GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

PROYECTO DE PLAN HIDROLÓGICO DE CUENCA

ANEJO 7
INVENTARIO DE PRESIONES

Valladolid, 12 de noviembre de 2012

DATOS DE CONTROL DEL DOCUMENTO:

Título del proyecto:	Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero
Grupo de trabajo:	Planificación
Título del documento:	Anejo 7. Inventario de presiones
Descripción:	Recopilación de las principales presiones sobre las masas de agua en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero
Fecha de inicio (año/mes/día):	2009/04/21
Autor:	Javier Fernández Pereira Aurelio Morales San José (EPTISA)
Contribuciones:	SGPyUSA (plantilla inicial, actualización y otras correcciones adicionales a la plantilla). Vanesa Hernández, Pablo Seisdedos (CHD). Sonia Dieguez , Raul Pérez (TRAGSATEC) Carmen Cordero (OMICRÓN)

REGISTRO DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO:

Fecha cambio (año/mes/día)	Autor de los cambios	Secciones afectadas / Observaciones
2009/07/31	Javier Fernández Pereira	Primera versión - v1.0.
2009/11/11	Javier Fernández Pereira Aurelio Morales San José	Revisión general del documento.
2009/11/13	Javier Fernández Pereira Aurelio Morales San José	Revisión general. Introducción de la valoración de afectación de las masas de agua en base a las presiones identificadas (apoyada en los trabajos de IMPRESS II).
2009/12/21	Javier Fernández Pereira Aurelio Morales San José Raul Pérez Veledo	Revisión general del documento. Actualización de figuras.
2010/01/25	Aurelio Morales San José Raul Pérez Veledo	Revisión general del documento. Actualización de textos y figuras.
2010/05/21	Aurelio Morales San José	Introducción de aportaciones del informe "ANÁLISIS DE LA CONECTIVIDAD LONGITUDINAL EN LA CUENCA DEL DUERO" de ICTHIOS en el apartado 3.2.2.4.1. Alteraciones morfológicas y regulación de flujo.-Presas.
2010/09/16	Aurelio Morales San José Javier Fernández Pereira	Inclusión de las tablas solicitadas por el reporting 2010 (módulos MSPF-MSBT-PHC).
2010/04/10	Aurelio Morales San José	Inclusión de SIOSE, mapa de granjas, índice de franqueabilidad. Revisión general.
2010/10/18	Aurelio Morales San José	Actualización de la información de trasvases.
2010/10/18	Aurelio Morales San José Javier Fernández Pereira	Revisión general del documento.
2011/05/10	Aurelio Morales San José Javier Fernández Pereira	Actualización del documento a partir de la actualización de la base de vertidos de 31/12/2011.
2012/05/30	Aurelio Morales San José	Actualización de datos.
2012/11/12	Yolanda Camarero	Revisión general del documento

APROBACIÓN DEL DOCUMENTO:

Fecha de aprobación (año/mes/día)	2012/11/12
Responsable de aprobación	Ángel J. González Santos

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 11
2. BASE NORMATIVA 11
2.1. Directiva Marco del agua 11
2.1.1. Aguas superficiales 11
2.1.2. Aguas subterráneas 12
2.1.3. Disposiciones generales del inventario de presiones a las aguas 13
2.2. Ley de aguas 13
2.3. Reglamento de la planificación hidrológica 13
3. RESUMEN DE PRESIONES SIGNIFICATIVAS. 14
3.1. Introducción 14
3.2. Presiones 15
3.2.1. Disposiciones generales 15
3.2.2. Presiones sobre las masas de agua superficial 15
3.2.2.1. Fuentes puntuales de contaminación en aguas superficiales. 15
3.2.2.2. Fuentes de contaminación difusa en aguas superficiales. 28
3.2.2.3. Extracción de agua en aguas superficiales. 39
3.2.2.4. Alteraciones morfológicas y regulación de flujo. 44
3.2.2.5. Otras presiones en aguas superficiales. 63
3.2.2.6. Usos del suelo 70
3.2.3. Presiones sobre las masas de agua subterránea 72
3.2.3.1. Fuentes de contaminación puntual en aguas subterráneas. 72
3.2.3.2. Fuentes de contaminación difusa en aguas subterráneas. 73
3.2.3.3. Extracción de agua en aguas subterráneas. 83
3.2.3.4. Recarga artificial 91
3.3. Resumen de impactos significativos. 93
3.4. Impactos significativos en aguas superficiales 93
3.5. Impactos significativos en aguas subterráneas. 95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las presiones puntuales sobre las masas de agua superficial. 16
Tabla 2. Principales piscifactorías de la demarcación, situación y estado. 20
Tabla 3. Principales vertederos de la demarcación, en términos de superficie y distancia a la masa de agua más próxima. 23
Tabla 4. Clasificación del destino de los vertidos puntuales. Año: 2011 24
Tabla 5. Clasificación de los vertidos puntuales por tipo de vertido. Año: 2011 25
Tabla 6. Volúmenes máximos autorizados de los distintos tipos de vertidos puntuales. Año: 2011 25
Tabla 7. Conformidad de los vertidos urbanos respecto a la directiva 91/271/CEE. 26
Tabla 8. Distribución de cultivos de secano en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: Hojas 1T (MARM). Fecha: 2004. 28
Tabla 9. Distribución de cultivos de regadío en la parte española de la demarcación del Duero. 29
Tabla 10. Episodios de vertidos accidentales sobre el medio hídrico ocurridos en la parte española de la Demarcación del Duero. 34
Tabla 11. Número de extracciones de agua y volúmenes extraídos por uso en masas de agua superficiales. 39
Tabla 12. Relación de presas y azudes en la parte española de la demarcación. 45
Tabla 13. Clasificación de las especies de peces de la parte española de la demarcación según su comportamiento migratorio y capacidad de franqueo 47
Tabla 14. Estudio de franqueabilidad de las presas y azudes en la cuenca del Duero 48
Tabla 15. Clasificación de azudes según su índice de franqueabilidad. 49
Tabla 16. Clasificación de canales por uso. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2010. 51
Tabla 17. Listado de canales. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2010. 56
Tabla 18. Alteración por recrecimiento en las masas de agua lago. 62
Tabla 19. Especies exóticas en la cuenca del Duero. 65
Tabla 20. Usos del suelo en la cuenca española del Duero. 70
Tabla 21. Resumen de los objetivos medioambientales y exenciones de las masas de agua. 71
Tabla 22. Dosis de elementos fertilizantes en los cultivos de secano y regadío en la parte española de la DHD. 75
Tabla 23. Presiones unitarias potenciales de referencia por tipo de ganado. (Fuente: (1) School of Engineering of Guelph; (2) MIAM (2001): "Caracterización de las Fuentes Agrarias de Contaminación de las Aguas por nitratos", (3) Grupo Wateco, Febrero 2004 y (4) Instrucción de Planificación Hidrológica) 77
Tabla 24. Presiones potenciales (brutas) de referencia de la actividad ganadera por tipo de ganado (Año Base 2004). (Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23) 80
Tabla 25. Alberca 2011. Extracciones de agua subterránea. 83
Tabla 26. Índice de explotación de la masa o grupo de masas de agua subterránea. 86
Tabla 27. Tendencias en la piezometría para cada masa de agua subterránea. 89
Tabla 28. Tendencias piezométricas más significativas. 90
Tabla 29. Presentación de resultados del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea. 91
Tabla 30. Extracciones de agua subterránea. 91
Tabla 31. Volúmenes recargados en la masa de agua subterránea de Los Arenales. Fuente: Escalante y otros, 2009, y datos de la comunidad de regantes. 92
Tabla 32. Volumen anual recargado reportado a la Comisión Europea. 93

Tabla 33. Prórrogas y objetivos menos rigurosos en las masas de agua subterránea. Resultados del modelo Patrical para la concentración en nitrato. 98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de presiones puntales debidas a vertidos urbanos. Fuente: BD de vertidos de la CHD y PNC. Fecha: Mayo 2011. 17
Figura 2. Mapa de presiones puntales debidas a vertidos industriales. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Mayo 2011. 18
Figura 3. Mapa de presiones puntales debidas a plantas de tratamiento de fangos. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Mayo 2011. 19
Figura 4. Mapa de presiones puntales debidas a piscifactorías. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009. 20
Figura 5. Mapa de presiones puntales debidas vertidos de achique de minas. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Mayo de 2011. 21
Figura 6. Mapa de presiones puntuales debidas vertidos térmicos. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Abril 2010. 22
Figura 7. Mapa de presiones puntuales debidas a vertederos. Fuente: JCyL. Fecha: Noviembre 2008. 23
Figura 8. Concentración de fósforo (mg/l) en las masas de agua superficiales en la situación actual. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2012. 26
Figura 9. Concentración de materia orgánica (mg/l) en las masas de agua superficiales en la situación actual. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2012. 27
Figura 10. Mapa de estado ecológico de las masas de agua superficial naturales de la categoría río (año 2015). 28
Figura 11. Distribución de los cultivos de secano en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: MARM (Hojas 1T). Fecha: 2004. 29
Figura 12. Masas de agua superficiales afectadas por cultivos de secano. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009. 30
Figura 13. Distribución de los cultivos de regadío de origen superficial en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: CHD. Fecha: 2011. 30
Figura 14. Masas de agua superficiales afectadas por cultivos de regadío. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009. 31
Figura 15. Distribución la ganadería en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: Censo agrario. Fecha: 1999. 31
Figura 16. Distribución de las granjas ganaderas en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: Junta de Castilla y León y sistema ALBERCA. Fecha: 2010. 32
Figura 17. Zonas quemadas. Fuente: SIOSE. Fecha: Septiembre 2010. 34
Figura 18. Zonas mineras. Fuente: SIOSE, JCyL - IGME. Fecha: 2010. 35
Figura 19. Zonas urbanas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2010. 35
Figura 20. Masas de agua afectadas por zonas urbanas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009. 36
Figura 21. Zonas afectadas por aeropuertos. Fuente: SIOSE. Fecha: Septiembre 2010. 36
Figura 22. Localización de gasolineras en la parte española de la demarcación. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Fecha: Julio 2009. 37
Figura 23. Masas de agua afectadas por gasolineras. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2010. 37

Figura 24. Localización de las principales vías de comunicación en la parte española de la demarcación. Fuente: IDECyL - IGN. Fecha: Noviembre 2009..... 38
Figura 25. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos agrarios. Fuente: CHD. Fecha: Agosto 2011. 40
Figura 26. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos urbanos. Fuente: Ministerio de Sanidad y política social / BD de ALBERCA. Fecha: Agosto 2011..... 40
Figura 27. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos hidroeléctricos. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009..... 41
Figura 28. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos industriales. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009..... 42
Figura 29. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas canteras y explotaciones mineras. Fuente: JCyL - IGME. Fecha: 2000. 42
Figura 30. Masas de agua afectadas por extracciones. Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2009..... 43
Figura 31. Clasificación de las masas de agua afectadas por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2011..... 44
Figura 32. Gráfica del número de azudes en función de su índice de franqueabilidad (IF).49
Figura 33. Índice de compartimentación de las masas de agua. 50
Figura 34. Clasificación de las masas de agua en función de la longitud media libre entre barreras..... 50
Figura 35. Presas existentes clasificadas en base a la altura sobre cimientos. Fuente: CHD. Fecha: 2011. 51
Figura 36. Canales en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: CHD. Fecha: Enero 2012. 57
Figura 37. Canalizaciones, protecciones de márgenes y coberturas de cauce. Fuente: CHD. Fecha: Julio 2008. 58
Figura 38. Dragados de ríos. Fuente: BD de DATAGUA. Fecha: Noviembre 2009..... 59
Figura 39. Principales zonas de extracción de áridos. Fuente ALBERCA. Fecha: Julio 2008..... 60
Figura 40. Masas de agua afectadas por extracciones de áridos. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Julio 2009. 60
Figura 41. Explotaciones forestales en zona de policía. Fuente: CHD y JCyL. Fecha: Julio 2008..... 61
Figura 42. Masas de agua afectadas por explotaciones forestales en zona de policía. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009..... 62
Figura 43. Localización de las masas de agua lago afectadas por recrecimiento. Fuente: CHD (caracterización adicional de masas muy modificadas). Fecha: Marzo 2009..... 63
Figura 44. Principales puntos de localización de especies alóctonas. Fuente: CHD (trabajos IMPRESS 2). Fecha: Marzo 2009..... 65
Figura 45. Principales puntos de localización de sedimentos contaminados. Fuente: CHD (trabajos IMPRESS 2). Fecha: Marzo 2009..... 66
Figura 46. Masas de agua afectadas por sedimentos contaminados. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009. 66
Figura 47. Principales puntos de localización de suelos contaminados. Fuente: CHD (trabajos IMPRESS 2). Fecha: Marzo 2009..... 67
Figura 48. Masas de agua afectadas por suelos contaminados. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009. 67
Figura 49. Cotos de pesca de los ríos de la demarcación. Fuente: JCyL. Fecha: Noviembre 2008..... 68

Figura 50. Masas de agua afectadas por cotos de pesca. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009. 68
Figura 51. Actividades acuáticas. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009. 69
Figura 52. Masas de agua afectadas por actividades acuáticas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009. 69
Figura 53. Mapa de usos del suelo. Fuente SIOSE. Noviembre 2010. 70
Figura 54. Localización de explotaciones forestales en zona de policía. 71
Figura 55. Principales presiones de origen puntual sobre las masas de agua subterránea. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009. 73
Figura 56. Principales presiones de origen difuso por usos del suelo urbano y recreativo. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009. 74
Figura 57. Distribución espacial de las dosis de N en secano. Fuente: MARM (Hojas 1T). Fecha: 2001. 75
Figura 58. Distribución espacial de las dosis de N en regadío. Fuente: CHD – MARM. Fecha: Noviembre 2009. 76
Figura 59. Distribución espacial de las dosis de N total en la agricultura. Fuente: CHD – MARM. Fecha: Noviembre 2009. 76
Figura 60. Consumo bruto de agua por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 e Instrucción de Planificación Hidrológica. Fecha: 1999... 77
Figura 61. Carga de nitrógeno por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999. 78
Figura 62. Carga de fósforo por la actividad ganadera Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999. 78
Figura 63. Carga de materia orgánica por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999. 79
Figura 64. Carga de materia en suspensión por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999. 79
Figura 65. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de nitratos. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Diciembre 2011. 80
Figura 66. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de amonio. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Diciembre 2011. 81
Figura 67. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de nitritos. Fuente: Elaboración propia. 81
Figura 68. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de pesticidas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2010. 82
Figura 69. Mapa de estado de las masas de agua subterránea sobre las que hay declaradas zonas vulnerables a la contaminación por nitratos (año 2011). 83
Figura 70. Presiones por extracción de agua para usos agrarios. Fuente: BD de ALBERCA. Fecha: 2011. 84
Figura 71. Presiones por extracción de agua para usos urbanos. Fuente: BD de ALBERCA. Fecha: Julio 2008. 84
Figura 72. Presiones por extracción de agua para usos recreativos. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009. 85
Figura 73. Índice de explotación de la masa o grupo de masas de agua subterránea. 87
Figura 74. Mapa de la distribución del recurso natural disponible por masa de agua. 88
Figura 75. Mapa de estado cuantitativo de las masas de agua subterránea (año 2009). 90
Figura 76. Localización de zonas de recarga artificial en la parte española de la demarcación. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009. 92
Figura 77. Mapa de estado de las zonas sensibles (año 2011). 93

Figura 78. Evolución de la superficie piezométrica en la región central de la cuenca española del Duero. Registro de un piezómetro de la red oficial..... 96
Figura 79. Comparación de aportaciones registradas en las estaciones de aforo del río Duero en Toro y Zamora..... 97
Figura 80. Clasificación de las masas de agua afectadas en 2015 por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2012... 99
Figura 81. Clasificación de las masas de agua afectadas en 2021 por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2012. 100
Figura 82. Clasificación de las masas de agua afectadas en 2027 por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2012. 100

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS

ALBERCA ..... Programa del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para agilizar y normalizar la tramitación de derechos de uso privativo del agua en las Confederaciones Hidrográficas
AQUATOOL..... Conjunto de herramientas informáticas para el estudio de la distribución cualitativa y cuantitativa de los recursos hídricos, de uso habitual en la planificación hidrológica, desarrollado por el Instituto de Ingeniería del Agua y el Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia
CCAA..... Comunidades Autónomas
CE..... Comisión Europea
CEDEX..... Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CHD ..... Confederación Hidrográfica del Duero
CNAE..... Clasificación Nacional de Actividades Económicas
DBO_5 ..... Demanda de oxígeno por procesos biológicos en cinco días
DHD ..... Demarcación Hidrográfica del Duero
DG..... Dirección General
DGA ..... Dirección General del Agua del MARM
DMA..... Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Directiva Marco del Agua
DQO ..... Demanda química de oxígeno
EDAR..... Estación depuradora de aguas residuales
EDP ..... Energías de Portugal
IAH..... Índice de Alteración Hidromorfológica
IGME..... Instituto Geológico y Minero de España
IGN..... Instituto Geográfico Nacional
INE ..... Instituto Nacional de Estadística
INSPIRE..... Directiva 2007/2/CE, por la que se crea la infraestructura europea de datos espaciales
IPH ..... Instrucción de planificación hidrológica, aprobada por la orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre.
JCyL ..... Junta de Castilla y León
K..... Potasio
MARM ..... Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino
MICyT..... Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
N..... Nitrógeno
OM ..... Orden Ministerial
OPH..... Oficina de Planificación Hidrológica
P..... Fósforo
PH..... Plan Hidrológico
PNC..... Plan Nacional de Calidad de las aguas
PHD..... Plan hidrológico del Duero
PNOA..... Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
RDPH ..... Reglamento del Dominio Público Hidráulico
RPH..... Reglamento de Planificación Hidrológica (RD 907/2007, de 6 de julio)
SGPyUSA..... Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua, de la DGA del MARM
SIG ..... Sistema de información geográfica
SIOSE..... Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España
TRLA ..... Texto Refundido de la Ley de Aguas. Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, con las modificaciones de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social.

UNIDADES DE MEDIDA USADAS EN EL DOCUMENTO[1]

UNIDADES BÁSICAS

- Metro: m
- Kilogramo: kg
- Segundo: s

UNIDADES DERIVADAS CON NOMBRES ESPECIALES

- Vatio: W
- Voltio: V

UNIDADES ESPECIALES

- Litro: l
- Tonelada: t
- Minuto: min
- Hora: h
- Día: d
- Mes: mes
- Año: año
- Área: a, 100 m^2

OTRAS UNIDADES

- Euro: €

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

- Tera: T, por 1.000.000.000.000
- Giga: G, por 1.000.000.000
- Mega: M, por 1.000.000
- Kilo: k, por 1.000
- Hecto: h, por 100
- Deca: da, por 10
- Deci: d, dividir por10
- Centi: c, dividir por 100
- Mili: m, dividir por 1.000
- Micro: µ, dividir por 1.000.000
- Nano: n, dividir por 1.000.000.000

Los símbolos no van seguidos de punto, ni toman la "s" para el plural.
Se utilizan superíndices o la barra de la división.
Como signo multiplicador se usa el punto (·) o no se utiliza nada.

Ejemplos:

- m^3/s, metros cúbicos por segundo
- hm^3/año, hectómetros cúbicos por año
- kWh, kilovatios hora
- MW, megavatios
- mg/l, miligramos por litro
- m^3/ha·año, metros cúbicos por hectárea y año

[1] Para la adopción de estas nomenclaturas se ha atendido al Real Decreto 2.032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida en España.

1. INTRODUCCIÓN

En el artículo 42 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y en el artículo 4 de su Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), se establece, que entre otros, el contenido de los planes hidrológicos de cuenca será:

> *b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:*
>
> > *a') Los usos y demandas existentes con una estimación de las presiones sobre el estado cuantitativo de las aguas, la contaminación de fuente puntual y difusa, incluyendo un resumen del uso del suelo, y otras afecciones significativas de la actividad humana.*

El presente anejo recoge el inventario de las presiones a las que están sometidas las diferentes masas de agua y se divide en los siguientes apartados:

1. Introducción
2. Base normativa
3. Resumen de presiones significativas
4. Resumen de impactos significativos[2]

La información más detallada sobre presiones en la demarcación hidrográfica del Duero, de las que se presenta en este anejo un resumen junto con mapas de información geográfica (SIG) de las presiones, se encuentra, en el Inventario de Presiones, elaborado y mantenido por la confederación hidrográfica del Duero (CHD).

2. BASE NORMATIVA

El marco normativo para el establecimiento del inventario de presiones viene definido en la Directiva Marco del Agua (DMA), el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y el Reglamento de la Planificación Hidrológica (RPH). La Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), detalla el contenido del inventario de presiones.

2.1. Directiva Marco del agua

2.1.1. Aguas superficiales

La Directiva Marco del Agua (DMA) determina en su artículo 5 que los estados miembros de la Unión Europea deberán realizar un estudio de las repercusiones de la actividad humana en el estado de las aguas superficiales de conformidad con las especificaciones técnicas fijadas en el apartado 1.4 del anexo II:

> *Los Estados miembros recogerán y conservarán la información sobre el tipo y la magnitud de las presiones antropogénicas significativas a las que puedan verse expuestas las masas de aguas superficiales de cada demarcación hidrográfica, en especial:*
>
> *Estimación e identificación de la contaminación significativa de fuente puntual, producida especialmente por las sustancias enumeradas en el anexo VIII, procedentes de instalaciones y actividades urbanas, industriales, agrarias y de otro tipo, basándose, entre otras cosas, en la información recogida en virtud de:*
>
> > *i) los artículos 15 y 17 de la Directiva 91/271/CEE del Consejo,*

[2] Este apartado se ha incluido de acuerdo con la información requerida en el "reporting" de la Comisión Europea, y facilitar así esa tarea.

ii) los artículos 9 y 15 de la Directiva 96/61/CE del Consejo, y a los efectos del plan hidrológico de cuenca inicial,
iii) el artículo 11 de la Directiva 76/464/CEE del Consejo, y
iv) las Directivas 75/440/CEE, 76/160/CEE, 78/659/CEE y 79/923/CEE del Consejo.

Estimación e identificación de la contaminación significativa de fuente difusa, producida especialmente por las sustancias enumeradas en el anexo VIII, procedentes de instalaciones y actividades urbanas, industriales, agrarias y de otro tipo, basándose, entre otras cosas, en la información recogida en virtud de:

i) los artículos 3, 5 y 6 de la Directiva 91/676/CEE del Consejo,
ii) los artículos 7 y 17 de la Directiva 91/414/CEE del Consejo,
iii) la Directiva 98/8/CE del Consejo, y a efectos del primer plan hidrológico de cuenca,
iv) las Directivas 75/440/CEE, 76/160/CEE, 76/464/CEE, 78/659/CEE y 79/923/CEE del Consejo.

Estimación y determinación de la extracción significativa de agua para usos urbanos, industriales, agrarios y de otro tipo, incluidas las variaciones estacionales y la demanda anual total, y de la pérdida de agua en los sistemas de distribución.

Estimación y determinación de la incidencia de la regulación significativa del flujo del agua, incluidos el trasvase y el desvío del agua, en las características globales del flujo y en los equilibrios hídricos.
Identificación de las alteraciones morfológicas significativas de las masas de agua.

Estimación e identificación de otros tipos de incidencia antropogénica significativa en el estado de las aguas superficiales.
Estimación de modelos de uso del suelo, incluida la identificación de las principales zonas urbanas, industriales y agrarias y, si procede, las pesquerías y los bosques.

2.1.2. Aguas subterráneas

Respecto a la identificación de las presiones y sus impactos en las masas de agua subterránea, en los apartados 2.3, 2.4 y 2.5 del Anexo II de la DMA se establece:
(Apartado: 2.3) Examen de la incidencia de la actividad humana en las aguas subterráneas: Por lo que se refiere a las masas de agua subterránea que cruzan la frontera entre dos o más Estados miembros o que se considere, una vez realizada la caracterización inicial con arreglo al punto 2.1, que pueden no ajustarse a los objetivos establecidos para cada masa de agua a que se refiere el artículo 4, deberán recogerse y conservarse, si procede, los datos siguientes relativos a cada masa de agua subterránea:

a) la ubicación de los puntos de la masa de agua subterránea utilizados para la extracción de agua, con excepción de:

— los puntos de extracción de agua que suministren menos de 10 m^3 diarios, o
— los puntos de extracción de agua destinada al consumo humano que suministren un promedio diario inferior a 10 m^3 o sirvan a menos de 50 personas;

b) las tasas anuales medias de extracción a partir de dichos puntos;
c) la composición química del agua extraída de la masa de agua subterránea;
d) la ubicación de los puntos de la masa de agua subterránea en los que tiene lugar directamente una recarga artificial;
e) las tasas de recarga en dichos puntos;
f) la composición química de las aguas introducidas en la recarga del acuífero; y
g) el uso del suelo en la zona o zonas de recarga natural a partir de las cuales la masa de agua subterránea recibe su alimentación, incluidas las entradas contaminantes y las alteraciones antropogénicas de las características de la recarga natural, como por ejemplo la desviación de las aguas pluviales y de la escorrentía mediante la impermeabilización del suelo, la alimentación artificial, el embalsado o el drenaje.

(Apartado: 2.4) Examen de la incidencia de los cambios en los niveles de las aguas subterráneas:

Los Estados miembros también determinarán las masas de agua subterránea para las que se deberán especificar objetivos inferiores de conformidad con el artículo 4, entre otras razones atendiendo a la consideración de las repercusiones del estado de la masa de agua en:
i) las aguas superficiales y ecosistemas terrestres asociados,
ii) la regulación hidrológica, protección contra inundaciones y drenaje de tierras, iii) el desarrollo humano.

(Apartado: 2.5) Examen de la incidencia de la contaminación en la calidad de las aguas subterráneas:
Los Estados miembros determinarán aquellas masas de agua subterránea para las que habrán de especificarse objetivos menos rigurosos, en virtud de lo dispuesto en el apartado 5 del artículo 4 cuando, como resultado de la actividad humana, tal y como estipula el apartado 1 del artículo 5, la masa de agua subterránea esté tan contaminada que lograr el buen estado químico del agua subterránea sea inviable o tenga un coste desproporcionado.

2.1.3. Disposiciones generales del inventario de presiones a las aguas

El apartado 2 del anexo VII de la DMA establece que los planes hidrológicos de cuenca deberán incluir, entre otros:

Un resumen de las presiones e incidencias significativas de las actividades humanas en el estado de las aguas superficiales y subterráneas, que incluya:

- *Una estimación de la contaminación de fuente puntual*
- *Una estimación de la contaminación de fuente difusa, incluido un resumen del uso del suelo*
- *Una estimación de las presiones sobre el estado cuantitativo del agua, incluidas las extracciones*
- *Un análisis de otras incidencias de la actividad humana sobre el estado del agua.*

2.2. Ley de aguas

El texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), compuesto por el Real Decreto Legislativo (RDL) 1/2001, de 20 de julio, y sus sucesivas modificaciones, entre las cuales cabe destacar la Ley 62/2003, de 30 de diciembre (Artículo 129) y el Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, incorpora la mayor parte de los requerimientos de la DMA al ordenamiento jurídico español.

El artículo 42, introducido por el RDL 1/2001 y modificado por la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, establece en su apartado 1.b que los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:

b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:

a') Los usos y demandas existentes con una estimación de las presiones sobre el estado cuantitativo de las aguas, la contaminación de fuente puntual y difusa, incluyendo un resumen del uso del suelo, y otras afecciones significativas de la actividad humana.

2.3. Reglamento de la planificación hidrológica

El Reglamento de la Planificación Hidrológica (RPH), aprobado mediante el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, recoge el articulado y detalla las disposiciones del TRLA relevantes para la planificación hidrológica.

Según el artículo 3 del RPH una presión significativa es aquella que supera un umbral definido a partir del cual se puede poner en riesgo el cumplimiento de los objetivos medioambientales en una masa de agua.

En el artículo 4, el RPH establece el contenido obligatorio de los planes hidrológicos de cuenca, de acuerdo con el TRLA, que deberán incluir, entre otros:

b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:

a') Los usos y demandas existentes con una estimación de las presiones sobre el estado cuantitativo de las aguas, la contaminación de fuente puntual y difusa, incluyendo un resumen del uso del suelo, y otras afecciones significativas de la actividad humana.

El apartado 1 del artículo 15 del RPH establece que *en cada demarcación hidrográfica se recopilará y mantendrá el inventario sobre el tipo y la magnitud de las presiones antropogénicas significativas a las que están expuestas las masas de agua superficial, tal y como vienen definidas en el artículo 3*.

El apartado 2 del artículo 15 recoge la información que deberá incluir el inventario de presiones:

a) La estimación e identificación de la contaminación significativa originada por fuentes puntuales, producida especialmente por las sustancias enumeradas en el anexo II del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, procedentes de instalaciones y actividades urbanas, industriales, agrarias y otro tipo de actividades económicas.

b) La estimación e identificación de la contaminación significativa originada por fuentes difusas, producida especialmente por las sustancias enumeradas en el anexo II del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, procedentes de instalaciones y actividades urbanas, industriales, agrícolas y ganaderas, en particular no estabuladas, y otro tipo de actividades, tales como zonas mineras, suelos contaminados o vías de transporte.

c) La estimación y determinación de la extracción significativa de agua para usos urbanos, industriales, agrarios y de otro tipo, incluidas las variaciones estacionales y la demanda anual total, y de la pérdida de agua en los sistemas de distribución.

d) La estimación y determinación de la incidencia de la regulación significativa del flujo de agua, incluidos el trasvase y el desvío del agua, en las características globales del flujo y en los equilibrios hídricos.
e) La identificación e incidencia de las alteraciones morfológicas significativas de las masas de agua, incluyendo las alteraciones transversales y longitudinales.

f) La estimación e identificación de otros tipos de incidencia antropogénica significativa en el estado de las aguas superficiales, como la introducción de especies alóctonas, los sedimentos contaminados y las actividades recreativas.

g) Los usos del suelo, incluida la identificación de las principales zonas urbanas, industriales y agrarias, zonas de erosión, zonas afectadas por incendios, zonas de extracción de áridos y otras ocupaciones de márgenes y, si procede, las pesquerías y los bosques.

El apartado 4 del artículo 22 del RPH además establece lo siguiente en relación a las reservas naturales fluviales:

Cualquier actividad humana que pueda suponer una presión significativa sobre las masas de agua definidas como reservas naturales fluviales deberá ser sometida a un análisis específico de presiones e impactos, pudiendo la administración competente conceder la autorización correspondiente en caso de que los efectos negativos no sean significativos ni supongan un riesgo a largo plazo. Los criterios para determinar dichas presiones significativas se establecerán en el plan hidrológico.

3. RESUMEN DE PRESIONES SIGNIFICATIVAS.

3.1. Introducción

En el apartado 3.2. "Presiones" de la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica, en adelante IPH, se tratan las presiones sobre las masas de agua y las disposiciones generales, a considerar para la elaboración del inventario de presiones de la demarcación.

En este apartado del anejo de inventario de presiones, se han evaluado las presiones significativas existentes en la demarcación, siguiendo el esquema del apartado 3.2 de la Instrucción de la Planificación hidrológica, de manera que se han considerado todas las presiones existentes en la demarcación, distinguiéndose los distintos tipos contemplados en la misma.

La información recogida en el inventario de presiones está identificada en forma de mapas de la demarcación hidrográfica, para los distintos tipos de presiones que actúan sobre las masas de agua superficial y subterránea. Además existe un apéndice en formato digital con la información detallada a escala de masa.

3.2. Presiones

3.2.1. Disposiciones generales

El inventario de presiones ha sido recopilado y mantenido por la Demarcación Hidrográfica del Duero. Además se han identificado los tipos y la magnitud de las presiones antropogénicas más significativas a las que están expuestas las masas de agua.

El inventario de presiones ha permitido que en el plan hidrológico se haya determinado el estado de las masas de agua en el momento de su elaboración y contiene al menos la información que se relaciona en los apartados siguientes. Este anejo del plan hidrológico incorpora un resumen del inventario, con las principales presiones existentes.

Las presiones correspondientes al escenario tendencial, así como las correspondientes a la situación resultante de la aplicación de los programas de medidas, se han estimado teniendo en cuenta las previsiones de los factores determinantes de los usos del agua.

3.2.2. Presiones sobre las masas de agua superficial

Las presiones sobre las masas de agua superficial (ríos, lagos, aguas de transición y aguas costeras) consideradas, incluyen, en especial, la contaminación originada por fuentes puntuales y difusas, la extracción de agua, la regulación del flujo, las alteraciones morfológicas, los usos del suelo y otras afecciones significativas de la actividad humana.

3.2.2.1.Fuentes puntuales de contaminación en aguas superficiales.

Se ha estimado e identificado la contaminación significativa originada por fuentes puntuales producida especialmente por las sustancias enumeradas en el anexo II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), procedentes de instalaciones y actividades urbanas, industriales, agrarias y otro tipo de actividades económicas.

Para su identificación se ha trabajado con el inventario de autorizaciones de vertido de la Confederación Hidrográfica del Duero y de los resultados de otros trabajos complementarios desarrollados por el organismo de cuenca. .

De acuerdo con el apartado 3.2.2.1 de la IPH, el resultado general de este inventario de focos puntuales es:

TIPO DE FUENTE PUNTUAL DE CONTAMINACIÓN	NÚMERO
Vertidos urbanos de magnitud superior a 250 habitantes equivalentes	1104
Vertidos industriales	No biodegradables: 24 Bidodegradables o mixtos: 472

TIPO DE FUENTE PUNTUAL DE CONTAMINACIÓN	NÚMERO
Vertidos de plantas de tratamiento de fangos	252
Vertidos de piscifactorías con volumen superior a 100.000 m^3/año	23
Vertido de aguas de achique de minas con volumen superior a 100.000 m^3/año y reboses significativos de las aguas de pozos de mina abandonados que viertan a los cauces	2
Vertidos térmicos procedentes de las aguas de refrigeración con un volumen superior a 100.000 m^3/año. Deberá distinguirse si se trata de aguas procedentes de centrales de generación de electricidad o de otro tipo de industrias	Centrales de generación: 3 Otras industrias: 3
Vertidos de aguas de tormenta significativos procedentes de poblaciones, zonas industriales, carreteras u otro tipo de actividad humana, a través de aliviaderos y otras canalizaciones o conducciones	0
Vertederos e instalaciones para la eliminación de residuos al menos los de superficie mayor de 1 ha y que se encuentren situados a una distancia inferior de un kilómetro de la masa de agua superficial mas próxima, indicando si se trata de residuos peligrosos, no peligrosos o inertes, de acuerdo con la clasificación del Artículo 4 del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero	28
Otras fuentes puntuales significativas	No se ha identificado ninguna.
Número total de fuentes puntuales	**1.889**

Tabla 1. Resumen de las presiones puntuales sobre las masas de agua superficial.

A continuación se analizan cada una de las presiones por separado:

a) Vertidos urbanos de magnitud superior a 250 habitantes equivalentes.

A partir de la base de datos de vertidos mantenida por la CHD, existen un 1104 vertidos urbanos de magnitud superior a 250 habitantes equivalentes de un total de 4864.

