo más actualizado disponible. En el caso de vertidos industriales de empresas sin dato de caudal, éste ha sido estimado en base a la actividad realizada por la misma, el número de empleados y la producción. En el caso de vertidos de agua sanitarias de localidades o empresas sin datos analíticos, se han estimado los valores basándose en la bibliografía. Por último, los vertidos sin georreferenciar han sido ubicados en base a la cartografía de núcleos de población.

Debido al tratamiento realizado y a la necesidad de aunar toda la información existente, no es posible adscribir la procedencia de cada vertido a las actividades industriales, concentraciones urbanas, etc. Este hecho dificulta sobremanera el establecimiento de umbrales que determinen las presiones significativas según la procedencia.

Como resultado de este proceso, se ha obtenido una base de datos incorporada a un entorno SIG que identifica los puntos de vertido de cada masa de agua superficial, esto es, se han identificado los vertidos situados en la cuenca vertiente de cada una de las masas de agua incluyendo, evidentemente, los que se producen en las masas de agua situadas aguas arriba.

Previamente a la realización de un cálculo más nítido que considere las cargas reales de nutrientes y la descarga de las principales masas de agua superficiales, a continuación se realiza una descripción preliminar de las tasas de vertido (kg/año) obtenidas. Así, la base de datos de vertidos posee un total de 1092 determinaciones analíticas para alguna o todas de las siguientes variables expresadas en kg/año: NTK, Fósforo total, Nitratos, Nitrógeno total y Sólidos en suspensión. La Tabla 5.8 recoge las principales características de esta base de datos.

**Tabla 5.8.** N° de registros, rango y valor medio de vertidos a cauces fluviales de la CAPV. Los resultados se expresan en tasas de kg/año para los siguientes parámetros: NTK, Fósforo total, Nitratos, Nitrógeno total y Sólidos en Suspensión.

Parámetro	N° valores	Rango	Media
NTK	535	(0,021-1.148.816)	10.568,4
P <sub>total</sub>	725	0,0005-280.505	1.836,05
Nitratos	149	0,084-593.333	10.584,76
N <sub>total</sub>	35	168,88-725.049	39.565,0
Sólidos en Suspensión	1024	0,004-26.649.010	111.050,09

Se ha ilustrado la distribución espacial de los vertidos en los cauces de la CAPV según su naturaleza y dimensión. El Mapa 5.11 muestra los vertidos de Nitrógeno total, el Mapa 5.12 muestra los vertidos de Fósforo total y el Mapa 5.13 los vertidos de Sólidos en Suspensión.

El Nitrógeno total (Mapa 5.11) muestra una distribución más polarizada que el resto de indicadores. De hecho, las mayores masas de nitrógeno en los vertidos se localizan en los tramos medios y bajos de los sistemas fluviales de la vertiente atlántica, con valores más elevados en la zona baja del Ibaizabal y en el entorno del Abra.

Mientras, en la vertiente mediterránea de la CAPV, las tasas anuales de vertidos son mucho menores.

El Fósforo total (Mapa 5.12) muestra una distribución espacial coincidente en la práctica con la distribución de las principales concentraciones urbanas e industriales de la CAPV. Los valores máximos corresponden a los tramos bajos de las cuencas del Bidasoa, Oiartzun, Urumea y Deba en Gipuzkoa; tramos medios y bajos del Ibaizabal y del Oka, en Bizkaia; y zona de la Llanada (Sistema Zadorra) en Álava.

En el caso de los Sólidos en Suspensión (Mapa 5.13), las emisiones de mayor entidad se localizan en torno a las principales conurbaciones de la CAPV. Mientras que en Bizkaia los principales vertidos se realizan en el ámbito del Abra interior, en el caso de Gipuzkoa destacan por su magnitud los vertidos efectuados a los cauces fluviales. En el caso de Álava, vertidos de entidad similar se reparten por gran parte del territorio.

Por último, se ha de subrayar que el inventario de vertidos posee carencias y no es exhaustivo. Estas carencias ocurren de manera especial en el Territorio Histórico de Bizkaia. Por otro lado, se ha de constatar que el inventario de vertidos no incluye aliviaderos, lo cual a su vez, podría quedar enmascarado.

#### 5.4.2. Número de vertidos

Respecto al **Nº de vertidos** a cada tramo de agua, se han sumado los vertidos que afectan a un mismo tramo hidrológico y el rango varía entre 1 y 34. Comenzando por los tramos fluviales que mayor número de vertidos reciben, éstos se ubican en torno a las principales concentraciones urbanas e industriales, así como en los tramos bajos de las cuencas vertientes al Ebro (Mapa 5.14).

En concreto, el mayor número de vertidos (34) se detecta en el tramo alto del río Ego, aguas abajo de la villa de Eibar. En la parte alta de esa misma cuenca, la del Deba, se contabilizan en el tramo aguas abajo de Arrasate 32 vertidos. El número de vertidos es también elevado en los tramos bajos de las cuencas vertientes al río Ebro (26 vertidos), en el tramo final del Ibaizabal (25 vertidos), tramo final del Urumea (22 vertidos), tramo final del Oiartzun (22 vertidos) y tramo final del Urola (21 vertidos), puesto que es en estas zonas donde mayor concentración urbana e industrial existe en la actualidad.

El número de vertidos es algo inferior en varios tramos del Zadorra y de sus afluentes, aunque presentan una distribución más homogénea a través del curso de este río y otros de la zona central de Álava. Así,

el número de vertidos es de 18 en el tramo Zadorra 10, 17 en el Arakil, 16 en el Baia, 15 en Santa Engracia, mostrando una distribución paralela a la del desarrollo urbano e industrial. Esta misma entidad en el número de vertidos existe en tramos medios del Urumea y del Ego (14 vertidos), del Deba (13 vertidos), en el embalse de Ulibarri y desembocadura del Oka (12 vertidos) y entorno del Zadorra (Zadorra, Zalla, Errekabarri: 10-11 vertidos).

Los tramos afectados por un menor número de vertidos es muy numeroso, y muestran una distribución que responde a su vez a la distribución de núcleos urbanos y actividades industriales. Así, son numerosos los tramos con un número de vertidos comprendido entre 4 y 9 distribuidos por la cuenca del Ibaizabal, del Oria y Urumea, así como por la zona central alavesa (Figura 5.14).

#### **5.4.3. Concentración de contaminantes**

Además de la presión directa ejercida por los puntos de contaminación localizados dentro de cada cuenca vertiente, se ha tenido en cuenta el efecto en aquellas masas de agua que se encuentran aguas abajo de los puntos de vertido. Para ello se ha considerado un efecto acumulativo mediante la operación simple de sumar para cada masa de agua todas las cargas contaminantes que reciben las masas de agua situadas aguas arriba, pero ubicadas en el mismo tramo fluvial.

Por otra parte, se ha incorporado la susceptibilidad del medio en el proceso de evaluación de la presión teniendo en cuenta el efecto de dilución de la carga contaminante. Así, con el objetivo de expresar los valores de carga contaminante en unidades de concentración y hacerlo así comparable entre la totalidad de las cuencas, se ha calculado el ratio entre la carga total por contaminante y el valor teórico de la aportación en régimen natural de la media anual en cada masa de agua. De este modo se ha logrado expresar los valores de carga contaminante en unidades de concentración.

Es necesario indicar que estos valores son meros indicadores de la presión estimada que está recibiendo el medio acuático y no pretenden en ningún caso ajustarse a los valores reales de concentración en éste. Ese acercamiento escapa a los objetivos de este trabajo y, además, precisaría de un modelo matemático que considerara a su vez procesos degradativos, de asimilación, sedimentación, arrastre, etc.

A la hora de estimar qué tramos presentan una concentración elevada de nutrientes, se ha tomado como límite de referencia los



umbrales identificados en el apartado dedicado a la identificación de presiones sobre las masas de agua. Así, para las masas de agua **superficiales** se consideraban los baremos de los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano expresados en la Directiva 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. En concreto se tenían en cuenta los baremos expresados en la Tabla A-3, la cual establece un límite de 50 mg/l para los nitratos, 0.7 mg/l para los fosfatos y 25 mg/l para los Sólidos en Suspensión.

#### 5.4.3.1. Nitrógeno total

Con el objetivo de localizar qué cuencas poseen una presión originada por vertidos de nitrógeno total a las masas de agua, se han establecido por encima del valor umbral (50 mg/l) cuatro categorías que engloban la totalidad de la entidad de los vertidos (Mapa 5.15).

Así, se ha detectado que la carga contaminante teórica de nitrógeno total, referida al caudal circulante, es superior a 50 mg/l en un total de 16 tramos fluviales, los cuales se localizan de manera dispersa por el territorio de la CAPV, si bien la mayor parte corresponden a la vertiente atlántica. Los tramos fluviales que mayor carga teórica de nitrógeno total presentan (concentración superior a 400 mg/l) son el tramo denominado Arganzubi 2 y Alegría 2, en la cuenca del Zadorra; y la parte alta de la cuenca del Urola. Entre 200 y 400 mg/l se obtienen un total de 6 tramos fluviales, 5 en Bizkaia (2 tramos del Ibaizabal, 2 del Lea, 1 del Butroe) y 1 en Gipuzkoa (Jaizubia). Entre 200 y 100 mg/l de nitrógeno total se han obtenido 4 tramos en las cuencas del Zadorra, Deba, Ibaizabal y Oria. Por último, con concentraciones teóricas comprendidas entre 50 y 100 mg/l se han obtenido tres tramos ubicados en las unidades hidrográficas de Butroe, Ibaizabal y Deba.

#### 5.4.3.2. Fósforo total

Con el objetivo de localizar qué cuencas poseen una presión originada por los vertidos de compuestos con fósforo a las masas de agua, se han establecido por encima del valor umbral (0,7 mg/l) cuatro categorías que engloban la totalidad de la entidad de los vertidos (Mapa 5.16).

En un total de 113 tramos se han obtenido concentraciones teóricas superiores al umbral. Los valores superiores a 300 mg/l se identifican en tramos no relacionados entre sí de la vertiente atlántica: tramos medios del Oka y del Artibai. Con una concentración teórica menor, entre 50 y 300 mg/l de fósforo total, se identifican un total de 18 tramos fluviales que se hallan dispersos por ambas vertientes de la

CAPV (tramos de las cuencas del Butroe, Mape, Ego, Urumea, Oria, Artziniega y Altube en el Ibaizabal, Zadorra y Alegría) excepto en el caso de los tramos vertientes directamente al Ebro.

En 28 tramos presentan concentraciones teóricas entre 10 y 50 mg/l y se ubican con mayor abundancia en la vertiente mediterránea de la CAPV (cuencas del Ebro, Zadorra, Inflares, Ega...) y en menor proporción en tramos atlánticos (Ibaizabal, Butroe, Oria, Urumea...).

Por último, en 64 tramos la concentración teórica de fósforo total entre 0,7 y 10 mg/l. Estos tramos corresponden sobre todo a tramos altos y populosos de ríos atlánticos (en especial en el entorno del alto Deba), y diversos tramos del Zadorra, Ega, Inglares, etc.

#### 5.4.3.3. Sólidos en Suspensión

214 tramos presentan concentraciones teóricas superiores al umbral establecido (Mapa 5.17). Destacan las cargas provocadas por los vertidos al cauce en determinados tramos de cauces vertientes al Ebro, Zadorra, Ego, Agauntza o Jauzubia, con concentraciones, en general, que superan más de 1.500 veces el umbral establecido en el Real Decreto. Por otra parte, 50 tramos presentan concentraciones teóricas superiores a 500 mg/l.

Los tramos con vertidos de Sólidos en Suspensión se reparten por toda la geografía de la Comunidad Vasca, si bien Gipuzkoa y Álava presentan un mayor número de tramos afectados, así como las mayores concentraciones.

### **5.5. Masas de agua superficiales posiblemente afectadas por los vertidos**

Tras describir la entidad, distribución y composición de los vertidos que acceden a los cauces de los ríos de la CAPV, se procede a analizar qué impactos de los registrados en el medio receptor pudieran corresponder al efecto de los vertidos puntuales. De este modo, en el último apartado de este capítulo se ha procedido a contrastar la información obtenida a partir del desarrollo de los modelos teóricos con la información disponible sobre impactos en el medio receptor determinada a partir de las diferentes redes de seguimiento de la calidad de las aguas.

Por tanto, con el objetivo de discriminar aquellos impactos relacionados con los vertidos, se han cruzado los datos correspondientes a los impactos detectados en las masas de agua superficiales con los datos referentes a los vertidos puntuales. De este

modo, cuando la relación, a nivel de tramo, entre la calidad de los vertidos y la analítica disponible es directa, se asume que las presiones se deben a los vertidos. En cambio, cuando no existe constancia de la existencia de ningún vertido en un tramo concreto y los datos sobre la analítica de las aguas reflejan una presión, el posible origen de estas presiones ha de ser comparados con los resultados de los modelos teóricos obtenidos en el Capítulo 4.

Este ejercicio, sin embargo, no ha sido realizado con las masas de agua subterráneas debido a que la relación entre los vertidos puntuales y la contaminación de las aguas subterráneas no es normalmente directo.

En cualquier caso se han de tener en cuenta las limitaciones del inventario de vertidos. En algunos casos se conocen con precisión la existencia de vertidos puntuales que no figuran en el inventario empleado. En general se trata de vertidos de diferente entidad y que en la mayor parte de los casos corresponden a vertidos de origen urbano o industrial en los que tras haberse realizado un considerable esfuerzo para ser recogidos en un colector, éste aún carece de conexión hacia plantas depuradoras. En otros casos, se trata de vertidos procedentes de fosas sépticas o alivios de los sistemas de saneamiento. A continuación se listan los tramos fluviales donde se tiene constancia de la existencia de vertidos directos no inventariados:

- Jauzubia 1: colector no conectado a la red de saneamiento.
- Asua 1 y 4: varios vertidos no recogidos por la red de saneamiento.
- Gobelás 1 y 2: vertidos domésticos no conectados a la red de saneamiento.
- Salado: vertido urbano directo al cauce, si bien parte de la contaminación pudiera proceder de las actividades agrícolas y ganaderas ubicadas aguas arriba.
- Inurritza: importantes cargas contaminantes procedentes de aliviaderos de la red de saneamiento.
- Ibaizabal: tramos bajos (en el municipio de Galdakao) con inusuales valores elevados de nitratos, quizás relacionados con vertidos de actividad industrial.
- Nerbioi: tramos de la parte baja de la cuenca, con vertidos directos de aguas residuales urbanas no depuradas.

- Laga 2 y 3: arroyo de escaso caudal en estiaje y con aportes procedentes de saneamiento urbano.