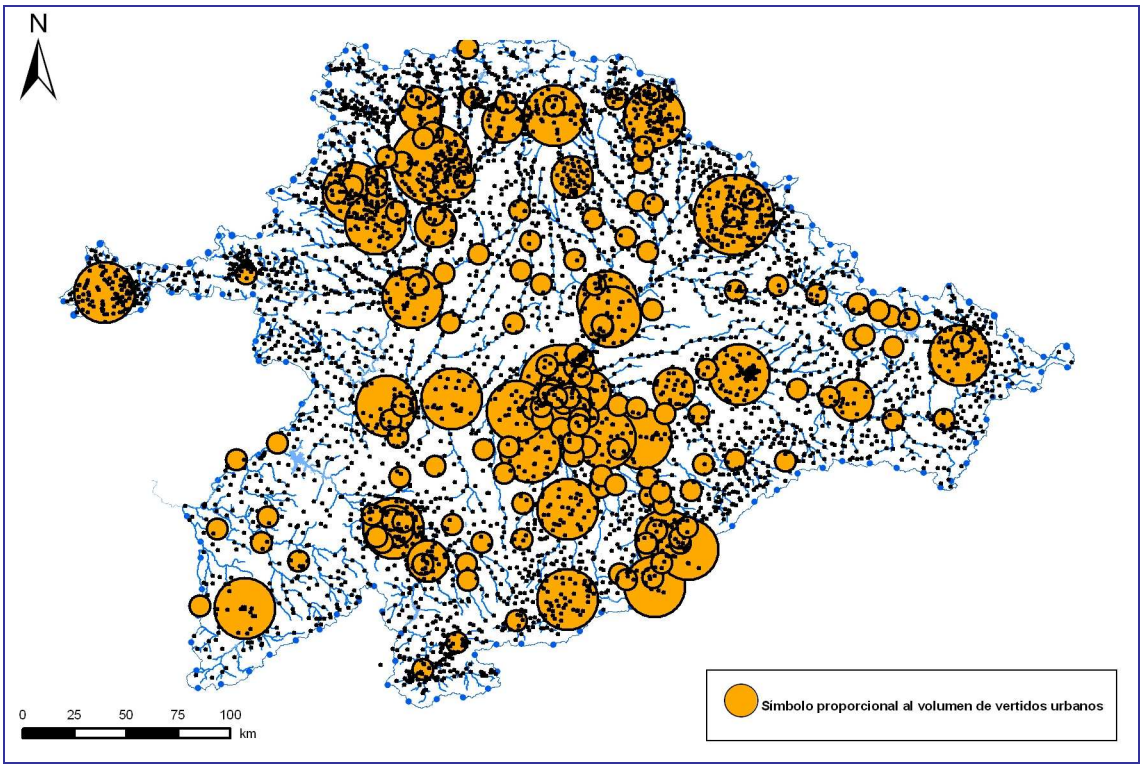

Figura 1. Mapa de presiones puntales debidas a vertidos urbanos. Fuente: BD de vertidos de la CHD y PNC. Fecha: Mayo 2011.

Para obtenerlos se ha utilizado el inventario de vertidos de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero de fecha 31 de diciembre de 2010). En dicho inventario se ha filtrado por tipo de vertido (urbano) y habitantes equivalentes (hab equivalentes >250).

b) Vertidos industriales biodegradables y no biodegradables.

Respecto a los vertidos industriales, la información se ha obtenido de la base de vertidos que mantiene el organismo de cuenca, seleccionando aquellos cuyo tipo de vertido es industrial, salvo para aquellos cuyo origen de vertido sea una estación de servicio, ya que éstas se consideran en el apartado correspondiente. Según esta fuente, existen 496 vertidos industriales.

En cuanto a la división entre vertidos biodegradables y no biodegradables, la clasificación no es trivial ya que hay vertidos que tienen doble naturaleza. Así, es posible afirmar que de los 496 vertidos industriales, 24 son de naturaleza no biodegradable, teniendo el resto, 472, sino toda, al menos una componente biodegradable.

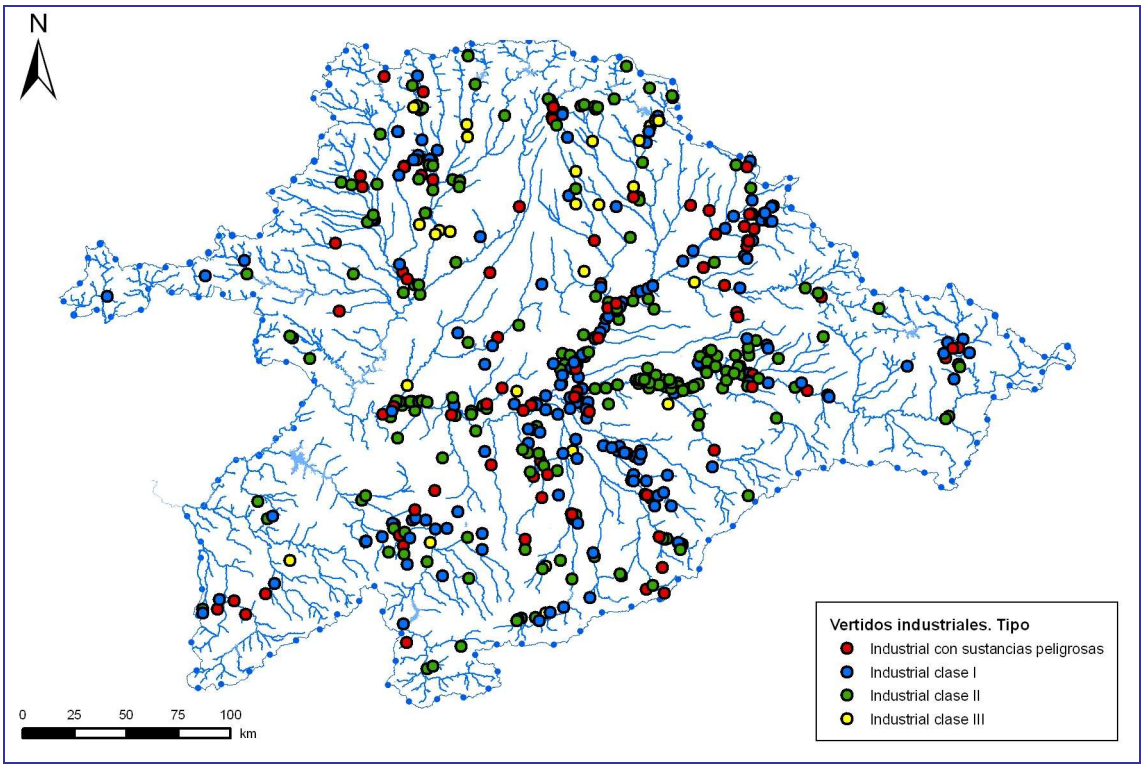

Figura 2. Mapa de presiones puntales debidas a vertidos industriales. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Mayo 2011.

El criterio empleado para realizar la clasificación es el siguiente:

Vertidos no biodegradables: Aquellos que cumplen alguna de estas condiciones:

- La no inclusión ni de DBO_5 ni de DQO como límites autorizados en su autorización de vertido.
- La pertenencia por CNAE a algún sector industrial del que se conozca que tienen una componente no biodegradable significativa (criterio opcional adicional, en caso de que se disponga de información normalizada que se pueda utilizar).

Vertidos biodegradables: Aquellos vertidos industriales con límites autorizados para la DBO_5 y/o DQO, independientemente de que tengan o no también un componente no biodegradable

c) Vertidos de plantas de tratamiento de fangos.

Respecto a este tema, la información recogida en el inventario hace mención a aquellas plantas depuradoras que, de un modo u otro, hacen tratamiento de fangos. No se incluye en esta versión plantas que, de manera exclusiva, realizan este de tratamiento. Para ello, se han filtrado aquellos vertidos cuyo tipo de depuración incluye de alguna manera el tratamiento de fangos.

De este modo, se contabilizan un total de 252 vertidos de este tipo, de los cuales 99 tienen origen industrial y 153 urbanos.

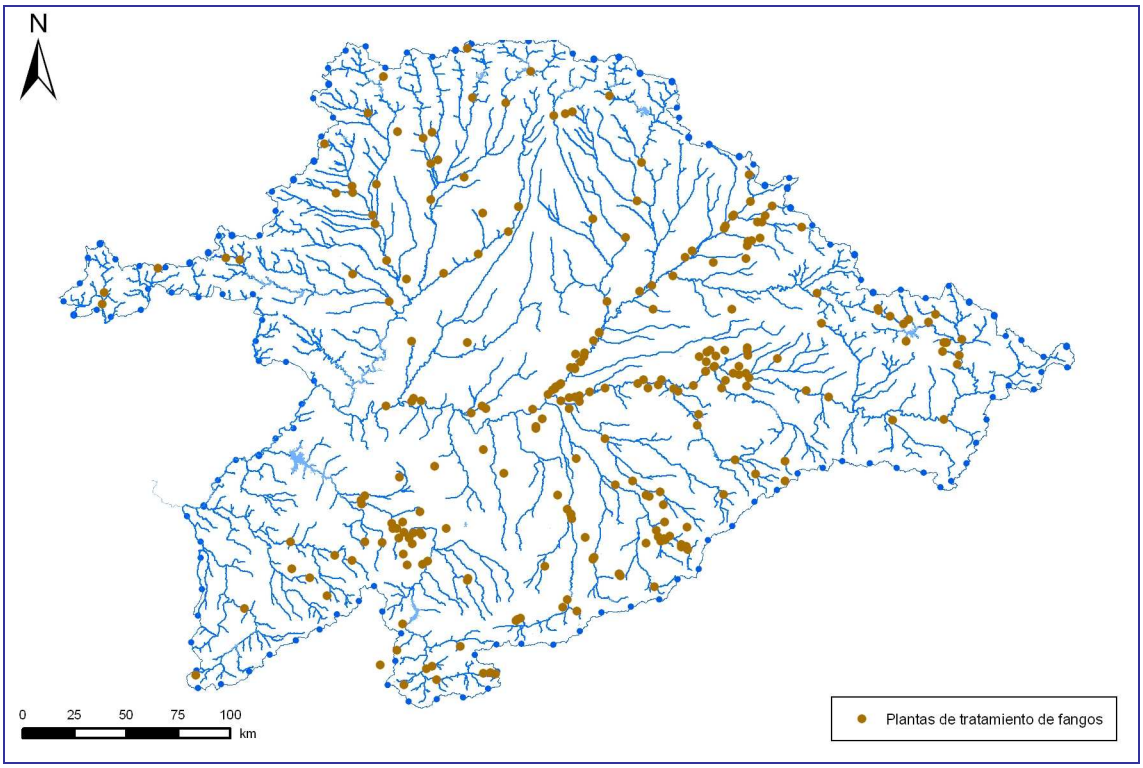

Figura 3. Mapa de presiones puntales debidas a plantas de tratamiento de fangos. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Mayo 2011.

d) Vertidos de piscifactorías con un volumen superior a 100.000 m^3/año.

En la parte española de la demarcación del Duero se han identificado un total de 30 piscifactorías, 23 en explotación y 7 sin actividad, de las cuales 23 disponen de un volumen superior a 100.000 m^3/año.

La información está disponible en el sistema de información MÍRAME-IDEDuero, dentro de la sección de "USOS". Mediante el visor cartográfico que incorpora el sistema de información también se puede acceder a ella.

Las piscifactorías se han identificado mediante un proceso de consulta al sistema Alberca, la base de datos de vertidos, remisión de encuestas, cartografía mediante ortotofos, etc.

Código	Piscifactoría	Municipio	Provincia	Cauce de origen	Estado
3800001	PISCIFACTORÍA DEL CAMPOO	Pomar de Valdivia	Palencia	Pisuerga	Explotación
3800002	PISCIFACTORÍA ALBA DE TORMES	Alba de Tormes	Salamanca	Tormes	Explotación
3800003	PISCIFACTORÍA LA FUENTONA 2	Blacos	Soria	Abión	Sin actividad
3800004	PISCIFACTORÍA LOS LEONESES	Vegas del Condado	León	Porma	Explotación
3800005	PISCIFACTORÍA EL SOTO	Pino del Río	Palencia	Horcaros-Manadero	Explotación
3800006	PISCIFACTORÍA ENCINAS DE ARRIBA	Encinas de Arriba	Salamanca	Tormes	Explotación
3800007	INDUSTRIAS PÍSCICOLAS ESPAÑOLAS AGRUPADAS, S.A.	Fuentidueña	Segovia	Arroyo del Prado o del Valle	Explotación
3800008	CENTRO ICTIOGÉNICO DE GALISANCHO	Galisancho	Salamanca	Tormes	Explotación
3800009	PISCIFACTORÍA LAS TRUCHAS	Hospital de Órbigo	León	Órbigo	Explotación
3800010	PISCIFACTORÍA LA FUENTONA 1	Muriel de la Fuente	Soria	Abión	Explotación
3800011	LILLOGEN	Puebla de Lillo	León	Manantial	Explotación
3800012	PISCIFACTORÍA DE QUINTANAR DE LA SIERRA	Quintanar de la Sierra	Burgos	Arlanza	Explotación
3800013	QUIÑON	San Esteban de Gormaz	Soria	Duero	Explotación
3800014	PISCIFACTORÍA CAMPOO, S.A.	Santibáñez de la	Palencia	Arroyo	Explotación

Código	Piscifactoría	Municipio	Provincia	Cauce de origen	Estado
		Peña		Villafría	
3800015	GESTIONES E INVERSIONES GRADO	Sieteiglesias de Tormes	Salamanca	Tormes	Explotación
3800016	PISCIFACTORÍA DE UCERO	Ucero	Soria	Lobos	Explotación
3800017	PISCIFACTORÍA VEGAS DEL CONDADO	Vegas del Condado	León	Porma	Explotación
3800018	PISCIFACTORÍA FUENTES CARRIONAS	Velilla del Río Carrión	Palencia	Carrión	Sin actividad
3800019	PISCIFACTORÍA LAS FUENTES DE SAN LUIS	Burgo de Osma-Ciudad de Osma	Soria	Duero	Explotación
3800020	PISCIFACTORÍA CARRIZO	Carrizo	León	Órbigo	Explotación
3800021	TRUCHAS EL VIVAR	Lagunas de Contreras	Segovia	Duratón	Explotación
3800022	LAS ZAYAS	Castrillo de la Valduerna	León	Duerna	Sin actividad
3800023	IPESCON, S.A.	Machacón	Salamanca	Arroyo del Valle	Explotación
3800024	LA ALISEDA	Santiago de Tormes	Ávila	Tormes	Explotación
3800025	TENCAS DEL RÍO ALMAR	Ventosa del Río Almar	Salamanca		Sin actividad
3800026	TENCAS DE CASASECA	Casaseca de las Chanas	Zamora	Manantial	Explotación
3800027	TENDESALA	Boada	Salamanca		Explotación
3800028	PISCIFACTORÍA LAGO SANABRIA	Galende de Duero	Zamora	Tera	Sin actividad
3800029	PISCIFACTORÍA EL CISTER	Sacramenia	Segovia	Arroyo del Coto	Sin actividad
3800030	VIVERO LOS GUINDALES	Buniel	Burgos		Sin actividad

Tabla 2. Principales piscifactorías de la demarcación, situación y estado.

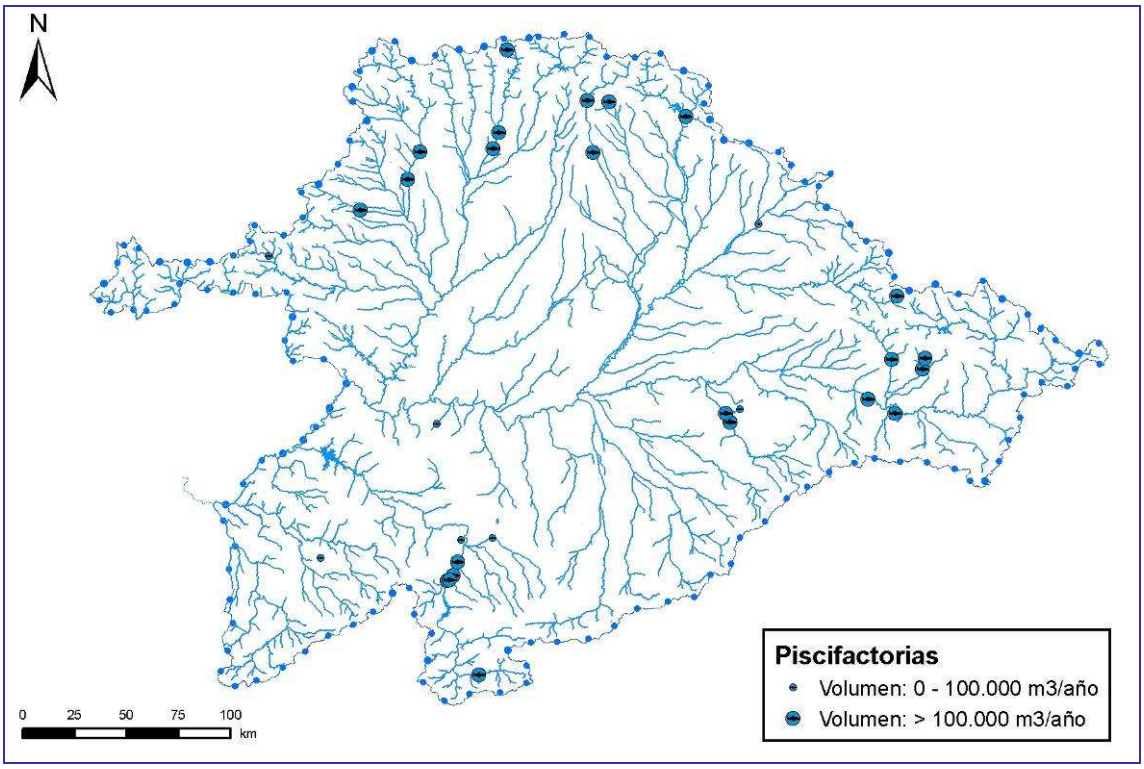

Figura 4. Mapa de presiones puntales debidas a piscifactorías. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

e) Vertido de aguas de achique de minas con volumen superior a 100.000 m^3/año

En base a la información proporcionada por la base de datos de vertidos, en la parte española de la demarcación existen dos casos de vertido de aguas de achique de minas con un volumen superior a 100.000

m^3/año. Concretamente, en los municipios de La Robla y La Pola de Gordón, asociados a una de las centrales térmicas existentes en el territorio.

Además de lo anterior, se ha investigado la existencia de pozos de mina que puedan en un momento dado rebosar y verter a cauce. Dicha información se refleja en la cartografía que incluye este inventario.

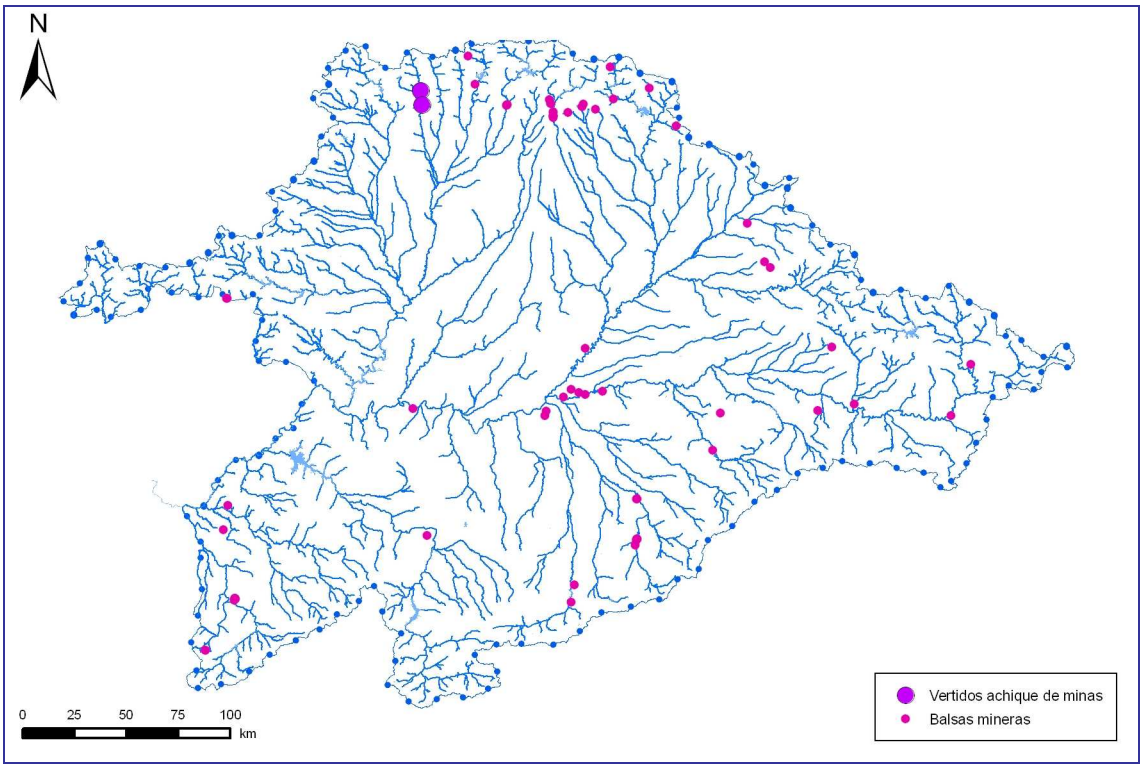

Figura 5. Mapa de presiones puntales debidas vertidos de achique de minas. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Mayo de 2011.

g) Vertidos térmicos procedentes de las aguas de refrigeración con un volumen superior a 100.000 m^3/año.

Según la base de vertidos de la CHD, existen 10 vertidos térmicos que cumplen el criterio establecido, de los cuales 6 proceden de centrales de generación de electricidad y 4 de otro tipo de industrias.

Es de mencionar la dificultad de compartimentar los vertidos clasificándolos en uno u otro tipo. Así, la central térmica de la Robla, en León, está considerada en la base de vertidos como causante de un vertido se ha clasificado como industrial con sustancias peligrosas, al ser esta la característica más significativa.

Respecto a la otra central térmica de la cuenca, la de Velilla del río Carrión, este presenta dos puntos de vertido inventariados.

Los otros tres puntos de vertido procedentes de generación de electricidad proceden de una empresa de desimpacto de purines y dos de biomasa.

Los otros cuatro puntos corresponden a empresas pertenecientes al sector de producción de fertilizantes, cementos, carburo de silicio y una última de tratamiento de purines y explotaciones industriales con aportación térmica.

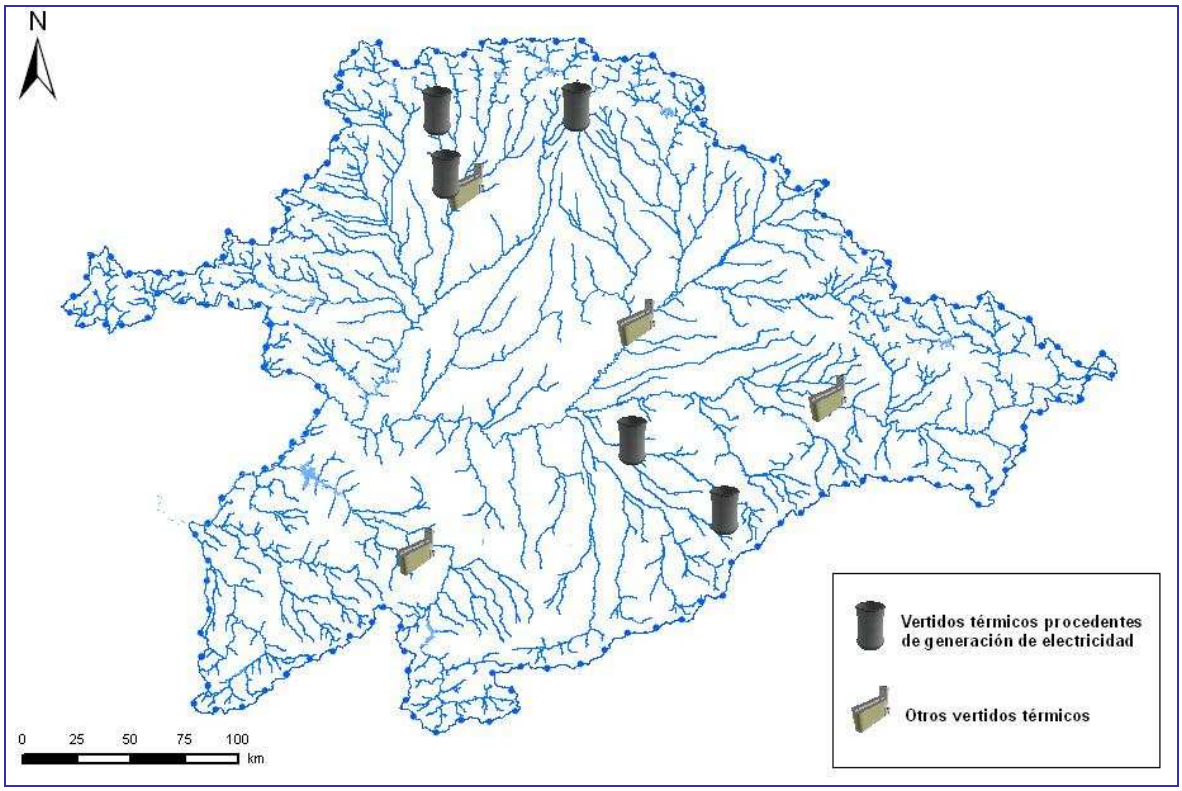

Figura 6. Mapa de presiones puntuales debidas vertidos térmicos. Fuente: BD de vertidos de la CHD. Fecha: Abril 2010.

h) Vertidos de aguas de tormenta significativos, procedentes de poblaciones, zonas industriales, carreteras u otro tipo de actividad humana, a través de aliviaderos y otras canalizaciones o conducciones.

No se han identificado.

i) Vertederos e instalaciones para la eliminación de residuos con una superficie mayor de 1 ha y que se encuentran situados a una distancia inferior de un kilómetro de la masa de agua superficial más próxima.

A partir de la información proporcionada por las distintas comunidades autónomas sobre las que se encuentra la parte española de la demarcación del Duero, se han cartografiado los distintos vertederos, 39 en total (Figura 7), de los cuales, aplicando los criterios de distancia a masa de agua y superficie, resultan 28 que suponen una presión significativa.

El Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, en su artículo 4 clasifica los vertederos en tres categorías: vertedero para residuos peligrosos, vertedero para residuos no peligrosos y vertedero para residuos inertes, permitiendo que un vertedero pueda estar clasificado en más de una de las categorías fijadas, siempre que disponga de celdas independientes que cumplan los requisitos especificados en el presente Real Decreto para cada clase de vertedero.

Así, de los vertederos inventariados, se puede afirmar que 18 tratan residuos peligrosos, tal y como se aprecia en la Tabla 3.

Identificador del vertido	Identificador autonómico	Municipio	Superficie (ha)	Clasificación
5800001	AV103	Horcajo de las Torres	1,00	Vertedero de residuos urbanos
5800002	AV144	Blascomillán	2,50	Vertedero de residuos urbanos
5800003	BU002	Aranda de Duero	2,50	Vertedero de residuos urbanos
5800004	BU019	Melgar de Fernamental	1,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800005	LE056	Vegas del Condado	1,50	Vertedero de residuos urbanos

Identificador del vertido	Identificador autonómico	Municipio	Superficie (ha)	Clasificación
5800006	LE006	Astorga	1,50	Vertedero de residuos urbanos
5800007	LE054	Valderrueda	4,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800008	LE016	Cabreros del Río	2,00	Vertedero de residuos urbanos
5800009	LE026	Gordoncillo	2,40	Vertedero de residuos urbanos
5800010	LE061	Villamañán	2,50	Vertedero de residuos urbanos
5800011	PA19	Baños de Cerrato	3,60	Vertedero de residuos peligrosos
5800012	PA35	Buenavista de Valdavia	1,08	Vertedero de residuos peligrosos
5800013	PA24	Tariego de Cerrato	8,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800014	PA44	Collazos de Boedo	4,50	Vertedero de residuos peligrosos
5800015	PA43	Revilla de Collazos	4,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800016	PA95	Villada	1,27	Vertedero de residuos peligrosos
5800017	PA104	Cubillas de Cerrato	2,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800018	PA136	Aguilar de Campoo	4,20	Vertedero de residuos peligrosos
5800019	PA134	Brañosera	1,90	Vertedero de residuos peligrosos
5800020	PA135	Guardo	2,55	Vertedero de residuos peligrosos
5800021	PA169	Mantinos	3,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800022	PA166	Velilla del Río Carrión	1,20	Vertedero de residuos peligrosos
5800024	PA185	Velilla del Río Carrión	2,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800025	PA180	Villoldo	9,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800026	SE039	Navalmanzano	14,50	Vertedero de residuos peligrosos
5800027	ZA043	Peleagonzalo	1,00	Vertedero de residuos peligrosos
5800030	SG0580	Los Huertos	72,21	Vertedero de residuos no peligrosos
5800038	O00091	Chandrexa de Queixa	2,65	Sin catalogar

Tabla 3. Principales vertederos de la demarcación, en términos de superficie y distancia a la masa de agua más próxima.

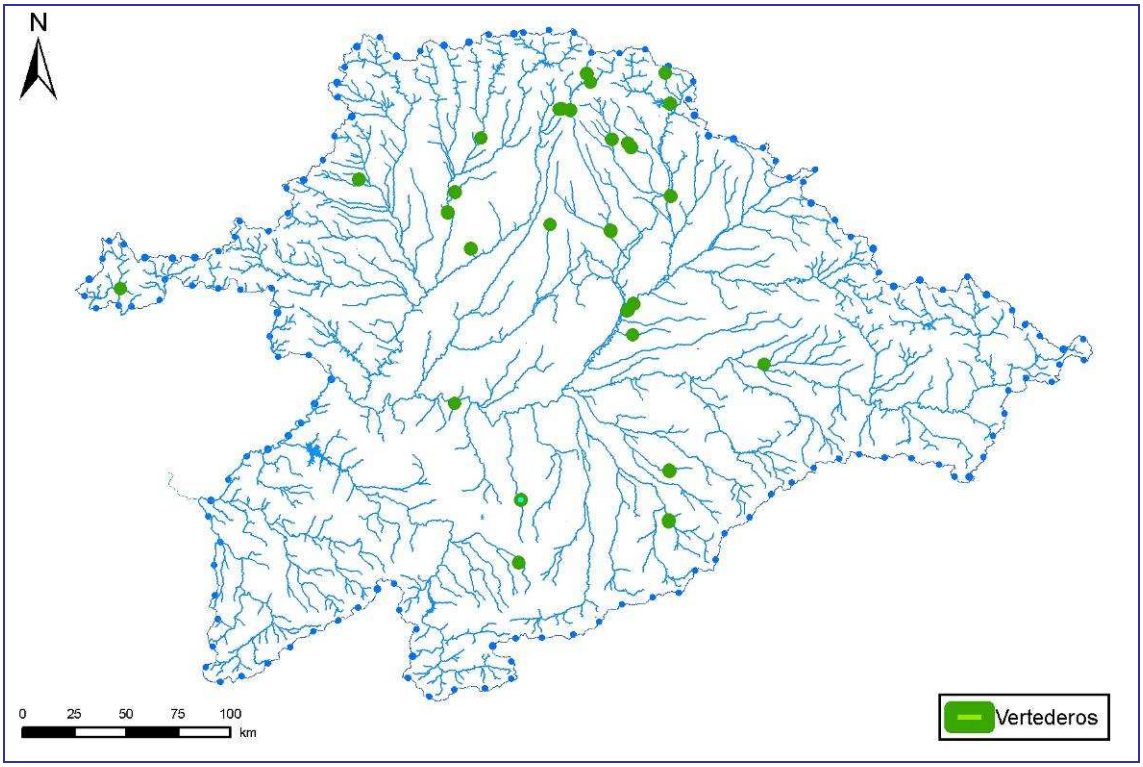

Figura 7. Mapa de presiones puntuales debidas a vertederos. Fuente: JCyL. Fecha: Noviembre 2008.

j) Vertidos de otras fuentes puntuales significativas.

No se han identificado.

Según datos de la base de vertidos, disponen de autorización ambiental integrada un total de 95 de los vertidos inventariados.

La información expuesta se completa con los siguientes datos estimados:

- Caudales anuales máximos autorizados: 887,08 hm^3.

- Los valores de los parámetros indicativos de contaminación. Se trata de cargas vertidas calculadas asumiendo que el tratamiento de aguas instaurado funciona de manera óptima. Se han escogido los siguientes:
    - Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (DBO_5): 30.238 t/año.
    - Demanda química de oxígeno (DQO): 88.096 t/año.
    - Sólidos en suspensión: 22.257 t/año.
    - Nitrógeno: 8.277 t/año.
    - Fósforo: 1.896 t/año.

Los datos anteriores se han estimado utilizando la siguiente metodología:

- Se ha partido de los datos de habitantes equivalentes de cada vertido.
- En base a las directrices del Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015, se han traducido los habitantes equivalentes a carga contaminante para cada uno de los parámetros estudiados (Sólidos en suspensión, DBO_5, DQO, Nitrógeno y Fósforo).
- Se ha incorporado, en función del tipo de depuración empleado, un coeficiente de reducción de la carga contaminante, obteniéndose así la carga de salida para cada vertido. Sumando todas se obtiene el total.

Los vertidos inventariados se pueden clasificar como directos o indirectos. Por vertido directo se entiende la emisión directa de contaminantes a las aguas continentales o a cualquier otro elemento del Dominio Público Hidráulico, así como la descarga de contaminantes en el agua subterránea mediante inyección sin percolación a través del suelo o del subsuelo. Por su parte, los vertidos indirectos son los realizados en aguas superficiales o en cualquier otro elemento del Dominio Público Hidráulico a través de azarbes, redes de colectores de recogida de aguas residuales o de aguas pluviales o por cualquier otro medio de desagüe. Tanto un tipo u otro se puede clasificar, a su vez, en superficial y subterráneo. El porcentaje de cada tipo de vertido en la parte española de la demarcación se refleja en la Tabla 4. En ella se observa que la amplia mayoría de vertidos afectan a las aguas superficiales.

Destino del vertido	%
Vertido superficial directo	83,98
Vertido superficial indirecto	1,03
Vertido subterráneo directo	0
Vertido subterráneo indirecto	14,99

Tabla 4. Clasificación del destino de los vertidos puntuales. Año: 2011

Además, se han clasificado los vertidos según su naturaleza y características en la Tabla 5. La clasificación se ha hecho conforme, en la medida de lo posible, a la tabla 56 del anexo V de la IPH, teniendo en cuenta que la clasificación que utiliza el organismo de cuenca responde a lo indicado en el anexo IV del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Tipo de vertido	%
Urbano hasta 1.999 habitantes equivalentes	86,15
Urbano entre 2.000 y 9.999 habitantes equivalentes	2,44

Tipo de vertido	%
Urbano a partir de 10.000 habitantes equivalentes	0,66
Industrial Clase I	3,43
Industrial Clase II	4,28
Industrial Clase III	0,50
Industrial clases 1, 2, ó 3 con sustancias peligrosas	1,89
Águas de achique de minas	0,06
Piscifactoría	0,40
Aguas de refrigeración	0,17

Tabla 5. Clasificación de los vertidos puntuales por tipo de vertido. Año: 2011

En la Tabla 6 se observa una clasificación por tipo de vertido de un modo más general, el número de vertidos correspondiente a cada categoría y el volumen máximo autorizado para cada tipo.

Tipo de vertido	Nº vertidos	Volumen máximo autorizado hm³
Aguas de achique de minas	3	1,57
Aguas de refrigeración	9	75,01
Aguas pluviales	0	0,0
Industrial	550	41,44
Piscifactoría	23	453,96
Urbano	4864	315,09
Vacío	0	0,00
Total	**5448**	**887,07**

Tabla 6. Volúmenes máximos autorizados de los distintos tipos de vertidos puntuales. Año: 2011

Respecto a los vertidos urbanos, la Tabla 7 muestra la situación de los vertidos respecto al cumplimiento de la directiva 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, obtenidos en base a los datos del Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015.

Código EDAR	Aglomeración urbana	Provincia	Conformidad DBO_5	Conformidad DQO	Conformidad Sólidos Suspensión	Conformidad Fósforo
3100148	La Bañeza	LEÓN	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME	NO RELEVANTE
3100044	Medina del Campo	VALLADOLID	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100165	Arévalo	AVILA	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100046	Íscar	VALLADOLID	CONFORME	CONFORME	NO DEFINIDO	NO CONFORME
3100166	Mataporquera	CANTABRIA	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME	NO RELEVANTE
3100164	Ávila	AVILA	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME
3100060	Soria	SORIA	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100027	Tudela de Duero	VALLADOLID	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100102	Guijuelo	SALAMANCA	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME
3100124	Venta de Baños	PALENCIA	NO CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100097	Peñaranda de Bracamonte	SALAMANCA	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100142	León	LEÓN	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100117	Palencia	PALENCIA	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100167	Verín	ORENSE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100085	Cuellar	SEGOVIA	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME
3100028	Tordesillas	VALLADOLID	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100004	Toro	ZAMORA	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100089	Cantalejo	SEGOVIA	CONFORME	CONFORME	NO DEFINIDO	NO CONFORME

Código EDAR	Aglomeración urbana	Provincia	Conformidad DBO_5	Conformidad DQO	Conformidad Sólidos Suspensión	Conformidad Fósforo
3100074	Segovia	SEGOVIA	CONFORME	NO CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100096	Salamanca	SALAMANCA	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NO CONFORME
3100076	San Ildefonso o La Granja	SEGOVIA	NO CONFORME	NO CONFORME	NO CONFORME	NO RELEVANTE

Tabla 7. Conformidad de los vertidos urbanos respecto a la directiva 91/271/CEE.

La carga contaminante anual de los principales vertidos puntuales en la Demarcación Hidrográfica del Duero, correspondiente al escenario 2009, se ha estimado en:

- 29.702 t/año de DBO_5 procedentes de los vertidos de aguas residuales urbanas.
- 86.592 t/año de DQO procedente de los vertidos de aguas residuales urbanas.
- 21.781 t/año de sólidos en suspensión procedentes de aguas residuales urbanas.
- 8.143 t/año de nitrógeno (N) en forma de NO_3, NH_4, etc. procedentes de aguas residuales urbanas.
- 1.863 t/año de fósforo (P) procedentes de aguas residuales urbanas.

A modo de ejemplo del efecto producido por estas cargas, valorando su impacto a través de la simulación con tecnologías GIS, se incluyen aquí los siguientes mapas que muestran la concentración de fósforo (Figura 8) y la concentración de DBO5 (Figura 9) en las masas de agua.

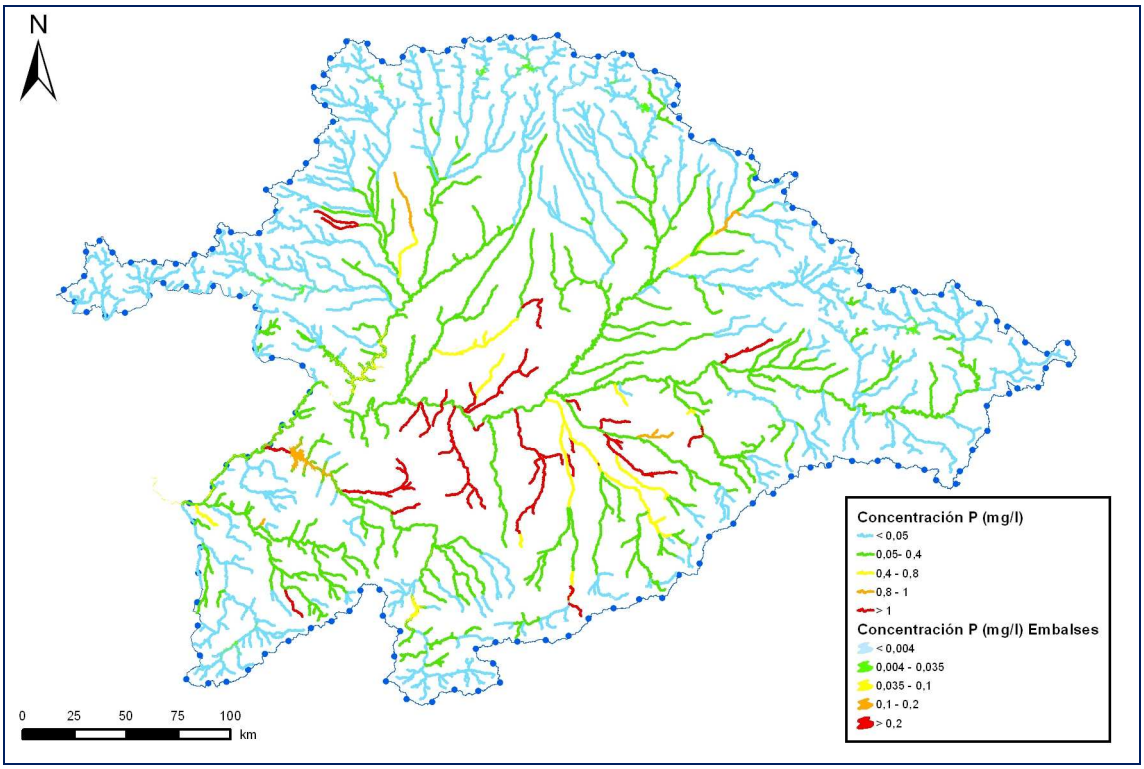

Figura 8. Concentración de fósforo (mg/l) en las masas de agua superficiales en la situación actual. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2012.

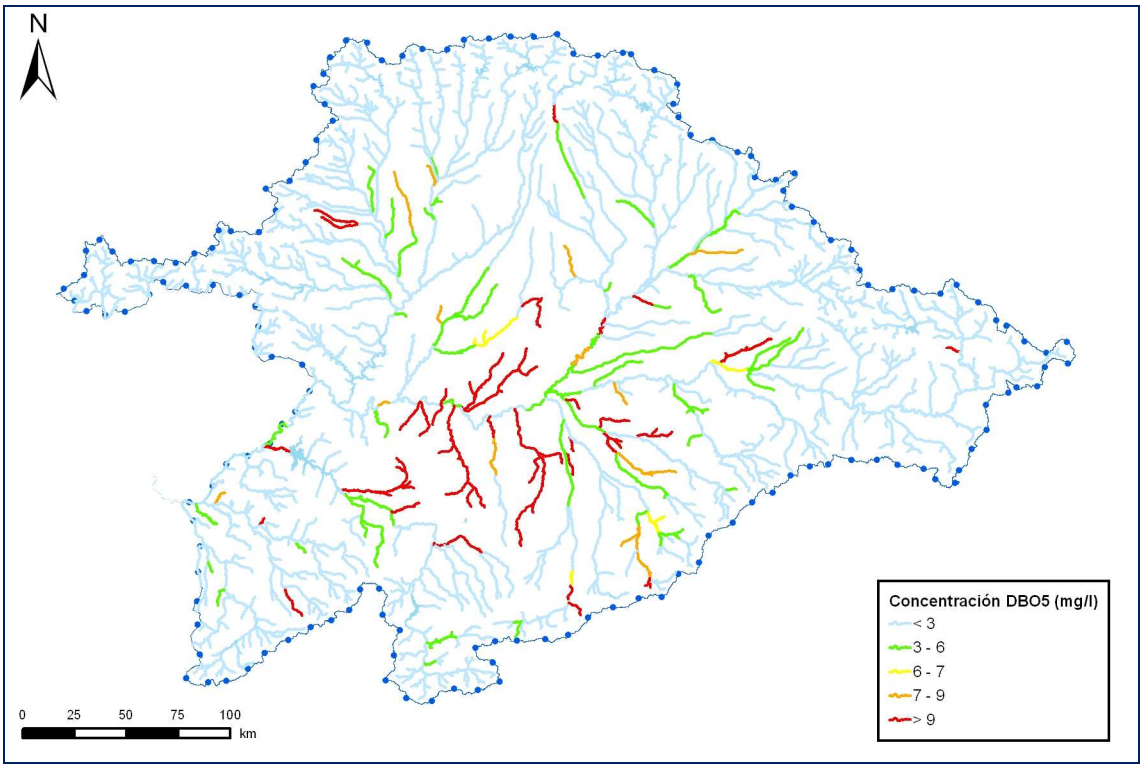

Figura 9. Concentración de materia orgánica (mg/l) en las masas de agua superficiales en la situación actual. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2012.

De las 688 masas de agua modeladas, el resultado es de 284 masas de agua superficial que alcanzan el buen estado/potencial ecológico en el año 2015 y 404 que no lo alcanzan. Y, globalmente, del total de las 710 masas superficiales definidas en ámbito de este Plan Hidrológico, 303 alcanzan el buen estado en 2015 y 407 no lo alcanzan.

De acuerdo a las proyecciones del estado llevadas a cabo para su estimación en los horizontes futuros, se presenta el mapa correspondiente al estado ecológico de las masas de agua superficial naturales de la categoría río para el horizonte de 2015.

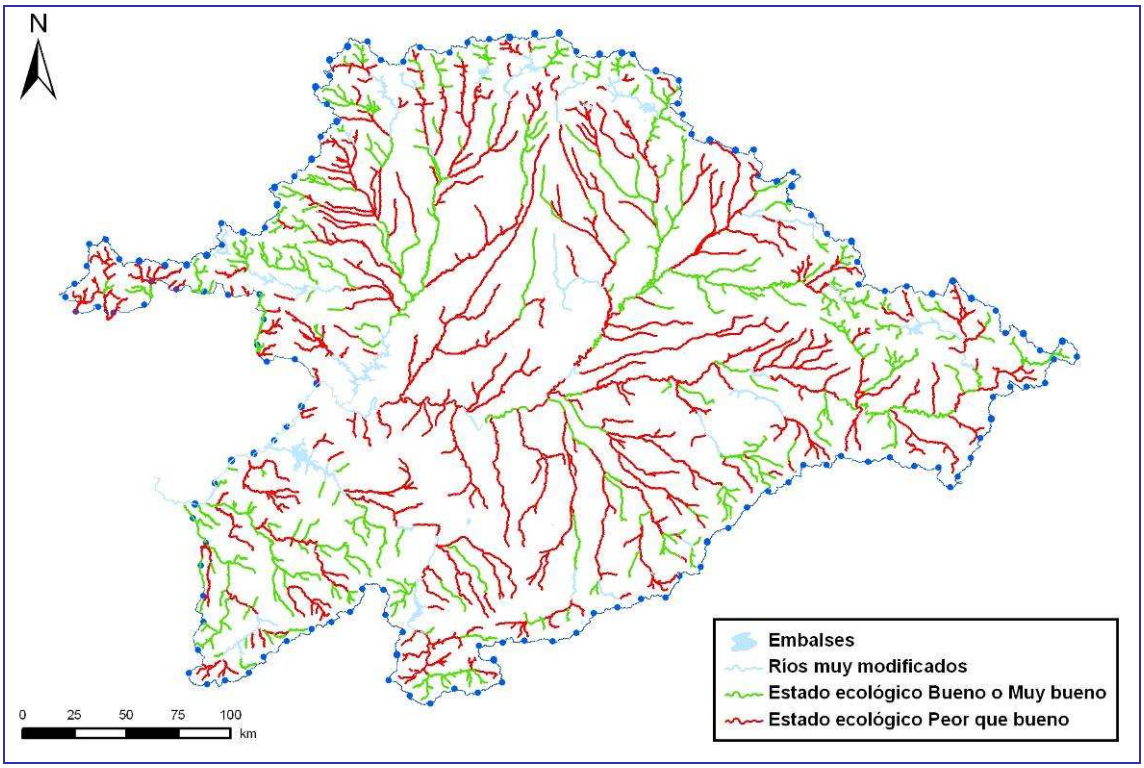

Figura 10. Mapa de estado ecológico de las masas de agua superficial naturales de la categoría río (año 2015).

3.2.2.2.Fuentes de contaminación difusa en aguas superficiales.

Se ha estimado e identificado la contaminación significativa originada por fuentes difusas, producida especialmente por las sustancias enumeradas en el anexo II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, procedentes de instalaciones y actividades urbanas, industriales, agrícolas y ganaderas, no estabuladas, y otro tipo de actividades, tales como zonas mineras, suelos contaminados o vías de transporte.

Se ha considerado la contaminación procedente de las siguientes fuentes difusas: Agricultura, ganadería, vertidos accidentales y otras fuentes de contaminación difusa. Todas ellas las vemos a continuación.

a) Respecto a la contaminación difusa debida a la agricultura, en la Demarcación Hidrográfica existe un total de 3.293.546 ha relacionadas con distintas actividades agrícolas, que suponen un 42% del territorio de la demarcación hidrográfica, correspondiendo un 35% a cultivos de secano y un 7% a regadío. Respecto al secano, la superficie por cultivo se refleja en la Tabla 8.

Cultivo	Superficie (ha)
Cebada	1.107.295
Barbecho	565.735
Trigo	493.926
Girasol	170.586
Avena	108.221
Centeno	62.566
Alfalfa	40.005
Avena	72.587
Viñedo	58.954
Otros (prados, etc.)	73.114
Total:	**2.752.989**

Tabla 8. Distribución de cultivos de secano en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: Hojas 1T (MARM). Fecha: 2004.

En cuanto a los tipos de cultivo, en el territorio ocupado por la parte española de la demarcación predominan los herbáceos, a excepción del viñedo.

La contaminación difusa originada por la agricultura proviene fundamentalmente del regadío, el cual implica en la cuenca 551.197 ha actuales, según el mapa de regadíos de la cuenca del Duero. Estos usos se agregan en unidades de demanda agraria que suponen un volumen demandado total de 4000 hm^3 (4.006 hm^3 según datos de los modelos hidrológicos de soporte al plan, en base al escenario actual). La distribución de cultivos se muestra en la tabla siguiente:

CULTIVO	SUPERFICIE (ha)
Maíz	137.975
Cebada	116.279
Remolacha	34.233
Barbecho	37.685
Girasol	15.566
Trigo	47.335
Patata	11.475
Maíz forrajero	6.704
Alfalfa	30.201
Avena	10.656
Hortalizas	18.703
Judía	5.893
Otros	67.853

Tabla 9. Distribución de cultivos de regadío en la parte española de la demarcación del Duero.

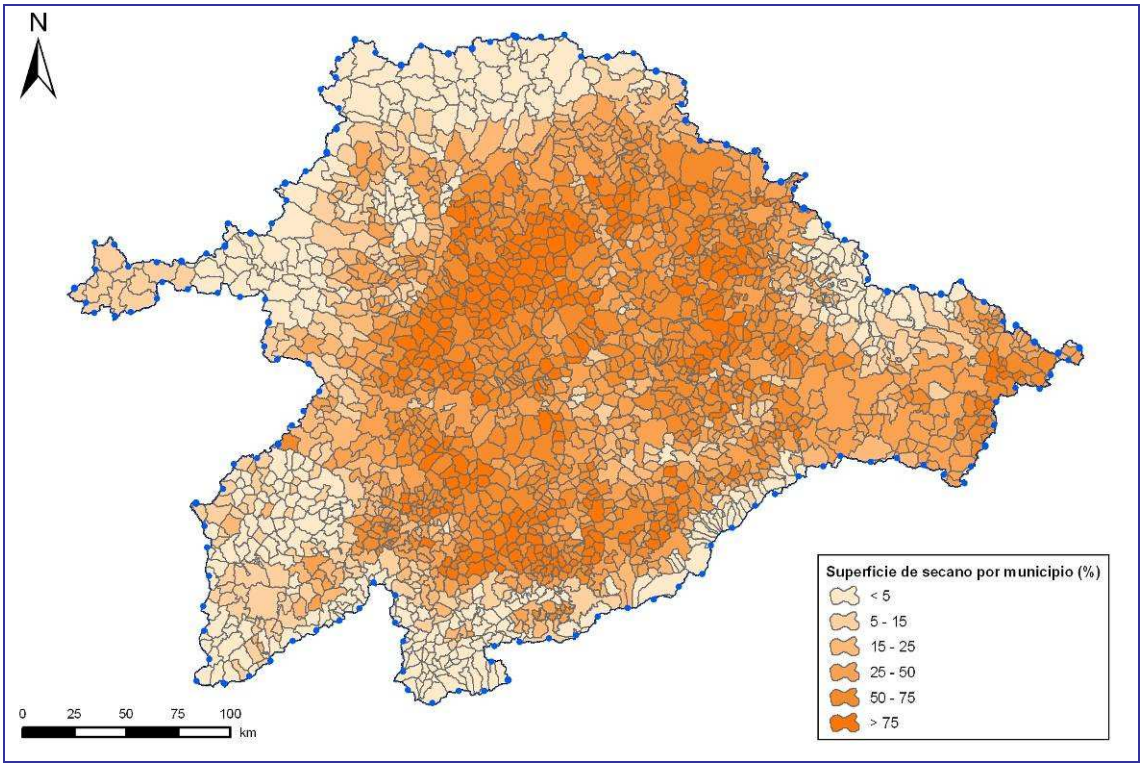

Figura 11. Distribución de los cultivos de secano en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: MARM (Hojas 1T). Fecha: 2004.

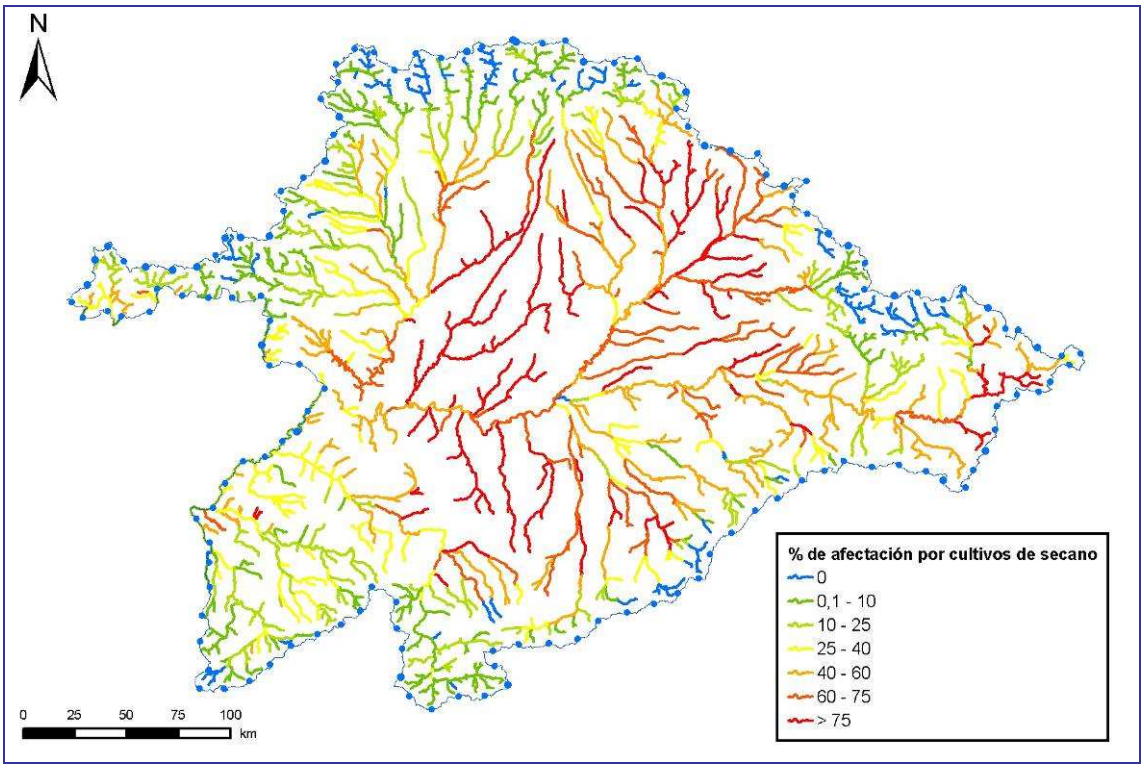

Figura 12. Masas de agua superficiales afectadas por cultivos de secano. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

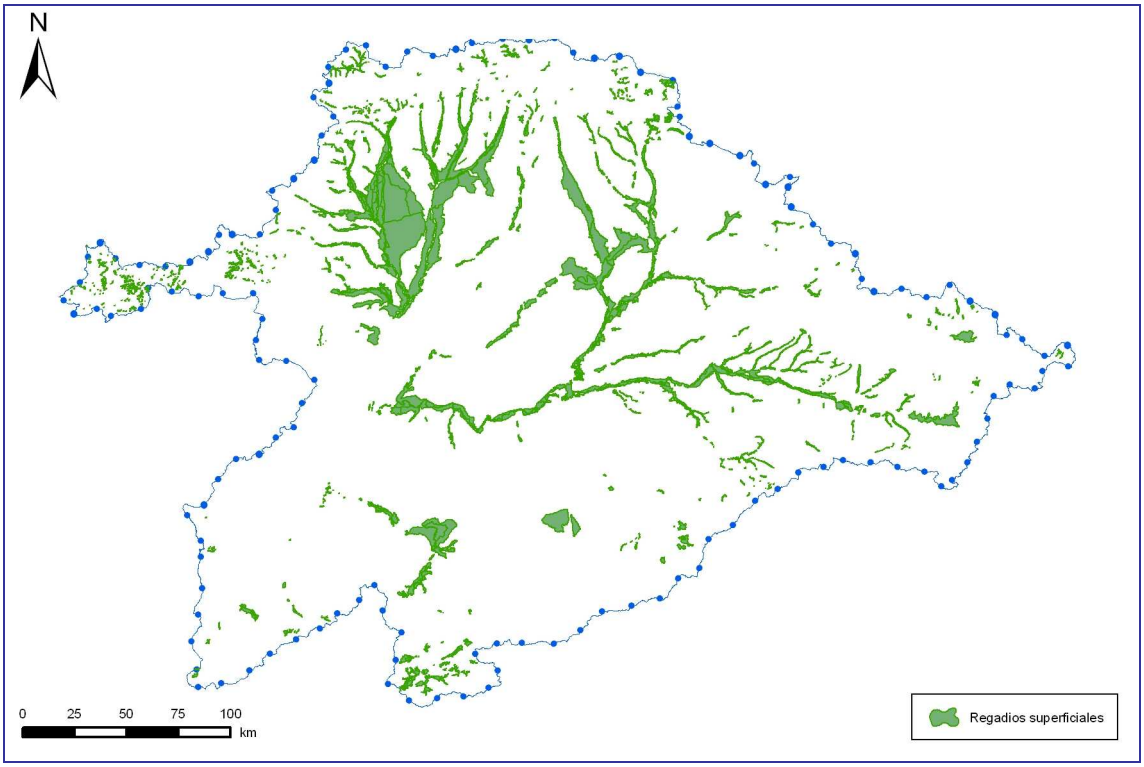

Figura 13. Distribución de los cultivos de regadío de origen superficial en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: CHD. Fecha: 2011.

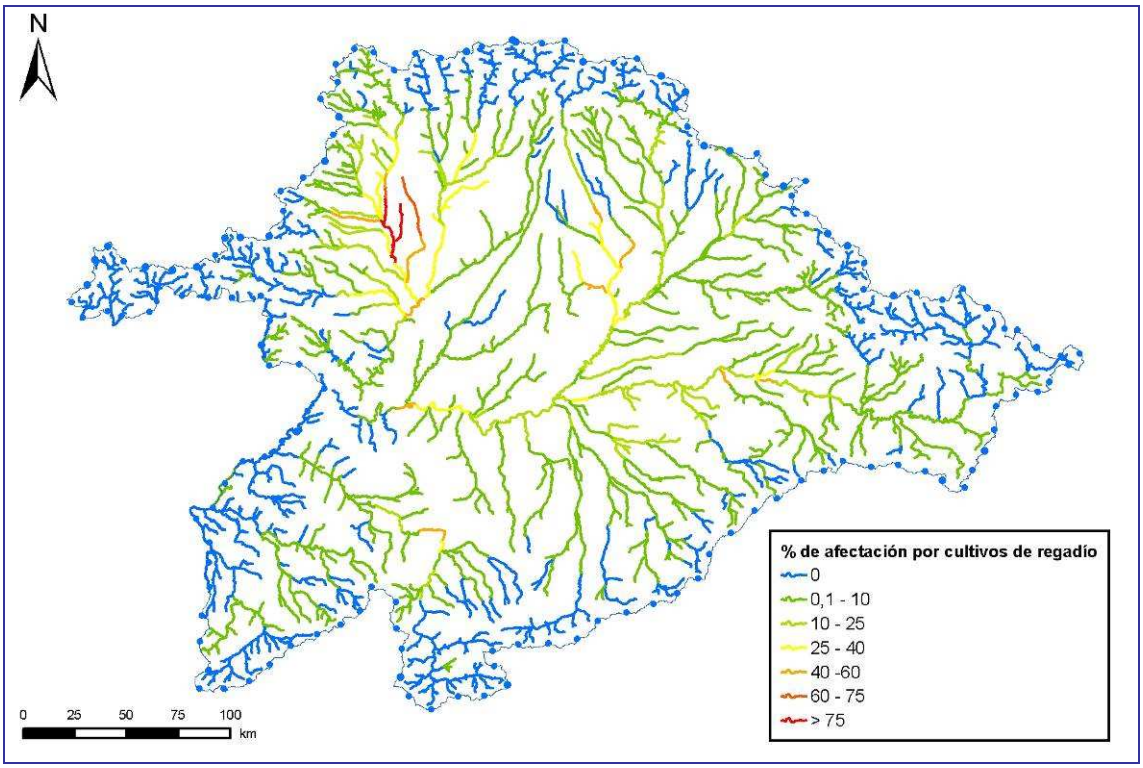

Figura 14. Masas de agua superficiales afectadas por cultivos de regadío. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

b) En cuanto a la ganadería, el número de unidades ganaderas mayores (UGM) en la Demarcación se estima en 2.115.878, según el censo agrario de 1999, de las cuales, un 36% corresponde a bovino, un 20,1% a ovino, 0,6% a caprino, 34,3% a porcino y 8,9% a aves. La superficie ocupada por la práctica no estabulada de actividades ganaderas es de 6.802.818 ha.

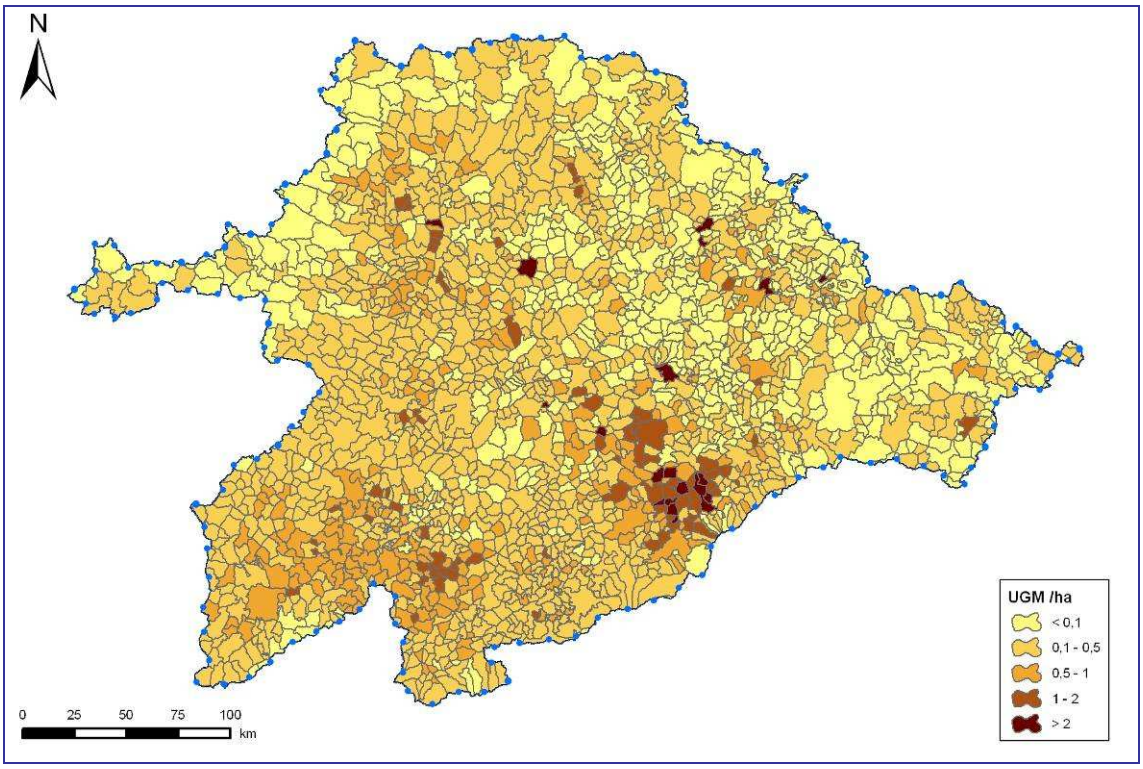

Figura 15. Distribución la ganadería en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: Censo agrario. Fecha: 1999.

El censo agrario de 1999 tiene como objetivo analizar la situación de la agricultura española y seguir la evolución estructural de las explotaciones agrícolas, obtener un marco o directorio de explotaciones agrícolas que sirva para la realización de diseños muestrales de encuestas agrícolas sectoriales y cumplir con la normativa legal fijada por la Unión Europea en los diferentes reglamentos del Consejo, así como atender a los requerimientos estadísticos nacionales y otras solicitudes internacionales de información estadística acerca del sector agrario.

Entre las variables que incluye están: explotaciones según superficie total, superficie agrícola utilizada, número de parcelas, personalidad jurídica del titular, régimen de tenencia y aprovechamiento de la tierra; tipos de cultivos, ganadería, maquinaria, trabajo en la explotación, superficie regada según el método, procedencia de las aguas, gestión del riego y suficiencia de las aguas, etc.

El Instituto Nacional de Estadística es el organismo responsable de estas operaciones.

El primer censo agrario en España data de 1962 y después se realizan nuevos censos en 1972 y 1982. A partir de nuestra adhesión a la Unión Europea en 1986, los censos agrarios se realizan en los años terminados en 9, siguiendo la normativa europea que homogeneiza la realización del Censo Agrario en todos los Estados miembros.

Desde el 1 de octubre de 2009, el INE ha estado recogiendo la información del Censo Agrario 2009 y actualmente se están procesando los datos. Por este motivo, el presente anejo recoge los datos del censo de 1999.

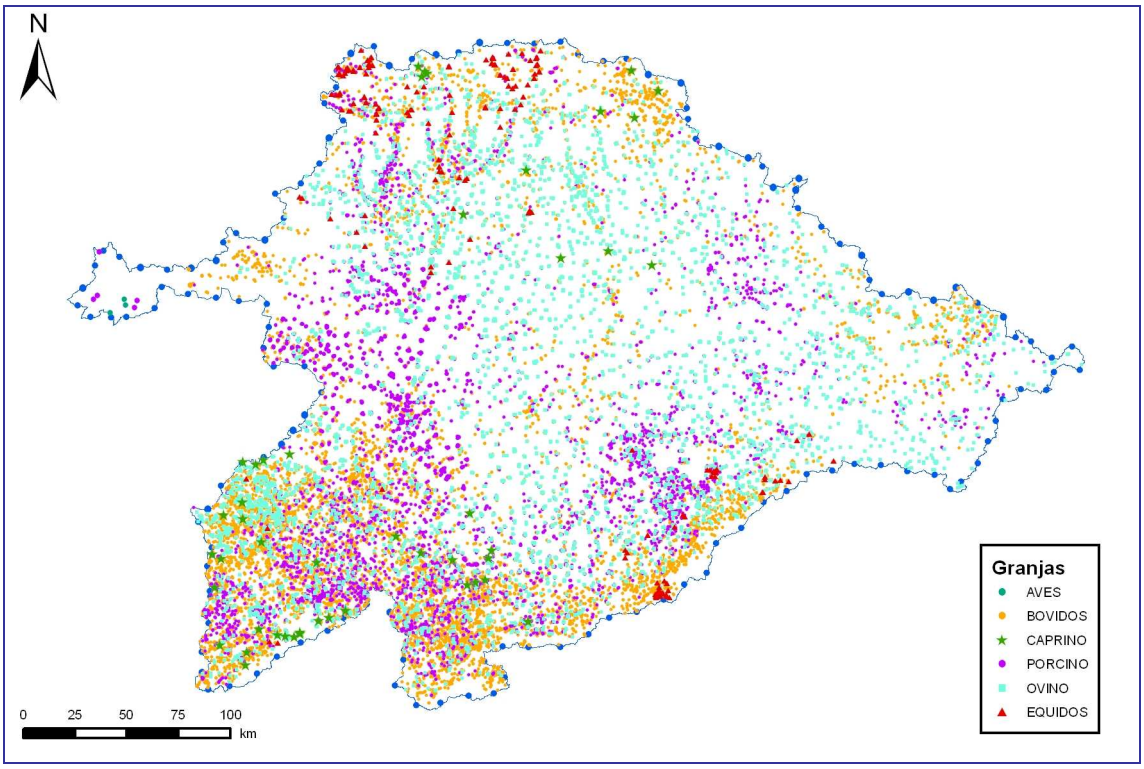

Figura 16. Distribución de las granjas ganaderas en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: Junta de Castilla y León y sistema ALBERCA. Fecha: 2010.

c) Durante los últimos tres años se han producido un total de 8 accidentes con resultado de vertidos accidentales sobre el medio hídrico. Se muestran en la Tabla 10.