Por otra parte, dado que los datos de vertidos directos al cauce están disponibles como el sumatorio de vertidos de cada masa de agua en el punto más bajo de las mismas, el acercamiento se ha realizado a nivel de cada masa de agua. Este hecho impide discriminar aquellas masas de agua en las que las presiones de origen difuso ocurren en la parte media o alta de la cuenca, dado que los valores sobre los vertidos han sido totalizados para la parte más baja de las mismas. Esto implica que muchas de las presiones de tipo difuso que han sido descartadas (por ejemplo, arroyos Arganzubi y Alegría) pudieran corresponder a este tipo de presiones. En concreto, en las cuencas mencionadas se tiene constancia de que el vertido de las aguas residuales del núcleo urbano de Alegría-Dulantzi ocurre en la parte baja de la cuenca. Por tanto, las determinaciones analíticas en los arroyos de Arganzubi y Alegría en sus tramos altos y medios corresponden precisamente a las presiones de tipo difuso. Esta apreciación toma cuerpo al observar que el uso agrícola de regadío es dominante en ambas cuencas y así es refrendado por los resultados de los modelos teóricos como veremos más adelante.

#### **5.5.1. Nitratos**

Al superponer los datos de las presiones identificadas a partir de las redes de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales a los datos obtenidos a nivel de tramo referentes a los vertidos, se observa que únicamente en los tramos de río Alegría y del arroyo de Arganzubi (ambos ubicados en la Llanada alavesa y tributarios del Zadorra) existe una correspondencia entre la entidad de los vertidos y la detección de una concentración de nitratos que supera el umbral (Mapa 5.18). No se han detectado más relaciones, de modo que el resto de presiones identificadas, mediante las diferentes redes de seguimiento de la calidad de las aguas, a priori, podría corresponder a presiones de tipo difuso (se trata de un total de 21 tramos).

Los tramos identificados con concentraciones superiores a 50 mg/l de nitrato y que no se ubican en cuencas donde los vertidos directos catalogados pudieran provocar esas elevadas concentraciones, son un total de 21. Estos tramos y sus correspondientes unidades hidrológicas se listan en la Tabla 5.9.

**Tabla 5.9.** Unidades hidrológicas y tramos fluviales en los que las concentraciones de nitrato superan los 50 mg/l y no están en relación con el inventario de vertidos disponible.

<b>Unidad hidrológica</b>	<b>Tramos</b>
IBAIZABAL	Kadagua 3
	Gobelas 1 y 2
	Ibaizabal 10
	Indusi 1
	Herrerías 1
	Altube 4
	Zeberio 2
	Inurritza 2
	Urola 8 y 10
ORIA	Salado
UROLA	Egileta
OMECILLO	Alegría 2 y 3
ZADORRA	Arganzubi 2
	Santa Engracia 4
	Undabe 2
	Embalse Ullibarri

A pesar de las limitaciones en el inventario de vertidos, se conoce con exactitud que los siguientes tramos están afectados por vertidos directos no inventariados: Gobelas 1 y 2, Ibaizabal 10, Iñurritza 2, Urola 8 y 10 y río Salado.

### 5.5.2. Ortofosfatos

En el caso del fósforo, se han superpuesto los tramos fluviales afectados por vertidos con cargas teóricas, referidas al caudal circulante, que superan los 0,7 mg/l, frente a los puntos de muestreo superiores a ese umbral, identificados a partir de los datos de la red de seguimiento de la calidad de las aguas (Mapa 5.19). Así, se han encontrado relaciones directas en los siguientes tramos fluviales:

- Cuenca del Arakil, tramo Arakil-2
- Cuenca del Zadorra, tramo Zadorra-2
- Cuenca del Deba, tramo Ego-1
- Cuenca del Ega, tramo Ega-4

Por otra parte, se han identificado aquellos puntos de muestreo de la redes de seguimiento de la calidad de las aguas ubicados precisamente aguas abajo de tramos problemáticos debido a que la concentración teórica de compuestos del fósforo procedentes de vertidos directos al cauce es elevada.

Estos tramos son los siguientes:

- Cuenca del Ibaizabal, tramo Altube-4

- Cuenca del Oka, tramo Kanpantxu 1
- Cuenca del Deba, tramo Deba-10
- Cuenca del Deba, tramo Oñati 2
- Cuenca del Urola, tramo Urola-11
- Cuenca del Urumea, tramo Urumea 2.

El resto de puntos de muestreo que superan el umbral establecido para los ortofosfatos pudieran corresponder a presiones de tipo difuso. Estos puntos se reparten por 17 cuencas hidrográficas (Mapa 5.19) y corresponden a un total de 46 tramos fluviales.

Se muestran a continuación (Tabla 4.10), por orden alfabético, las cuencas hidrográficas y estaciones de muestreo donde la contaminación difusa debida a ortofosfatos parece ser un foco de presión importante.

**Tabla 5.10.** Unidades hidrológicas y tramos fluviales en las que las concentraciones de ortofosfato superan los 0,7 mg/l y no están en relación con el inventario de vertidos disponible.

Unidad hidrológica	Tramos	Unidad hidrológica	Tramos
AGUERA	Agüera 3	INGLARES	Inglares 6
BAIA	Baia 12	KARRANTZA	Karrantza 3
BARBADUN	Barbadun 5	OKA	Oka 1
BIDASOA	Jauzubia 1		Artigas 1
BUTROE	Butroe 2		Laga 2 y 3
	Atxispe 1	OMECILLO	Omecillo 9
DEBA	Deba 2, 4 y 9	ORIA	Oria 3, 4 y 7
	Saturraran 1	UROLA	Urola 2, 8 y 10
		URUMEA	Urumea 3
EGA	Ega 5	ZADORRA	Zadorra 4, 5, 10, 11 y 14
IBAZABAL	Ibaizabal 4,6,8 y 11		Santa Engracia 1 y 4
	Asua 1, 4		
	Gobelás 1 y 2		
	Nerbioi 4,5 7 y 12		

A pesar de las limitaciones en el inventario de vertidos, se conoce con exactitud que los siguientes tramos están afectados por vertidos directos no inventariados: Jauzubia 1, Asua 1 y 4, Gobelás 1 y 2, Urola 8 y 10, Nerbioi 4, 5 7 y 12, y Laga 2 y 3.

### 5.5.3. Presión debida a Sólidos en Suspensión

Al superponer los tramos afectados por concentraciones de vertidos que contienen Sólidos en Suspensión superiores al umbral (25 mg/l) con los puntos de las redes de seguimiento de la calidad de las aguas

que determinan que esa concentración ha sido superada al menos una vez durante las analíticas consideradas, se obtiene un total de 12 tramos fluviales donde la relación entre vertidos y detección podría ser directa (Mapa 5.20). Los tramos detectados son los siguientes:

- Cuenca del Oka, tramo Mape 1
- Cuenca del Artibai, tramo Bolívar 1
- Cuenca del Ibaizabal, tramos Altube 4 y Mañaria 2.
- Cuenca del Deba, tramo Ego 1
- Cuenca del Oria, tramos Alkiza 1, Araxes 2 y Oria 6
- Cuenca del Arakil, tramo Arakil 2
- Cuenca del Zadorra, tramo Alegría 3
- Cuenca del Ega, tramos Izki 1 y Ega 4

Así mismo, se han relacionado diversos tramos contiguos a tramos afectados por los vertidos donde la red de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales detecta concentraciones elevadas de Sólidos en Suspensión. Dichos tramos son los siguientes:

- Cuenca del Ibaizabal, tramos Nerbioi 7, Izalde 3, Mañaria 3 y Herrerías 3
- Cuenca del Deba, tramos Deba 2, Deba 6, Deba 9, Oñati 1
- Cuenca del Oria, tramo Estanda 3
- Cuenca del Urola, tramo Urola 10
- Cuenca del Urumea, tramos Urumea 0
- Cuenca del Omecillo, tramo Salado 2.

Se muestran a continuación, por orden alfabético, las cuencas hidrográficas donde la contaminación difusa debida a sólidos en suspensión parece ser un foco de presión importante (Tabla 5.11).

La Tabla 5.11 sintetiza las estaciones de muestreo en las que se han detectado presiones debidas a sólidos en suspensión que presumiblemente no relacionadas con los puntos de vertidos disponibles.

**Tabla 5.11.** Unidades hidrológicas y tramos fluviales en los que las concentraciones de Sólidos en Suspensión superan los 25 mg/l y no están en relación con el inventario de vertidos disponible.

Unidad hidrológica	Tramos	Unidad hidrológica	Tramos
ARTIBAI	Artibai 1 y 3	IBAIZABAL	Embalse de Undurraga

<b>Unidad hidrológica</b>	<b>Tramos</b>	<b>Unidad hidrológica</b>	<b>Tramos</b>
BAIA	Baia 7 y 12		Embalse de Maroño
BARBADUN	Tresmoral 1	KARRANTZA	Karrantza 2
	Barbadún 1 y 5	LEA	Lea 1, 2 y 5
BIDASOA	Endara 1		Ea 1
	Jauzubia 1	OIARTZUN	Oiartzun 1
BUTROE	Atxispe 1	OKA	Artigas 1
	Estepona 1		Oka 4
	Butroe 2 y 7		Laga 2
Deba	Oñati 2		Golako 1
	Deba 2	OMECILLO	Omecillo 3, 6, 7 y 8
	Saturraran 1		Tumecillo 2
	Ego 1	ORIA	Oria 3, 4, 8 y 10
Ega	Berrón 2		Inurritza 1
	Ega 5 y 7		Arriaran 2
IBAIZABAL	Ibaizabal 3, 4, 6, 8, 10 y 11		Amezketza 3
	Nerbioi 4, 5, 6, 9 y 12		Zaldibia 3
	Herrerías 1		Leizaran 1
	Asua 1 y 4		Agauntza 3
	Gobelas 1 y 2		Ursuaran 3
	Galindo 2	PURON	Purón 3
	Arratia 2 y 3	URUMEA	Urumea 1
	Indusi 1	ZADORRA	Barrundia 2
	Kadagua 3, 4 y 7		Zadorra 4, 5 y 6
	Sarria 2		Ayuda 2 y 5
	Orobio 2		

A pesar de las limitaciones en el inventario de vertidos, se conoce con exactitud que los siguientes tramos están afectados por vertidos directos no inventariados: Jauzubia 1, Asua 1 y 4, Gobelas 1 y 2.



## 6. Integración de resultados

Asumiendo los resultados de los modelos teóricos como presiones reales sobre las masas de agua superficiales y subterráneas, en este capítulo se han contrastado los resultados de dichos modelos con la información actualmente disponible sobre los impactos en las masas de agua de la CAPV a partir de las diferentes redes de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, y con la información disponible sobre los vertidos directos a las masas de agua superficiales. Este análisis de impactos nos permitirá identificar tanto presiones no asociadas a las actividades objeto de análisis como debilidades en el seguimiento de la calidad de las aguas.

### 6.1. Presiones de origen difuso sobre las masas de agua superficiales. Detección de impactos.

#### 6.1.1. Nitrógeno inorgánico

En las masas de agua superficiales el modelo identifica presiones elevadas en una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente en la masa Ayuda-B. Ninguna de las redes de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales dispone en esta masa de agua de estaciones de muestreo.

Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo establece presiones elevadas en una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente en un total de 23 tramos fluviales. De estos 23 tramos fluviales, 9 disponen de un control periódico de la calidad de las aguas y según las analíticas de los últimos años, las redes de seguimiento de la calidad de las aguas detectan en alguna ocasión impactos debido a concentraciones elevadas de N inorgánico en 5 de ellos (TZa509, TZa548, OMT373, ZTR578, OMT374). No se dispone de ninguna analítica periódica en 16 de estos tramos si bien otros tramos fluviales con presiones elevadas en el 25-50% de la cuenca vertiente disponen de determinaciones analíticas periódicas, en los que los umbrales de calidad se superan normalmente.

Por otra parte, como veíamos en el capítulo anterior, existen vertidos directos al cauce inventariados en alguno de estos tramos que, teóricamente, pudieran condicionar las determinaciones analíticas. Sin embargo, se constata que los vertidos directos se realizan en el punto más bajo de la cuenca. En concreto, en los arroyos Arganzubi y Alegría, de la masa de agua Alegría A, las redes de seguimiento detectan impactos en los tramos medios y altos, tal y como establece el modelo teórico, mientras que el vertido existente tiene lugar en la parte baja de la cuenca.

En resumen, existen varios tramos de agua de las masas Zadorra A, E, C y D, Alegría A, Ayuda B y Omecillo B y C, donde las presiones teóricas son elevadas. Porcentualmente, en un 30% de los casos existen determinaciones analíticas periódicas de la calidad del agua, que indican que, en al menos 5 casos la calidad del agua no supera los umbrales de calidad establecidos. Se ha de subrayar que en el caso de la masa de agua Alegría A, las presiones teóricas derivadas de la actividad agrícola vienen acompañadas de presiones debidas a vertidos directos inventariados.

En el caso de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, el modelo identifica 10 tramos fluviales con presiones elevadas, todas ellas en la cuenca del Zadorra. De todos estos tramos, únicamente en uno de ellos (TZa509) se dispone de muestreos periódicos de nitratos, cuyos resultados corroboran las presiones teóricas.

En el caso de las cuencas vertientes a humedales, el modelo no identifica presiones elevadas en una superficie superior al 50% de las cuencas vertientes en ningún caso.

### **6.1.2. Fósforo inorgánico**

Al nivel de las masas de agua superficiales, el modelo teórico de presiones debidas a la aplicación de fósforo inorgánico no identifica masas de agua con presiones en una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente, sin embargo en varias masas de agua identifica presiones comprendidas entre el 25 y el 50% de la cuenca vertiente. Se trata de las siguientes masas de agua superficiales: Alegría-A, Zadorra-E, Ayuda-A, Ayuda-B, Omecillo-B y Riomayor-A. A excepción de las masas de agua Ayuda-A y Riomayor-A, en el resto de las que reciben presiones teóricas existe algún punto periódico de muestreo. En cualquier caso, estos puntos de muestreo únicamente detectan impactos en la masa de agua Zadorra-E.

En el caso de las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo teórico establece presiones elevadas en una única cuenca vertiente en una superficie superior al 50% de la misma: TZa515 (cuenca vertiente a tramo fluvial de la masa de agua Alegría-A). Este tramo fluvial carece de determinaciones periódicas sobre la calidad de sus aguas y no cuenta con vertidos directos inventariados. Tampoco existen vertidos directos con concentraciones teóricas elevadas en los tramos fluviales más problemáticos desde el punto de vista de la actividad agrícola, debido a la escasa entidad de los núcleos de población existentes en las mismas.

En el caso de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, el modelo no identifica presiones significativas en ninguna cuenca vertiente a tramos fluviales de la CAPV.

Respecto a las cuencas vertientes a humedales, el modelo identifica presiones elevadas en superficies inferiores al 12% de la superficie de las cuencas vertientes a los humedales de Salburua y lagunas de Laguardia. En el caso de Salburua se disponen de puntos de muestreo no periódicos, los cuales no detectan impactos.

### **6.1.3. Nitrógeno orgánico**

Según el modelo teórico, destacan dos masas de agua superficiales por estar sometidas a presiones elevadas en una superficie superior al 50% de su cuenca vertiente: se trata de las masas de agua Asteasu-A y Urola-F, donde ocurre una importante actividad ganadera. En estas masas de agua, las redes de seguimiento de la calidad de las aguas disponen de estaciones de muestreo, si bien no detectan que la concentración de nitrógeno orgánico supere el umbral establecido.

Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo identifica presiones elevadas en un ámbito superior al 50% de la superficie de 35 cuencas vertientes a tramos fluviales. De ellas, 12 disponen de estación de muestreo de la calidad de las aguas, si bien en un total de 11 casos las determinaciones se han realizado en 1 ó 2 ocasiones. En cualquier caso, estas determinaciones no detectan impactos en ninguna ocasión (valores analíticos que superen el umbral).

En el caso de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, el modelo detecta presiones elevadas en más del 50% de la cuenca vertiente en un total de 7 cuencas, para las cuales no se dispone de ninguna estación de muestreo de la calidad de las aguas.

Para las cuencas vertientes a humedales, el modelo muestra que no existen presiones elevadas en una superficie superior al 50% de su cuenca vertiente por aplicación de N orgánico en ningún caso. Únicamente en el caso del humedal de Altube existen presiones en un porcentaje superficial entre el 25 y el 50% de su cuenca vertiente, si bien no se dispone de una estación de muestreo periódico que lo corrobore.

### **6.1.4. Fósforo orgánico**

El modelo teórico indica que no existen masas de agua superficiales en las que las presiones sean elevadas en superficies superiores al

50%, sin embargo en dos tramos fluviales las presiones son elevadas en una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente. Son tramos de cabecera en las unidades hidrológicas del Ibaizabal y del Oria de pequeña extensión. El tramo Tlb189 no dispone de estación periódica de seguimiento de la calidad de las aguas, mientras que en la parte baja del tramo TOr435 se realizan determinaciones analíticas de forma periódica (se dispone de un registro histórico superior a las 20 determinaciones), si bien los resultados nunca han superado los umbrales establecidos.

En el caso de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, no existe ningún caso con presiones elevadas en superficies superiores al 5%. Tampoco existen presiones elevadas en las cuencas vertientes a los humedales considerados.

El inventario de vertidos directos no muestra correlación alguna con las masas de agua y tramos fluviales más afectados teóricamente por el fósforo procedente de las actividades ganaderas.

#### **6.1.5. Pesticidas**

Antes de proceder a contrastar los resultados obtenidos tras la aplicación del modelo de pesticidas con los datos disponibles en las diferentes redes de seguimiento, es preciso recordar aquí las limitaciones del modelo construido, ya expresadas en el Capítulo 3. Así, la principal limitación del modelo construido es el desconocimiento de los pesticidas aplicados. Con el objetivo de cubrir esta laguna, se realizó una encuesta a los medios de producción, si bien esta encuesta posee varias carencias: determinados principios activos no se encuentran entre los productos comerciales que se han declarado aunque hayan sido detectados en las analíticas de las masas de agua. Esta discrepancia podría ser debido a que durante la realización de la encuesta no hayan sido declarados o que hayan sido identificados con nombres diferentes, a que los principios activos detectados posean un origen diferente a la agricultura o, por último, que la elevada persistencia en el medio acuático de dichos principios activos permitan ser detectados aunque no sean utilizados en la actualidad. En síntesis, la principal limitación del modelo es que únicamente aborda la aplicación de 6 principios activos de los 23 considerados como prioritarios en este proyecto.

Tal y como se comentaba en el Capítulo 4, referente a los resultados de los modelos teóricos de los principios activos de pesticidas, la escasa entidad superficial sobre la que se administra cada producto específico obliga a observar los resultados sobre las presiones teóricas

elevadas en superficies de en torno al 2.5-5% de la superficie vertiente a cada escala hidrológica considerada.

Así, en el caso del Alacloro, una única masa de agua superficial muestra presiones elevadas en superficies en torno al 2,5-5%. Se trata de una masa de agua que dispone de dos estaciones de muestreo periódicas, aunque los valores para el alacloro o cualquier otro principio activo de pesticidas analizado superen en ningún momento el umbral establecido.

En lo que respecta a cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo detecta presiones elevadas en una superficie superior al 10% en dos tramos (uno en la unidad hidrológica del Zadorra y el otro en la del Inglares). Mientras que el tramo fluvial del Zadorra carece de determinaciones analíticas periódicas, el tramo del Inglares, próximo a la desembocadura en el Ebro, dispone de análisis periódicos promovidos por el Gobierno vasco y por la CHE respectivamente, si bien ninguno de ellos detecta las presiones identificadas teóricamente.

En el caso del Alacloro, el modelo detecta presiones elevadas en superficies comprendidas entre el 5 y el 10% en las cuencas vertientes a los humedales del Lago de Arreo-Caicedo Yuso y de las lagunas de Laguardia. En el entorno de ambos humedales se dispone de analíticas periódicas, las cuales no detectan concentraciones elevadas de este principio activo.

Para la Atrazina, la superficie con presiones elevadas es inferior al 1% de las masas de agua superficiales. Sin embargo una cuenca vertiente al río Badillo presenta presiones teóricas elevadas en una superficie comprendida entre el 2,5 y el 5% de su cuenca vertiente. En este tramo fluvial no existe estación de muestreo alguna que determine o haya determinado la presencia de principios activos de pesticidas. Por otra parte, no se detectan presiones teóricas elevadas por la aplicación de Atrazina en las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales ni en las cuencas vertientes a humedales.

El Clorofenvinfos muestra en el modelo teórico presiones elevadas (superficie comprendida entre el 5 y el 10%) en la masa de agua Alegría A. En esta masa de agua las determinaciones analíticas se han realizado en 3 puntos de la red hidrográfica en menos de 20 ocasiones (un arroyo y en dos puntos del humedal de Salburua) aunque ninguna de ellas muestran concentraciones que superen el umbral establecido ni para el Clorofenvinfos ni para cualquier otro de los principios activos de pesticidas analizados.

En el caso de las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo teórico establece presiones elevadas en una superficie superior al 10% en 4, que se reparten por tramos fluviales del Alegría y del Ayuda. Muestreos realizados en Argomaniz y en el Canal de Alegría no detectan concentraciones elevadas de Clorofenvinfos.

Para las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, en general las presiones que obtiene el modelo teórico son en superficies inferiores al 1%. Sin embargo, detecta presiones elevadas en una superficie comprendida entre el 5 y el 10% de la cuenca vertiente al humedal de Salburua. Como se ha comentado, los resultados analíticos de determinaciones no periódicas (realizadas en menos de 20 ocasiones) no muestran concentraciones elevadas de Clorofenvinfos.

La aplicación de Cloropirifos genera teóricamente presiones elevadas, en superficies comprendidas entre el 5 y el 10%, en dos masas de agua: Alegría A y Ayuda A. Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo identifica 4 tramos con presiones elevadas en una superficie superior al 10% de su cuenca vertiente. Estas presiones se identifican en tramos del Zadorra y del Alegría.

Existen varias cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales en las que el modelo teoriza presiones elevadas en superficies comprendidas entre el 1 y el 10% de la cuenca vertiente. Nuevamente las áreas con mayores presiones teóricas corresponden a espacios agrícolas extensos (cuencas del Zadorra, Alegría y cabecera del Ayuda).

En lo que respecta a la aplicación de Cloropirifos en cuencas vertientes a humedales, el modelo establece presiones teóricas en superficies comprendidas entre el 2,5 y el 5% de la cuenca vertiente al humedal de Salburua.

Para la Simazina, el modelo teórico indica que en una abrumadora mayoría de las masas de agua no existen presiones elevadas derivadas de la aplicación de este principio activo de pesticidas. Únicamente en dos masas de agua las presiones son inferiores al 1%. Estas masas de agua corresponden a la cabecera del Ibaizabal, donde existen hasta un total de 6 estaciones de muestreo (una de ellas periódica y el resto con un número de determinaciones inferiores ala veintena) con determinaciones inferiores a los valores de referencia.

En el caso de las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo teórico indica que en tres tramos fluviales las presiones elevadas ocurren en superficies inferiores al 1% de la cuenca vertiente, mientras que en el resto (139 cuencas vertientes a tramos fluviales)

no existe presión. En la mayor parte de estos tramos fluviales existen determinaciones analíticas más o menos periódicas, aunque son inferiores al los umbrales establecidos por la legislación vigente excepto en el Canal de Alegría.

En el caso de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, las presiones son inferiores al 1% en la totalidad del territorio de la CAPV. Se han de mencionar la presión existente en la cuenca vertiente a las lagunas de Laguardia, aunque las escasas determinaciones analíticas no indican impactos en la columna de agua.

Para la Terbutilazina el modelo identifica presiones teóricas elevadas en una de las masas de agua de la CAPV. Se trata nuevamente de la masa Alegría A. Tampoco en este caso las determinaciones analíticas existentes identifican impactos en esa masa de agua.

En lo que respecta a las cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo teórico indica que 11 tramos presentan presiones elevadas en superficies comprendidas entre el 5 y el 10%. Entre ellas, se han detectado impactos en tramos fluviales de la cuenca del Zadorra: Argomaniz y Canal de Alegría.

Para cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales el modelo identifica presiones elevadas en una superficie del 5-10% tramos fluviales de las masas de agua Alegría A y Zadorra A y B, aunque no en la cuenca vertiente al embalse de Ullibarri (en estos casos las presiones elevadas no superan el 5% de la superficie de las cuencas vertientes).

En los humedales de Salburua y de Laguardia, las presiones son elevadas en una superficie comprendida entre el 2,5 y 5% de la cuenca.

Cuando se considera la suma de los pesticidas prioritarios, las presiones más elevadas se detectan en el 5-10% de la superficie de la cuenca vertiente de una única masa de agua superficial. Sin embargo, en el caso de las cuencas vertientes a tramos fluviales, las presiones son elevadas en una superficie superior al 10% en cuatro casos. Todas estas cuencas vertientes corresponden a tramos fluviales de la red hidrológica de la Unidad Hidrológica del Zadorra (Alegría, Errekabarri, Egileta y Ayuda). Las determinaciones analíticas existentes muestran que en las inmediaciones de Argomaniz la suma de pesticidas prioritarios es superior a 0,5  $\mu$ /l.

Al nivel de las cuencas acumuladas vertientes a tramos fluviales, el modelo incide en la existencia de presiones teóricas en tramos

fluviales de la cuenca del Zadorra. Las analíticas existentes no detectan impactos.

Respecto a las presiones teóricas sobre las cuencas vertientes a humedales, el modelo indica que existen presiones elevadas en el 5-10% de la cuenca vertiente al humedal de Salburua. La analítica disponible en dos puntos de muestreo del humedal no muestra impactos significativos.

### **6.1.6. Erosión forestal**

#### 6.1.6.1. Erosión media anual sin pistas

El modelo establece presiones elevadas en una superficie superior comprendida entre el 12 y el 25% de las laderas que drenan hacia la masa de agua del Mape. Así mismo, el modelo establece presiones elevadas en una superficie comprendida entre el 5 y el 12% de la superficie vertiente a masas de agua ubicadas en el Territorio Histórico de Bizkaia, especialmente en áreas costeras donde abundan las plantaciones de eucalipto. Las analíticas de la red de seguimiento de la calidad de las aguas, en general, corroboran estas elevadas presiones (al menos en 5 tramos fluviales el umbral establecido de 25 mg/l ha sido superado en más de una ocasión).

Al nivel de cuencas vertientes a tramos fluviales, el modelo establece nuevamente presiones elevadas en el 12-25% de la cuenca vertiente a un tramo de cabecera del río Mape. Los datos sobre la calidad del agua registran impactos debido a elevadas concentraciones de Sólidos en Suspensión aguas abajo del tramo señalado.

El modelo no muestra presiones elevadas en las cuencas vertientes a los humedales considerados, cuencas en las que no se registran impactos a través de las determinaciones analíticas.

#### 6.1.6.2. Erosión máxima anual sin pistas

El modelo muestra que teóricamente la totalidad de las masas de agua de la CAPV poseen elevadas presiones debidas a la actividad forestal en, al menos, un 5% de la superficie. Así mismo, el modelo identifica en 6 masas de agua que las presiones son elevadas en superficies superiores al 50% de la superficie de la cuenca vertiente: embalse de Aixola y masas de agua de las cuencas del Ibaizabal (Zeberio, Orobio), Oka (Golako), Estepona y Mape. En estas masas de agua las analíticas disponibles corroboran la existencia de impacto debido a elevadas concentraciones de Sólidos en Suspensión.



El número cuencas vertientes a tramos con presiones elevadas en superficies superiores al 50% de la cuenca vertiente es teóricamente de 63. Se trata de tramos fluviales de cabecera donde los vertidos directos a los cauces son muy aislados y, por lo general, de escasa entidad, además de cuencas vertientes a embalses. Estas presiones han sido recogidas en numerosos puntos de muestreo, que muestran impactos debidos a elevadas concentraciones de Sólidos en Suspensión.

De igual modo, son numerosos los tramos fluviales en los que las presiones son elevadas en superficies superiores al 50% de la cuenca vertiente. Se trata a su vez de cabeceras lejos del impacto provocado por los vertidos directos inventariados y en los que las determinaciones analíticas indican presiones debidas a SS. Destacan en este apartado nuevamente varias cuencas vertientes a embalses.

El modelo registra presiones elevadas, comprendidas entre el 5 y el 12 % de la cuenca vertiente, en las de los humedales de Altube y Salburua. Sin embargo la analítica disponible, no periódica, no muestra impactos.

#### **6.1.7. Erosión agrícola**

Los resultados del modelo indican que las presiones teóricas sobre masas de agua superficiales, cuencas vertientes a tramos fluviales, embalses y humedales son prácticamente inexistentes. Sin embargo, las determinaciones analíticas de Sólidos en Suspensión no condicionadas por vertidos directos, muestran que en al menos 24 puntos de muestreo, de mayor o menor periodicidad, se han registrado impactos debido a elevadas concentraciones de Sólidos en Suspensión en la columna de agua.

### **6.2. Presiones sobre las masas de agua subterráneas**

#### **6.2.1. Nitrógeno inorgánico**

El modelo teórico muestra que en un total de 38 masas de agua subterráneas están sometidas a presiones, si bien únicamente la masa de agua de Vitoria muestra presiones elevadas en una superficie superior al 50%. Este resultado está corroborado por las determinaciones analíticas de esta masa de agua subterránea. De hecho, la identificación de este impacto motivó que el Gobierno Vasco designara como Zona Vulnerable en la CAPV el área denominada Unidad Hidrogeológica de Vitoria (Sector oriental)

mediante el Decreto 390/1998, de 22 de diciembre, al amparo de la Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por la aplicación de nitratos en la Agricultura.

Al nivel de los sectores permeables, el modelo teórico identifica 7 sectores con presiones elevadas en una superficie superior al 50% de su superficie. En todos estos sectores existen puntos de muestreo periódicos de la calidad de las aguas y, además, en todos ellos se detectan impactos.

### **6.2.2. Fósforo inorgánico**

Los resultados del modelo teórico muestran que una única masa de agua subterránea está sometida a presiones elevadas, si bien lo está en una superficie inferior al 25%. Se trata de la masa de agua subterránea de Vitoria. En este ámbito existen un total de 7 puntos de muestreo periódicos en los cuales se han detectado elevadas concentraciones de fosfatos en alguna ocasión.

Al nivel de los sectores permeables, el modelo teórico identifica un sector con presiones elevadas en una superficie comprendida en el intervalo 25-50%. Se trata del sector hidrogeológico permeable de Vitoria, ámbito que dispone de un punto periódico de muestreo, si bien está ubicado en una zona contigua al sector adyacente.

### **6.2.3. Nitrógeno orgánico**

Según el modelo teórico, la masa de agua subterránea de Alisa-Ramales muestra presiones elevadas en una superficie superior al 50% debido al aporte de Nitrógeno orgánico. Sin embargo, no existen determinaciones analíticas periódicas que pudieran corroborar estas presiones teóricas.

Al nivel de los sectores permeables, el modelo muestra presiones elevadas en una superficie superior al 50% en un total de 22 sectores. Las redes de seguimiento únicamente disponen de puntos de muestreo en 5 de los sectores permeables teóricamente afectados, si bien en 3 de ellos las determinaciones se han realizado en una única ocasión.

### **6.2.4. Fósforo orgánico**

Una masa de agua destaca por soportar teóricamente presiones elevadas en una superficie comprendida entre el 5 y el 12%. Se trata de la masa de agua subterránea de Etxano. Esta masa de agua

dispone de 7 puntos de muestreo en las redes de seguimiento de la calidad del agua subterránea, en los que se han detectado periódicamente impactos en la calidad de esta agua.

Al nivel de los sectores permeables, en dos casos las presiones elevadas se producen teóricamente sobre la superficie de dos sectores: Bakio y Cuaternario de Alisa-Ramales. En ninguno de estos dos sectores se dispone de puntos de muestreo ni periódicos ni esporádicos. En este sentido, se ha de recordar que mientras que los datos relativos a las concentraciones de nitrato en las masas de agua subterránea son abundantes y poseen, en algunos casos, largos registros históricos, poco se puede decir en relación al fosfato, dado que no ha sido determinado en la mayoría de estudios hidrogeológicos. Actualmente sí se analiza en las 2 redes de control operativas.

#### **6.2.5. Pesticidas**

Tal y como se ha puesto de manifiesto en el capítulo 4, las presiones originadas por la aplicación de pesticidas proceden, cuando las presiones son elevadas, de su aplicación en superficies de escasa entidad. Respecto a las redes de seguimiento, únicamente se disponen de analíticas periódicas o puntuales en las Unidades Hidrogeológicas ubicadas sobre las cuencas hidrográficas superficiales vertientes al Ebro.

En el caso del Alacloro, tras la aplicación del modelo, se obtienen presiones elevadas en una superficie comprendida entre el 12 y el 25% de la masa de agua subterránea cuaternaria de Vitoria. Existe una determinación analítica de este principio activo correspondiente al año 2003 en Arkaute, aunque no muestra ningún valor.

En lo que respecta a los sectores permeables, el modelo teórico obtiene presiones elevadas en superficies comprendidas entre el 2,5 y el 5% de varios sectores de la Llanada alavesa y en áreas del valle de Kanpetzu. A excepción de la determinación analítica ya mencionada de Arkaute, según la información disponible, no existen más análisis de las aguas subterráneas para este principio activo.

Para la atrazina, el modelo teórico no muestra presiones elevadas sobre ningún ámbito de las masas de agua subterráneas, ni tampoco a la escala de los sectores permeables. Sin embargo, la analítica de la CHE muestra que para la atrazina se ha realizado un muestreo en julio de 2003 en Arkaute, donde muestra una concentración que no supera los umbrales establecidos (tan solo 0,01 µg/l).

En el caso del Clorofenvinfos, el modelo teórico muestra presiones elevadas en una superficie comprendida entre el 5-10% de la masa de agua subterránea del Cuaternario de Vitoria. Al nivel de los sectores permeables, el modelo identifica presiones teóricas elevadas en ámbitos superficiales superiores al 10% en dos sectores correspondientes a diferentes masas de agua subterráneas. Se trata del sector permeable de Dulantzi, en la masa de agua subterránea de Vitoria, y del sector Ega, en la masa de agua de la Sierra de Cantabria. Para este principio activo de pesticidas, únicamente se dispone de una determinación analítica, realizada en julio de 2003 en Arkaute (correspondiente al sector oriental de la masa de agua subterránea de Vitoria) en la que no se detectó la presencia de Clorofenvinfos.

Para el Cloropirifos, el modelo teórico identifica presiones elevadas en porcentajes superficiales del 5-10% en la masa de agua de Vitoria. Así mismo, los sectores permeables de esta masa de agua soportan presiones teóricas elevadas en superficies del 5-10%. Nuevamente se ha de reseñar que existe una analítica puntual en esta masa de agua, correspondiente a Arkaute y donde no se detecta la presencia de este principio activo. Al nivel de los sectores permeables, el modelo expresa presiones altas en porcentajes superficiales del 2,5-5% del sector permeable de Miranda de Ebro. En este sector no se dispone de ninguna analítica que determine la concentración de Cloropirifos.

En el caso de la Simazina, el modelo no muestra superficies de masas de agua subterráneas en las que las presiones elevadas superen el 1%, al igual que para los sectores permeables. La única determinación analítica para esta sustancia corresponde nuevamente a la localidad de Arkaute, si bien no se detecta la presencia de esta principio activo.

Por último, en el caso de la Terbutilazina, nuevamente masa de agua subterránea de Vitoria presenta presiones elevadas, aunque en un ámbito superficial reducido (5-10%). Al nivel de los sectores permeables, los de Dulantzi y Ega presentan presiones elevadas en más del 10% de su superficie. En cualquier caso, se dispone únicamente de una analítica puntual que corresponde a Arkaute y en las que no se detecta la presencia de este principio activo.

Para la suma de pesticidas prioritarios el modelo identifica presiones comprendidas entre el 5 y el 10% de la superficie para la masa cuaternaria de Vitoria y presiones aún menores (2,5-5%) para la masa de agua de Miranda de Ebro y de 1-2,5% para las masa de agua de Cuartango-Salvatierra. La analítica disponible muestra que el Naftaleno es la única sustancia prioritaria y que su concentración es

elevada en el sector permeable de Miranda de Ebro, tal y como indica el modelo.

## 7. Principales conclusiones y propuestas de actuación

### 7.1. Principales masas de agua sometidas a presiones de origen difuso

#### 7.1.1. Masas de agua superficiales

##### 7.1.1.1. Nitrógeno inorgánico

La unidad hidrológica del Zadorra, en especial determinados tramos vertientes a tramos fluviales de las masas de agua de Zadorra-A, E, C y D y Alegría-A, muestran presiones teóricas e impactos constatados debido a la aplicación de Nitrógeno inorgánico. Masas de agua de las unidades hidrológicas del Ayuda, Omecillo, Baia y Ega están también afectadas por presiones elevadas.

Por tanto, en el caso del nitrógeno inorgánico, se constata que las presiones son elevadas en numerosos ámbitos de la vertiente mediterránea de la CAPV. Los programas analíticos corroboran en un porcentaje próximo al 30% estas presiones teóricas, de modo que resulta imprescindible doblar esfuerzos y extender los programas analíticos a la totalidad de los tramos de agua presumiblemente afectados. En el apartado 7.2.1 se detalla la propuesta de nuevos programas analíticos.

Los humedales sometidos a mayores presiones teóricas son los de Salburua y el Lago de Arreo-Caicedo Yuso. Ambos disponen de analíticas periódicas, si bien a menudo no corroboran las estimaciones teóricas. En las lagunas de Laguardia la presión teórica es baja, mientras que en el humedal de Altube es, teóricamente, inexistente.

En la vertiente atlántica son numerosas las determinaciones analíticas que periódicamente indican presiones elevadas que superan el umbral establecido. Estos resultados muestran que el inventario de vertidos directos a los cauces no es exhaustivo y presenta deficiencias. Sin embargo, la fortaleza del modelo teórico, a pesar de las limitaciones ya expresadas, parece ser un buen descriptor. Así, se tiene constancia de la existencia de vertidos directos aguas debajo de núcleos de población o de polígonos industriales que no están inventariados

##### 7.1.1.2. Fósforo inorgánico

Las masas de agua superficiales sometidas a presiones elevadas aunque en ámbitos superficiales inferiores a los obtenidos para el nitrógeno inorgánico, se ubican también en la vertiente mediterránea de la CAPV. Las mayores presiones se localizan en las

masas de Alegría-A, Zadorra-E, Ayuda-A, Ayuda-B, Omecillo-B y Riomayor-A (son coincidentes con la estimación teórica debida a la aplicación de nitrógeno inorgánico las masas de agua de Alegría-A, Zadorra-E y Ayuda-B).

#### 7.1.1.3. Nitrógeno orgánico

Las presiones teóricas originadas por al aplicación de fósforo orgánico en la superficie de las cuencas vertientes a las masas de agua superficiales se ubican fundamentalmente en la vertiente atlántica de la CAPV. Destacan entre ellas dos masas de agua de las unidades hidrológicas del Urola y del Urumea, si bien con presiones menores aparecen afectadas masas de agua como Karrantza, Barbadún, Ibaizabal, parte alta del Nerbioi y Zadorra, así como en el Urola, Urumea y Oiartzun.

Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, las presiones teóricas en ámbitos extensos se localizan en masas de agua de siguientes unidades hidrológicas: Oria (en 9 cuencas vertientes a tramos fluviales), Urola (en 7), Butroe (4), Ibaizabal (en 4), Karrantza (en 3), Oiartzun (2), Urumea (en 2) y Zadorra (en 1).

Las presiones de origen difuso son elevadas en ámbitos superficiales comprendidos entre el 25 y el 50% de la cuenca vertiente al humedal de Altube, mientras que en el resto de humedales analizados no se detectan presiones de origen difuso.

#### 7.1.1.4. Fósforo orgánico

Las presiones son elevadas en ámbitos superficiales inferiores al 50% de las cuencas vertientes y se localizan en las masas de agua de Karrantza, Butroe, Urola, Urumea y Oiartzun.

Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, las presiones elevadas se localizan en tramos de cabecera del Ibaizabal y del Oria. La presión es elevada en ámbitos superficiales inferiores al 25% en el resto de cuencas vertientes a tramos afectados, los cuales se distribuyen en el río Calera, Kadagua, Butroe, Nerbioi, Oka, Urola, Oria, Urumea y Oiartzun.

Al nivel de las cuencas vertientes a los humedales considerados, no se detectan presiones elevadas por aplicación de fósforo orgánico.

#### 7.1.1.5. Exportación de nitrógeno

Los valores medios de nitrógeno "surplus", obtenido mediante el balance entre los aportes y las extracciones de nitrógeno que ocurren por hectárea de Superficie Agraria Útil a nivel municipal, son de 121

kg N/ha S.A.U. en Bizkaia, 90 kg N/ha S.A.U. en Gipuzkoa y de 70 kg N/ha S.A.U. en Álava. Los valores a nivel municipal oscilan entre 23 kg N/ha S.A.U. y 245 kg N/ha S.A.U., siendo la actividad ganadera la responsable de los mayores aportes mediante la fertilización mineral.

#### 7.1.1.6. Pesticidas

En el caso del Alacloro, las presiones más elevadas (en el intervalo superficial 2,5-5%) se localizan en la masa de Omecillo-B. Otras masas de agua afectadas por presiones elevadas en ámbitos superficiales inferiores (1-2,5%) son: Alegría-A, Zadorra-A, Zadorra-E y Ayuda-C. Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales destacan por presiones elevadas en ámbitos superficiales superiores al 10% dos tramos de las masas de agua Alegría-A e Inglares-A. Así mismo, en el caso del Alacloro, existen presiones elevadas en la cuenca vertiente al humedal de Salburua, y de menor entidad superficial en el Lago de Arreo-Caicedo Yuso y Lagunas de Laguardia.

La Atrazina no muestra presiones elevadas al nivel de las masas de agua superficiales, mientras que para las cuencas vertientes a tramos fluviales, las presiones son elevadas en el río Badillo (cuenca del Baia). No se detectan presiones elevadas en las cuencas vertientes a los humedales considerados.

El Clorofenvinfos ejerce presiones elevadas en la masa de agua Alegría-A y, en menor superficie, en Zadorra-A. Las cuencas vertientes a tramos fluviales afectadas por elevadas presiones se ubican precisamente en esas masas de agua (tres tramos fluviales de la masa Alegría-A y un tramo del Ayuda-C). Para las cuencas vertientes a humedales, las presiones son elevadas en el caso del humedal de Salburua.

El Cloropirifos muestra presiones elevadas (5-10% de la superficie) en las masas de agua Alegría-A y Ayuda-A. Los tramos fluviales más afectados son 4, que se ubican en las masas Alegría-A y Ayuda-C. En menor medida están afectados varios tramos de las unidades hidrológicas del Zadorra y del Ayuda. Desde el punto de vista de las presiones elevadas en las cuencas vertientes a humedales, el humedal de Salburua es el único afectado.

La Simazina posee presiones elevadas en ámbitos superficiales reducidos (menores al 1%) en dos masas de agua de la cabecera del Ibaizabal (Ibaizabal-A e Ibaizabal-B). Desde el punto de vista de las cuencas vertientes a tramos fluviales las presiones son elevadas en ámbitos inferiores al 1% en un gran número de cuencas de Bizkaia y del Sur de Álava. En el caso de cuencas vertientes a humedales, no se detectan presiones.



La Terbutilazina, las presiones elevadas de mayor rango superficial ocurren en la masa de agua Alegría-A (ámbito superficial en el intervalo 2,5-5%). Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, las presiones elevadas en ámbitos superficiales del 5-10% se ubican en tramos de la masa de agua Alegría-A, Zaia-A y Ayuda-B. Así mismo, las presiones son elevadas en ámbitos superficiales del 2,5-5% de las cuencas vertientes a los humedales de Salburua y Lagunas de Laguardia.

La suma de pesticidas prioritarios muestra presiones elevadas en la masa de agua Alegría-A y, en menor medida, en Zadorra-A. Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, los tramos más afectados se localizan en las masas Alegría-A y Ayuda-C. El humedal de Salburua posee presiones elevadas en el 5-10% de su superficie.

#### 7.1.1.7. Erosión hídrica de origen forestal

Las presiones de origen difuso correspondientes a la erosión media anual, sin considerar la erosión producida por las pistas o vías de saca, no afectan a ámbitos superficiales superiores al 25% en ninguna masa de agua. Las presiones son elevadas en una única cuenca vertiente (superficie del 12-25%): cabecera del río Mape. Por otra parte, no existen presiones de origen difuso en las cuencas vertientes a los humedales considerados.

En el caso de la erosión máxima anual, se identifican presiones elevadas a nivel de todas las masas de agua de la CAPV, en mayor o menor medida. Las presiones elevadas afectan a una superficie superior al 50% de 6 masas de agua: Embalse Aixola, Zeberio-A, Mape-A, Estepona-A, Golako-A y Orobio-A. Al nivel de las cuencas vertientes a tramos fluviales, en 63 tramos se identifican presiones de origen difuso que afectan a una superficie superior al 50% de la cuenca vertiente. Todos estos tramos se ubican en la vertiente atlántica y entre ellos destacan por la entidad superficial afectada de sus cuencas vertientes las unidades hidrológicas del Deba, Ibaizabal y Oria. Al nivel de las cuencas vertientes a humedales, Altube y Salburua son los que sufren presiones en ámbitos superficiales reducidos (5-12% en el humedal de Altube, e inferior al 5% en Salburua).