Periodo	Masas de agua afectadas	Circunstancias causantes del deterioro	Descripción del deterioro	Medidas adoptadas	Situación actual (estado)
28/04/07-	Hornija	Vertido de gasoil (500 l)	Detección de	Inspección de la instalación,	Vuelta a la

Periodo	Masas de agua afectadas	Circunstancias causantes del deterioro	Descripción del deterioro	Medidas adoptadas	Situación actual (estado)
-09/05/07		por vuelco de un depósito contenedor	hidrocarburos con incumplimiento del límite fijado para prepotables.	seguimiento de la contaminación, establecimiento de barreras, comprobación de la inexistencia de abastecimientos afectados y apertura de procedimiento sancionador.	normalidad
21/05/07--28/05/07	Águeda	Desbordamiento de una balsa de retención desde las instalaciones mineras de ENUSA	Vertido con elevada turbidez, fuertemente ácido y concentraciones significativas de metales disueltos. Mortandad piscícola grave.	Inspección de la instalación, seguimiento de la contaminación, comunicación a diversos órganos competentes, apertura de procedimiento sancionador.	Vuelta a la normalidad
1/1/07 – 31/12/07	Folledo, Casares, Bernesga	Vertidos reiterados de lodos y aguas con valores muy altos de sólidos en suspensión, incumpliendo límites autorizados, desde las instalaciones de excavación de los Túneles de Pajares.	Episodios reiterados de muy alta turbidez en el arroyo Folledo, con afección en Casares y Bernesga. Afección del lecho por sedimentación.	Incremento de las tareas de vigilancia e inspección, seguimiento de los episodios de contaminación. Apertura de varios procedimientos sancionadores.	Se sigue produciendo afección por las obras.
6/7/2007	DU193. Río Cea y afluentes desde limite ZEPA "La Nava-Campos Norte" hasta Mayorga.	Vertido accidental puntual de sustancia tóxica desde instalación agrícola (causa supuesta) al arroyo de La Vega.	Mortandad grave de cangrejos (superior al millar de ejemplares).	Seguimiento de la evolución contaminación. Investigación sobre posible causa de la mortandad y determinación de la sustancia química concreta que presumiblemente ha podido causar la mortandad (piperonil butóxido). Comunicación con otros organismos con competencia en la materia.	Vuelta a la normalidad
1/8/08 – 15/8/08	Duero	Realización de obras por EDP en el lecho del río Duero aguas abajo de Bemposta (tramo internacional) que obligan a realizar una alteración del régimen de caudales en todo el tramo entre los embalses de Villalcampo y Aldeadávila.	Caudales circulantes muy bajos e incluso nulos entre los embalses de Bemposta y Aldeadávila. Incumplimientos de la aptitud piscícola, causándo mortandades piscícolas leves aguas abajo de Bemposta. Alteración significativa régimen de funcionamiento embalses de Villalcampo y Castro, con tiempos de retención hidráulica muy altos. Incremento de la eutrofización.	Incremento de las tareas de vigilancia e inspección en las obras realizadas. Seguimientos periódicos de la evolución de la calidad de las aguas en todo el tramo afectado. Elaboración de informes sobre evolución de la situación al Ministerio de Medio Ambiente (organismo competente seguimiento obras por parte española, al estar ubicadas en el tramo internacional del río Duero).	Vuelta a la normalidad
7/9/08 – 8/9/08	Duero (Embalse de Castro)	Confluencia de factores antrópicos y naturales que ocasionan un descenso repentino en los valores de oxígeno disuelto.	Mortandad piscícola grave en el embalse de Castro, por disminución repentina oxígeno disuelto en superficie.	Seguimiento de la evolución de la calidad de las aguas en el día de la mortandad y posteriores. Retirada de peces muertos.	Vuelta a la normalidad
1/1/07 – 31/08/07	Río Eresma	Reparación de la decantación secundaria de la EDAR de Segovia (se sustituyeron todos los sistemas de arrastre). Reparación de un emisario.	Empeoramiento de la calidad del agua circulante por el río Eresma aguas abajo del vertido de Segovia.	Inspección y muestreo del vertido. Seguimientos mediante la estación automática de alerta de Hontanares de Eresma y analíticas en el río. Penalización en la liquidación del canon de control de vertidos por tratamiento “no	Vuelta a la normalidad

Periodo	Masas de agua afectadas	Circunstancias causantes del deterioro	Descripción del deterioro	Medidas adoptadas	Situación actual (estado)
				adecuado".	
18/8/09 – 1/9/09	Duero (cola embalse de Cuerda del Pozo)	Confluencia de factores biológicos, químicos y físicos en la que destacan la luz, la temperatura y los nutrientes. Las altas temperaturas que se registraron en la zona durante la tercera semana de agosto, unido al fuerte estiaje y la consiguiente falta de renovación del agua, fueron claves en el desarrollo de este episodio de bloom algal.	Bloom algal de cianobacterias con aparición de unas manchas de color verde intenso localizadas en el tramo del río Duero de la cola del embalse de Cuerda del Pozo.	- Seguimiento evolución calidad de las aguas con 3 tomas de muestras en distintas semanas y análisis físico-químicos, de fitoplancton y de toxicidad. - Comunicación con otros organismos con competencia en la materia (SEPRONA, JCyL). La JCyL decreta la prohibición de baño durante la duración del episodio.	Vuelta a la normalidad

Tabla 10. Episodios de vertidos accidentales sobre el medio hídrico ocurridos en la parte española de la Demarcación del Duero.

d) Por último, merecen atención especial otras fuentes de contaminación difusa que no se encuadran en ninguno de los epígrafes anteriores.

Las fuentes de contaminación difusa analizadas son las siguientes:
- Zonas quemadas.
- Zonas con explotaciones mineras.
- Zonas urbanas.
- Zonas afectadas por vias de transporte.
- Zonas afectadas por aeropuerto.
- Zonas afectadas por gasolineras.

Respecto a las zonas quemadas, según los datos que ofrece el SIOSE, las zonas quemadas se refleja en la Figura 17.

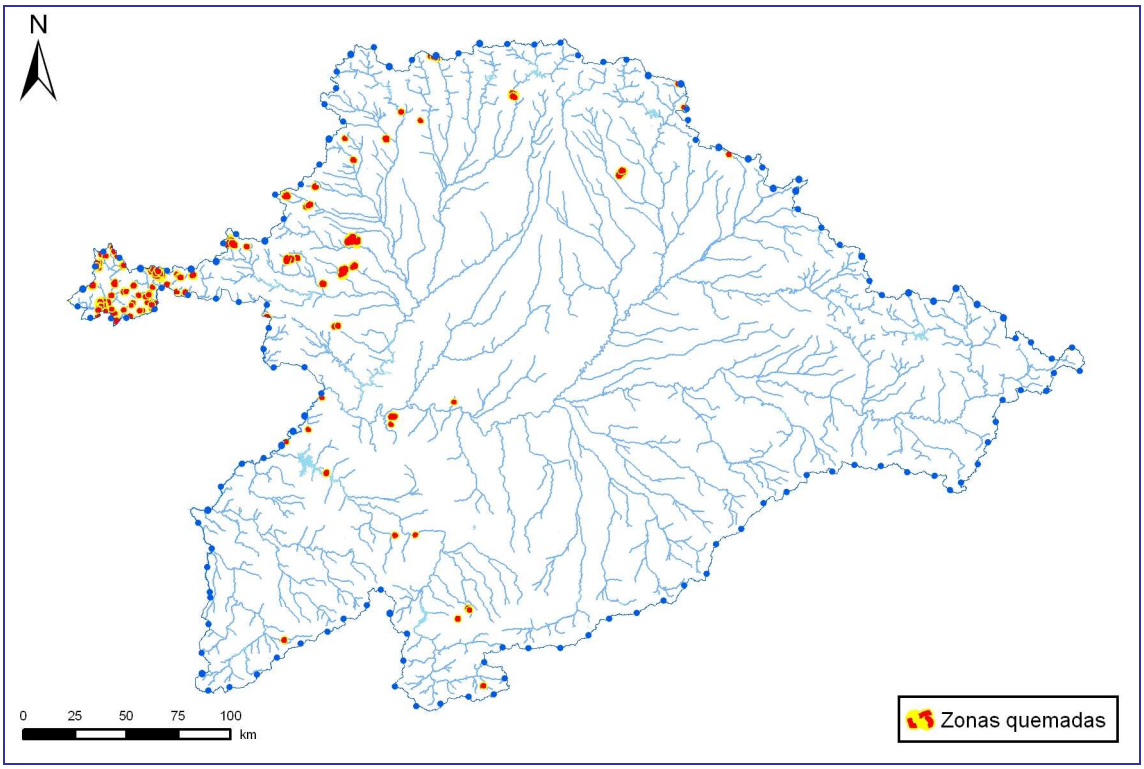

Figura 17. Zonas quemadas. Fuente: SIOSE. Fecha: Septiembre 2010.

Las zonas afectadas por explotaciones mineras se han inventariado utilizando como fuente el SIOSE y la información de balsas mineras disponible en la Confederación Hidrográfica del Duero.

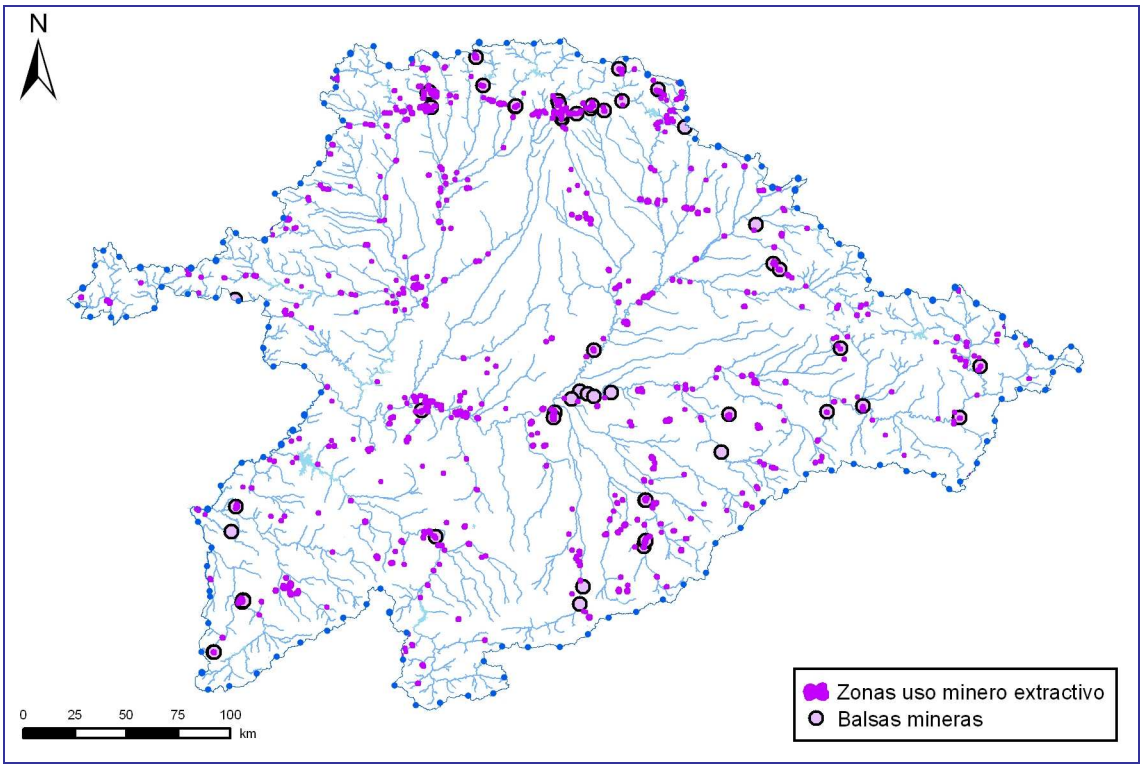

Figura 18. Zonas mineras. Fuente: SIOSE, JCyL - IGME. Fecha: 2010.

La influencia de las zonas urbanas sobre las masas de agua, como fuente difusa de contaminación también es importante, como reflejan la Figura 19 y la Figura 20.

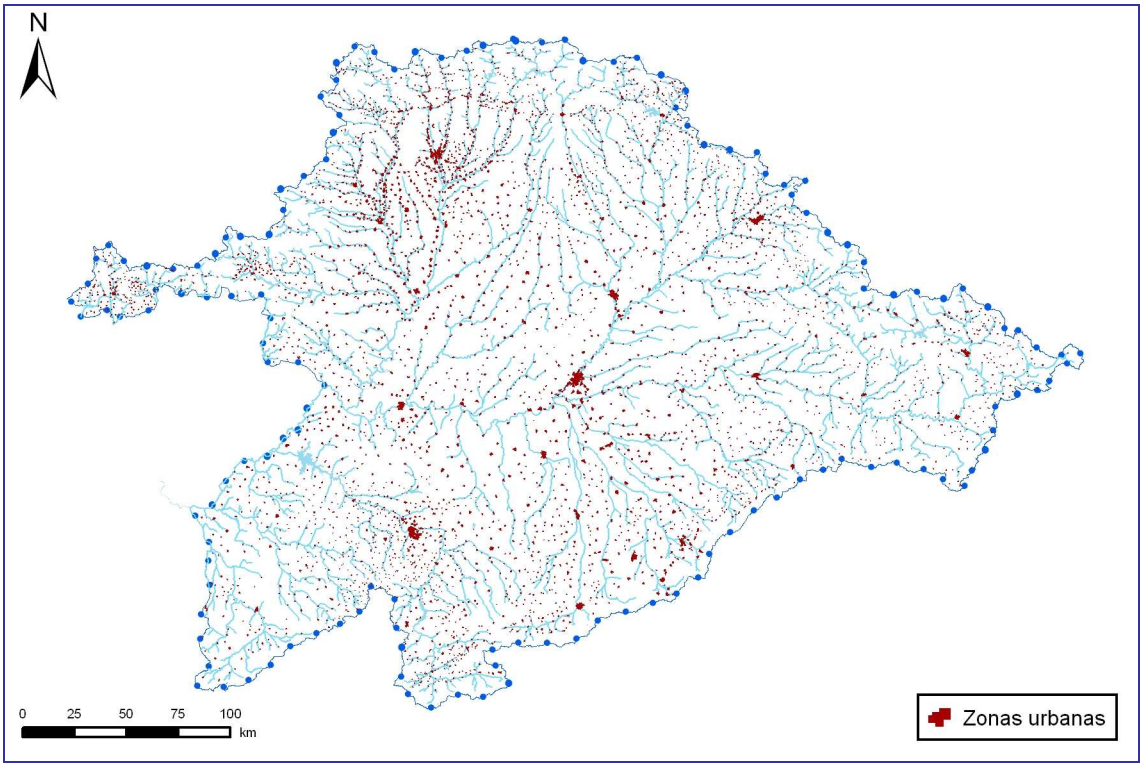

Figura 19. Zonas urbanas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2010.

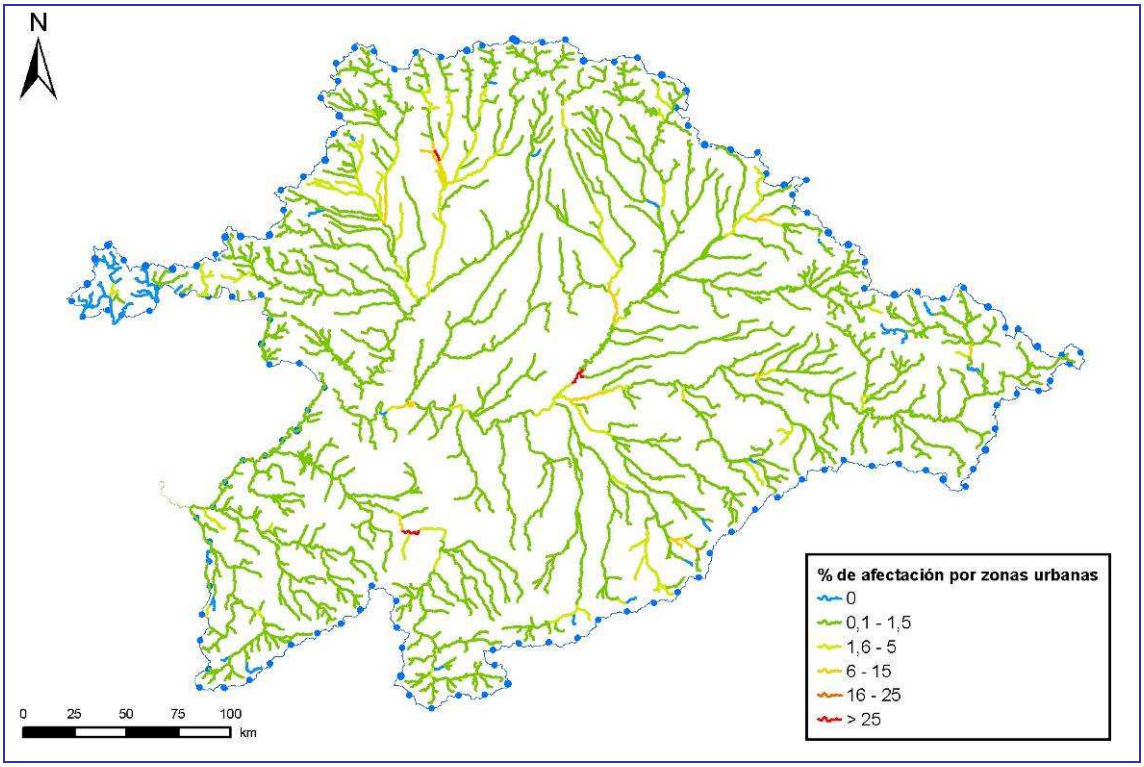

Figura 20. Masas de agua afectadas por zonas urbanas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

De la misma fuente de información, el SIOSE, obtenemos las zonas afectadas por aeropuertos, como se muestra en la figura siguiente.

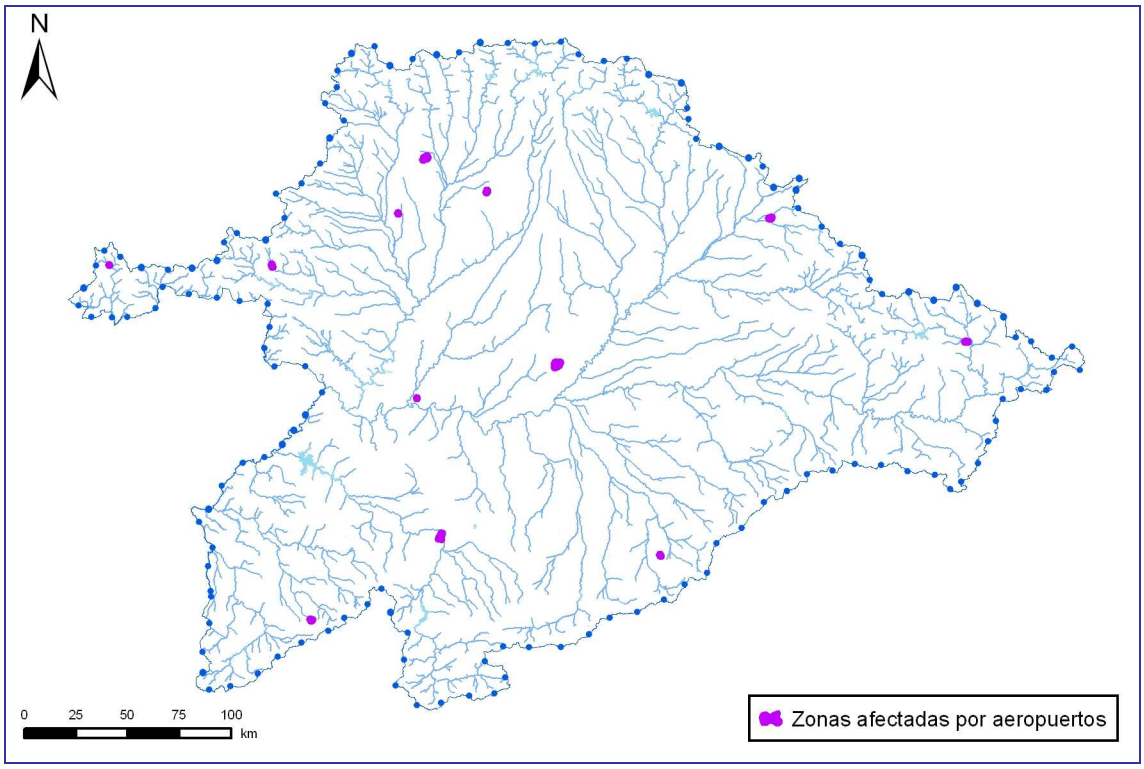

Figura 21. Zonas afectadas por aeropuertos. Fuente: SIOSE. Fecha: Septiembre 2010.

Por último, las zonas afectadas por gasolineras se muestran en la Figura 22.

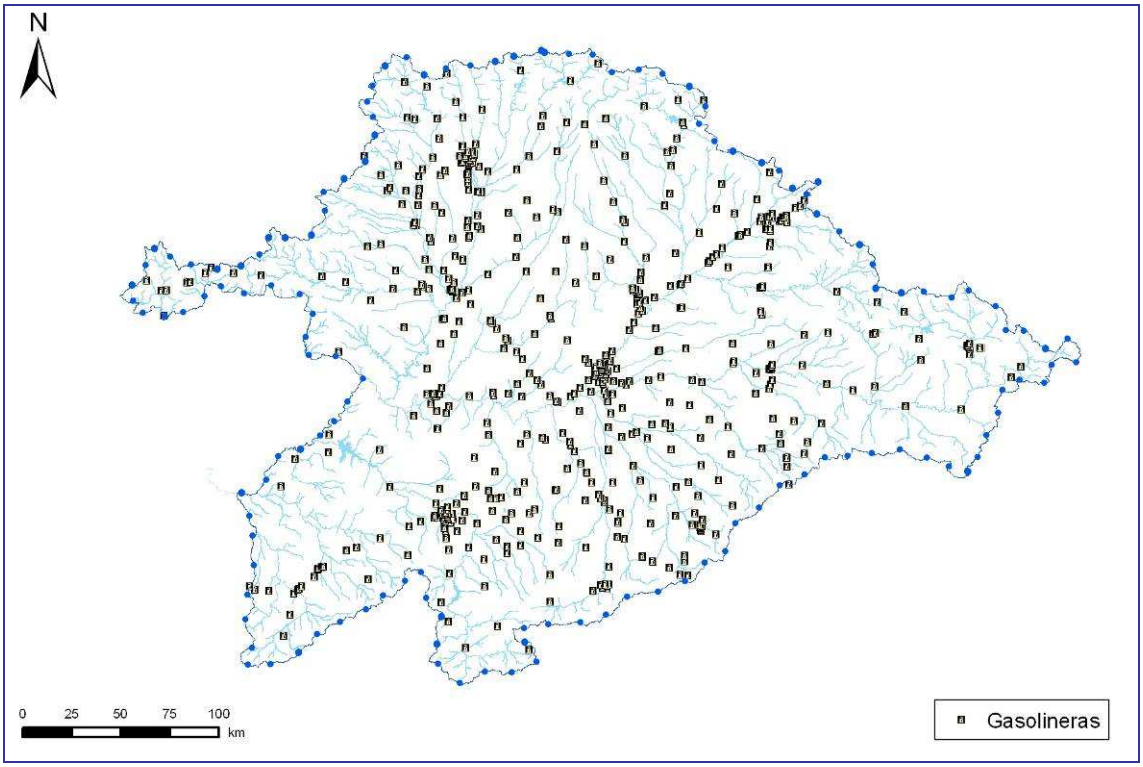

Figura 22. Localización de gasolineras en la parte española de la demarcación. Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Fecha: Julio 2009.

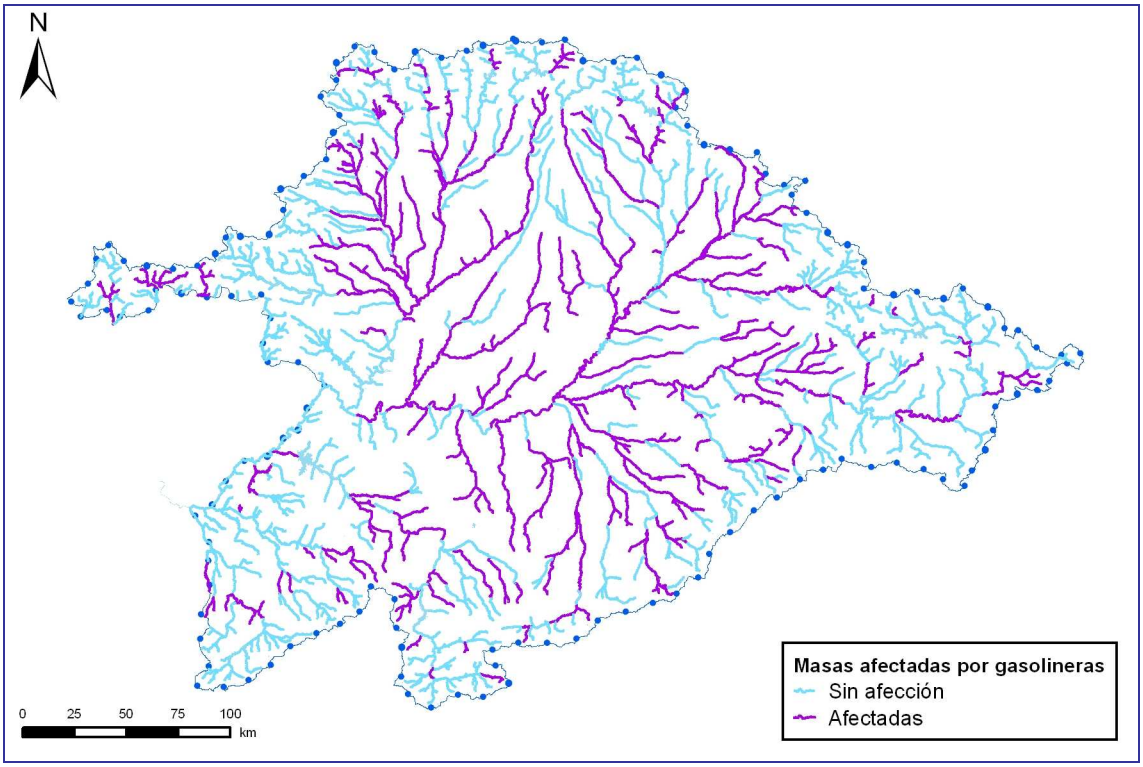

Figura 23. Masas de agua afectadas por gasolineras. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2010.

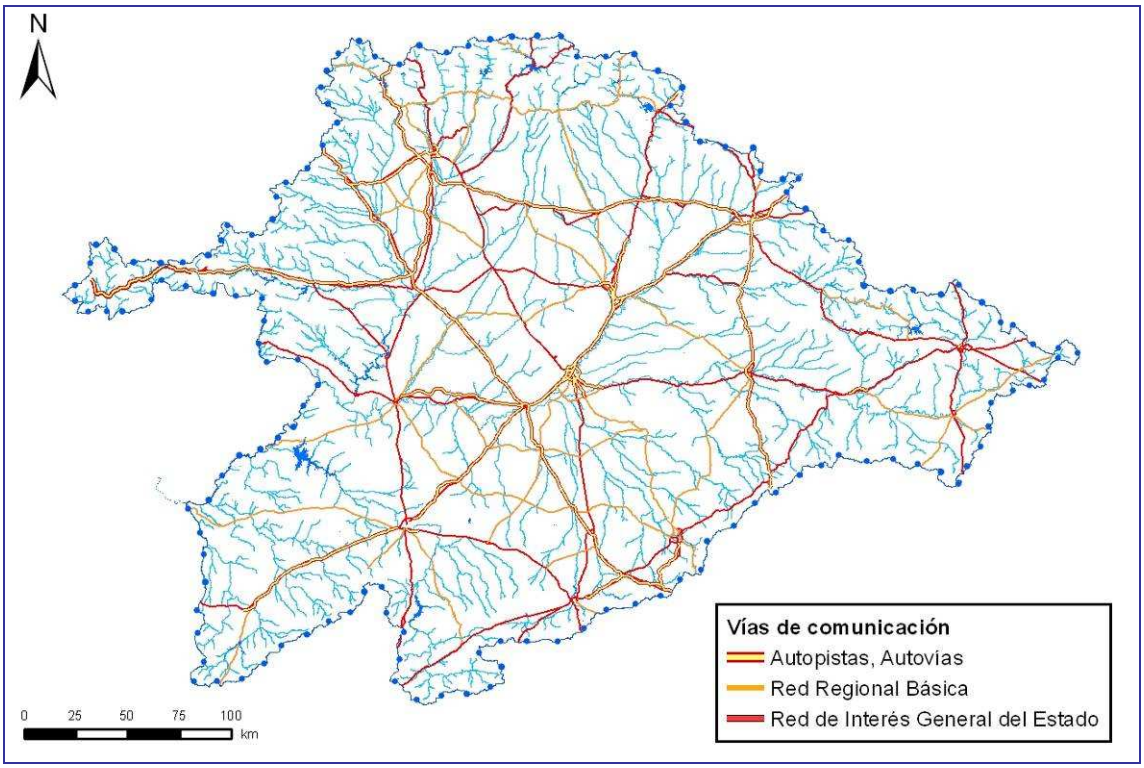

Figura 24. Localización de las principales vías de comunicación en la parte española de la demarcación. Fuente: IDECyL - IGN. Fecha: Noviembre 2009.

Las fuentes de información utilizadas para la identificación de las fuentes difusas han sido:

- SIOSE. Es el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, cuyo objetivo es integrar la información de las bases de datos de coberturas y usos del suelo de las comunidades autónomas y de la administración general del estado. La Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (Ministerio de Fomento) como «Centro Nacional de Referencia de Ocupación del Suelo» (CNR-OS) dependiente del «Punto Focal Nacional» (Ministerio de Medio Ambiente) coordina este proyecto, apoyándose en la Red EIONET.

  El SIOSE se enmarca dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio en España (PNOT), que coordina y gestiona el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Características técnicas:

  - Escala de Referencia: 1: 25.000.
  - Unidad mínima de superficie a representar, dependiendo de las clases:
    - Superficies artificiales y láminas de agua: 1 ha.
    - Playas, vegetación de ribera, humedales y cultivos forzados (invernaderos y bajo plástico): 0,5 ha.
    - Zonas agrícolas, forestales y naturales: 2 ha.
  - Periodicidad de actualización: 5 años.
  - Perfil de metadatos según el Núcleo Español de Metadatos (NEM), y de modo más amplio siguiendo las recomendaciones y directrices marcadas por el Consejo Superior Geográfico y la Norma Internacional ISO 19115:2003.
  - Imágenes de referencia SPOT5 fusión de imágenes pancromática y multiespectral de 2,5 m de resolución espacial del año 2005 conjuntamente con dos coberturas de imágenes Landsat5 TM del año 2005 y ortofotos PNOA de los años 2004 y 2006, como complemento.

- Base de datos de agricultura y ganadería, y mapa de regadíos de la parte española de la demarcación del Duero, elaborado por la Confederación Hidrográfica del Duero en base a fuentes como el censo agrario, censo ganadero, las hojas 1T del MARM e información propia del organismo.

- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, respecto a la información sobre gasolineras, accesible a través de su página web.

Como resumen, en cualquier caso, la carga contaminante fundamental en la cuenca se debe a las actividades agropecuarias. Así, la carga contaminante emitida a las aguas superficiales por las fuentes de contaminación difusa supone un total de $630 \cdot 10^6$ kg/año. Para estimar esta carga se ha analizado el uso de fertilizantes nitrogenados (N), fosfatados (P) y potásicos (K) para los usos agrarios. Respecto a las cargas contaminantes generadas por la actividad ganadera se han analizado también el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Con relación al uso de los abonos químicos en la actividad agraria, existe como información de partida la ofrecida por la "Encuesta piloto sobre consumo de fertilizantes", desarrollada por el Ministerio de Agricultura en el año 2000 sobre dosis de fertilizantes por tipo de abono y tipo de cultivo. Los datos originales ofrecidos por esta fuente son valores medios a nivel de Comunidad Autónoma, expresados en kg de fertilizante por hectárea. Este nivel de agregación puede considerarse demasiado "grosero" para el nivel de detalle exigido. Por lo que se han utilizado datos de una encuesta realizada por una consultora al personal de extensión agraria y se han estimado las dosis de abonado a nivel de comarca agraria.

Por contaminante las cargas se estiman en:

- $332 \cdot 10^6$ kg/año de nitrógeno (N) en forma de NO_3, NH_4, etc., procedentes de la actividad agrícola (secano y regadío) y de la actividad ganadera.
- $176 \cdot 10^6$ kg/año de fósforo (P) procedente de la actividad agrícola (secano y regadío) y de la actividad ganadera.
- $122 \cdot 10^6$ kg/año de potasio (K) procedente de la actividad agrícola.

No existen masas de agua superficiales en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales por el efecto único de las fuentes de contaminación difusa.

3.2.2.3.Extracción de agua en aguas superficiales.

Para su inclusión en el inventario de presiones se han estimado y determinado las extracciones significativas de agua superficial para usos urbanos, industriales, agrarios y de otros tipos, incluidas las variaciones estacionales.

Tipo de Extracción	Número de puntos de extracción	Volumen extraído (hm^3)	Periodo	Año volumen
3.1 Extracción - Agricultura	212	3082,93	Anualmente	2009
3.2 Extracción - Abastecimiento público	361	262	Anualmente	2009
3.7 Extracción - Minería	1	0,4	Anualmente	2009
3.5 Extracción - Piscicultura	27	441,3	Anualmente	2009
3.4 Extracción - Refrigeración (electricidad)	246	92.238,52	Anualmente	2009
3.3 Extracción - Industria manufacturera	323	63,6	Anualmente	2009

Tabla 11. Número de extracciones de agua y volúmenes extraídos por uso en masas de agua superficiales.

En particular, se han identificado las extracciones de agua según los siguientes destinos y valores mínimos de las mismas requeridos en el inventario:

a) Para usos agrícolas se han identificado 210 extracciones con destino para riegos en la agricultura y 27 para acuicultura, todas ellas con una extracción mínima anual de 20.000 m^3/año. Según el valor medio del año 2009, el volumen total anual de agua servido para usos agrícolas es de 3.082,93 hm^3/año y de 441,3 hm^3/año en el caso de acuicultura.

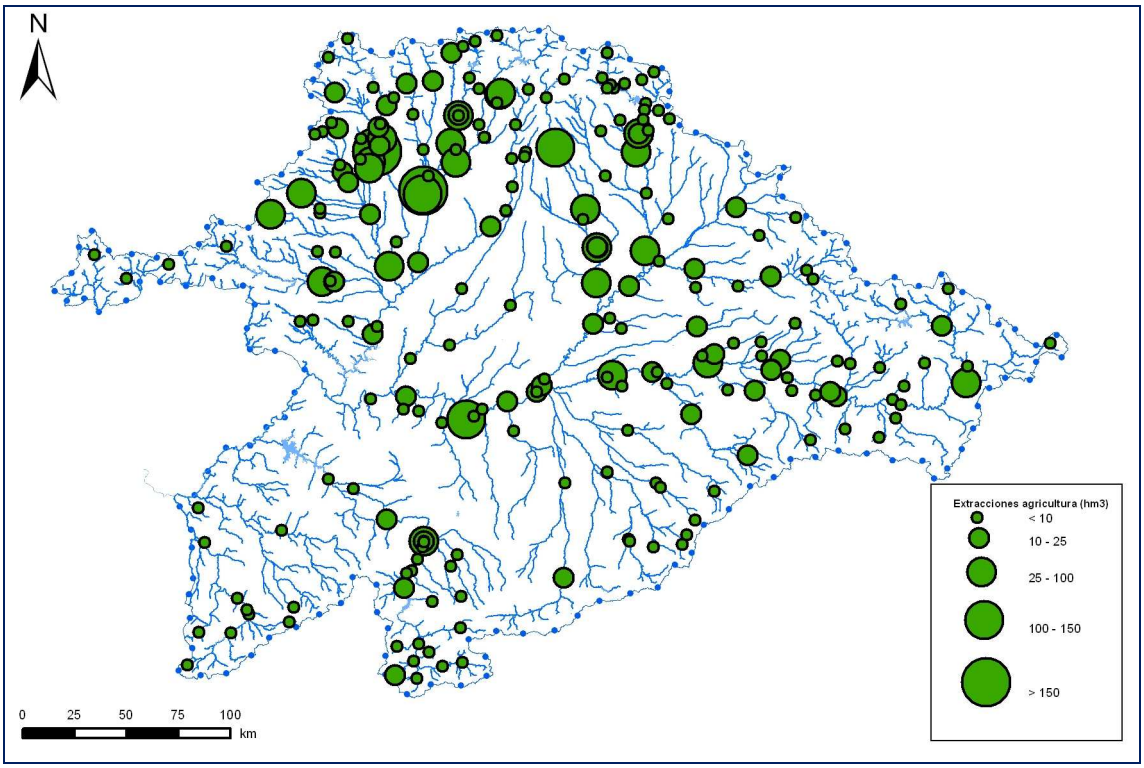

Figura 25. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos agrarios. Fuente: CHD. Fecha: Agosto 2011.

b) Para abastecimiento de población se han identificado un número de 361 extracciones que suministran un promedio diario superior a 10 m^3 o que abastecen a más de 50 personas. El volumen total anual de agua extraída por este concepto es de 262,66 hm^3/año.

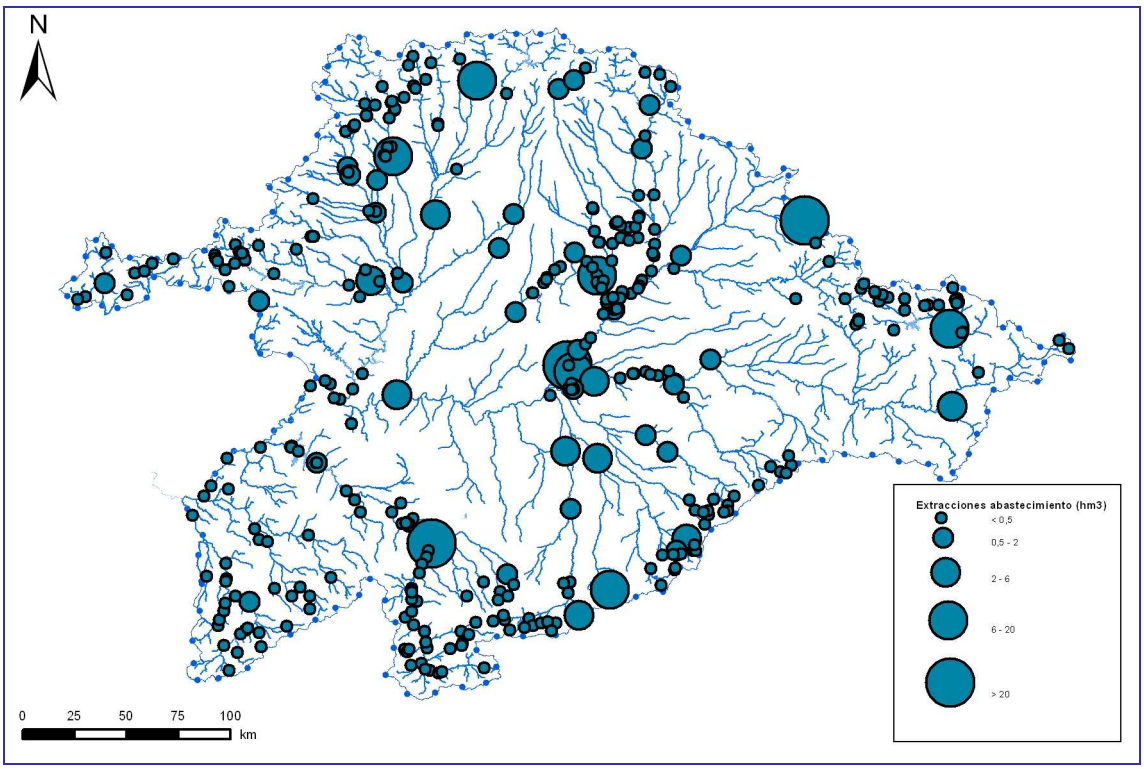

Figura 26. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos urbanos. Fuente: Ministerio de Sanidad y política social / BD de ALBERCA. Fecha: Agosto 2011.

c) Existen en la Demarcación un total de 247 centrales hidroeléctricas inventariadas, de las cuales, 190 son fluyentes y 51 trabajan en régimen de puntas o reversible.

De éstas, se han catalogado 172 centrales relevantes para su modelado hidrológico, de las cuales 133 son fluyentes y suponen un volumen total anual de agua extraída de 49.559,76 hm^3/año, y 39 trabajan en régimen de puntas o reversible, suponiendo un volumen total anual de agua extraída de 42.678,76 hm^3/año.

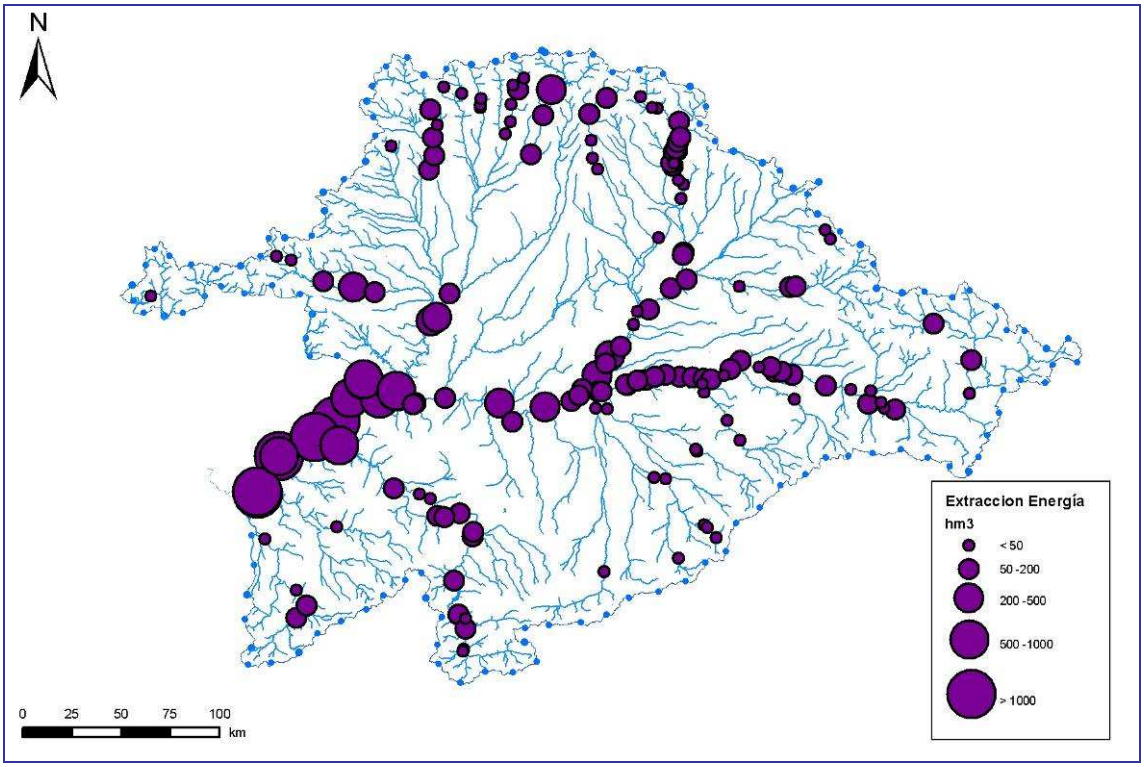

Figura 27. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos hidroeléctricos. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

d) Además existen en la Demarcación un total de 323 extracciones para suministro a usos industriales no reflejados en los apartados anteriores, que detraen de las masas de agua superficial al menos 20.000 m^3/año. El volumen total anual de agua extraída para otros usos industriales es de 63,6 hm^3/año. (bbdd vertidos, estimando un volumen de retorno del 80% respecto al demandado)

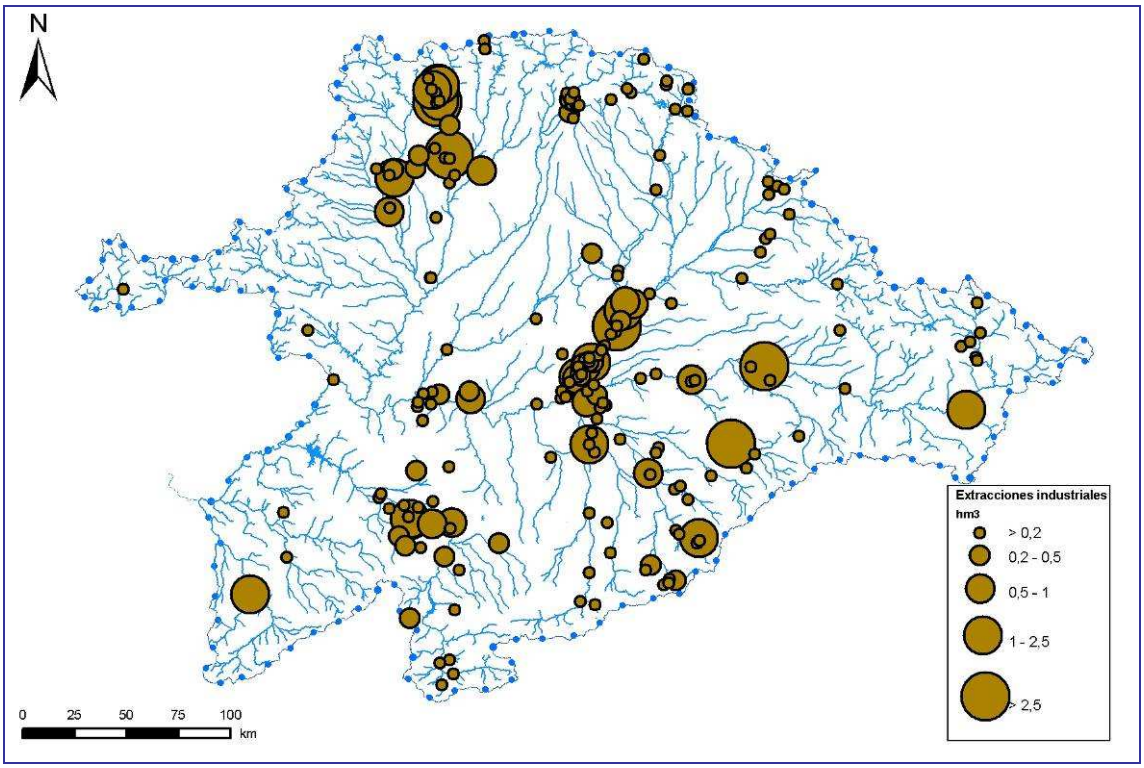

Figura 28. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas a usos industriales. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

e) Para uso del agua en canteras y explotaciones mineras se ha contabilizado un total de una extracción con un uso de agua superior a 20.000 m^3/año, siendo el volumen total anual de agua extraída de 0,4 hm^3/año.

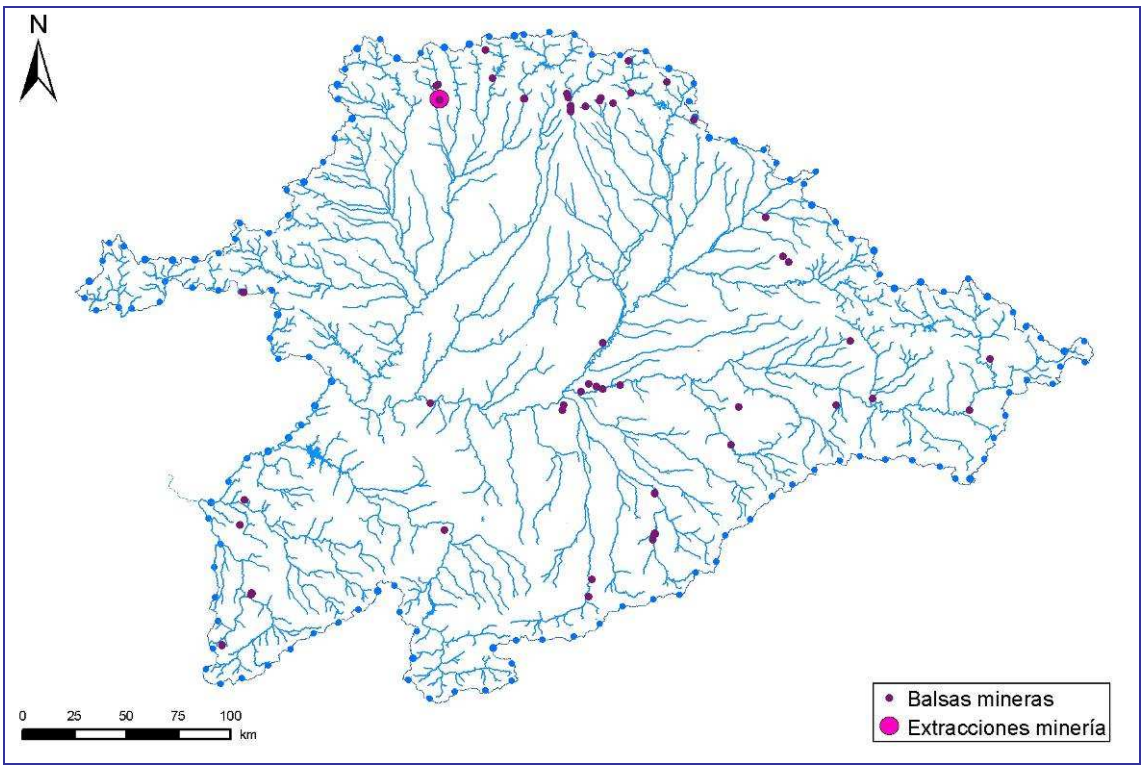

Figura 29. Presiones por extracción en aguas superficiales debidas canteras y explotaciones mineras. Fuente: JCyL - IGME. Fecha: 2000.

Para aquellas presiones incorporadas a los modelos de simulación de la cuenca se incluye en el inventario de presiones, la capacidad máxima de derivación correspondiente a la infraestructura de toma y, en su caso, el caudal máximo y el volumen máximo anual autorizados por la concesión. En aquellos casos en que coincidan varias concesiones en una misma toma, el caudal máximo y el volumen máximo anual que se han considerado como característicos de la presión, han sido los máximos que se pueden derivar.

El conjunto de todas las extracciones inventariadas de agua superficial para uso consuntivo en la demarcación suponen un volumen anual estimado de 4.226 hm^3/año.

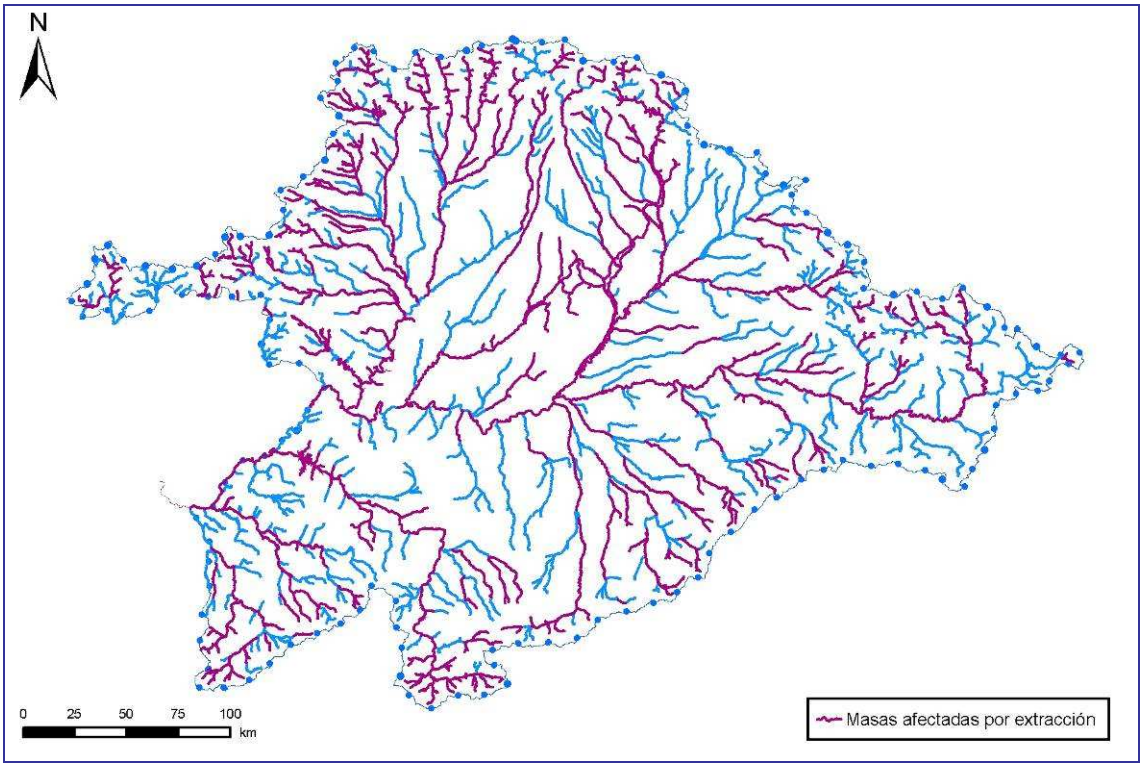

Figura 30. Masas de agua afectadas por extracciones. Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2009.

El índice de alteración hidromorfológica se define como el cociente entre la aportación en régimen natural y el caudal circulante una vez computadas las extracciones. Calculándolo con GEOIMPRESS para cada una de las masas de agua superficial podemos clasificar las masas de agua en función de la magnitud de la presión por extracción a las que están sometidas (Figura 31).

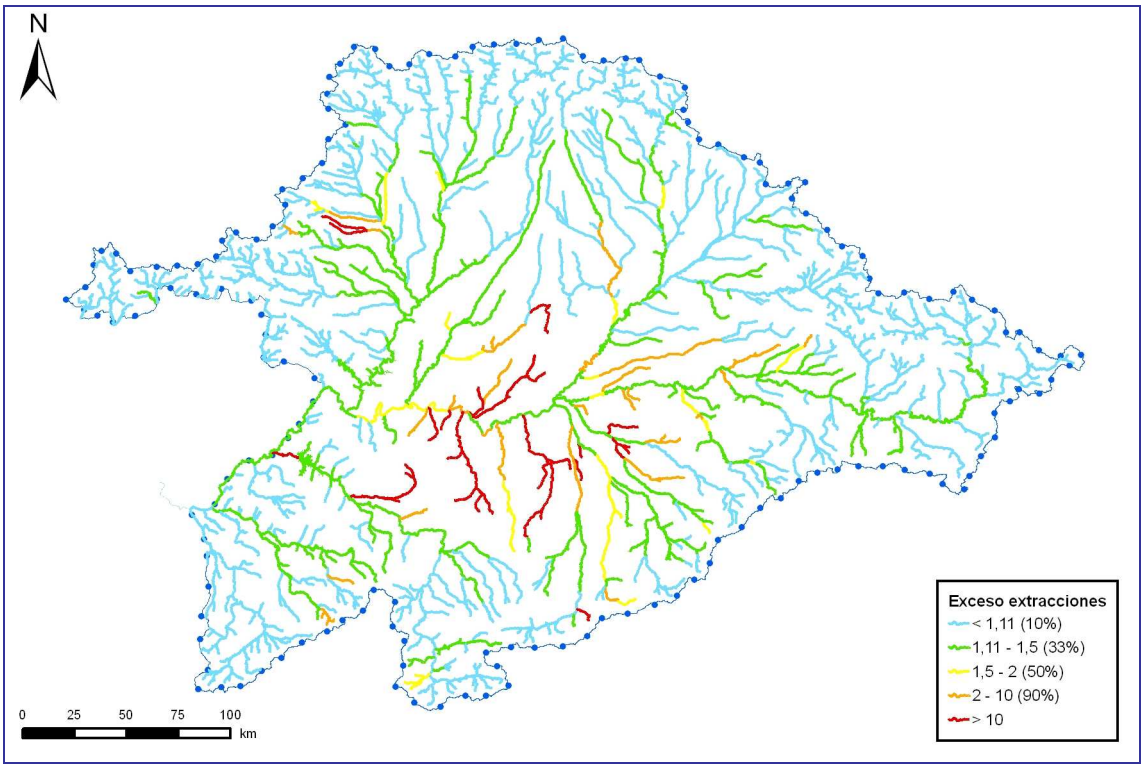

Figura 31. Clasificación de las masas de agua afectadas por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2011.

3.2.2.4. Alteraciones morfológicas y regulación de flujo.

En el inventario de presiones, se ha estimado y determinado la incidencia de la regulación significativa del flujo de agua, incluidos el trasvase y desvío de agua, en las características globales del flujo y en los equilibrios hídricos. Asimismo, se han identificado las alteraciones morfológicas significativas de las masas de agua, incluyendo las alteraciones transversales y longitudinales.

En particular, se han identificado las presas, los trasvases, los desvíos, los azudes y las actuaciones de recarga artificial existentes en la Demarcación.

En el caso de los ríos se han considerado las alteraciones debidas a modificaciones longitudinales, como canalizaciones, protecciones de márgenes y coberturas de cauces, y las alteraciones producidas por el desarrollo de actividades humanas sobre el cauce, como dragados, extracción de áridos, explotación forestal, infraestructuras terrestres y otras actividades que supongan la alteración o pérdida de la zona de ribera.

En el caso de los lagos se han considerado los recrecimientos y las modificaciones de la conexión natural con otras masas de agua.

La parte española de la demarcación del Duero no presenta masas de agua de transición y costeras, por lo que las alteraciones en este tipo de masas de agua no se han tenido en cuenta.

La metodología usada para identificar las alteraciones morfológicas significativas se ha basado en la utilización de indicadores hidromorfológicos en trabajos de gabinete y trabajos de campo para localizar y obtener información de cada presión específica, todo ello completado con la experiencia y criterio de los expertos del organismo de cuenca.

Existe una masa de agua (412) en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales por el efecto de las alteraciones morfológicas y las regulaciones de flujo.

3.2.2.4.1. Presas y azudes

En el inventario de presiones se han considerado e incluido como presas, las estructuras transversales al cauce con una altura superior a 10 metros. De la misma manera, se entiende como azudes las estructuras con una altura inferior a 10 metros.

En el sistema de información MÍRAME-IDEDuero se recoge la información básica de caracterización de cada presa, especificando su tipología constructiva, cota del máximo nivel normal, altura sobre el cauce y sobre cimientos hasta el máximo nivel normal, así como el volumen y la superficie de embalse para el máximo nivel normal. Además, se ha indicado el estado de servicio de la presa de acuerdo con la relación de la tabla 63 del anexo V de la IPH y los usos a los que se destina, según la relación de la tabla 64 del anexo V de la IPH. Finalmente se ha especificado el número de tomas existentes, la existencia de desagües intermedios distintos de las tomas y su profundidad respecto al máximo nivel normal, así como el caudal mínimo que, en su caso, debe mantenerse desde el embalse.

Dicha información se ha obtenido de diversas fuentes:
- Inventario de presas españolas 2006. Ministerio de Medio ambiente.
- Documentos XYZT. Confederación Hidrográfica del Duero.
- Plan nacional de ortofotografía aérea. Ministerio de fomento.
- Planes de avenidas y resoluciones del organismo de cuenca.

Actualmente, el número de presas y azudes inventariados asciende a 3642, aunque la cifra definitiva pudiera superar los 4.000 según inspecciones llevadas a cabo con posterioridad a la realización del invientario. Se aprecia, pues, que las alteraciones transversales a los cauces de los ríos constituyen una presión de importancia no despreciable.

Altura sobre cimientos (m)	Estructuras inventariadas (%)
Superior a 10 metros.	2,73
Entre 2 y 10 m	31,35
< 2 m	65,92

Tabla 12. Relación de presas y azudes en la parte española de la demarcación.

La instrucción de planificación hidrológica establece dos indicadores relacionado con el elemento de calidad hidromorfológico "Continuidad del río". Estos son, por un lado, la longitud media de barreras artificiales, y por otro la tipología de las barreras en términos de franqueabilidad.

Se hace necesario, pues, una evaluación de la franqueabilidad de los distintos obstáculos que permita conocer el grado de fragmentación del hábitat fluvial. Distinguimos dos tipos:

a) Franqueabilidad en ascenso

La importancia de un obstáculo debe evaluarse por el número de peces que no consiguen franquearlo, y no por el de los que lo superan. En el caso de migraciones de reproducción, es importante garantizar el paso de todos los individuos que hayan alcanzado la madurez sexual. A este respecto hay que tener en cuenta que en algunas especies ibéricas (P.ej: barbos y bogas) los tamaños a los que se alcanza ésta pueden ser muy diferentes para cada sexo.

El tamaño del pez, dentro de una misma especie, está directamente relacionado con su velocidad máxima de natación y con su capacidad de salto, pero también con el tiempo durante el que es capaz de mantener dicha velocidad. Todas ellas aumentan con el tamaño del mismo. Este concepto resulta de la mayor importancia, por cuanto un obstáculo puede ser sobrepasado por algunos de los individuos de mayor tamaño, y dar la falsa impresión de ser franqueable para la especie en cuestión. Por último, las condiciones fisiológicas del pez (enfermedades, estado reproductivo, estrés, etc.) pueden afectar significativamente a la capacidad de franqueo de obstáculos. Para franquear un obstáculo un pez ha de ser capaz de desarrollar una velocidad de natación superior a la del agua, durante un tiempo suficiente para superar el obstáculo, o bien, en el caso de que éste no pueda ser sobrepasado nadando, ha de realizar un salto lo suficientemente alto y largo para evitarlo. No es fácil de establecer la franqueabilidad aguas arriba de un obstáculo, puesto que depende

además de la capacidad de natación y salto de cada especie, de las características y geometría del obstáculo, del caudal y las condiciones hidrodinámicas y de la presencia de alternativas u otros sistemas de paso. Los principales parámetros físicos que influyen en la franqueabilidad de un obstáculo (+ positivo, - negativo) son:

Características-geométricas del obstáculo:

- Altura del salto (-)
- Pendiente y distancia de pie a coronación (-)
- Anchura del obstáculo en coronación (-)
- Facilidad para llegar a pie de presa y llamada apropiada (+)
- Presencia de cambios de pendiente (+)

Caudal y condiciones hidrodinámicas:

- Caudal (+/-)
- Presencia y profundidad de la poza a pie de obstáculo (+)
- Turbulencias y configuración de los chorros de corriente (-)
- Altura de la lámina de agua por encima de la presa (+)
- Velocidad media de la corriente (+/-)
- Temperatura del agua (+/-)
- Ayudas al paso (escalas, cauces artificiales, ascensores …) (+)

b) Franqueabilidad en descenso

El franqueo en descenso del obstáculo es igualmente importante, aunque tradicionalmente se le ha otorgado menor atención que al franqueo en ascenso. Además de los movimientos migratorios, también se ven afectados los movimientos de dispersión, lo que puede producir aislamiento de poblaciones y/o extinción aguas abajo de las zonas de reclutamiento.

1.- Paso por zonas embalsadas. El problema que se presenta es la localización del obstáculo, ya que la corriente juega un importante papel de orientación del pez y en muchas ocasiones, la corriente principal es la del canal de derivación. Mientras que en la migración en ascenso la corriente puede seguir siendo aprovechada para dirigir a los peces hacia la entrada de los dispositivos de paso (la denominada "llamada" de un paso), en el caso de la migración aguas abajo esta posibilidad desaparece con el embalse creado como consecuencia de una presa. La localización de la salida aguas abajo resulta menos difícil cuanto menor sea la capacidad de embalse y mayor la tasa de renovación del agua.

2.- Paso por aliviaderos. En ausencia de dispositivos de corrección, el paso en sí del obstáculo ha de realizarse bien a través de vertederos en lámina libre o por orificios de fondo en el azud. En el primer caso, si la velocidad de impacto del pez sobre el plano del agua supera los 16 m/s sea cual sea su talla se producen daños o lesiones significativas.

3.- Paso por tomas de agua. Durante la migración de bajada pueden entrar en numerosos tipos de tomas de agua: centrales eléctricas, molinos, canales de riego, etc. Las rejillas que se suelen instalar en las tomas de canal de derivación normalmente no evitan el acceso a las mismas a juveniles, por lo que si es la zona de máxima velocidad, concentrará la mayor parte de la deriva.

Cualquiera de las anteriores variables puede hacer infranqueable un obstáculo por lo que hay que realizar un análisis en global de todos los factores para determinar la franqueabilidad del mismo. Como resultado, se establecen 3 categorías de obstáculos transversales en función de la franqueabilidad, tanto para migraciones ascendentes como descendentes, para cada uno de los tipos considerados:

1.- Franqueable: características del obstáculo y condiciones hidrodinámicas permiten con facilidad el paso de peces.

2.- Variable: cuando sin ser imposible su franqueo, éste depende en gran medida de condiciones de caudal muy favorables, tanto en lo referente al propio obstáculo como para otros dispositivos de franqueo (escalas, etc.)

3.- Infranqueable: imposible su paso

Además de lo anterior, se han agrupado las especies de peces presentes en la cuenca del Duero en seis tipos, según su comportamiento a la hora de realizar movimientos migratorios y su capacidad para franquear un obstáculo. Así, se distinguen:

1. Salmónidos. Son buenos nadadores y con gran capacidad de salto. Realizan migraciones durante fin del otoño e invierno hacia las zonas más altas de los ríos. Dispersan a sus alevines por deriva.
2. Ciprínidos migradores. Son buenos nadadores y con capacidad moderada de superar obstáculos, aunque está muy condicionada por el tamaño. Realizan migraciones reproductivas durante fin de primavera y verano. Descenso de adultos a zonas de invernada a mediados de otoño.
3. Pequeños ciprínidos migradores. De talla pequeña, tienen grandes limitaciones para superar obstáculos, ya que su capacidad de salto es muy reducida. Se trata de migradores de rango corto que realizan pequeños movimientos reproductivos.
4. Peces de aguas lentas. Su capacidad de salto es, prácticamente nula. Son especies que ocupan el centro de la cuenca, tanto ríos como, embalses y otras masas de agua donde predominan las aguas cálidas y corrientes lentas. Soportan bien la contaminación y bajas concentraciones de oxígeno disuelto.
5. Peces bentónicos. Su capacidad de salto es nula. Son especies de pequeño tamaño y muy ligadas al fondo, que no realizan movimientos pre reproductivos. Se les considera sedentarios.
6. Anguilas. No poseen capacidad de salto pero son capaces de superar obstáculos por reptación y recorrer pequeñas distancias en suelos húmedos fuera del agua. La ausencia de sustratos rugosos y de estos ambientes húmedos provoca que las capacidades de franqueo de este pez puedan ser bloqueadas con facilidad.

Tipo	Nombre del tipo	Especie	Nombre vulgar
Tipo 1	Salmónidos	Salmo trutta Salvelinus fontinalis Hucho hucho Oncorhynchus kisutch Oncorhynchus mykiss	Trucha común Salvelino Hucho Salmón plateado Trucha arco-iris
Tipo 2	Ciprínidos migradores	Barbus bocagei Pseudochondrostoma duriense Squalius carolitertii	Barbo del Duero Boga del Duero Bordallo
Tipo 3	Pequeños ciprínidos migradores	Gobio lozanoi Iberocypris alburnoides Achondrostoma salmantinum Achondrostoma arcasii Phoxinus phoxinus	Gobio Calandino Sarda Bermejuela Piscardo
Tipo 4	Peces de aguas lentas	Cyprinus carpio Carassius auratus Tinca tinca	Carpa Carpín Tenca
Tipo 5	Peces bentônicos	Cobitis calderoni Cobitis paludica Cobitis vettonica Barbatula quignardi	Lamprehuela Colmilleja Colmilleja de Alagón Pez Lobo
Tipo 6	Anguilas	Anguilla anguilla	Anguila

Tabla 13. Clasificación de las especies de peces de la parte española de la demarcación según su comportamiento migratorio y capacidad de franqueo

No se incluyen las especies introducidas, que por su carácter invasor no debe facilitarse su expansión, por lo que no se evaluará la permeabilidad de los obstáculos para ellas aunque algunas, como lucios y lucioperca realizan migraciones prerreproductivas que en ocasiones pueden alcanzar los 20 Km.

- Lucio (Esox lucius)
- Alburno (Alburnus alburnus)
- Gambusia (Gambusia holbrooki)
- Pez gato (Ameiurus melas)
- Black bass (Micropterus salmoides)
- Percasol (Lepomis gibbosus)

- Lucioperca (Sander lucioperca)

Partiendo de la base datos de de obstáculos transversales realizada Confederación Hidrográfica del Duero y disponible en la actualidad en el sistema de información MÍRAME-IDEDuero, se ha evaluado su posibilidad de franqueo por las distintas especies de peces que habitan los cursos fluviales de la cuenca, tal y como detalla la Tabla 14. El estudio se ha realizado para 3539 azudes y presas.

Tipo	Franqueables	Variables	Infranqueables
1	39,44%	22,67%	37,89%
2	25,87%	24,19%	49,94%
3	16,93%	17,64%	65,43%
4	14,62%	12,43%	72,95%
5	13,56%	9,78%	76,66%
6	56,85%	14,96%	28,19%

Tabla 14. Estudio de franqueabilidad de las presas y azudes en la cuenca del Duero

Para el tratamiento y análisis de los resultados se han diseñado los siguientes índices:

I. Índice de franqueabilidad

El índice de franqueabilidad (IF) de un azud se define como el sumatorio de los valores de franqueabilidad en ascenso y descenso para cada uno de los 5 tipos de peces considerados. Se ha desechado finalmente el grupo 6, anguilas, pues su distribución en la cuenca del Duero es muy escasa y procedente de repoblaciones y como se verá posteriormente, introduce mucho ruido en el análisis.

A partir de la matriz con diez columnas de datos, correspondientes a la franqueabilidad en ascenso y en descenso de cada uno de los grupos y tipos considerados, se ha asignado el valor 10 a la infranqueabilidad, 5 cuando el tipo es variable y 0 en el caso de ser franqueable.

El índice varía entre 0 y 100 siendo 0 cuando un obstáculo transversal es franqueable para todos los grupos de especies y 100 en el caso de ser infranqueable para todos ellos.

De los resultados extraídos al calcular el índice de franqueabilidad para cada azud, destaca que la mayor parte de los azudes (más de 1700) tienen un índice de franqueabilidad por encima de 50 (mayor infranqueabilidad).

Índice de Franqueabilidad	Número de azudes
0	484
5	5
10	54
15	36
20	52
25	62
30	74
35	69
40	143
45	100
50	144
55	83
60	100
65	156
70	145
75	168
80	167

Índice de Franqueabilidad	Número de azudes
85	115
90	222
95	90
100	1.070
TOTAL	**3.539**

Tabla 15. Clasificación de azudes según su índice de franqueabilidad.