#### 7.1.1.8. Erosión hídrica de origen agrícola

La erosión hídrica de origen agrícola no muestra presiones elevadas en ámbitos superficiales amplios, a pesar de que las actividades agrícolas son existentes en la totalidad de las masas de agua de la CAPV.

## **7.1.2. Masas de agua subterráneas**

### 7.1.2.1. Nitrógeno inorgánico

La masa de agua subterránea cuaternaria de Vitoria presenta presiones elevadas en un alto porcentaje de su superficie. Esta previsión ha sido constatada desde hace varios años por la abundante analítica disponible (al menos existen 7 puntos de muestreo periódicos en esta masa de agua), lo que llevó a que parte de la misma (Sector oriental) fuera propuesta en 1998 como zona vulnerable a la contaminación por nitratos. Otras masas de agua afectadas por presiones teóricas, son las de Cuartango-Salvatierra y Mena-Orduña.

Al nivel de sectores permeables, las presiones teóricas se extienden a los tres sectores permeables de la masa de Vitoria (oriental, Dulantzi y Occidental), Ega, Valderejo Sobrón, Cuaternario de Treviño e Inglares. Así mismo, la analítica disponible corrobora estas presiones teóricas mediante la detección de impactos en estas masas de agua.

### 7.1.2.2. Fósforo inorgánico

La masa de agua subterránea de Vitoria es la sometida a presiones difusas. Al nivel de los sectores permeables el sector oriental de masas de Vitoria es el más afectado. En menor medida lo están sus otros dos sectores permeables, junto al sector permeable de Lokiz.

### 7.1.2.3. Nitrógeno orgánico

Las presiones teóricas de origen difuso son elevadas en la masa de agua subterránea de Alisa-Ramales, de la cual forma parte la cuenca hidrológica del Karrantza. Las presiones son elevadas, aunque en ámbitos superficiales más reducidos, en las masas de agua subterránea de Mena-Orduña, Getxo-Bergara, Arama, Tolosa, Gatzume, Andoain y Oiartzun.

Al nivel de los sectores permeables, las presiones de origen difuso se localizan en los sectores permeables de las masas de agua subterráneas arriba mencionadas y que se localizan en los dominios hidrogeológicos Anticlinorio Norte, Anticlinorio Sur, y en menor medida en la Plataforma alavesa y en la cadena costera.

### 7.1.2.4. Fósforo orgánico

Las presiones de origen difuso en las masas de agua subterráneas son inferiores al 5%, excepto en la masa de agua subterránea de Etxano, donde las presiones elevadas afectan a un ámbito superficial del 5-

12%. Al nivel de los sectores permeables, las presiones levadas se focalizan en el sector permeable de Bakio, el cual carece de determinaciones analíticas.

#### 7.1.2.5. Pesticidas

Para el Alacloro, las presiones de origen difuso se localizan en la masa de agua subterránea del cuaternario de Vitoria. Al nivel de los sectores permeables, los sectores oriental y occidental de esta masa de agua son los más afectados, junto al sector permeable de Lokiz.

Para la Atrazina no existen presiones elevadas en superficies superiores al 1% de las masas de agua subterráneas ni de los sectores permeables.

Para el Clorofenvinfos, las presiones son elevadas en un ámbito superficial del 5-10% de la masa de agua de Vitoria, y de menor entidad (1-2,5%) en las masas de Cuartango-Salvatierra, Izki y Sierra de Cantabria. Al nivel de los sectores permeables las presiones son elevadas en superficies superiores al 10% en los sectores de Dulantzi y Ega, y de menor entidad en el sector oriental de Vitoria y Ayuda.

Para el Cloropirifos, las presiones son elevadas en la masa de agua subterránea de Vitoria. Al nivel de los sectores permeables, los tres sectores del cuaternario de Vitoria están afectados. En menor medida lo está el sector permeable de Miranda de Ebro.

Para la Simazina, las presiones elevadas son inferiores al 1% de la superficie de varias masas de agua subterráneas, mientras que en el resto no existe presión. Lo mismo ocurre para los sectores permeables, en los que la afección debida a presiones altas es inferior al 1% de la superficie en un reducido número de sectores.

Para la Terbutilazina, las presiones son elevadas (5-10% de la superficie) en el acuífero cuaternario de Vitoria. Los sectores permeables más afectados son el de Dulantzi y el Ega.

La suma de pesticidas prioritarios muestra que la masa de agua subterránea de Vitoria es la más afectada, mientras que las presiones elevadas son de menor rango superficial en las masas de Cuartango-Salvatierra y Sierra de Cantabria. Al nivel de los sectores permeables, las presiones son elevadas en la superficie de los sectores Dulantzi y Ega.

## 7.2. Propuestas de actuación

### 7.2.1. Nuevos programas analíticos complementarios

A partir de la identificación de las zonas problemáticas realizado en el apartado anterior, y a partir de la situación de los puntos de control de las redes y de los parámetros analizados se proponen:

- nuevos puntos a incluir en las redes superficiales y subterráneas
- nuevos parámetros a analizar

#### 7.2.1.1. Propuesta de puntos de muestreo.

Nuevos muestreos periódicos para la determinación analítica periódica se deberían implementar al menos en:

##### *Masas de agua superficiales*

- Nitrato: Totalidad de los tramos fluviales de las masas de agua superficiales Alegría-A, Zadorra-A, Zadorra-C, Zadorra-D, Zaia-B, Ayuda-B, Baia-C, Ega-B y tramos fluviales vertientes al Ebro de la Rioja Alavesa.
- Ortofosfato: Tramos fluviales de las masas Alegría-A, Zaia-A, Zadorra-B, Zadorra-D, Ayuda-B.
- Pesticidas: a excepción del arroyo de Barriobusto, los tramos fluviales de la Rioja Alavesa carecen de programas analíticos. Dado que se trata de una comarca eminentemente agrícola, se estima imprescindible la implantación de un programa analítico que considere los principales principios activos de pesticidas. Existen así mismo otras áreas con presiones teóricas que carecen de seguimiento, o el existente se considera incompleto: Alegría-A, Zadorra-A, Zadorra-C, Zadorra-D, Zaia-B, Ayuda-B, Baia-C, Ega-B y los mencionados tramos fluviales vertientes al Ebro de la Rioja Alavesa.

##### *Masas de agua subterráneas:*

- Nitrato: Incrementar seguimiento (número de puntos de muestreo y periodicidad) en masas de agua subterráneas de Valderejo-Sobrón, Sierra de Cantabria (sectores permeables de Inglares y Ega), en los tres sectores de la masa de agua cuaternaria de Vitoria, Mena-Orduña y, en general, en la totalidad de los sectores permeables que actualmente no disponen de una analítica periódica.

Respecto a las presiones derivadas de las actividades ganaderas, se estima imprescindible establecer y/o incrementar muestreo periódico en los siguientes sectores permeables: Alisa-Ramales, Castro Urdiales-Ajo, Sopuerta, Jata-Sollube, Getxo-Bergara, Zumaia-Irun, Andoain, Tolosa y Gatzume.

- Ortofosfato: como se ha comentado en el capítulo 5, las determinaciones analíticas periódicas de ortofosfatos en las masas de agua subterráneas se limitan al Sinclinal de Oiz, en la vertiente atlántica, y determinaciones de la red ICA sub Ebro en las masas de agua subterráneas de Vitoria, Izki, Sinclinal de Treviño, aluvial de Miranda de Ebro, Sierra de Cantabria, Valderejo-Sobrón, Calizas de Subijana, Sierra de Urbasa y Sierra de Aizkorri. En resto del territorio es imprescindible establecer puntos de muestreo periódico que completen los de las redes periódicas operativas, dado que en la actualidad se carece de información sobre su calidad. Además, se hace necesario incrementar el seguimiento en los diferentes sectores permeables de la masa de agua subterránea cuaternaria de Vitoria y en el sector permeable de Lokiz.
- Pesticidas: a excepción de la analítica periódica que realiza la CHE en diversas masas de agua subterráneas de la cuenca hidrológica del Ebro, se desconoce cuales son los impactos producidos por la aplicación de pesticidas en las masas de agua subterráneas. Por tanto, es imprescindible comenzar a establecer de forma periódica muestreos en la totalidad de los sectores permeables en los que la presión sea significativa.

#### 7.2.1.2. Propuesta de nuevos parámetros a analizar

Los compuestos fosfatados y los principios activos de pesticidas han de ser incluidos entre las sustancias a analizar de forma rutinaria en la totalidad de las masas de agua subterráneas muestreadas periódicamente. Así mismo, se han de establecer nuevos programas analíticos que consideren los principios activos de pesticidas en las masas de agua superficiales arriba mencionadas.

No se detallarán aquí, sin embargo, las sustancias concretas a analizar dado que la metodología empleada en este estudio para la estima de los pesticidas prioritarios no es la más precisa y dado que en la actualidad la Dirección de Aguas ha encargado un estudio que determinará con exactitud cuales son los pesticidas que actualmente se emplean en la CAPV. Dicho estudio se entregará a finales del año 2005.

### **7.2.2. Zonas protegidas. Protección de captaciones de abastecimiento urbano y propuesta de declaración de Zonas Vulnerables**

La Directiva Marco del Agua 2000/60/CE requiere que los estados miembros establezcan un registro de todas las áreas designadas por una normativa específica comunitaria para la protección tanto de las aguas superficiales como de las subterráneas, con el fin de proteger los hábitats y especies directamente dependientes del medio acuático. El registro incluye los siguientes tipos de zonas:

- Las zonas designadas para la captación de agua destinada al consumo humano que proporcionen más de 10 m<sup>3</sup> diarios o que abastezcan a más de 50 personas.
- Las zonas designadas para la protección de especies acuáticas significativas desde un punto de vista económico.
- Las masas de agua declaradas de uso recreativo, incluidas las zonas declaradas de aguas de baño.
- Las zonas sensibles al aporte de nutrientes, incluidas las zonas vulnerables de la Directiva 91/676/CEE y las zonas sensibles de la Directiva 91/272/CEE.
- Las zonas designadas para la protección de hábitats o especies cuando el mantenimiento o la mejora del estado de las aguas constituya un factor importante para su protección, incluidos los puntos de la Red Natura 2000.

En relación con el primer punto, se considera necesaria la adopción de medidas preventivas de protección de las captaciones destinadas al consumo humano frente a determinadas presiones de tipo difuso.

Así, es muy frecuente en la vertiente cantábrica la aparición de importantes fenómenos de turbidez en captaciones superficiales tras la preparación de terrenos con destino a una plantación forestal situados en su cuenca vertiente., que suelen durar varios años. Ello provoca, además de incumplimientos de los límites establecidos para la turbidez en aguas de consumo humano, una deficiente desinfección de las aguas.

También es frecuente la aparición de episodios de contaminación relacionados con vertidos de purines y abonados orgánicos.

Con el fin de minimizar el riesgo de afectación de estas actividades al agua de consumo humano, y de acuerdo con las exigencias que emanan de la DMA, es preciso acometer la definición de perímetros de protección en los que se limiten, de forma graduada, aquellas

actividades susceptibles de afectar a las captaciones del registro de zonas protegidas, comenzando por aquellas captaciones:

- Más importantes desde un punto de vista volumétrico
- Esenciales en los esquemas de abastecimiento
- En las que la presión sea más alta

En otro orden de cosas, a partir de los resultados de presiones teóricas obtenidos en los modelos y su comparación con el registro de impactos proporcionados por las diferentes redes de seguimiento de la calidad de las aguas, se sugiere valorar la declaración de Zonas Vulnerables. Por una parte, el sector permeable Dulantzi, de la masa de agua subterránea cuaternaria de Vitoria, posee elevadas presiones teóricas y así como un dilatado registro de impactos debido a elevadas concentraciones de nitratos en sus aguas. Se debería, por tanto, estudiar con detenimiento la posibilidad de ser declarada como Zona Vulnerable a la contaminación por nitratos. Otras masas de agua subterránea también presentan concentraciones importantes de nitrato en determinados puntos, así como presiones que se han valorado de forma significativa: Sierra Cantabria (Sector Ega), Miranda de Ebro, Laguardia, Vitoria (Sector Occidental), Urbasa (Sector Igoroin). En ellos es necesario efectuar un seguimiento periódico que, en función de las evoluciones, precisarán de los trabajos necesarios para, en su caso, proceder a la declaración de Zona Vulnerable.

### **7.2.3. Otras propuestas**

En relación a los pesticidas, tal y como se ha apuntado en apartados previos, la información utilizada en este estudio para determinar los compuestos habitualmente utilizados en el agro del País Vasco (Encuesta de Medios de Producción) no ha ofrecido la calidad esperada. Es necesario obtener información pormenorizada en este sentido, a través de encuestas a las cooperativas agrícolas, que los productos utilizados, las dosis de aplicación y el tipo de manejo habitualmente empleado. La Dirección de Aguas del Gobierno Vasco ha encargado un estudio específico a IKT en este sentido, que será finalizado en 2005.

En el caso del modelo forestal, la principal propuesta debe ser el recordar la conveniencia y obligación de adoptar los criterios y prescripciones de las DOT, en las cuales se trata el problema de la erosión debida a las actividades forestales y se proponen actuaciones para solucionarlo. A continuación se transcribe parte del texto

incluido en el apartado 8-5-2-a del texto de las DOT, que hace referencia a estos aspectos:

**a2.** *Las masas forestales resultan fundamentales en la fijación y protección del suelo por lo que deben integrarse dentro de una misma ordenación aquellas cuestiones que, bien relacionadas con la planificación de los espacios protegidos bien con la gestión forestal general, afecten al correcto cumplimiento de las funciones de las áreas forestales en este sentido. La implantación de un modelo forestal del territorio que permita adecuar especies y formas de uso en función de los objetivos territoriales debe surgir a partir de tres acciones básicas:*

- *La ordenación de las masas forestales en función de criterios de optimización dependiendo de las características de cada estación tanto para las masas más productivas como para aquellas de crecimiento más lento. Esta ordenación incluiría la regulación de técnicas de explotación y de realización de nuevas plantaciones.*
- *La elaboración de un "Catálogo de Montes con función protectora", especialmente en los montes declarados de Utilidad Pública (MUP), que deberán recogerse en la información urbanística. En este catálogo se incluirán aquellos montes que, por su papel en la prevención de la erosión o en la protección de los terrenos situados aguas abajo, debe realizarse una explotación de los mismos especialmente cuidadosa con el medio.*
- *La elaboración de un "Catálogo de áreas y corredores de interés natural, paisajístico y ecológico".*

**a3.** *Se elaborará un Plan Territorial Sectorial Forestal de acuerdo con el Plan Estratégico Rural Vasco (PERV), en el que se determinarán los proyectos de repoblación forestal con fines protectores, las normas de explotación forestal en función de las características del territorio y las restantes acciones a acometer para atajar los actuales procesos de degradación del suelo. Este Plan actuará como marco general para la prevención de riesgos naturales y su contenido incluirá el tratamiento vegetal de las zonas afectadas por riesgos de erosión o deslizamiento y las necesidades de corrección hidrológico-forestal, para lo que tendrá en cuenta las recomendaciones que a este respecto realiza el Plan Integral de Prevención de Inundaciones (PIPI). Contendrá una delimitación de*



*dichas zonas de riesgo, para lo cual se inspirará en la Cartografía Geomorfológica Sintética realizada por las Diputaciones Forales, haciendo una evaluación de los riesgos de erosión y deslizamiento en dichas zonas, definiendo subzonas y las correspondientes propuestas de actuación para cada una de ellas así como los costes financieros y las formas de gestión teniendo en cuenta la propiedad del suelo.*

**a4.** *Mientras no esté aprobado dicho Plan se establecen las siguientes normas:*

- *En las zonas con riesgo de erosión determinadas por los "Estudios de Riesgos" de nivel municipal y los "Estudios Geomorfológicos Sintéticos y Analíticos" la Administración Forestal competente establecerá los criterios y requisitos exigibles para la concesión de licencia a cualquier actividad que implique remoción del suelo o alteración de la vegetación, a fin de contar con las garantías técnicas suficientes para asegurar que dicha actividad no implica efectos negativos en los procesos de pérdida de suelo.*
- *Las actividades públicas de reforestación se centrarán preferentemente en las zonas de mayor riesgo y menor aptitud agrícola señaladas en dichos estudios.*

La maquinaria utilizada, las pendientes en las que se realizan las plantaciones forestales y los niveles de materia orgánica propios de estas formaciones aconsejan la realización de estudios encaminados a la corrección de dichos parámetros. El presente estudio sirve, sin lugar a dudas para proponer una estratificación inicial de una red de interés en la que realizar el estudio de validación. Existen, además otros modelos internacionalmente utilizados diferentes al USLE (e.g. PESERA) que, con los valores obtenidos de esta red, podrían ser también evaluados. Es necesario desarrollar y validar un modelo que se adapte mejor a la orografía y usos del suelo predominantes de la CAPV.

Por otra parte, la generación de sedimentos, es diferente a su transporte a lo largo de la ladera. Existen también modelos generales que simulan el movimiento de los sólidos erosionados por el agua ladera abajo. La mayor parte de estos modelos se basan en el análisis de eventos de precipitación y no en valores promedios anuales, además de reflejar los fenómenos de erosión y sedimentación que se producen en la ladera. Es conveniente adaptar a la CAPV y validar un

modelo de esas características para corregir con ellos los valores de sólidos generados y que llegan al curso fluvial.

La llegada de elementos sólidos a los cauces fluviales, dependerá además de la vegetación que circunde dicho cauce. Es lo que se llama la zona tampón riparia. Sería conveniente, por lo tanto, estudiar la vegetación de ribera. La tipología más adecuada a la intercepción de sólidos y su extensión a ambos lados del cauce. El estudio presentado permite la estratificación de áreas y su localización teniendo en cuenta el modelo de gestión utilizado, la pendiente, la litología etc. La actual valoración del estado de conservación de los bosques de ribera, basada en el índice QBR es insuficiente a este respecto.

Las estructuras viarias generadas con la gestión de las masas (pistas, vías de saca...) son los elementos que mayores aportes de sólidos generan en durante las labores forestales. Una correcta gestión del agua y un diseño adecuado, tanto en trazado como en densidad, es necesario para evitar la pérdida de sólidos y su posterior llegada a los cursos fluviales. Sería necesario, evaluar y describir con precisión la cantidad de sedimentos que genera la construcción y la utilización de la red de pistas y vías forestales, así como el impacto relativo de medidas de mitigación y prevención (tipos de cubierta, cunetas, alcantarillas, revegetación de taludes etc.

Por último, se habrían de realizar esfuerzos para cubrir el vacío de conocimiento reflejado en las limitaciones de cada uno de los modelos construidos (inclusión de las huertas no profesionales de Bizkaia y Gipuzkoa en el modelo de abono inorgánico, la actualización de los datos, la ubicación precisa de los usos ganaderos en parcelas concretas de cada municipio, la mencionada indagación del uso de pesticidas, la inclusión en un modelo propio de pesticidas empleados en el ámbito forestal...).

Secundariamente, se ha de considerar que los datos disponibles sobre la concentración de nutrientes en las masas de agua son generalmente expresados en términos de concentración y raramente están relacionados con el caudal. Además, proceden de una o varias muestras tomadas en un momento determinado del día y con una cadencia, en el mejor de los casos, quincenal. Dada la enorme variabilidad que puede existir en el caudal circulante en un determinado tramo superficial, a menudo la concentración de nutrientes, sólidos en suspensión o pesticidas presenta cambios importantes según el momento en el que sean recogidos. Por tanto, en aras a obtener un conocimiento más real sobre la calidad de las aguas se habría de promover la instalación de medidores continuos de la calidad de las aguas.

En este sentido, el propio Gobierno Vasco, junto a las Diputaciones Forales de Bizkaia y Gipuzkoa, gestiona la "*Red Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas*". Se trata de una red que aglutina la antigua red primaria meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología y una red más moderna de estaciones multiuso que registra parámetros meteorológicos y de aforo. Progresivamente se les ha ido dotando, además, de equipos de medición de ciertos parámetros físico-químicos en continuo. Un aspecto destacable de esta red es que la transmisión de los datos se realiza en tiempo real y está disponible en las páginas web habilitadas.

Por tanto, y con el objeto de cubrir los vacíos de conocimiento identificados durante la elaboración de este estudio, sería preciso implementar una red básica de estaciones de este tipo a una gran parte de las masas de agua de la CAPV, con la inclusión de sensores que aporten información en tiempo real de aspectos físico-químicos, además de las variables consideradas en este estudio.

#### **7.2.4. Corrección y prevención de impactos**

Aún considerando las limitaciones expuestas, tras identificar las masas de agua superficiales y subterráneas de la CAPV con mayores presiones debidas a la contaminación difusa, la prevención de futuros impactos y la corrección de los detectados se convierte en una prioridad. En este sentido, sabido es que los impactos ahora detectados pueden provenir de presiones acaecidas hace varias décadas, en especial los impactos sobre las masas de agua subterráneas, argumento que debería reforzar la necesidad de implementar cuanto antes medidas preventivas y correctoras.

A continuación se han desarrollado subapartados que describen aspectos prioritarios para la prevención y corrección de impactos. En primer lugar, se ha descrito el Código de Buenas Prácticas Agrarias y de Fertilización, con especial énfasis en los aspectos relacionados con la reducción de presiones de origen difuso. Posteriormente se han descrito alternativas a la agricultura tradicional, tales como la producción integrada o la agricultura ecológica y se ha incidido en la descripción de las funciones que desempeña la vegetación de ribera desde el punto de vista de la mitigación de los efectos que sobre el ecosistema fluvial provocan los fenómenos de contaminación difusa. Por último, se ha propuesto la elaboración de un Código de Buenas Prácticas Forestales y la elaboración de un Código de Buenas Prácticas para la aplicación de pesticidas.

#### 7.2.4.1. Código de Buenas Prácticas Agrarias.

La Comisión de la Unión Europea 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, estableciendo criterios para designar como zonas vulnerables aquellas superficies territoriales cuyo drenaje da lugar a la contaminación por nitratos.

De acuerdo al Estatuto de Autonomía para el País Vasco, corresponde a esta Comunidad Autónoma la competencia exclusiva en materia de agricultura, de acuerdo con la ordenación general de la economía y en materia de aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos cuando las aguas discurran íntegramente dentro del País Vasco, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 149.1.25 de la Constitución.

En el ejercicio de las funciones referentes a dichas áreas de actuación, se aprobó el Decreto 390/1998, de 22 de diciembre, por el que se dictan normas para la declaración de Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Dicho código se estructura en los siguientes puntos:

1. Introducción.
2. Fertilizantes nitrogenados.
3. Ciclo del N en los suelos agrícolas.
4. Técnicas de cultivo y prácticas habituales de fertilización nitrogenada en los cultivos y praderas.
5. Recomendaciones generales sobre fertilización nitrogenada.
6. Fertilización de terrenos escarpados e inclinados.
7. Terrenos hidromorfos o inundados.
8. Condiciones de aplicación de fertilizantes en tierras cercanas a cursos de agua.
9. Capacidad y diseño de estercoleros, fosas de purín y silos de forraje y medidas para evitar la contaminación de aguas superficiales o subterráneas por líquidos que contengan deyecciones animales o efluentes de ensilado.
10. Fertilización química y orgánica para controlar pérdidas de nutrientes hacia las aguas.

11. Gestión del uso de la tierra con referencia a los sistemas de rotación de cultivos y planes de fertilización.

12. Prevención de la contaminación de las aguas debido a la escorrentía y a la lixiviación en los sistemas de riego.

13. Epílogo y decálogo.

A continuación, se exponen diferentes propuestas de gestión basadas en el Código de Buenas Prácticas Agrarias con el fin de disminuir el riesgo de exportación de nitrógeno hacia los recursos hídricos y a la atmósfera:

i) En cultivos:

- Realizar una fertilización racional: en los cultivos sembrados en otoño o primavera hay que tener en cuenta la mineralización del nitrógeno orgánico presente en el suelo.
- La aplicación del nitrógeno se hará lo más cercana posible al estado de máxima necesidad del cultivo. Las aportaciones de semenera no se distanciarán del momento de la siembra.
- Evitar en lo posible la fertilización otoñal, ya que el invierno es época de poca actividad vegetativa y lluvias abundantes.
- Las prácticas de enterrado de residuos vegetales así como las cubiertas vegetales verdes favorecerán el mantenimiento de la materia orgánica que redundará en una menor necesidad de aportación de nitrógeno.
- Se evitará en lo posible el suelo desnudo en periodo de lluvias. Se recomienda establecer una cubierta vegetal para aprovechamiento forrajero o para enterrado en verde.
- En zonas de riego, regar lo justo y de manera uniforme, ya que el regadío puede facilitar la contaminación nítrica del agua mediante lixiviación y escorrentía.

ii) En praderas:

- No sobrepasar los 200 kg/ha y año de N total, procedentes del purín o estiércol y/o abonos minerales.
- Realizar la mayor parte del abonado nitrogenado en primavera. En otoño solo se hará si existen condiciones climáticas favorables que permitan esperar un crecimiento apreciable del pasto.
- Las aplicaciones de purín se realizarán en otoño temprano o preferentemente en primavera (febrero-abril).

- Se tendrá en cuenta el nitrógeno que proporciona el estiércol o purín, rebajando la cantidad de abono mineral a aplicar.

iii) En referencia al almacenamiento y aplicación de estiércoles y purines:

- En general, disponer, como mínimo, de una capacidad de almacenaje suficiente para cubrir los períodos en los que la distribución no es aconsejable.
- En parcelas cercanas a cursos de agua, si se aplica con cañón se dejará una franja sin abonar de 5-10 m o se dirigirá desde el curso de agua hacia la finca. Si se aplica mediante aspersores, se dejará una franja de 3-5 m sin abonar asegurándose de que no exista deriva hacia el cauce por efecto del viento. Si se aplica mediante abonadoras, pulverizadores o distribuidores de estiércol, se dejará una franja de 2-3, sin abonar.
- Para evitar pérdidas amoniacales, conviene envolver los estiércoles fluidos con una labor ligera pocas horas después de su aplicación.
- Para evitar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas, los purines y estiércoles no se aplicarán a menos de 50 m de una fuente, un pozo, o perforación que suministre agua de consumo o se use en salas de ordeño.

En este contexto se ha de citar la publicación y puesta en vigor del Decreto 141/2004, de 6 de julio, por el que se establecen las normas técnicas, higiénico-sanitarias y medioambientales de las explotaciones ganaderas, a cargo de los Departamentos de Sanidad, de Ordenación del territorio y Medio Ambiente y el de Agricultura y Pesca. En este Decreto toma en cuenta las posibles afecciones sobre el medio ambiente, la salubridad y la calidad debida de los lugares sobre los que se asientan y para ello dicta las normas sectoriales que han de cumplir las explotaciones ganaderas de nueva instalación o las ya existentes en la CAPV para la obtención de la licencia de actividad.

Desde el punto de vista de las presiones de tipo difuso sobre las masas de agua, el citado Decreto establece una serie de normas de indudable interés y necesidad. Entre ellas, se han de destacar las siguientes:

- La necesidad de detallar en el proyecto técnico los cálculos constructivos del sistema de almacenamiento para los residuos orgánicos (estercolero y/o fosa de purines) y la justificación técnica de su dimensionado.

- La necesidad de detallar en el proyecto técnico la infraestructura sanitaria que determine el presente decreto.

- La necesidad de detallar en el proyecto técnico de las nuevas instalaciones las características del sistema de almacenamiento de productos químicos (zoo y fitosanitarios, productos de limpieza, etc.).

En relación a la memoria descriptiva a incorporar referente a las características de la actividad es preciso hacer referencia a la repercusión sanitaria y medioambiental de la actividad:

- cantidad de agua precisa para la actividad y su procedencia

- en referencia a las aguas residuales que se generen en la actividad, se detallará su composición, volumen y tratamiento previsto para las mismas, así como el punto final de vertido.

- residuos orgánicos generados (sólidos y líquidos): en función del manejo de la actividad, se indicará su naturaleza, previsión de cantidades generadas y sistema de recogida y almacenamiento previsto hasta su evacuación a fincas o tratamiento. En caso de uso para abonado de fincas, se detallarán las parcelas receptoras con indicación de su superficie, polígono, parcela, alternativa de cultivo y dosis a aplicar por ha y año, aportando documentación que acredite la disponibilidad de los terrenos.

- Otros residuos generados en la explotación (restos de limpiezas, embalajes, residuos de naturaleza química, etc.): se indicará el tipo de residuos, cantidades, almacenamiento provisional y destino final en cada caso.

#### 7.2.4.2. Alternativas a la agricultura tradicional

##### **7.2.4.2.1. Producción integrada**

La Organización Internacional de la Lucha Biológica (OILB), publicó en 1992 por primera vez la definición y los objetivos de la Producción Integrada: “La producción integrada es un sistema agrícola de producción de alimentos y otros productos de alta calidad, el cual utiliza los recursos y mecanismos de regulación naturales para evitar los aportes perjudiciales al medio ambiente y, además asegura a largo plazo una agricultura sostenible. Los métodos biológicos, culturales y químicos son cuidadosamente elegidos y equilibrados, teniendo en cuenta la protección del medioambiente, la rentabilidad y las exigencias sociales.”

La Producción integrada es un sistema de producción agrícola y/o alimentario que:

- Aboga por una mayor utilización de los recursos y mecanismos de producción naturales y facilita el desarrollo a medio plazo de una agricultura más sostenible.
- Introduce métodos agronómicos, como labores culturales, fertilización, riego, lucha biológica o química, no de forma sistemática sino en función de una evaluación técnica previa y un diagnóstico que determine la idoneidad o no de la técnica o tratamiento a aplicar.
- Compatibiliza en todo momento la protección medioambiental, las exigencias de la sociedad y la productividad agrícola.

En el País Vasco el 13 de febrero de 2001 se aprobó y fue publicado en el BOPV el Decreto 31/2001, de 13 de febrero, sobre la producción integrada y su indicación en productos agroalimentarios, modificado por el Decreto 259/2003, de 21 de octubre, de modificación del Decreto sobre producción integrada y su indicación en productos agroalimentarios. El ámbito de aplicación se dirige a la producción, elaboración y comercialización de los productos agrarios y alimentarios, de origen animal y vegetal. En el se establecen los pilares básicos de actuación:

- La Autoridad Competente que es la Dirección de Política e Industria Agroalimentaria, adherida al Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco.