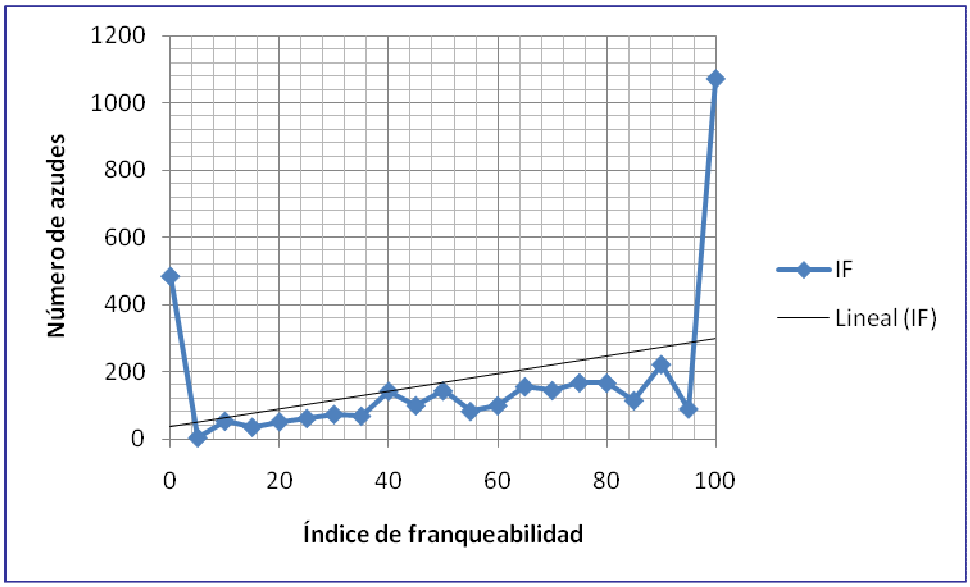

Figura 32. Gráfica del número de azudes en función de su índice de franqueabilidad (IF).

II. Índice de compartimentación

Para analizar el grado de compartimentación o fragmentación de un curso fluvial, una cuenca o un tramo determinado, el índice propuesto se utiliza relación entre el índice de franqueabilidad medio (ΣIF/N) del tramo analizado y la distancia media entre azudes (LT/N). A mayor valor de índice mayor grado de compartimentación.

$$IC = \frac{\frac{\sum IF}{N}}{\frac{L_T}{N}} = \frac{\sum IF}{N}$$

LT= Longitud de curso de agua considerado
N= Número obstáculos transversales existentes
ΣIF = Suma de los índices de franqueabilidad de los azudes existentes.

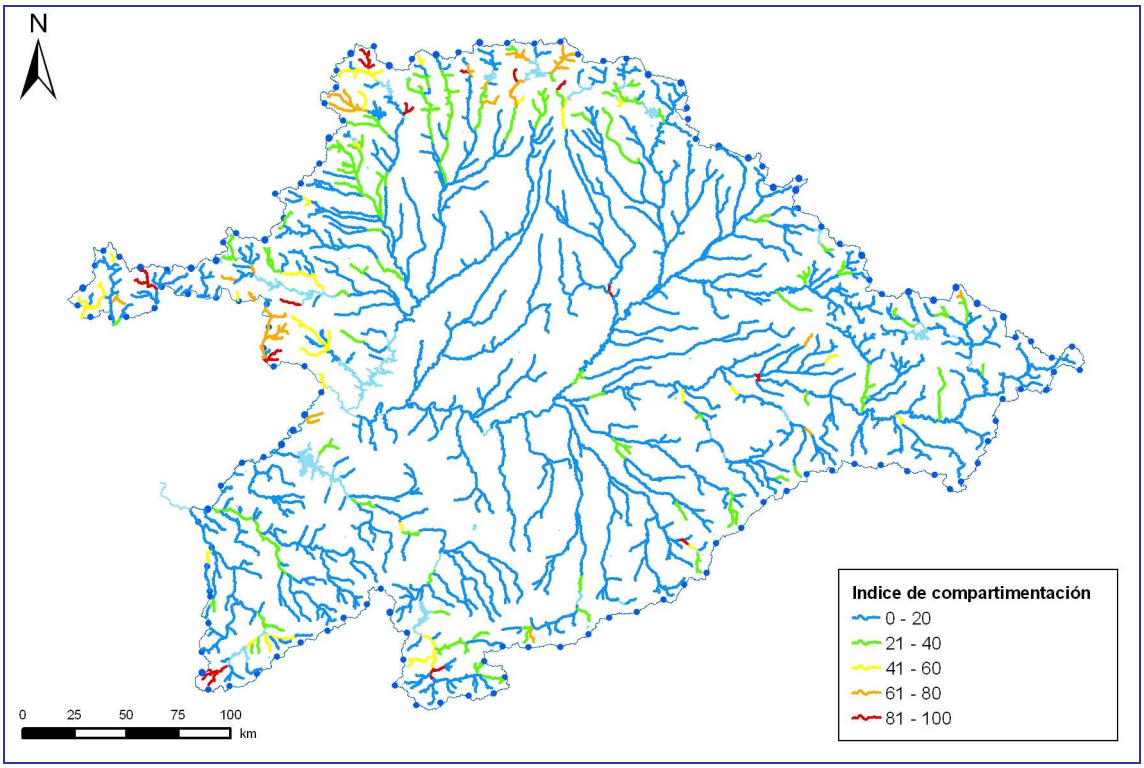

Figura 33. Índice de compartimentación de las masas de agua.

III. Longitud media libre entre barreras artificiales

Según la instrucción de planificación hidrológica, una masa de agua no se podrá considerar en muy buen estado si la longitud media libre entre barreras artificiales es menor de 2 km. La Figura 34 muestra cuales son estas masas.

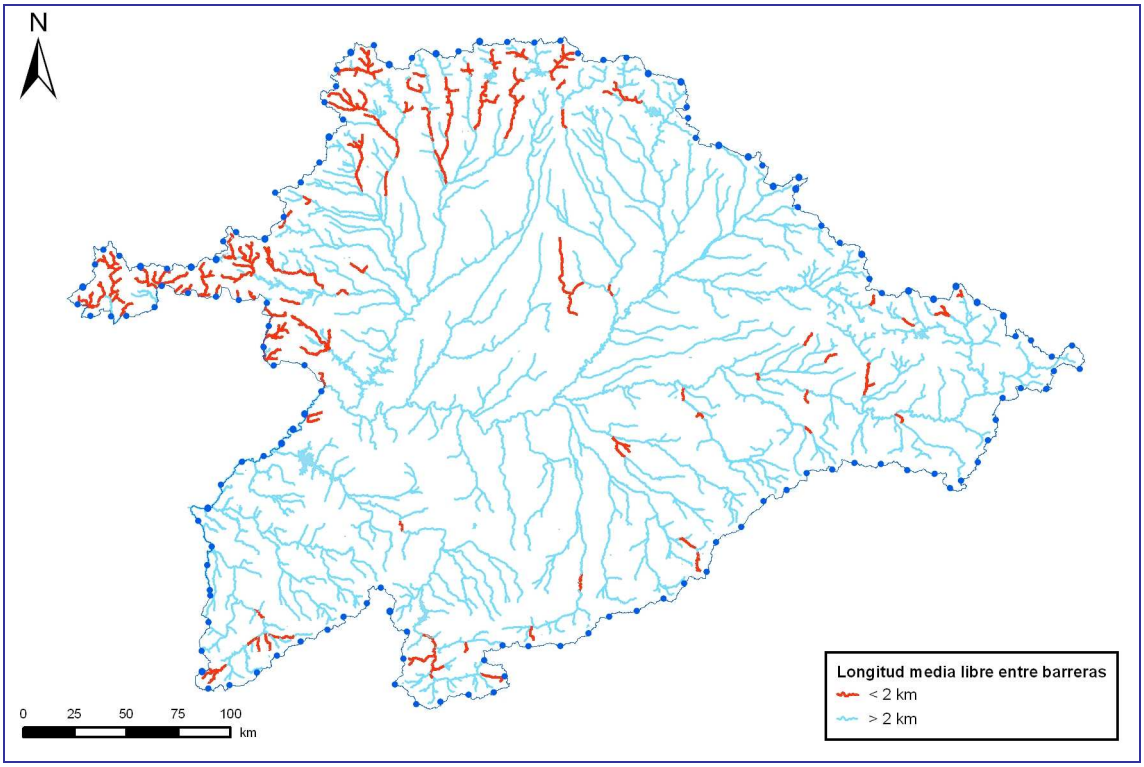

Figura 34. Clasificación de las masas de agua en función de la longitud media libre entre barreras.

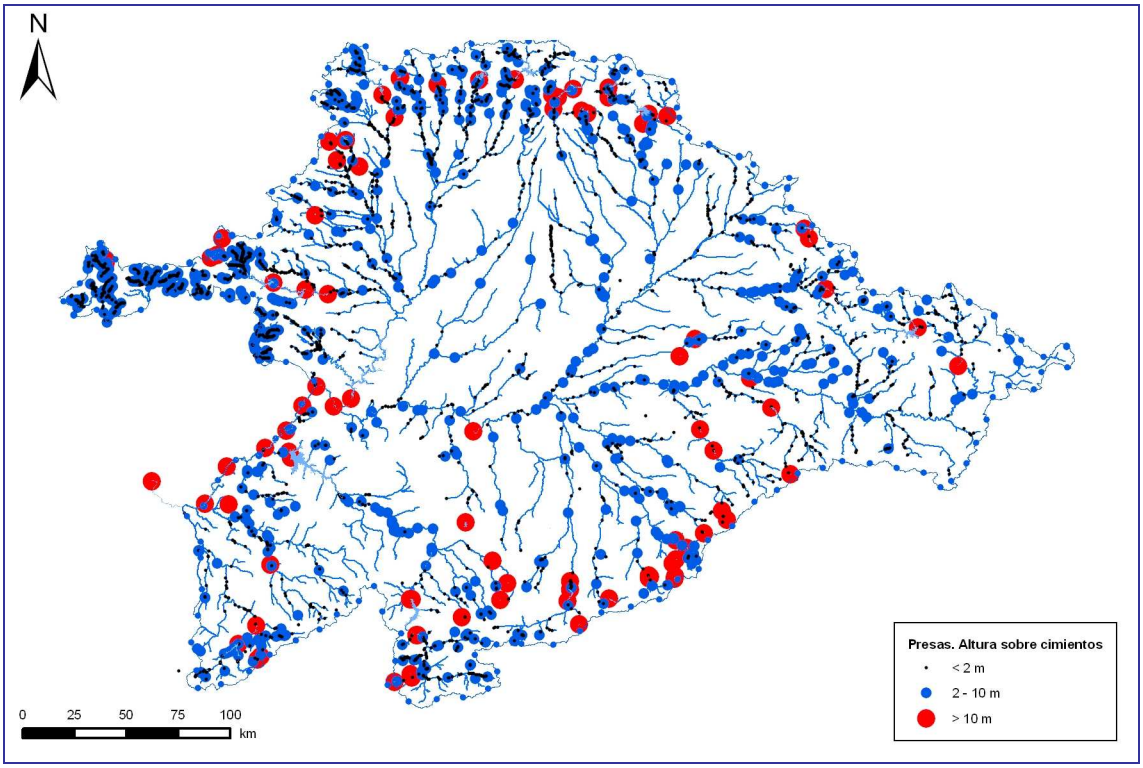

Figura 35. Presas existentes clasificadas en base a la altura sobre cimientos. Fuente: CHD. Fecha: 2011.

3.2.2.4.2. Trasvases y desvíos de agua

Los trasvases y desvíos de agua implican una presión por extracción sobre la masa de agua de origen y otra por incorporación de un volumen ajeno en la masa de agua de destino.

La incorporación puede ser consecuencia de un trasvase sin aprovechamiento intermedio, es decir una conducción que conecta directamente distintas masas de agua, o de un trasvase asociado a una unidad de demanda correspondiente a usos no consuntivos (centrales hidroeléctricas, generalmente) que se abastecen de una o varias extracciones y desagua en una sola masa.

Para cada trasvase, se ha identificado la unidad de demanda no consuntiva (habitualmente una central hidroeléctrica) a la que va asociada la incorporación. Si no existía dicha unidad, se ha identificado la extracción que constituye el origen del trasvase. Los resultados se muestran en la Tabla 16.

Uso	Número de canales con este uso	Número de canales con uso exclusivo
Trasvase	13	3
Regadío y uso agrario	208	190
Abastecimiento a población e industrias conectadas a la red municipal	15	6
Acuicultura	8	6
Producción de energía eléctrica	52	43

Tabla 16. Clasificación de canales por uso. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2010.

Código canal	Nombre	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
300001	Acequia Presa del Bernesga	Regadío y uso agrario			
300002	Acequia de Cuadros	Regadío y uso agrario			
300003	Canal Alto de Payuelos	Producción de energía eléctrica	Regadío y uso agrario	Trasvase	

Código canal	Nombre	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
300004	Canal de Arriola	Regadío y uso agrario			
300005	Canal Páramo Bajo	Regadío y uso agrario			
300006	Canal de la MI del Porma (1ª fase)	Regadío y uso agrario			
300007	Canal de la MI del Porma (2ª fase)	Regadío y uso agrario			
300008	Canal del Esla	Regadío y uso agrario			
300009	Acequia en Cistierna	Regadío y uso agrario			
300010	Acequia	Regadío y uso agrario			
300011	Canal de la Aldea del Puente	Regadío y uso agrario			
300012	Acequia Presa Vieja	Regadío y uso agrario			
300013	Acequia Presa de San Isidro	Regadío y uso agrario			
300014	Acequia Caz de la Lunilla	Regadío y uso agrario			
300015	Canal Trasvase Cea-Carrión	Regadío y uso agrario	Trasvase	Abastecimiento a población e industrias conectadas	
300016	Canal de Carrizo	Regadío y uso agrario			
300017	Canal de Castañón	Regadío y uso agrario			
300018	Canal de la Fábrica de Plata	Regadío y uso agrario			
300019	Canal de Grisuela	Regadío y uso agrario			
300020	Canal de Manganeses	Regadío y uso agrario			
300021	Canal de Matalobos	Regadío y uso agrario			
300022	Canal de la Presa Cerrajera	Regadío y uso agrario			
300023	Canal Principal del Órbigo	Producción de energía eléctrica	Regadío y uso agrario		
300024	Canal del Páramo	Regadío y uso agrario			
300025	Canal de San Román y San Justo	Regadío y uso agrario			
300026	Canal de Santa María	Regadío y uso agrario			
300027	Canal de Urdiales	Regadío y uso agrario			
300028	Canal de Velilla	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Regadío y uso agrario		
300030	Canal de Villares	Regadío y uso agrario			
300031	Acequia Presa de Mataluenga	Regadío y uso agrario			
300032	Acequia Madre	Regadío y uso agrario			
300033	Acequia de la Comunidad	Regadío y uso agrario			
300034	Acequia de la Zarza	Regadío y uso agrario			
300035	Acequia Caño de los Molinos	Regadío y uso agrario			
300036	Acequia Caz de los Molinos	Regadío y uso agrario			
300037	Acequia de la Zaya	Regadío y uso agrario			
300038	Acequia de Pesadilla	Regadío y uso agrario			
300039	Canal de Otero	Regadío y uso agrario			
300040	Canal de Villameca	Regadío y uso agrario			
300041	Canal de Candanedo	Regadío y uso agrario			
300042	Canal de la MD del Tera	Regadío y uso agrario			
300043	Acequia Calzadilla	Regadío y uso agrario			
300044	Tuberías Enterradas MD del Tera	Regadío y uso agrario			
300045	Tuberías Enterradas MD del Tera	Regadío y uso agrario			
300046	Tuberías Enterradas MD del Tera	Regadío y uso agrario			
300047	Acequia MD del Tera	Regadío y uso agrario			
300048	Acequia Caño del Pedazo	Regadío y uso agrario			
300049	Acequia Caño de San Juan	Regadío y uso agrario			
300050	Acequia Caño de Riego	Regadío y uso agrario			
300051	Canal del Águeda	Regadío y uso agrario			
300052	Canal de la Margen Derecha	Regadío y uso agrario			
300053	Acequia Pesquera del Molino	Regadío y uso agrario			
300054	Tubería	Regadío y uso agrario			
300055	Acequia Mayor	Regadío y uso agrario			
300056	Acequia de San Medel	Regadío y uso agrario			
300057	Acequia de Navalcaz	Regadío y uso agrario			
300058	Canal de Campillo de Buitrago	Regadío y uso agrario			
300059	Canal de Numancia	Regadío y uso agrario			
300060	Canal de Zuzones	Regadío y uso agrario			
300061	Canal de Olmillos	Regadío y uso agrario			
300062	Canal de los Molinos	Regadío y uso agrario			
300063	Canal de La Vid	Regadío y uso agrario			
300064	Canal de Ines	Regadío y uso agrario			
300065	Canal de Guma	Regadío y uso agrario			
300066	Canal de Eza	Regadío y uso agrario			
300067	Canal de Aranda	Regadío y uso agrario			
300068	Canal de Almazán	Producción de energía eléctrica	Regadío y uso agrario		
300069	Acequia del Molino	Regadío y uso agrario			

Código canal	Nombre	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
300070	Acequia de Alcantarillón	Regadío y uso agrario			
300071	Canal de Alcantarilla	Regadío y uso agrario			
300072	Canal de La Rasa	Regadío y uso agrario			
300073	Canal de la MD del Arlanzón	Regadío y uso agrario			
300074	Canal de la MI del Arlanzón	Regadío y uso agrario			
300075	Canal de Palenzuela y Quintana del Puente	Regadío y uso agrario			
300076	Acequia Cauce del Molino	Regadío y uso agrario			
300077	Canal de Toro-Zamora	Regadío y uso agrario			
300078	Canal de Tordesillas	Regadío y uso agrario			
300079	Canal de San José	Regadío y uso agrario			
300080	Canal de San Frontis	Regadío y uso agrario			
300081	Canal de Pollos	Regadío y uso agrario			
300082	Canal de Castronuño	Regadío y uso agrario			
300083	Acequia Morales	Regadío y uso agrario			
300084	Canal de Villaralbo	Regadío y uso agrario			
300085	Canal de Riolobos Oeste Ramal I	Regadío y uso agrario			
300086	Canal Trasvase Riolobos	Regadío y uso agrario	Trasvase		
300087	Acequia Salado	Regadío y uso agrario			
300088	Acequia Molacillos	Regadío y uso agrario			
300089	Acequia Elevadora Toro-Zamora	Regadío y uso agrario			
300090	Canal de la MD del Bajo Carrión	Regadío y uso agrario			
300091	Canal de la MI del Bajo Carrión	Regadío y uso agrario			
300092	Canal de Palencia	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Regadío y uso agrario		
300093	Canal de La Nava Norte	Regadío y uso agrario			
300094	Canal de La Nava Sur	Regadío y uso agrario			
300095	Canal de Macias Picavea	Regadío y uso agrario			
300096	Canal de La Retención	Regadío y uso agrario			
300097	Canal de Castilla-Campos	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Regadío y uso agrario		
300098	Canal de Castilla-Sur	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Regadío y uso agrario	Producción de energía eléctrica	
300099	Acequia Canal de Riego	Regadío y uso agrario			
300100	Acequia Canoniga	Regadío y uso agrario			
300101	Acequia Izan	Regadío y uso agrario			
300102	Acequia Perihonda	Regadío y uso agrario			
300103	Acequia La Serna	Regadío y uso agrario			
300104	Acequia Matazorita	Regadío y uso agrario	Producción de energía eléctrica		
300105	Acequia Renedo	Regadío y uso agrario			
300106	Acequia Rionuevo	Regadío y uso agrario			
300107	Acequia Rozas Viejas	Regadío y uso agrario			
300108	Acequia Solapeña	Regadío y uso agrario			
300109	Acequia San Zoilo	Regadío y uso agrario			
300110	Canal de Castilla-Norte	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Producción de energía eléctrica	Regadío y uso agrario	Trasvase
300111	Canal de Frómista	Regadío y uso agrario			
300112	Canal de Osorno	Regadío y uso agrario			
300113	Canal de Pisuerga	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Regadío y uso agrario		
300114	Canal de Villalaco	Regadío y uso agrario			
300115	Canal de Geria-Villamarciel	Regadío y uso agrario			
300116	Acequia Caz de la Fábrica	Regadío y uso agrario			
300117	Canal del Duero	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Regadío y uso agrario		
300118	Canal de Riaza	Regadío y uso agrario			
300119	Canal de Padilla	Regadío y uso agrario			
300120	Acequia de la Villa	Regadío y uso agrario			
300121	Acequia del Soto	Regadío y uso agrario			
300122	Canal de Zorita	Regadío y uso agrario			
300123	Canal de Villoria - La Armuña	Regadío y uso agrario	Trasvase		
300124	Canal de Villagonzalo	Regadío y uso agrario			
300125	Canal de La Maya	Regadío y uso agrario			
300126	Acequias MD de La Maya	Regadío y uso agrario			
300127	Canal de Florida de Liébana	Regadío y uso agrario			
300128	Canal de Ejeme-Galisancho	Regadío y uso agrario			
300129	Canal de Babilafuente	Regadío y uso agrario			
300130	Canal de Almar	Regadío y uso agrario			

Código canal	Nombre	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
300131	Acequias de la Vega de Almar	Regadío y uso agrario			
300132	Acequias de la Vega de Almar	Regadío y uso agrario			
300133	Acequias de la Vega de Almar	Regadío y uso agrario			
300134	Acequia Regadera del Concejo	Regadío y uso agrario			
300135	Acequia Regato de Los Guijarrales	Regadío y uso agrario			
300136	Acequia Reguera de Las Riberas	Regadío y uso agrario			
300137	Acequia Regadera de Navamuros	Regadío y uso agrario			
300138	Acequia Regadera de la Villa	Regadío y uso agrario			
300139	Acequia Regadera Concejil	Regadío y uso agrario			
300140	Campoo	Acuicultura			
300141	Los Leoneses	Acuicultura			
300142	Canal del Molino de los Ojos	Acuicultura	Regadío y uso agrario		
300143	Sieteiglesias de Tormes	Acuicultura			
300144	Molino de las Huelgas	Acuicultura			
300145	Vegas del Condado	Acuicultura			
300146	Canal de Fuentes Carrionas	Acuicultura	Regadío y uso agrario		
300147	Gredos	Acuicultura			
300148	Canal Trasvase Curueño-Porma	Producción de energía eléctrica	Trasvase		
300149	Canal de Villarino-Almendra	Producción de energía eléctrica			
300150	Canal de Villalcampo	Producción de energía eléctrica			
300151	Canal de Garandones	Producción de energía eléctrica			
300152	Canal Trasvase La Playa-Cárdena	Producción de energía eléctrica	Trasvase		
300153	Canal Trasvase Besandino-Compuerto	Trasvase			
300154	Canal de Villalba	Producción de energía eléctrica			
300155	Canal de San Fernando	Producción de energía eléctrica			
300156	Canal de Peña Corada	Producción de energía eléctrica			
300157	Canal de Moncalvo	Producción de energía eléctrica	Trasvase		
300158	Canal de San Roman	Producción de energía eléctrica			
300159	Canal de Cerrato	Producción de energía eléctrica			
300160	Acequia de San Isidro	Regadío y uso agrario			
300161	Acequia de Tariego de Cerrato	Regadío y uso agrario			
300162	Canal Molino de Zoilo	Producción de energía eléctrica			
300163	Acequia de la Virgen de Villavieja	Regadío y uso agrario			
300164	Acequia de Santa María de Pinilla	Regadío y uso agrario			
300165	Acequia del Alcalde José Martínez	Regadío y uso agrario			
300166	Canal de Requeixo	Producción de energía eléctrica			
300167	Acequia de San Tirso	Regadío y uso agrario			
300168	Acequia de San Isidro	Regadío y uso agrario			
300169	Canal de Vegacervera	Producción de energía eléctrica			
300170	Canal de La Gotera	Producción de energía eléctrica			
300171	Canal de Barbellido	Producción de energía eléctrica			
300172	Acequia Tierra de la reina	Regadío y uso agrario			
300173	Acequia Los Cañalejos	Regadío y uso agrario			
300174	Acequia de Milagros y Torregalindo	Regadío y uso agrario			
300175	Acequia de San Isidro Labrador	Regadío y uso agrario			
300176	Canal de Vega de Caballeros	Producción de energía eléctrica			
300177	Acequia la Panera	Regadío y uso agrario			
300178	Acequia de Espinosa	Regadío y uso agrario			
300179	Acequia de Arlanzón	Regadío y uso agrario			
300180	Acequia de los Comunes	Regadío y uso agrario			
300181	Canal de Lugán	Producción de energía eléctrica			
300182	Canal de Sorriba	Producción de energía eléctrica			
300183	Acequia de la Presa del Salvador	Regadío y uso agrario			
300184	Acequia del Puerto Abajo	Regadío y uso agrario			
300185	Acequia de la Presa de Vegaquemada	Regadío y uso agrario			
300186	Acequia de la Presa de Lugán	Regadío y uso agrario			
300187	Acequia de Huelmo y Corbo	Regadío y uso agrario			
300188	Acequia de Velilla de Valderaduey	Regadío y uso agrario			
300189	Acequia de La Veguilla	Regadío y uso agrario			
300190	Acequia de Valdealcón	Regadío y uso agrario			
300191	Acequia de la MD del Esla	Regadío y uso agrario			
300192	Acequia de San Miguel de Escalada	Regadío y uso agrario			
300193	Acequia del Castillo de Ardón	Regadío y uso agrario			
300194	Acequia El Chopo	Regadío y uso agrario			
300195	Tubería del Campo de Ledesma	Regadío y uso agrario			

Código canal	Nombre	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
300196	Canal de Puente Congosto	Producción de energía eléctrica			
300197	Acequia Los Bielgares	Regadío y uso agrario			
300198	Acequia La Honda	Regadío y uso agrario			
300199	Canal de La Higuerilla	Producción de energía eléctrica			
300200	Canal de Los Cotriles	Producción de energía eléctrica			
300201	Canal hidroeléctrico de Solana	Producción de energía eléctrica			
300202	Canal de Puerto Seguro	Producción de energía eléctrica			
300203	Canal de la Fábrica	Producción de energía eléctrica			
300204	Canal de la Mimbre	Regadío y uso agrario			
300205	Acequia de Castrillo de Cepeda y Villamejil	Regadío y uso agrario			
300206	Acequia de La Carrera	Regadío y uso agrario			
300207	Acequia de Otero de Escarpizo	Regadío y uso agrario			
300208	Acequia Presa de Sambanos y La Vega	Regadío y uso agrario			
300209	Canal de Molina Ferrera	Producción de energía eléctrica			
300210	Acequia de Quintana y Congosto	Regadío y uso agrario			
300211	Canal de Morla	Producción de energía eléctrica			
300212	Acequia del Caño Cuatro Concejos	Regadío y uso agrario			
300213	Acequia de Navianes de la Vega	Regadío y uso agrario			
300214	Acequia de Quintana del Marco	Regadío y uso agrario			
300215	Acequia de la Presa Única	Regadío y uso agrario			
300216	Canal de Maire	Producción de energía eléctrica			
300217	Canal El Pisón	Producción de energía eléctrica			
300218	Acequia del Vallle de Ojeda	Regadío y uso agrario			
300219	Acequia de Polvorosa de Valdivia	Regadío y uso agrario			
300220	Acequia de Revilla y Collazos de Boedo	Regadío y uso agrario			
300221	Acequia de Olea de Boedo	Regadío y uso agrario			
300222	Canal de La Lera	Producción de energía eléctrica			
300223	Canal del Molino de las Huertas	Producción de energía eléctrica			
300224	Canal del Molino de Menchu	Producción de energía eléctrica			
300225	Canal de Huertas Viejas	Regadío y uso agrario			
300226	Acequia de La Magdalena	Regadío y uso agrario			
300227	Canal de La Aurora	Producción de energía eléctrica			
300228	Canal del Molino del Puente	Producción de energía eléctrica			
300229	Acequia de Villaviudas	Regadío y uso agrario			
300230	Acequia de San Martín de Obispo	Regadío y uso agrario			
300231	Acequia de Villalba de Guardo	Regadío y uso agrario			
300232	Acequia de Fresno y Pino del Río	Regadío y uso agrario			
300233	Canal de las Vegas	Regadío y uso agrario			
300234	Acequia de Los Ausines	Regadío y uso agrario			
300235	Canal de La Pelotera	Producción de energía eléctrica			
300236	Acequia de San Agustin	Regadío y uso agrario			
300237	Canal de Sofia	Producción de energía eléctrica			
300238	Acequia de Valdenarros	Regadío y uso agrario			
300239	Acequia de Sotos del Burgo	Regadío y uso agrario			
300240	Acequia de Valdelubiel	Regadío y uso agrario			
300241	Canal de La Güera	Producción de energía eléctrica			
300242	Acequia de la Vega de Burgo de Osma	Regadío y uso agrario			
300243	Acequia de Valdenebro	Regadío y uso agrario			
300244	Canal de Bubones	Producción de energía eléctrica			
300245	Acequia de Langa de Duero	Regadío y uso agrario			
300246	Acequia de Arandilla	Regadío y uso agrario			
300247	Acequia de Zazuar	Regadío y uso agrario			
300248	Acequia de Quemada	Regadío y uso agrario			
300249	Canal del Duratón	Producción de energía eléctrica	Regadío y uso agrario		
300250	Canal Trasvase Río Mayor-Embalse de Becerril	Abastecimiento a población e industrias conectadas	Trasvase		
300251	Canal de El Salto del Olvido	Producción de energía eléctrica			
300252	Canal de La Villa	Producción de energía eléctrica			
300253	Canal del Molino el Berral	Producción de energía eléctrica			
300254	Canal de La Rachuela	Producción de energía eléctrica			
300255	Canal de Quintanaluengos	Producción de energía eléctrica			
300256	Canal del Pontón Alto	Abastecimiento a población e industrias conectadas			
300257	Conducción recarga Carracillo	Regadío y uso agrario			
300258	Conduccion recarga cubeta Santiuste -S.J.B.	Regadío y uso agrario			

Código canal	Nombre	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 4
300259	Conduccion abastec. Mancomunidad de la Churrería	Abastecimiento a población e industrias conectadas			
300260	Conduccion abastec. Mancomunidad Tierras del Adaja	Abastecimiento a población e industrias conectadas			
300261	Canal trasvase Viadangos - Casares	Trasvase			
300262	Canal Bajo de los Payuelos	Regadío y uso agrario	Trasvase		
300263	Trasvase Valdesamario-Villameca	Trasvase			
300264	Canal de la central de Sahechores	Producción de energía eléctrica			
300265	Conducción del Porma	Abastecimiento a población e industrias conectadas			
300266	Conducción ETAP de Porma con León	Abastecimiento a población e industrias conectadas			
300267	Ramal polígono industrial León	Abastecimiento a población e industrias conectadas			
300268	Canal de Cabril	Producción de energía eléctrica			
300269	Galería forzada de Moncabril	Producción de energía eléctrica			
300270	Canal de Villoria	Regadío y uso agrario			
300271	Canal de Villoria - Arabayona	Regadío y uso agrario			

Tabla 17. Listado de canales. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2010.

En el sistema de información MÍRAME-IDEDuero figura la información asociada a los trasvases y desvíos de agua. En dicho inventario se ha indicado, la capacidad máxima de la infraestructura de incorporación, así como el caudal máximo y el volumen máximo anual que puede incorporarse a la masa receptora de acuerdo con la concesión del trasvase. Si el trasvase va asociado a una central hidroeléctrica, estas magnitudes coinciden con las indicadas en la caracterización de la central como unidad de demanda.

Si existe, se ha identificado la alteración morfológica asociada a la incorporación del trasvase, siempre que verifique los criterios establecidos en el apartado correspondiente para el tipo de alteraciones morfológicas al que pertenece, en el que figura con las características específicas allí indicadas.

También se ha recopilado toda la información posible sobre los volúmenes mensuales y anuales incorporados a la masa de agua receptora. En el caso de trasvases o desvíos asociados a una central hidroeléctrica, las series de volúmenes incorporados coinciden con las de volúmenes turbinados que forman parte de la caracterización de la central como unidad de demanda industrial para la producción de energía.

Las fuentes de información utilizadas han sido las propias del organismo de cuenca, utilizando el apoyo de la ortofotografía aérea en aquellos casos en los que la digitalización del elemento no era la adecuada.

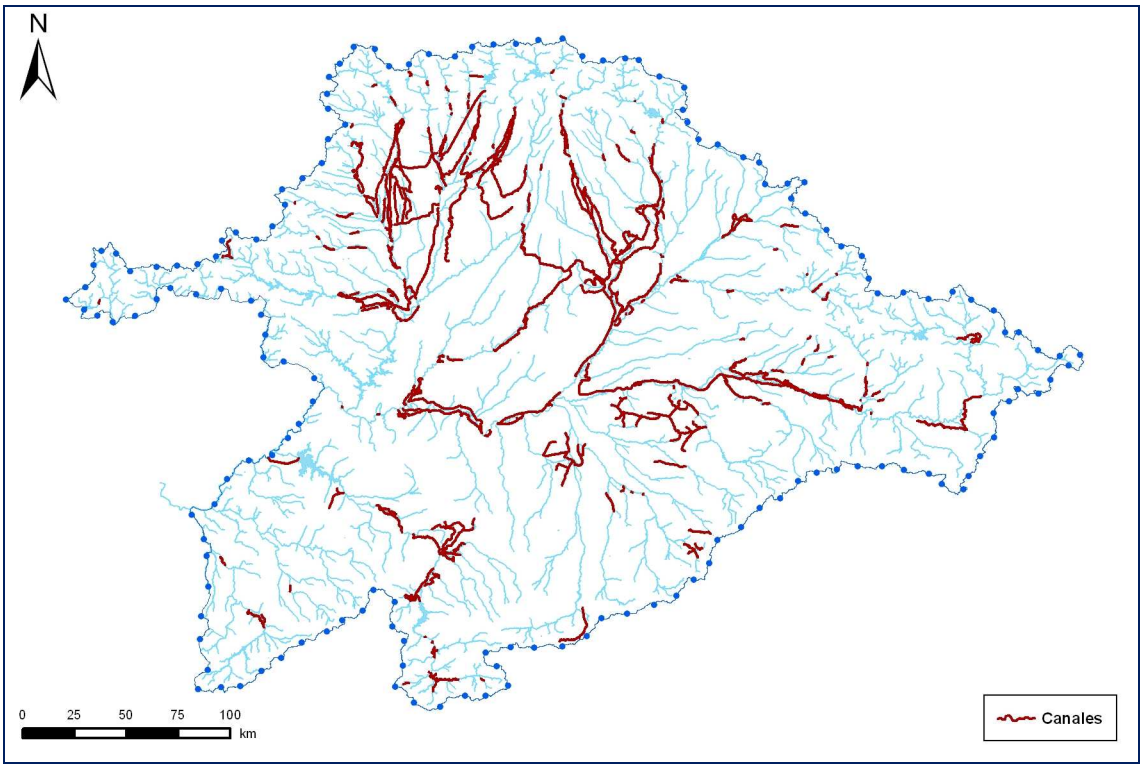

Figura 36. Canales en la parte española de la demarcación del Duero. Fuente: CHD. Fecha: Enero 2012.

3.2.2.4.3. Canalizaciones

Se han incluido, 1015 canalizaciones, de las que 812 tienen una longitud superior a 500 metros.

Para la estimación de estos números se ha tenido en cuenta que, si a lo largo de un tramo continuo canalizado cambia la forma o dimensiones de la sección transversal o el tipo de revestimiento, la presión es diferente, de manera que en muchos casos el punto final de un tramo coincide con el punto inicial del siguiente.