- La Comisión Coordinadora para la Producción Integrada de Euskadi como órgano adscrito orgánica y jerárquicamente a la Dirección de Política e Industria Agroalimentaria, que ejerce las funciones de consulta, colaboración y coordinación en materia de producción integrada.

- Los Comités Técnicos creados en el seno de la Comisión para llevar a cabo el desarrollo de las Normas Técnicas.

- El Registro de Operadores de Producción Integrada de Euskadi, para la inscripción, previa solicitud de su voluntad a acogerse al sistema de Producción Integrada.

- Los servicios técnicos acreditados y competentes para asesorar, dirigir y controlar el cumplimiento de las normas de Producción Integrada.

Los Comités Técnicos creados en el País Vasco, hasta la fecha actual, son:

- Hortícolas de Invernadero
- Frutales y vid



- Cereales-Planta de escarda
- Forrajes y ganadería.

Las Normas técnicas desarrolladas en Euskadi hasta la actualidad se refieren a los cultivos siguientes: hortícolas de Invernadero, lechuga, pimiento, tomate, acelga, frutales, kiwi, vid, patata de consumo, remolacha azucarera y vacuno de leche.

Las Normas Técnicas de Producción Integrada establecen prácticas de producción, elaboración o manipulación para cada producto agrario o alimentario clasificándolas en obligatorias, prohibidas y recomendadas, y que deben cumplir los operadores o industrias agroalimentarias acogidas al sistema de Producción Integrada.

Igualmente, las normas técnicas especificarán toda aquella información que se considere necesaria de cara a garantizar la trazabilidad del producto, y en especial, aquellos requisitos que han de constar en los Cuadernos de Campo y Manipulador

En el País Vasco y mediante la Orden de 6 de agosto de 2002, se designa a la Fundación Kalitatea como Entidad de Seguimiento y Verificación de la Producción Integrada en el Ámbito del País Vasco.

#### Perspectivas

En los próximos años, la Producción Integrada posiblemente será uno de los sistemas de producción que presentará un crecimiento más elevado, propiciado en gran medida por las demandas del sector de la distribución y del consumidor y por una visión del propio sector profesional agrícola de desear mejorar por un lado y satisfacer las exigencias por otro. En consecuencia, se habla de la Producción Integrada como el sistema de producción agrícola del futuro. En sectores muy profesionalizados y cualificados se plantea como la producción convencional de los próximos años.

Las perspectivas de la Producción Integrada están actualmente en auge, principalmente porque a nivel europeo existe otra apuesta que pretende incentivar o primar la adopción de técnicas encaminadas hacia la Producción Integrada a través de las llamadas ayudas agroambientales procedentes del Plan de Desarrollo Rural (PDRS 2000-2006).

En el País Vasco se intenta por tanto desarrollar el marco para que los sectores implicados puedan recibir tales ayudas. El objetivo del programa es incentivar y fomentar la adopción de técnicas bajo el sistema de producción integrada para los diferentes cultivos agrícolas y obtener un producto respetuoso con el medio natural, tal y como se establece en el Decreto 89/2004, de 18 de mayo, sobre ayudas para el

establecimiento de medidas y compromisos agroambientales en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Las condiciones para la concesión de tales ayudas son por un lado el compromiso por cinco años a producir bajo la normativa de producción integrada y por otro a disponer de la producción acogida a este sistema. Por su parte, recibirán una compensación que equivale a 210 €/ha para los cultivos de patata de consumo y remolacha azucarera; 475 €/ha para el cultivo de kiwi; para cultivos agrícolas protegidos la ayuda asciende a 550 €/ha y para vid txakoli y vid rioja alavesa a 500 €/ha y 325 €/ha respectivamente.

Por último, en la actualidad se está desarrollando un proyecto piloto, a través de Neiker, para la implantación de la producción integrada en 40 explotaciones ubicadas en Territorio alavés.

#### **7.2.4.2.2. Agricultura ecológica**

El Codex alimentario considera que la agricultura ecológica es un sistema global de producción agrícola (vegetales y animales) en el que se da prioridad a los métodos de gestión sobre el uso de insumos externos. En esta óptica, se prefiere el empleo de métodos de cultivo biológicos y mecánicos al de productos químicos sintéticos.

De acuerdo al Codex, la agricultura ecológica debe tener los siguientes objetivos: "aumentar la diversidad biológica del sistema en su conjunto, incrementar la actividad biológica del suelo, mantener la fertilidad del suelo a largo plazo, reutilizar los desechos de origen vegetal y animal a fin de devolver nutrientes a la tierra (reduciendo al mínimo el empleo de recursos no renovables), promover un uso saludable del suelo, el agua y el aire y reducir al mínimo todas las formas de contaminación de estos elementos que pueden resultar de las prácticas agrícolas, manipular los productos agrícolas haciendo hincapié en el uso de métodos de elaboración cuidadosos, a efectos de mantener la integridad orgánica y las cualidades vitales del producto en todas las etapas, establecerse en cualquier finca existentes a través de un periodo de conversión cuya duración adecuada dependerá de factores específicos para cada lugar, como la historia de la tierra y el tipo de cultivos y ganado que hayan de producirse".

Los objetivos de la producción ecológica son los mismos tratándose de productos vegetales o animales: empleo de prácticas de trabajo restrictivas desde el punto de vista de la protección del medio ambiente, ocupación más armoniosa del espacio rural, bienestar de los animales, producción de productos agrícolas de gran calidad.

En junio de 1991, el Consejo europeo aprobó el Reglamento (CEE) N° 2.092/91, sobre la producción ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, aunque con posterioridad ha sido completado en diversas ocasiones. La aprobación del Reglamento supuso la creación de un marco legal comunitario que determina pormenorizadamente los requisitos que debe cumplir un producto agrícola o un alimento para poder llevar algún tipo de referencia al método de producción ecológica. Se trata de una normativa bastante compleja que, además de definir en qué consiste ese método de obtención de productos vegetales y animales, regula el etiquetado, la transformación, la inspección y el comercio de los productos ecológicos dentro de la Comunidad así como la importación de productos de ese tipo de terceros países.

En el País Vasco, el Gobierno Vasco, en la reunión del Consejo de Gobierno celebrado el 24 de septiembre de 1996 se aprueba el Decreto 229/1996, por el que se regula en la Comunidad Autónoma del País Vasco la producción ecológica, su elaboración y comercialización, y se crea el Consejo Vasco de la Producción Agraria Ecológica.

En el Decreto 229/1196, el Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco asume tanto la función de autoridad competente como la de control. El Consejo Vasco de la Producción Agraria Ecológica se crea como órgano colegiado del Departamento de Agricultura y Pesca para ejercer las funciones de consulta, acercamiento y colaboración en el que están representados los intereses de los operadores (productores, elaboradores e importadores) inscritos, así como las Asociaciones de Consumidores. Es un modo de asegurar la participación de los intereses públicos y privados en la determinación de las políticas a seguir en materia de agricultura ecológica.

#### Perspectivas

De acuerdo a los datos suministrados por el Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco se está produciendo un espectacular crecimiento de este tipo de producción desde su implantación, pasando de las 41 hectáreas de agricultura ecológica en 1997 a las 909,26 hectáreas en el 2004, de las que 281,07 ha corresponden a Álava, 235,96 a Bizkaia y 392,23 ha a Gipuzkoa. En total 155 productores están inscritos en los Registros de Agricultura Ecológica. Por tipo de cultivo destacan praderas, cultivos forrajeros y pastos, en menor medida se encuentran frutales, cereales, viñedo y cultivos hortícolas.

Para obtener un certificado de productor de agricultura ecológica, los agricultores que quieren reconvertir sus explotaciones tienen que pasar una serie de trámites que duran hasta tres años antes de recibir la autorización definitiva.

El primer paso comienza con una solicitud a la Dirección de Política e Industria Agroalimentaria del Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, que iniciará los trámites necesario para disponer del mayor número de datos posible sobre la explotación, A continuación, el Gobierno Vasco valora los datos aportados según la normativa europea que rige estos cultivos, y en este punto es cuando puede dar el visto bueno o recomendar una serie de cambios en las prácticas con los cultivos y/o ganados que el agricultor tiene que aplicar de forma progresiva. Superada esta etapa, comienza el año cero en el que productor empezará a producir bajo criterios amparados por la agricultura ecológica, aunque todavía carecerá de la etiqueta que identifica su producto. En el segundo año, si los controles periódicos a los que ha sido sometido son favorables, el agricultor se hará acreedor de un marchamo en el que se especifica que está en proceso de reconversión. Finalmente, en el tercer ejercicio, si todo transcurre según lo indicado, recibirá la certificación ecológica.

#### 7.2.4.3. Vegetación de ribera

Junto a la implantación de medidas preventivas, correctoras o alternativas, se considera de interés la inclusión de medidas horizontales que impliquen a la totalidad de las masas de agua superficiales de la CAPV: el respeto y/o restauración de la vegetación de ribera en torno a los cauces fluviales y reservorios de agua. En efecto, en la actualidad existe un amplio consenso a la hora de atribuir un elevado número de funciones a la vegetación de ribera y que, de un modo u otro, están directamente ligadas con la prevención y corrección de impactos provocados por la contaminación difusa.

La vegetación de ribera desempeña un importante cometido en la estabilización y conservación de las orillas, ya que las raíces son una eficaz protección ante los procesos erosivos, favoreciendo también la sedimentación al oponerse a la velocidad de acarreo de partículas por el agua. Además de estas funciones hidrológicas, la vegetación de ribera ejerce otras de tipo biológico, tales como aportar materia orgánica y energía a la comunidad bentónica. Estas entradas de materia orgánica, fundamentalmente en forma de hojarasca, suponen en el caso de los arroyos forestados de escasa entidad la

única fuente de materia orgánica y energía dado que, en general, la elevada cobertura y el fuerte dinamismo de las aguas impiden el desarrollo de comunidades autótrofas en el interior del cauce.

Por otra parte, la vegetación de ribera modera la incidencia de radiaciones atemperando las oscilaciones de temperatura del agua y filtrando la luz. De este modo, las concentraciones de oxígeno en el agua, relacionadas con la temperatura, permanecen en niveles aceptables para la vida. Además, mediante el sombreado del cauce se evita el crecimiento desmesurado de los productores primarios (algas).

Desde el punto de vista de las actividades agrícola-ganaderas, la permanencia de bandas de vegetación en torno a las masas de agua (tanto corrientes, como embalsadas o subterráneas) supone, como se ha comentado, una garantía frente a los procesos erosivos provocados durante las crecidas. Así mismo, la vegetación de ribera realiza otras funciones de notable importancia como es la capacidad para filtrar nutrientes, pesticidas o aguas fecales de origen animal procedentes de explotaciones adyacentes. Este problema, la entrada a las masas de agua de contaminantes degrada tanto los recursos de agua potable como el hábitat acuático y condiciona las obligaciones que se derivan de la aplicación en un futuro inmediato de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE).

Los beneficios que proporciona la existencia de una banda de vegetación de ribera en torno a las masas de agua (tanto en torno a sistemas lénticos como lóticos) están ampliamente contrastados. Los residuos y los contaminantes adheridos a partículas del sedimento son filtradas junto al sedimento. La asimilación y transformación de contaminantes solubles por la vegetación y los microbios del suelo es promovida por la infiltración de las aguas de escorrentía y el crecimiento vigoroso de la vegetación. Además, los contaminantes solubles son retirados de la columna de agua por la propia capacidad de autodepuración de los cauces.

Las actividades de origen antrópico que afectan negativamente al cauce y a la vegetación riparia son la detracción de agua (en las últimas décadas el caudal circulante por los cursos de agua superficiales de la CAPV se ha reducido más del 50%), la disminución de la calidad de las aguas por la contaminación puntual y difusa, y la reducción de la extensión y desarrollo de la vegetación de ribera. Esta merma está provocada tanto por la urbanización de las márgenes como por las actividades del sector primario (tanto agrícola como forestal) o incluso por las periódicas campañas de limpieza.

Existe abundante bibliografía que trata de determinar cuál ha de ser la anchura mínima funcional de la vegetación riparia. Estas anchuras funcionales son muy variables (entre 5 y 30 m en el caso de los ríos vascos). En cualquier caso, la legislación vigente en la actualidad en la CAPV no obliga al respeto intrínseco de la vegetación propia de ribera, excepto en el caso de las Normas Forales de Montes que abogan por el respeto de la vegetación natural en una franja coincidente con el Dominio Público Hidráulico. Sea como fuere, se ha de considerar que la vegetación de ribera cuanto más ancha y madura sea mayores beneficios reporta. En arroyos de montaña 5 metros pudieran ser suficientes para cumplir las funciones que se le asignan, pero en los tramos medios y bajos dicha anchura debería ser más ambiciosa si se pretende obtener un filtro verde frente a los nutrientes, pesticidas y sólidos en suspensión.

Así mismo, determinadas actuaciones, y en especial la restauración de los ecosistemas fluviales, deberían de ser prioritarias. El aumento de la complejidad estructural de los cauces, el establecimiento de una banda de vegetación de ribera propia de cada lugar son actuaciones prioritarias en este contexto, junto a la devolución al ecosistema fluvial de los terrenos otrora arrebatados en las llanuras de inundación. Todos estos conceptos están íntimamente interrelacionados: el desarrollo de la vegetación de ribera implica la disponibilidad de espacio físico para tal fin y, al mismo tiempo, una franja suficiente de vegetación de ribera madura y diversa implica, por lo general, una escasa alteración del cauce y una comunidad fluvial más eficiente desde el punto de vista del procesado de la materia y energía que ingresa en el cauce.

#### 7.2.4.4. Código de Buenas Prácticas Forestales

La superficie forestal de la CAPV supone más de la mitad de su superficie. De ésta una gran parte, preferentemente en la vertiente atlántica, está dedicada a la producción de madera y pasta de papel mediante el empleo de especies de crecimiento rápido en explotaciones de titularidad privada. Debido al encarecimiento de las labores forestales, durante las últimas décadas se ha avanzado en la mecanización de dichas tareas provocando, en algunos casos, elevadas tasas de erosión.

Tal y como pone en evidencia la abundante literatura científica tanto local como del ámbito internacional, las matarrasas y, en especial, las labores de acondicionamiento del terreno para la siguiente plantación, son las actividades que mayores riesgos generan desde el

punto de vista de la contaminación difusa debido a las pérdidas de materia orgánica y suelo generadas.

En este contexto, destaca la ausencia en la CAPV de un Código de Buenas Prácticas Forestales, tan extendido en otros países, y que tenga por objetivo establecer pautas de actuación que minimicen efectos perniciosos como por ejemplo la contaminación difusa o los problemas erosivos. Durante los últimos años se ha desarrollado un sistema de certificación de la madera que podría ser comparable a los códigos al uso en otros países. Sin embargo, las directrices de la certificación forestal sostenible, aún y siendo un buen punto de partida, deberían ser más ambiciosas a la hora de minimizar los procesos erosivos, la generación de sólidos en suspensión o a la hora de garantizar el respeto y desarrollo de la vegetación de ribera. Aspectos preventivos y de cautela deberían imponerse, yendo más allá incluso que la legislación vigente.

Aunque la información, a nivel de investigación básica, es bastante limitada en la actualidad, el futuro Código de Buenas Prácticas Forestales debería abordar, al menos, los siguientes aspectos:

- Directrices exactas para el respeto y desarrollo de la vegetación de ribera en torno a cauces fluviales, áreas inundables y áreas húmedas.
- Erradicación de determinadas prácticas agresivas que suponen una fuente segura o probable de contaminación difusa.
- Directrices y limitaciones precisas para la construcción de pistas y vías de saca.
- Limitaciones específicas a las labores de adecuación del terreno para la siguiente plantación que consideren el uso de maquinaria, minimizar el movimiento de los horizontes superiores del suelo, la acumulación de restos de la tala y materia orgánica del suelo.
- Recomendaciones para el abonado y para las enmiendas orgánicas en función del tipo de sustrato, tipo de plantación, especificidades topográficas de la parcela, etc.
- Recomendaciones para la aplicación de pesticidas.

#### 7.2.4.5. Pesticidas

Dado que los pesticidas son una importante herramienta para una gran parte de las operaciones agrícolas, y que la depuración de las aguas superficiales y subterráneas contaminadas es extremadamente difícil, los productores necesitan evaluar el uso de pesticidas y adoptar un código de buenas prácticas para su

aplicación. Afortunadamente, existe un número de medidas de gestión y de aplicación que pueden ser empleadas para reducir la potencial contaminación de las aguas. Por lo general, la gran mayoría de los pesticidas que se aplican son degradados a productos indemnes por los microbios del suelo. Sin embargo, algunos pesticidas o sus compuestos pueden alcanzar los cursos de agua o las masas subterráneas si durante la aplicación no se consideran unas buenas prácticas de gestión.

La aplicación de pesticidas debe considerar siempre las características del lugar de aplicación y las afecciones patológicas para determinar la mejor medida de control y el menor potencial para el daño al medio. Se han de considerar asimismo las características del suelo y la profundidad de nivel freático, la proximidad a cursos o masas de agua superficiales, la topografía, el tiempo atmosférico y la irrigación. La distancia a masas de agua es uno de las características más significativas a considerar cuando se evalúan las decisiones para administrar pesticidas.

Por otra parte, la permeabilidad de las capas subterráneas afectan también a la tasa de recarga y la subsiguiente contaminación si cualquier pesticida es aplicado en el agua infiltrada. Las regiones con materiales altamente permeables son particularmente sensibles a la contaminación. Estas áreas vulnerables merecen una esmerada selección de pesticidas y de los métodos de aplicación, especialmente donde la irrigación puede resultar en un exceso de agua por lavado.

Para determinar la pérdida potencial del pesticida, se ha de evaluar las características del lugar y del suelo, así como las propiedades del pesticida para determinar el posible riesgo de afección a los recursos acuáticos. Se habrá de tener especial cuidado con aquellos pesticidas que son pobremente adsorbidos o poseen una gran persistencia en el medio. Cuando sea posible, se habrán de administrar productos químicos con baja toxicidad, periodos de vida cortos y gran adsorción. Además, deberían establecerse bandas de cultivo sin aplicación así como zonas de vegetación de ribera tampón en aquellas parcelas que drenan directamente hacia cursos de agua o embalses.

Estas consideraciones son acordes con los principios generales de la Ley 43/2002m de 20 de noviembre, de Sanidad Vegetal, en la medida de que esta Ley contempla los aspectos relativos a la correcta manipulación y aplicación de productos fitosanitarios, de forma que no existan efectos perjudiciales para el aplicador, el consumidor y el medio ambiente. Así, los usuarios de fitosanitarios deberán (artículo 41.1):



“a) Estar informados de las indicaciones o advertencias que figuren en las etiquetas e instrucciones de uso o, en su caso, mediante el asesoramiento adecuado, sobre todos los aspectos relativos a la custodia, adecuada manipulación y correcta utilización de estos productos.

b) Aplicar las buenas prácticas fitosanitarias, atendiendo las indicaciones o advertencias a que se refiere el párrafo a).

c) Cumplir los requisitos de capacitación establecidos por la normativa vigente, en función de las categorías o clases de peligrosidad de los productos fitosanitarios.

d) Observar, en su caso, los principios de la lucha integrada que resulten aplicables.

e) Cumplir las disposiciones relativas a la eliminación de los envases vacíos de acuerdo con las condiciones establecidas y, en todo caso, con aquellas que figuren en sus etiquetas”.

Siendo:

*Lucha integrada*: la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios se limite al mínimo necesario para el control de las plagas.

*Buenas prácticas fitosanitarias*: utilización de los productos fitosanitarios y demás medios de defensa fitosanitaria bajo las condiciones de uso autorizadas.

### **7.2.5. Desarrollo de sistemas de información geográfica**

La principal aportación de los modelos construidos para este estudio radica en la utilización de un sistema de información geográfica que ha relacionado los usos del territorio (agrícola, forestal y ganadero) y a partir de ellos se han obtenido los resultados para identificar las presiones sobre las masas de agua. Las informaciones utilizadas han sido:

- Uso forestal: Mapa del inventario forestal de la CAPV de 1996
- Uso agrícola:
  - Cultivos incluidos en las declaraciones de la PAC: Catastro y bases alfanuméricas de declaraciones de la PAC.
  - Cultivos no incluidos en las declaraciones de la PAC: Usos del suelo existentes en catastro.

- Uso ganadero: Mapa de usos del suelo derivado del Inventario forestal.

Salvando las limitaciones expresadas para cada modelo y asumiendo las mejoras propuestas en el apartado anterior, se ha de considerar la posibilidad de desarrollar herramientas GIS para el establecimiento de manera paulatina de programas que aporten información sobre las diferentes presiones sobre las masas de agua, tanto de tipo difuso como puntual.

Entre las mejoras disponibles para el desarrollo de estas herramientas se han de citar dos avances registrados durante este año 2005 en el ámbito estatal.

La modelización del uso agrícola ha tenido como principales inconvenientes que no siempre ha sido posible la relación entre las declaraciones y los recintos catastrales. Durante la campaña agrícola 2004-2005 ha entrado en funcionamiento una nueva herramienta cartográfica, el SIG-PAC (<http://arc.ikt.es/sigpac/>), que contiene los recintos destinados a cultivo. Dichos recintos serán los que serán utilizados en las declaraciones de superficies de la PAC, por lo que es previsible que realizar un seguimiento de la evolución de los cultivos en las distintas cuencas vertientes sea menos complejo y con un número menor de errores.

Y por otra parte, en breve, será publicado también sobre una base GIS el Inventario Forestal Nacional. Este estudio determina la/s especie/s, la estructura dasométrica y la edad de las parcelas forestales a nivel estatal. La modelización realizada con respecto a las presiones debidas a la actividad forestal ha permitido identificar las zonas sometidas a presiones debidas a erosiones medias a lo largo del turno elevadas y erosiones puntuales elevadas, tomando como referencia un turno, pero no ha permitido realizar una previsión de la evolución de estas presiones en los próximos años. Este hecho ha sido debido a que los datos de estado de la masa disponibles en el inventario forestal se han considerado obsoletos. Se considera que conocer cuando se van a producir las presiones elevadas es un factor de notable interés en la planificación ya que permite adoptar medidas ordenadoras o correctoras que reduzcan su incidencia. Durante el primer semestre de 2005 estará disponible el mapa correspondiente nuevo inventario forestal que además de ofrecer datos actualizados del estado de las masas, ha mejorado ostensiblemente la escala utilizada.

Además, se ha de considerar como una herramienta que facilitará el desarrollo y mejora de estos modelos el futuro Registro de uso de las parcelas agrícolas, el cual facilitará la interpretación de los resultados

obtenidos en los modelos y referidos a la actividad agrícola en años anteriores.

A partir de la identificación que ha realizado este estudio de las cuencas vertientes con mayores presiones, a partir de los mapas del nuevo inventario forestal será posible modelizar las áreas que en los próximos años concentrar las mayores problemáticas debidas a presiones en masas de agua debidas a actividades forestales.

Finalmente, con respecto al uso ganadero, el principal problema del modelo diseñado ha sido que no se han podido identificar las parcelas concretas que son utilizadas por cada explotación, habiendo sido necesario referir las presiones a la SAU de cada municipio. Grandes posibilidades se abrirían de estar disponible información que relacionara las distintas explotaciones con las parcelas que utilizan. A este respecto, el Censo de Explotaciones del Territorio Histórico de Gipuzkoa reúne los requisitos, al menos para el ganado vacuno, si bien desconocemos que existan herramientas similares en los otros dos TTHH.

Junto a la inclusión de estas herramientas, sería aconsejable integrar asimismo, los datos de la red de estaciones meteorológicas de la CAPV, además de la información obtenida por las estaciones de aforo y la red de estaciones con registros diezminutarios sobre las características físico-química de las aguas.

## 8. Bibliografía

Binkley, D. 1986. *Forest Nutrition Management*. J. Wiley & Sons, New York. 290 pp.

BNAE, Balance del Nitrógeno en la Agricultura Española, 2003. Resumen de resultados y criterios utilizados, País Vasco. Dirección General de Agricultura. Ministerio de Agricultura, Pesca Y Alimentación, 2005. Madrid.

Casado, H., D. Encinas y I. Calzada. 1999. *Depósito contaminante en la C.A.P.V. y sus posibles efectos sobre el Pinus Radiata D.Don*. Calidad Ambiental, Nº 54. Dpto. Física Aplicada II. Facultad de Farmacia UPV/EHU. Ed. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.

Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Dirección de Aguas, 2004. Informe relativo a los artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE. Demarcación de las Cuencas Internas del País Vasco. Gobierno Vasco.

Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Dirección de Aguas, en realización. Proyecto de Directrices del Plan Hidrológico de las Cuencas Internas del País Vasco. UTE Intecsa-Inarsa / Inguru Consultores. Gobierno Vasco

Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. *Depósito contaminante en la C.A.P.V. y sus posibles efectos sobre el Pinus Radiata D.Don*. Nº 54. Gobierno Vasco.

Dissmeyer, G.E. y Foster, G.R. 1981. Estimating the cover-management factor (C) in the Universal Soil Loss Equation for forest conditions. *Journal of Soil and Water Conservation*, 36: 235-240.

Domínguez Vivancos, A. 1984. *Tratado de fertilización*. Alonso Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Edeso, J.M., Marauri, P. y Merino, A. 1995. Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica en los estudios geomorfológicos y medioambientales: el mapa sintético de riesgos potenciales y el mapa de erosión. *Lurralde*, 18: 257-291.

Edeso, J.M., Marauri, P., Merino, A. y González M.J. 1997. Determinación de la tasa de erosión hídrica en función del manejo forestal: la cuenca del río Santa Lucía (Gipuzkoa). *Lurralde*, 20: 67-104.

Ente Vasco de la Energía (EVE). 1996. *Mapa Hidrogeológico del País Vasco*. *Euskal Herriko Mapa Hidrogeologikoa*. Bilbao.

González-Arias, A.; Amezaga, I.; Echeandía, A y Onaindia M. 2000. Buffering capacity through cation leaching of *Pinus radiata* D. Don canopy. *Plant Ecology*, 149: 23-42.

Horswell, M. y Quinn, N. 2003. *Minimising sediment delivery to rivers: A spatial modelling approach developed for commercial forestry*. Diffuse pollution conference. Dublin, Ireland. 5A: 1-6.

Hudson, N. 1981. *Soil Conservation*. Cornell University Press. Ithaca, New York. 324 pp.

Kimmins. 2003 *Forest Ecology*. 3rd Edition. Prentice Hall. 700 pp.

King, J.G. 1984. *Ongoing Studies in Horse Creek on Water Quality and Water Yield*. NCASI Technical Bulletin 435, pp. 28-35.

Kinnell, P.I.A. 2003. Event erosivity factor and errors in erosion predictions by some empirical models. *Australian Journal of Soil Research*, 41: 991-1003.

Knisel, W.G. y Davis, F.M. 2000. *GLEAMS: Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems*. Version 3.0. User manual. Tifton, Georgia.

Lekuona, A., Pinto, M. y Besga, G. 2002. *Inventario de residuos orgánicos de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Año 2001. Informes Técnicos. Departamento de Agricultura y pesca. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Megahan, W.F. 1980. *Nonpoint Source Pollution from Forestry Activities in the Western United States: Results of Recent Research and Research Needs*. In U.S. Forestry and Water Quality: What Course in the 80s?, Proceedings of the Water Pollution Control Federation Seminar, Richmond, VA, June 19, 1980, pp. 92-151.

Olarieta Alberdi, J.R. 2003. *Evaluación del Territorio y ordenación de usos agrarios en la comarca de Lea-Artibai (Bizkaia)*. Memoria de Tesis Doctoral. Universitat de Lleida. Departament de Medi Ambient y Ciències del Sòl.

Orús Pueyo, F. 2003. *Estiércoles, nitrógeno y cargas ganaderas. Criterios para la valoración del contenido de nitrógeno de los estiércoles, según la Unión Europea*. Informaciones técnicas, nº 123. Centro de Técnicas Agrarias. Ed. Servicio de formación y extensión agraria. Dirección General de Tecnología Agraria. Diputación General de Aragón.

Pye, J.M. y Vitousek, P.M. 1985. Soil and nutrient removals by erosion and windrowing at a south-eastern U.S. Piedmon site. *Forest Ecology and Management*, 11: 145-155.

Renard, K.G.; Foster, G.R.; Weesies, G.A.; McCool, D.K. y Yooder, D.C. (Coord.) 1997. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Loss Equation (RUSLE)*. USDA. Agriculture Handbook, N° 703.

Risse, L.M., Nearing, M.A., Nicks, A.D. y J.M. Laflen 1993. Error assessment in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 825-833.

Scholefield, D; Lockyer, D.R.; Whitehead, D.C. y Tyson, K.C. 1991. A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. *Plant and soil*, 132: 165-177.

Stafford, Craig Mark Leathers & Russell Briggs. 1996. *Forestry-Related Nonpoint Source Pollution in Maine: A Literature Review*. Maine Agricultural and Forest Experiment Station College of Natural Resources, Forestry and Agriculture University Of Maine Orono, Maine 04469 Miscellaneous Report 399.

Swanson, F. J., y Dyrness, C. T. 1975. Impact of clear-cutting and road construction on soil erosion by landslides in the Western Cascade Range, Oregon. *Geology*, 3:393-396.

Tiwani, A.K., Risse, L.M. y M.A. Nearing 2000. Evaluation of WEPPP and its comparison with USLE and RUSLE. *T ASAE*, 43: 1129-1135.

TRAGSA, TRAGSATEC y Ediciones Mundiprensa. 1994. *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de erosión*. Mundiprensa. Madrid.

Urbano, P. 1992. *Tratado de Fitotecnia General*. Ediciones Mundi-Prensa., 2ª edición. Madrid.

Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses*. Agriculture Handbook, nb. 537. Washington D.C.

Young, A. 1989. *Agroforestry for soil conservation*. CAB International, Wallingford, Gran Bretaña.