Para cada canalización se han indicado las coordenadas del punto inicial y del punto final, así como la longitud del tramo canalizado. Para las más importantes se ha indicado la finalidad de la canalización según la relación de la tabla 68 del anexo V de la IPH, el uso del suelo establecido en el antiguo cauce o en la zona protegida o defendida según la relación de la tabla 69 del mismo anexo V, así como el ancho de fondo, los taludes y la altura de la sección del cauce de avenidas, y el ancho del fondo, taludes y altura de la sección de aguas bajas para aquellos casos en el que no se ha mantenido el cauce de aguas bajas natural. Por último, se ha indicado también en éstas el tipo de material de revestimiento del lecho.

3.2.2.4.4. Protecciones de márgenes

A los efectos del inventario de presiones se entiende por protección de márgenes la disposición de diferentes elementos para proteger frente a la erosión las márgenes del río o de la zona de transición sin que supongan una modificación de su trazado ni un cambio sustancial de su sección natural. Incluye también la disposición de rellenos en alguna de las márgenes con la finalidad de recuperar terrenos erosionados.

En aquellos casos en las que ambas márgenes se encuentran protegidas, se ha considerado de forma conjunta, de tal forma que si se encuentran protegidas ambas márgenes se considera una misma presión en ese tramo, aunque especificada como doble.

Así, se han incluido en el inventario 111 protecciones de márgenes con longitud superior a 500 metros, de un total de 409 inventariadas.

Para cada protección se han indicado las coordenadas del punto inicial y del punto final, así como la longitud del tramo protegido y la margen afectada por la protección. Se ha especificado también el tipo de material de revestimiento. Por último, se ha indicado la finalidad de la protección y el uso del suelo establecido

3.2.2.4.5. Coberturas de cauces

Se han incluido en el inventario 62 coberturas o cubrimientos de cauces con longitud superior a 200 metros, de un total de 72 inventariadas, tal y como se muestra en la Figura 37.

Para cada cobertura, en el inventario de presiones, se han indicado las coordenadas del punto inicial y del punto final, así como la longitud del tramo de río afectado por la cobertura.

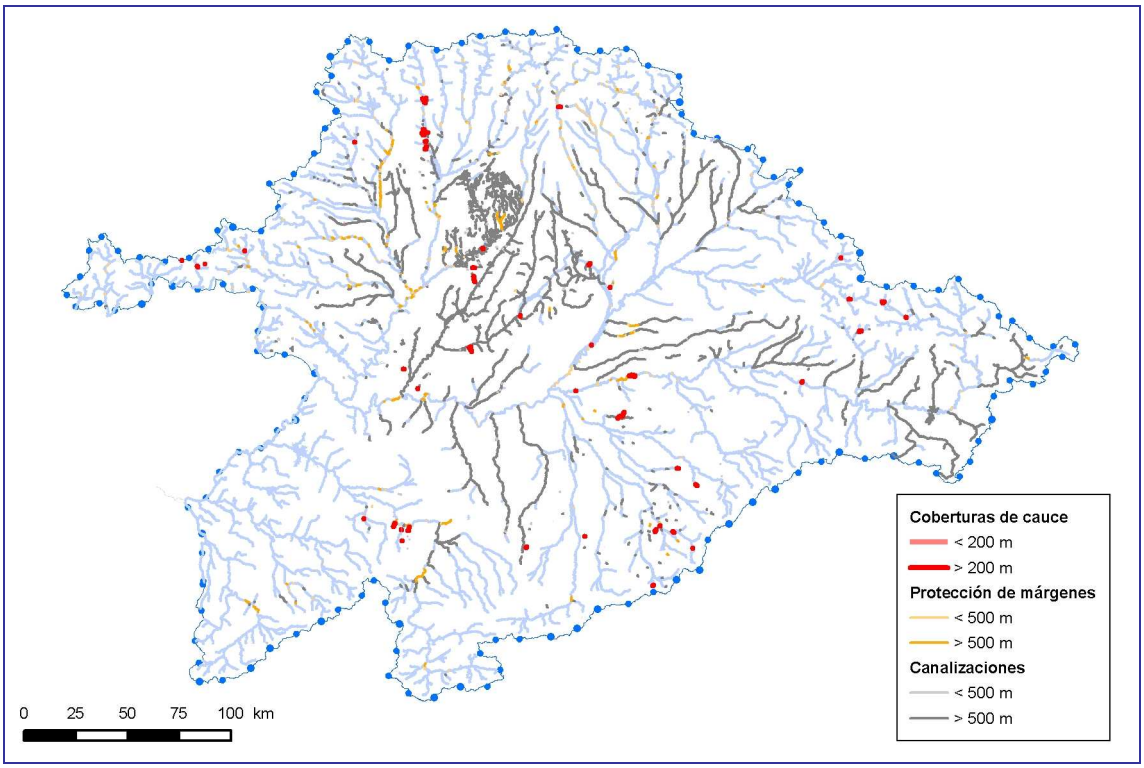

Figura 37. Canalizaciones, protecciones de márgenes y coberturas de cauce. Fuente: CHD. Fecha: Julio 2008.

3.2.2.4.6. Dragados de ríos

A los efectos del inventario de presiones se han incluido en los dragados aquellas actividades que se realizan de forma periódica en los cauces con objeto de mantenerlos con unas características adecuadas a ciertas finalidades mediante el aumento de su capacidad de desagüe o de su calado. Estas actividades suponen desde una simple limpieza del cauce hasta un cambio de la morfología de su sección.

Se han incluido en el inventario aquellos dragados de cauces que afectan a tramos de más de 100 metros de longitud, incluyéndose en los dragados aquellas actividades que se realizan de forma periódica en los cauces. Estas actividades suponen desde una simple limpieza del cauce hasta un cambio de la morfología de su sección.

Se dispone de 6 dragados de agua inventariados, tal y como se muestra en la Figura 38 aunque por el momento no se han definido si consisten en excavaciones de la sección o en limpiezas de cauce. Tampoco se ha definido aun si se ha eliminado o no la vegetación de ribera.

Para cada dragado inventariado, se ha indicado las coordenadas del punto inicial y del punto final, así como la longitud del tramo de río afectado. Si se ha producido una modificación de la sección se han especificado el ancho del fondo, la altura y los taludes de la sección después del dragado. Se ha indicado, por último, la

finalidad con que se realiza el dragado según la relación de la tabla 68 del anexo V y el periodo de tiempo que ha transcurrido entre dragados sucesivos.

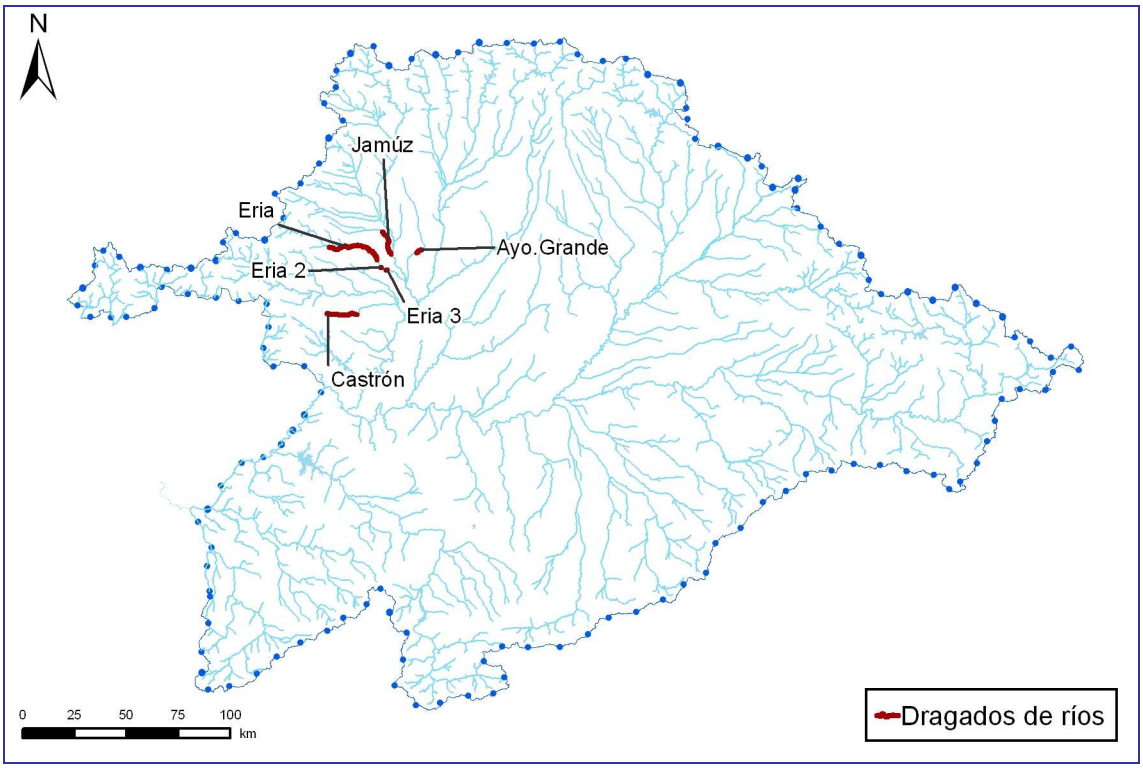

Figura 38. Dragados de ríos. Fuente: BD de DATAGUA. Fecha: Noviembre 2009.

3.2.2.4.7. Extracción de áridos

Se han incluido en el inventario de presiones 22 explotaciones de áridos en zonas fluviales con un volumen de extracción total superior a 20.000 m^3, de un total de 81.

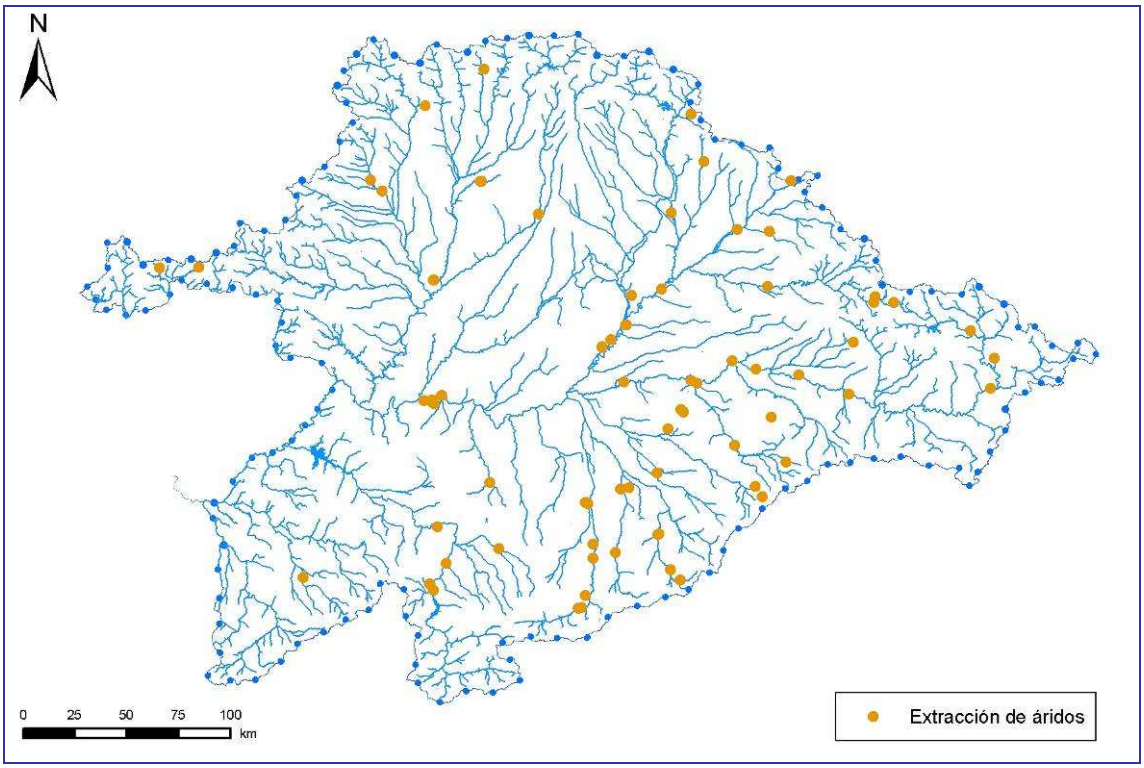

Figura 39. Principales zonas de extracción de áridos. Fuente ALBERCA. Fecha: Julio 2008.

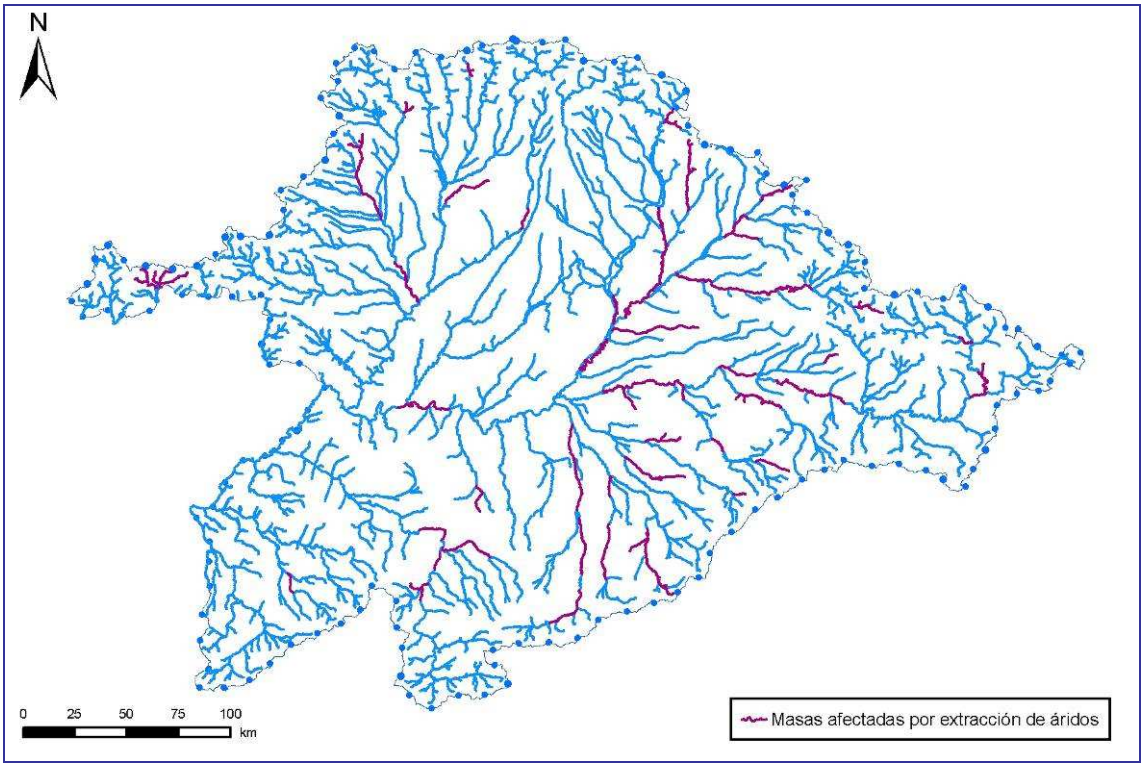

Figura 40. Masas de agua afectadas por extracciones de áridos. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Julio 2009.

Para cada explotación, en el inventario, se han indicado las coordenadas del punto inicial, el titular del aprovechamiento, el tipo de uso, el expediente y fecha de la autorización. Se ha identificado también la masa de agua afectada. Se ha especificado, por último, el volumen total de extracción autorizado.

Existe una clara tendencia a que no se autoricen este tipo de aprovechamientos que han sido, históricamente, una práctica minera habitual a costa del dominio público hidráulico. Numerosos tramos de ríos importantes han sufrido la extracción continuada de millones de toneladas de áridos de todo tipo, lo que servía a un doble interés: dragar el cauce para facilitar el flujo del caudal y obtener un recurso valorizable en el mercado de la construcción. Desde un doble punto de vista, tanto hidráulico como medioambiental, la retirada de los sedimentos que son la base del caudal sólido, supone un desequilibrio de la dinámica fluvial y una pérdida irreparable del sustrato de las redes tróficas que soportan todo el ecosistema fluvial. Aunque aquí no se recogen por ser actuaciones muy anteriores al inicio de este proceso de planificación, resultan especialmente significativos los dragados llevados a cabo en el río Bernesga aguas abajo de León, en uno de los tramos fluviales más castigados de la cuenca, con un proceso de incisión que en muchos puntos supera los tres metros.

3.2.2.4.8. Explotación forestal

Se han incluido en el inventario de presiones, 705 explotaciones forestales, casi todas ellas de clones de chopos, situadas en zona de policía con una superficie mayor de 5 ha, de un total de 2209 inventariadas. Muchas de estas explotaciones están dentro del propio cauce, lo que ha conducido al establecimiento de unas bandas de protección de la vegetación de ribera autóctona que se recogen en la normativa del plan.

Para cada explotación se han indicado las coordenadas del punto inicial y del punto final, así como la longitud del tramo de río afectado por la explotación y la margen en que se sitúa. Se ha especificado también la especie explotada, la superficie destinada para la explotación, el plazo de la autorización y el tipo de arbolado.

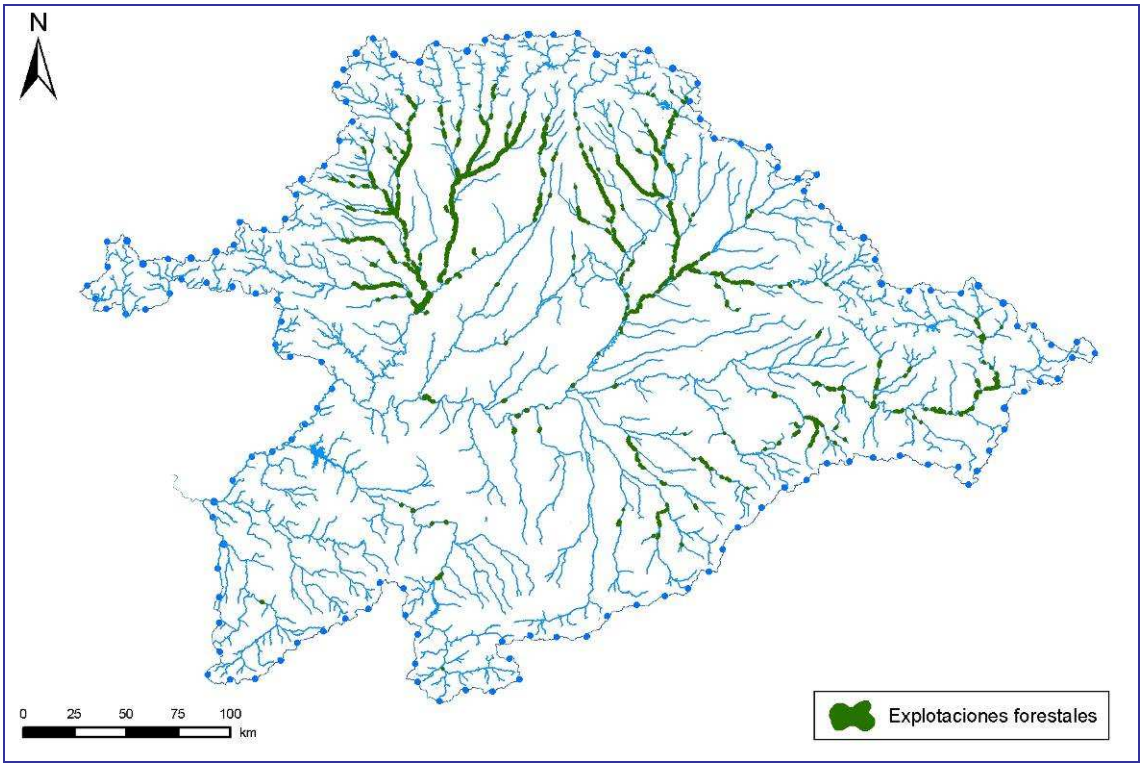

Figura 41. Explotaciones forestales en zona de policía. Fuente: CHD y JCyL. Fecha: Julio 2008.

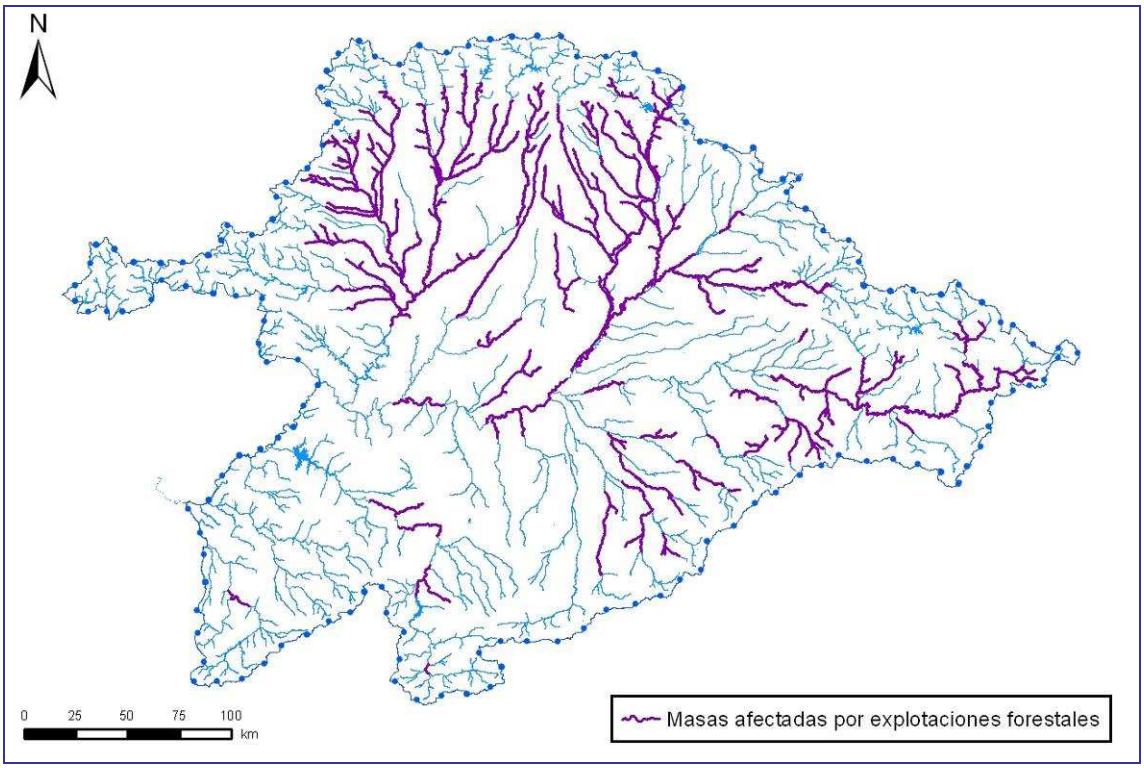

Figura 42. Masas de agua afectadas por explotaciones forestales en zona de policía. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

3.2.2.4.9. Recrecimiento de lagos

A los efectos del inventario de presiones se han incluido en este concepto las elevaciones del nivel de almacenamiento de los lagos con objeto, generalmente, de mejorar su aprovechamiento hidroeléctrico. El estudio se ha centrado en las masas de agua tipo lago de la demarcación. Así, se han incluido en el inventario un total de 3 acciones de recrecimiento de lagos.

Código	Lago	Tipo de presa	Uso	Elementos de desagüe
3700001	Laguna de Cárdena	Presa de mampostería	Energía	Aliviadero de fondo (centro del embalse)
3700002	Laguna del Duque	Presa de mampostería, revestida de hormigón en algunas zonas	Energía	2 aliviaderos de superficie.
3700003	Laguna del Barco	Construida en escollera y revestida de hormigón en la zona inundada	Riego local	Aliviadero de superficie (margen dcha) y aliviaderos de fondo (centro del embalse)

Tabla 18. Alteración por recrecimiento en las masas de agua lago.

Para cada recrecimiento se han identificado las coordenadas del cierre principal. Se ha especificado la tipología constructiva del cierre principal, la cota del máximo nivel normal, la altura máxima del recrecimiento hasta el máximo nivel normal y el volumen y la superficie del lago para el máximo nivel normal.

Se han indicado los usos a los que se destina el lago y el número de tomas existentes. Por último se ha indicado el recorrido medio de oscilación de la lámina de agua y su periodo medio de oscilación. En aquellos casos en que no existe un recrecimiento pero se hayan dispuesto compuertas u otro elemento para control del desagüe del lago se indica el tipo de gestión realizada de dichos elementos de control. Toda esta información está disponible en MÍRAME-IDEDuero.

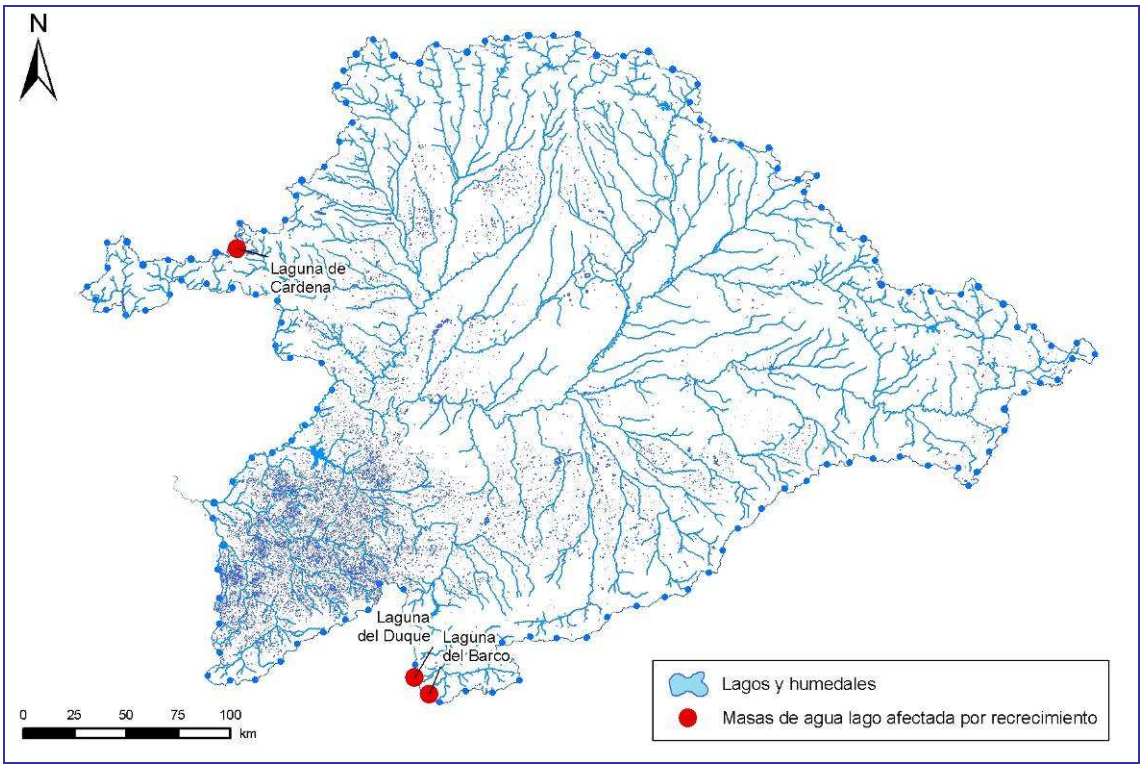

Figura 43. Localización de las masas de agua lago afectadas por recrecimiento. Fuente: CHD (caracterización adicional de masas muy modificadas). Fecha: Marzo 2009.

3.2.2.5. Otras presiones en aguas superficiales.

Se han identificado otros tipos de presiones en aguas superficiales. Bajo esta denominación se han incluido en el inventario, otras presiones resultantes de la actividad humana de difícil tipificación y que no pueden englobarse en ninguno de los grupos anteriormente definidos, como:

- Especies alóctonas introducidas.
- Sedimentos contaminados.
- Suelos contaminados.
- Cotos de pesca.
- Actividades acuáticas.

La cuenca española del Duero cuenta con una gran variedad y riqueza natural y también es vulnerable a la presencia e invasión de especies exóticas. Consciente de esta situación, la Confederación Hidrográfica del Duero está realizando trabajos de inventario y estudios de distribución de las especies exóticas en la cuenca (CHD, 2011a). Por el momento, los resultados preliminares de los trabajos en curso han conducido a la identificación de los taxones que se relacionan en la Tabla 19. Por otra parte, no debe ignorarse el real decreto 1628/2011, de 14 de noviembre de 2011, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras.

Las figuras siguientes muestran la distribución de ésta y el resto de presiones mencionadas.

Grupo	Taxón	Nombre común	RD 1628/2011
Algas	*Didymosphenia geminata*	Didymo, moco de roca	Listado
Plantas	*Acacia dealbata*	Mimosa	Catálogo
	Acacia melanoxylon	Acacia negra	Listado
	Acer negundo	Arce de hoja de fresno, negundo	Listado
	Ailanthus altissima	Ailanto, árbol del cielo	Catálogo

Grupo	Taxón	Nombre común	RD 1628/2011
	Amaranthus hybridus	Amaranto, bledo	
	Amorpha fruticosa	Falso índigo	
	Artemisia verlotiorum	Artemisa	
	Arundo donax	Caña común, falso bambú	
	Aster squamatus	Matacavero	
	Azolla filiculoides	Azolla, helecho de agua	Catálogo
	Baccharis halimifolia	Bácaris, chilca	Catálogo
	Bidens aurea	Te de milpa	
	Bidens frondosa		Listado
	Buddleja davidii	Budleya, arbusto de las mariposas	Catálogo
	Cynanchum acutum	Correhuela lechosa, matacán	
	Cortaderia selloana	Hierba de la pampa, plumero	Catálogo
	Crocosmia x crocosmiiflora	Crocosmia	Listado
	Cyperus eragostis	Juncia olorosa	
	Datura stramonium	Estramonio, higuera del infierno	
	Eichhornia crassipes	Jacinto de agua, camalote	Catálogo
	Elaeagnus angustifolia	Arbol del paraíso, cinamomo	
	Eucaliptus spp.	Eucalipto	
	Fallopia baldschuanica	Poligonio, viña del Tibet	Listado
	Gleditsia triacanthos	Acacia de tres espinas	Listado
	Helianthus tuberosus	Tupinambo, pataca	Catálogo
	Ipomoea purpurea		
	Ipomoea sagittata		
	Lippia filoformis = L. canescens	Alfombra de césped	
	Lonicera japonica	Madreselva japonesa	Listado
	Ludwigia grandiflora	Ludwigia, duraznillo de agua	Catálogo
	Oenothera biennis	Onagra	Listado
	Opuntia ficus-indica	Chumbera	Listado
	Oxalis pes-caprae	Agrio, vinagrera	Listado
	Paspulum paspalodes	Grama de agua	Listado
	Phytolacca americana	Fitolaca, hierba carmín, ombú	Listado
	Reynoutria japonica	Reynoutria, hierba nudosa japonesa	Catálogo
	Robinia pseudoacacia	Robinia, falsa acacia, acacia blanca	Listado
	Tradescantia fluminensis	Amor de hombre, oreja de gato	Catálogo
	Vinca difformis	Alcandorea	
	Xanthium spinosum	Arrancamoños, abrojo	
	Xanthium strumarium	Bardana menor, cadillo, abrojo	
Invertebrados	*Corbícula fluminea*	Almeja asiática	Catálogo
	Craspedacusta sowerbyi	Medusa de agua dulce	Listado
	Procambarus clarkii	Cangrejo rojo, cangrejo americano	Catálogo
	Pacifastacus leniusculus	Cangrejo señal	Catálogo
Vertebrados	*Alburnus alburnus*	Alburno	Catálogo
	Ameirus melas	Pez gato, bagre, bagre negro	Catálogo
	Barbatula barbatula (traslocación)	Lobo de río	
	Carassius auratus	Carpa dorada, carpín, pez rojo	Listado
	Cyprinus carpio	Carpa común	
	Esox lucius?	Lucio	Catálogo
	Gambusia holbrooki	Gambusia	Catálogo
	Hucho hucho	Hucho, salmón del Danubio	Listado
	Lepomis gibbosus	Perca sol, pez sol	Catálogo

Grupo	Taxón	Nombre común	RD 1628/2011
	Micropterus salmoides	Perca americana	Catálogo
	Oncorhynchus kisutch	Salmón del Pacífico	
	Oncorhynchus mykiss	Trucha arcoiris	Listado
	Phoxinus phoxinus (traslocación)	Piscardo	
	Salvelinus fontinalis	Salvelino, trucha de manantial	Catálogo
	Sander lucioperca	Lucioperca	Catálogo
	Silurus glanis	Siluro	Catálogo
	Trachemys scripta	Galápago de Florida	Catálogo
	Oxyura jamaicensis	Malvasía canela	Catálogo
	Myiopsitta monachus	Cotorra argentina	Catálogo
	Neovison vison	Visón americano	Catálogo

Tabla 19. Especies exóticas en la cuenca del Duero.

Además de las consideraciones habituales que se suelen hacer al analizar el tema de las especies invasoras tales como que la globalización y ciertas conductas irresponsables son las principales causas de su proliferación, no debemos olvidar un hecho: muchas de estas especies compiten mejor con las nativas debido a las modificaciones hidromorfológicas que sufren nuestras masas de agua. Tablas, canalizaciones y obstáculos infranqueables han conducido a una proliferación de medios lénticos a costa de los lóticos y eso es una gran oportunidad adaptativa que aprovechan las especies exóticas mejor adaptadas a ese tipo de ambientes que nuestras especies fluviales. La inversión de caudales que se produce en los tramos de ríos regulados al ser retenidos los caudales invernales y soltados durante la campaña de riegos, cuando dichos tramos deberían estar sometidos a severos estiajes, supone asimismo un factor de hábitat que resulta decisivo para la proliferación de especies exóticas en detrimento de las autóctonas, mejor adaptadas a la sequía.

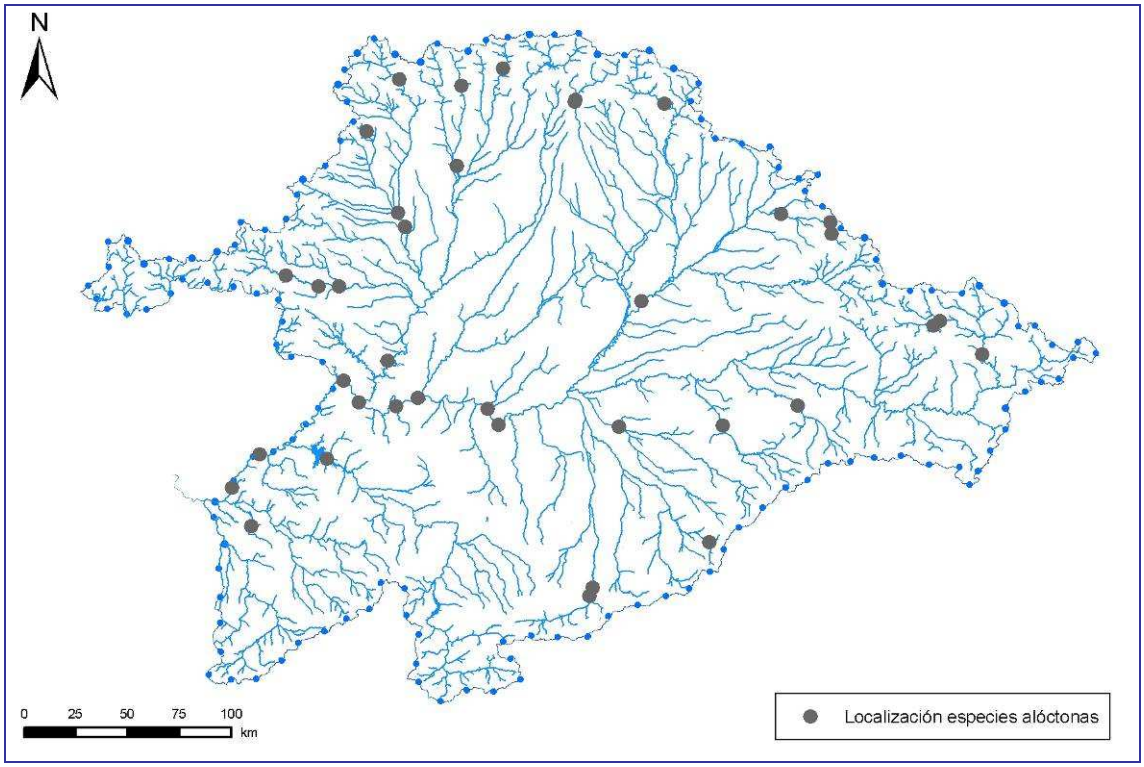

Figura 44. Principales puntos de localización de especies alóctonas. Fuente: CHD (trabajos IMPRESS 2). Fecha: Marzo 2009.

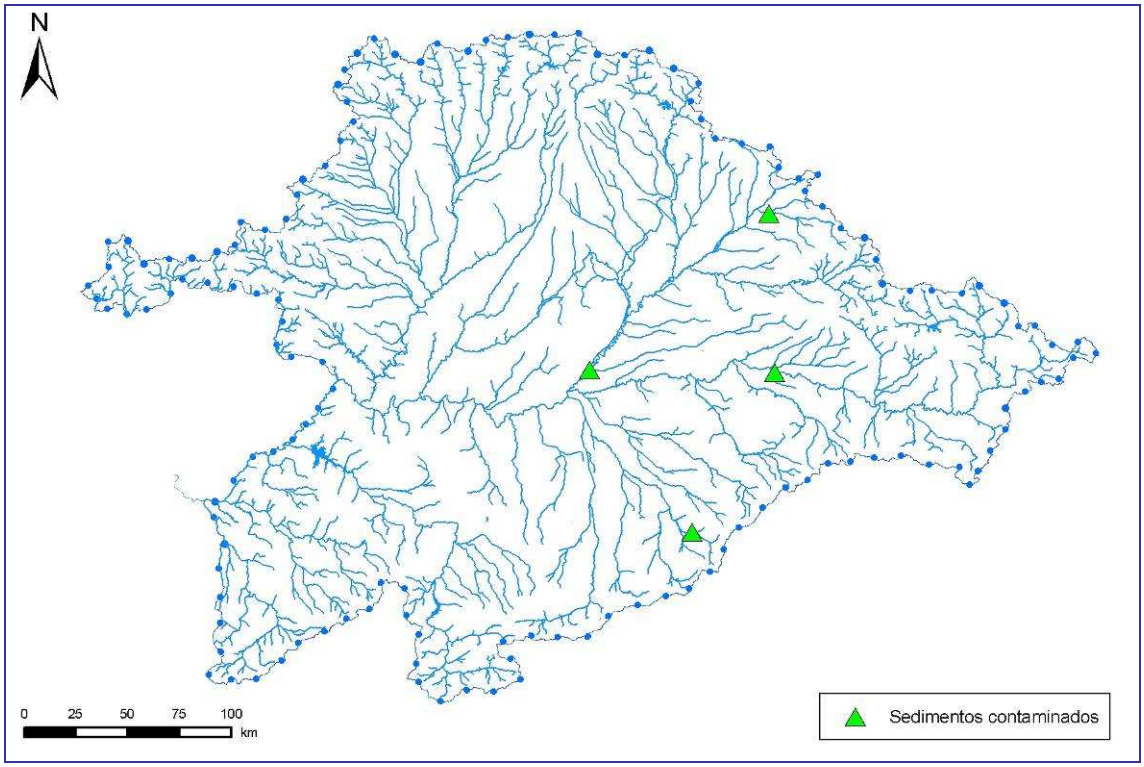

Figura 45. Principales puntos de localización de sedimentos contaminados. Fuente: CHD (trabajos IMPRESS 2). Fecha: Marzo 2009.

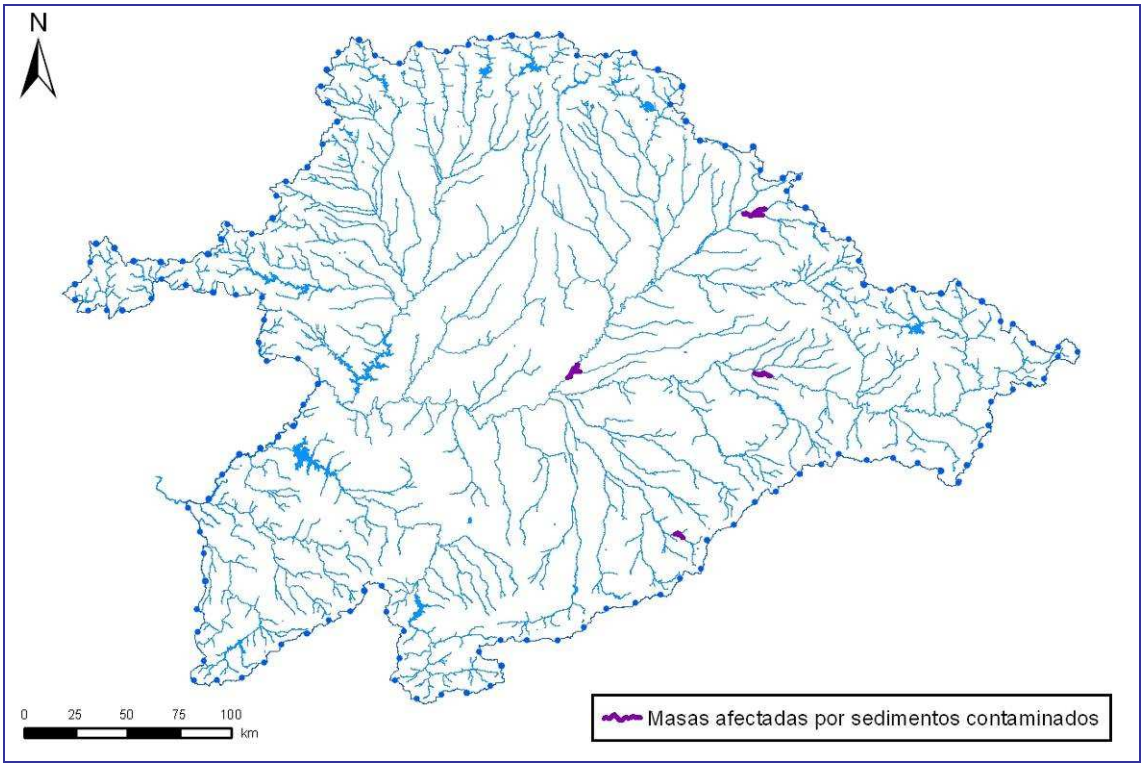

Figura 46. Masas de agua afectadas por sedimentos contaminados. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

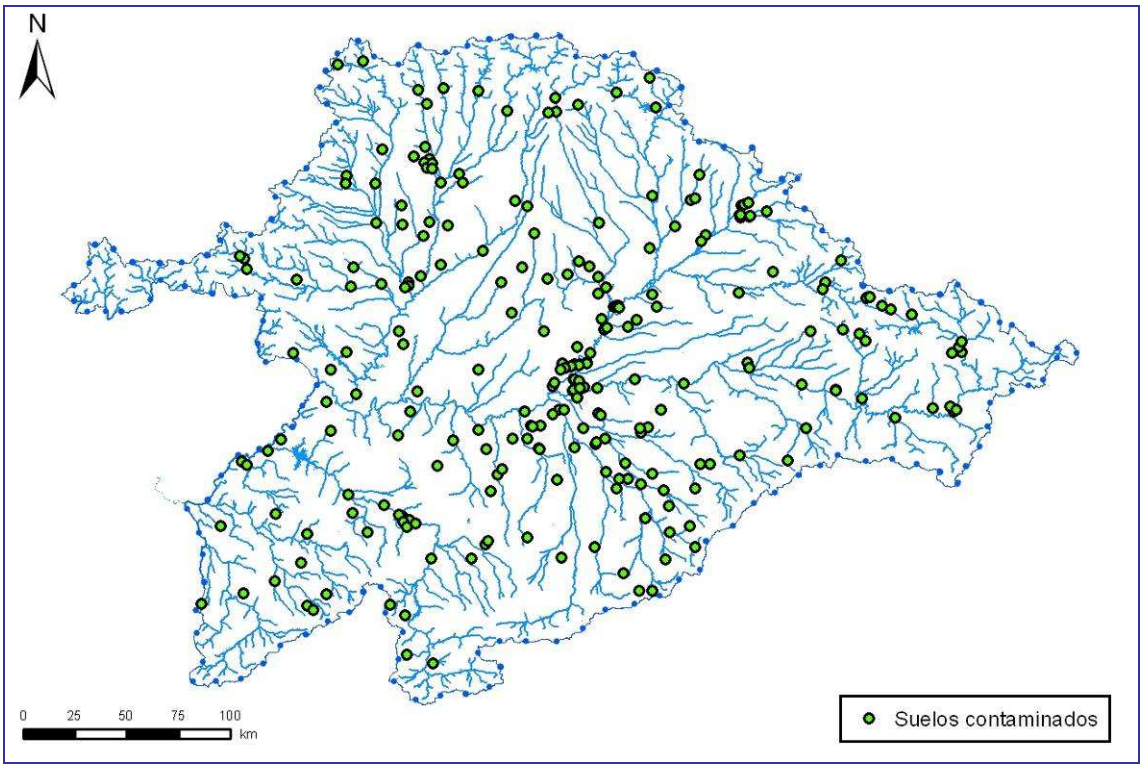

Figura 47. Principales puntos de localización de suelos contaminados. Fuente: CHD (trabajos IMPRESS 2). Fecha: Marzo 2009.

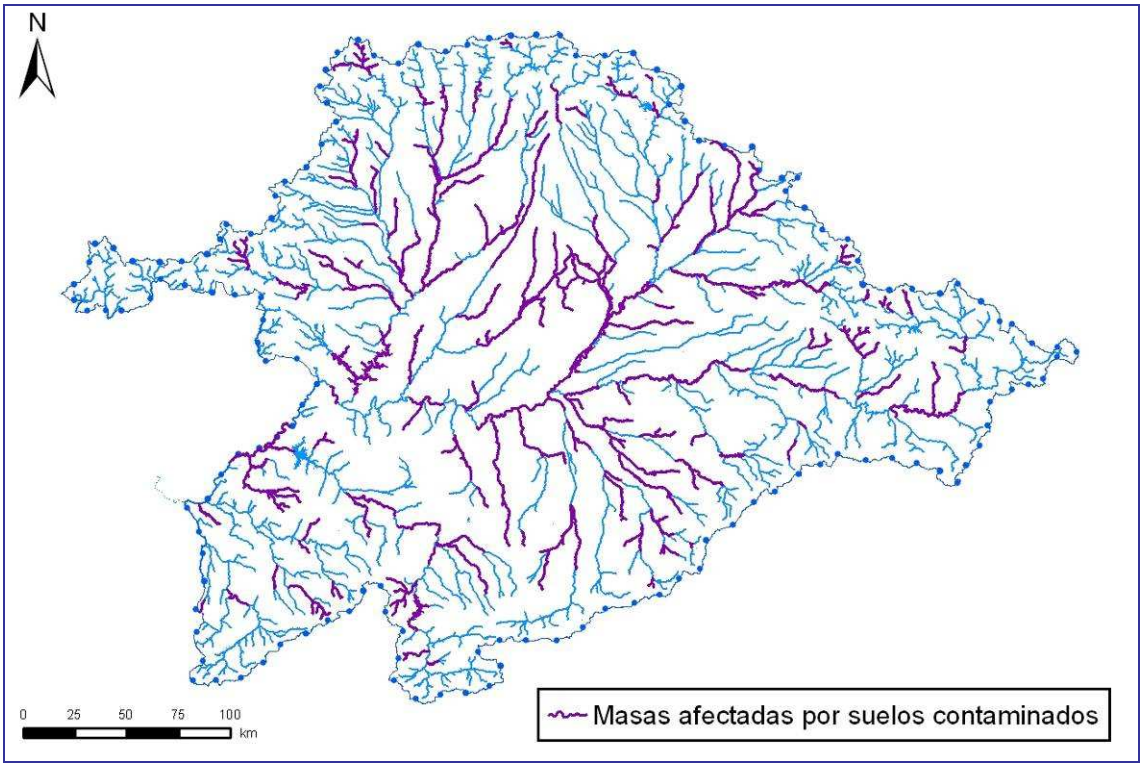

Figura 48. Masas de agua afectadas por suelos contaminados. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

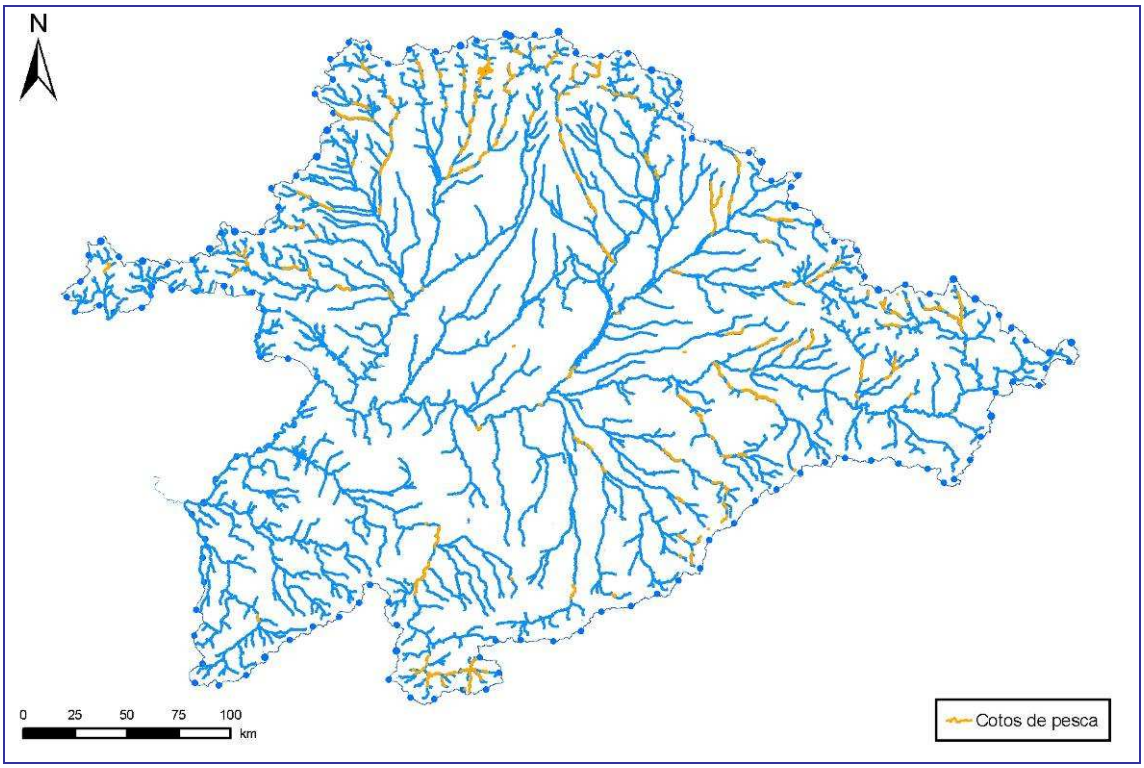

Figura 49. Cotos de pesca de los ríos de la demarcación. Fuente: JCyL. Fecha: Noviembre 2008.

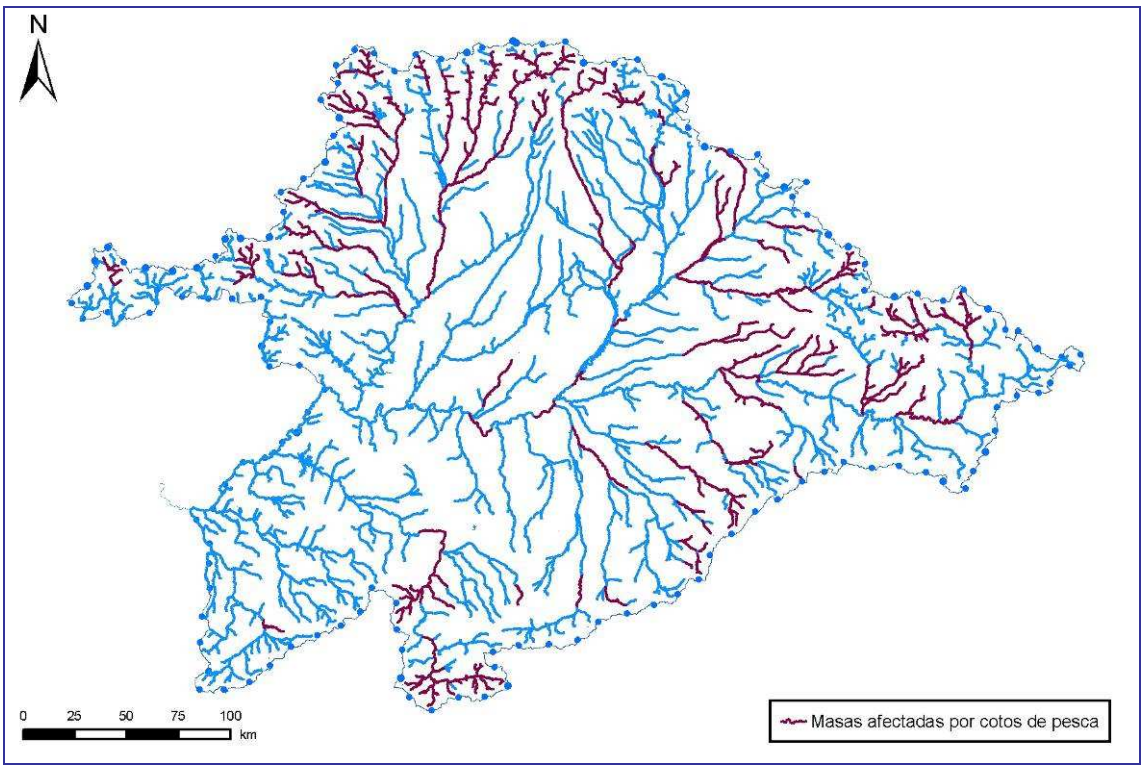

Figura 50. Masas de agua afectadas por cotos de pesca. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

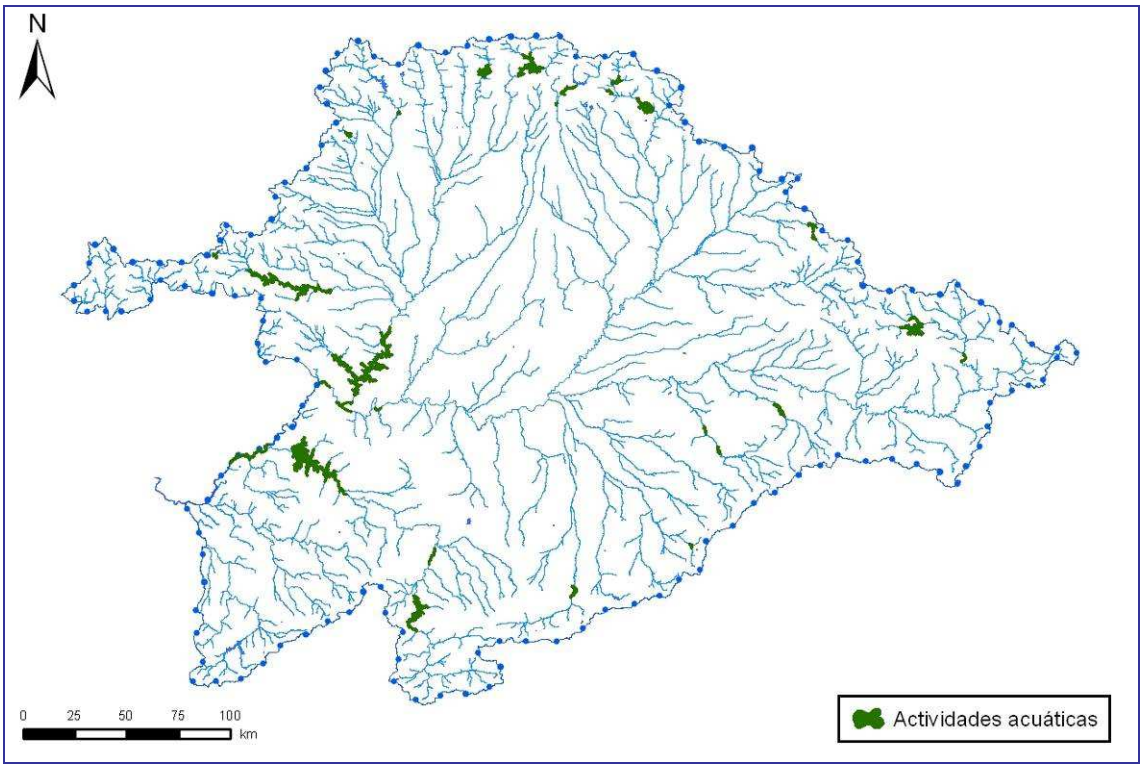

Figura 51. Actividades acuáticas. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

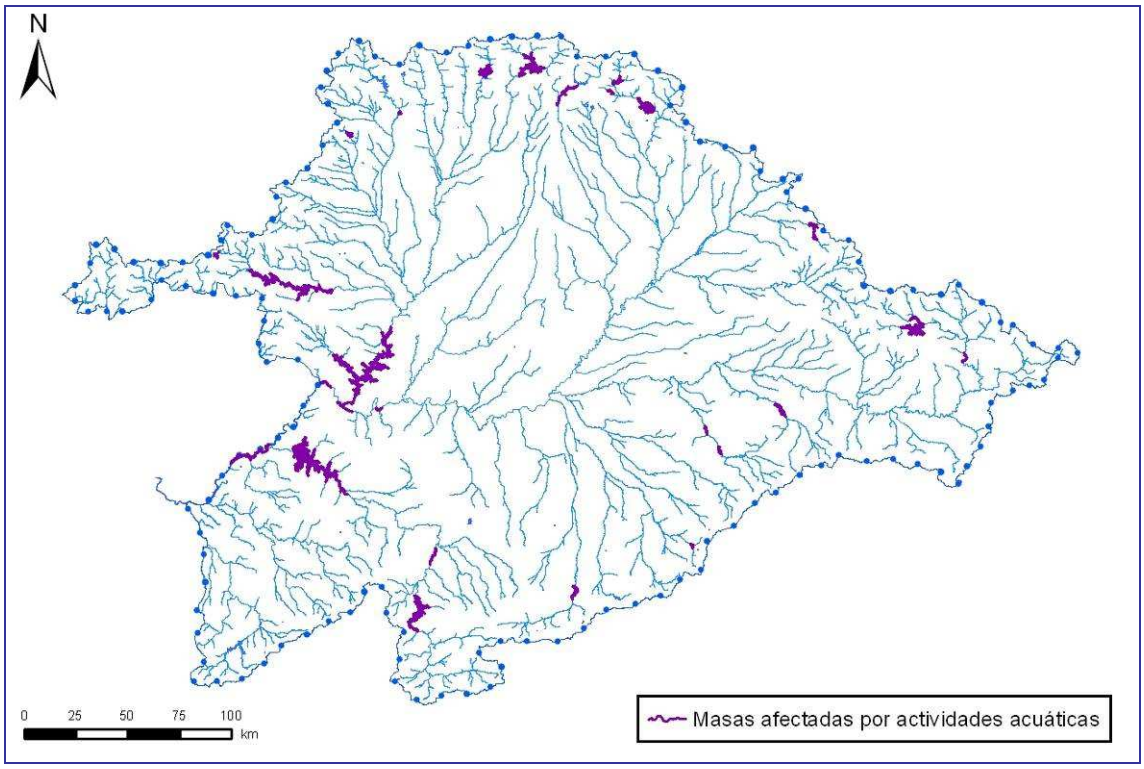

Figura 52. Masas de agua afectadas por actividades acuáticas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Noviembre 2009.

3.2.2.6. Usos del suelo

Son presiones significativas sobre las aguas superficiales, a incluir en este apartado, las debidas a los usos del suelo, en concreto, aquellas que pueden afectar al estado de las aguas superficiales. Entre ellas se incluye la necesidad de identificar las principales zonas urbanas, industriales y agrarias, zonas de erosión, zonas afectadas por incendios, zonas de extracción de áridos y otras ocupaciones de márgenes y, si procede, las pesquerías y los bosques.

En relación con los usos del suelo, se estima que unos 3,5 millones de hectáreas están cubiertas por vegetación natural, lo que supone el 44% del territorio de la cuenca española del Duero. Ello no significa que todo ese territorio esté cubierto por las formaciones vegetales climáticas de cada zona, pues la vegetación es uno de los elementos más afectados por la progresiva humanización que ha sufrido este territorio en el último siglo. Así pues, la situación actual es el resultado de la interacción entre las formaciones originales y las diversas incidencias antrópicas de las que ha sido objeto.

Los rasgos generales de ocupación del suelo en la parte española de la demarcación del Duero se completan con el mapa de usos del suelo del SIOSE que se presenta como Figura 53. Se presenta también la Tabla 20 con un resumen de los datos de ocupación del suelo en el ámbito territorial del Plan Hidrológico.

Por otra parte, por su especial relación con el medio hídrico y el ambiente fluvial, han sido estudiadas las explotaciones forestales en zona de policía (Figura 54), de las que se han inventariado un total de 2.209, 705 de estas plantaciones ocupan una superficie mayor de 5 ha.

Uso del suelo	% de la cuenca
Cultivos	45
Vegetación natural	44
Uso urbano, industrial y vías de comunicación	11

Tabla 20. Usos del suelo en la cuenca española del Duero.

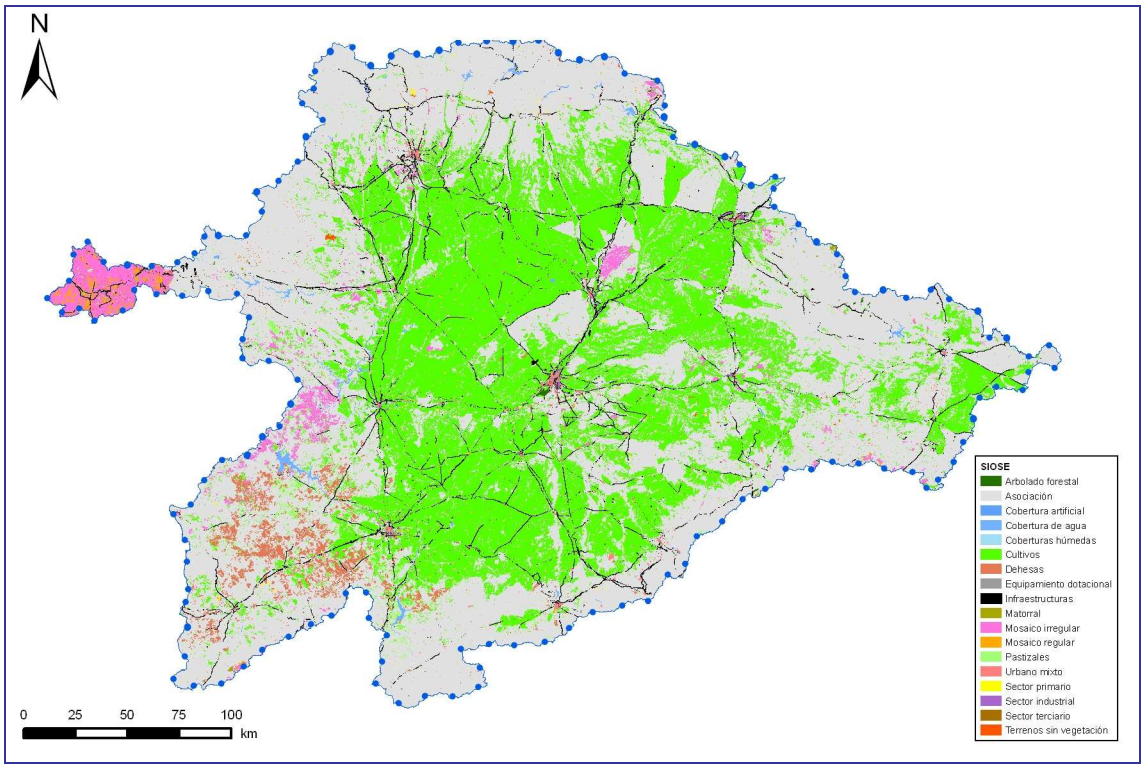

Figura 53. Mapa de usos del suelo. Fuente SIOSE. Noviembre 2010.

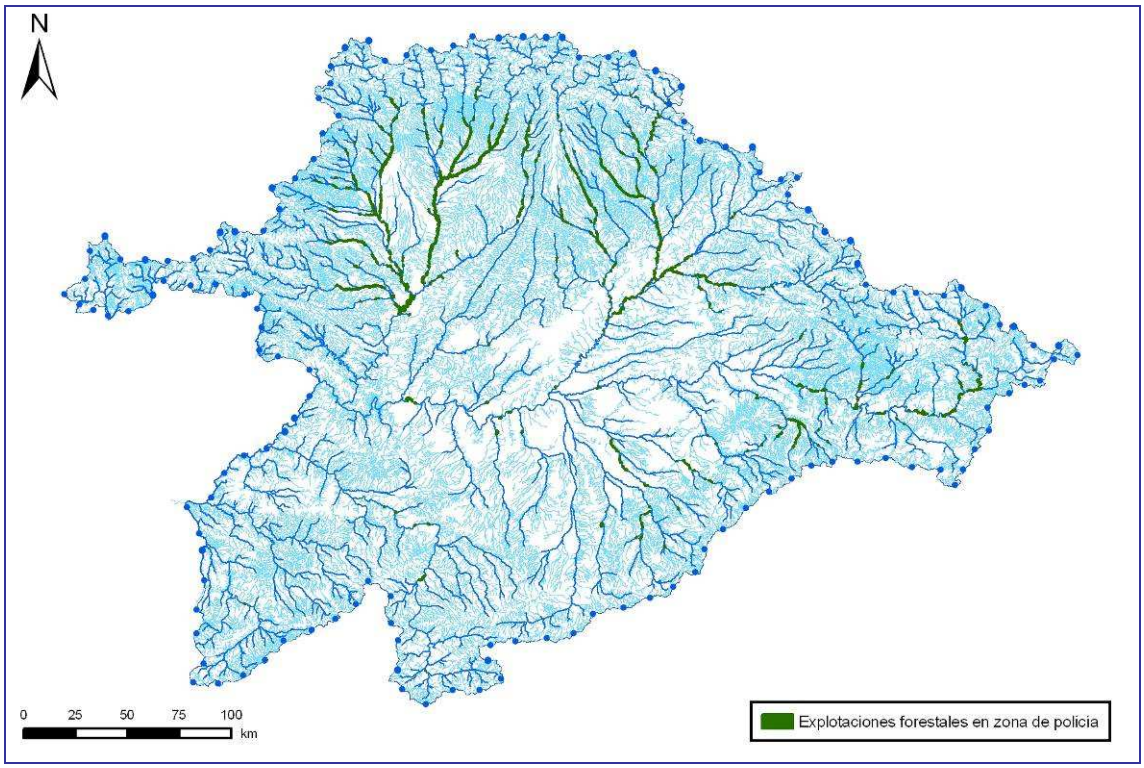

Figura 54. Localización de explotaciones forestales en zona de policía.

La Tabla 21 que se incluye seguidamente, resume esta información según las distintas categorías de masas de agua definidas en la parte española de la demarcación del Duero.

Categoría y naturaleza masas de agua	Buen Estado / Potencial 2015	Prórroga 2021		Prórroga 2027		Objetivos Menos Rigurosos		Nº Total Masas
		Total	En RN2000 y/o RNF	Total	En RN2000 y/o RNF	Total	En RN2000 y/o RNF	
Ríos naturales	250	13	7	309	158	36	18	608
Ríos muy modificados	9	0	0	29	0	1	1	38
Ríos muy modificados asimilables a lago (embalse)	25	0	0	0	0	17	15	42
Lagos naturales	12	0	0	0	0	0	0	12
Lagos muy modificados	2	0	0	0	0	0	0	2
Artificial asimilable a lago	2	0	0	3	0	0	0	5
Artificial asimilable a río	3	0	0	0	0	0	0	3

Tabla 21. Resumen de los objetivos medioambientales y exenciones de las masas de agua.

Para la evaluación del estado o potencial ecológico se ha empleado una metodología que se explicada en el capítulo 8 de la Memoria del Plan Hidrológico. Se han utilizado los datos analíticos obtenidos de la explotación de los programas de seguimiento puestos en marcha por la CHD, los cuales se han explicado en el apartado 6.3 de la Memoria. Esta información se completa con datos de estudios específicos dirigidos a establecer una imagen inicial de la cuenca en el momento de redactar el Plan Hidrológico.

3.2.3. Presiones sobre las masas de agua subterránea

Se han indicado las presiones antropogénicas significativas a que están expuestas las masas de agua subterránea en la demarcación hidrográfica del Duero, entre las que se cuentan las fuentes de contaminación puntual, las fuentes de contaminación difusa, la extracción del agua y la recarga artificial.

3.2.3.1. Fuentes de contaminación puntual en aguas subterráneas.

Para abordar el inventario de fuentes de contaminación puntual que pueden afectar a las masas de agua subterránea del Duero español, se ha trabajado en identificar los focos de presión que explícitamente señala el apartado 3.2.3.2 de la IPH. El resultado de este trabajo se resume en el mapa que se presenta como Figura 55.

De acuerdo con el apartado 3.2.3.2 de la IPH, las fuentes de contaminación puntual consideradas en el inventario de presiones, son:

a) 28 casos de filtraciones de vertederos e instalaciones para la eliminación de residuos de superficie mayor de 1 ha y que se encuentran situados a una distancia inferior a 1 kilómetro de la masa de agua superficial más próxima, de los cuales 18 son de residuos peligrosos y el resto de no peligrosos o inertes, de acuerdo con la clasificación del artículo 4 del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

b) 655 casos de posibles filtraciones asociadas con almacenamiento de productos derivados del petróleo; básicamente se trata de gasolineras.

c) 1 caso de vertido de aguas de achique de minas con un volumen superior a 100.000 m^3/año y de pozos de mina abandonados.

d) 779 casos de vertidos sobre el terreno.

El número de fuentes puntuales relevantes en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero, que ponen en riesgo la consecución del buen estado en las masas de agua subterráneas es de 1463.

En el inventario de presiones la situación de cada fuente de contaminación puntual se ha señalado mediante puntos que indican las coordenadas. Los vertederos se han representado mediante un polígono o línea, añadiendo las coordenadas geográficas de tantos vértices como sean necesarios para su adecuada delimitación.

Se han señalado, aquellas instalaciones en las que se desarrollen actividades industriales para las que resulta de aplicación la Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación.

La metodología y criterios utilizados para identificar estas fuentes de contaminación puntual relevantes sobre las masas de agua subterránea han sido similares a las del caso de las aguas superficiales, ya que el esfuerzo ha ido en la recopilación de información de distintas fuentes.

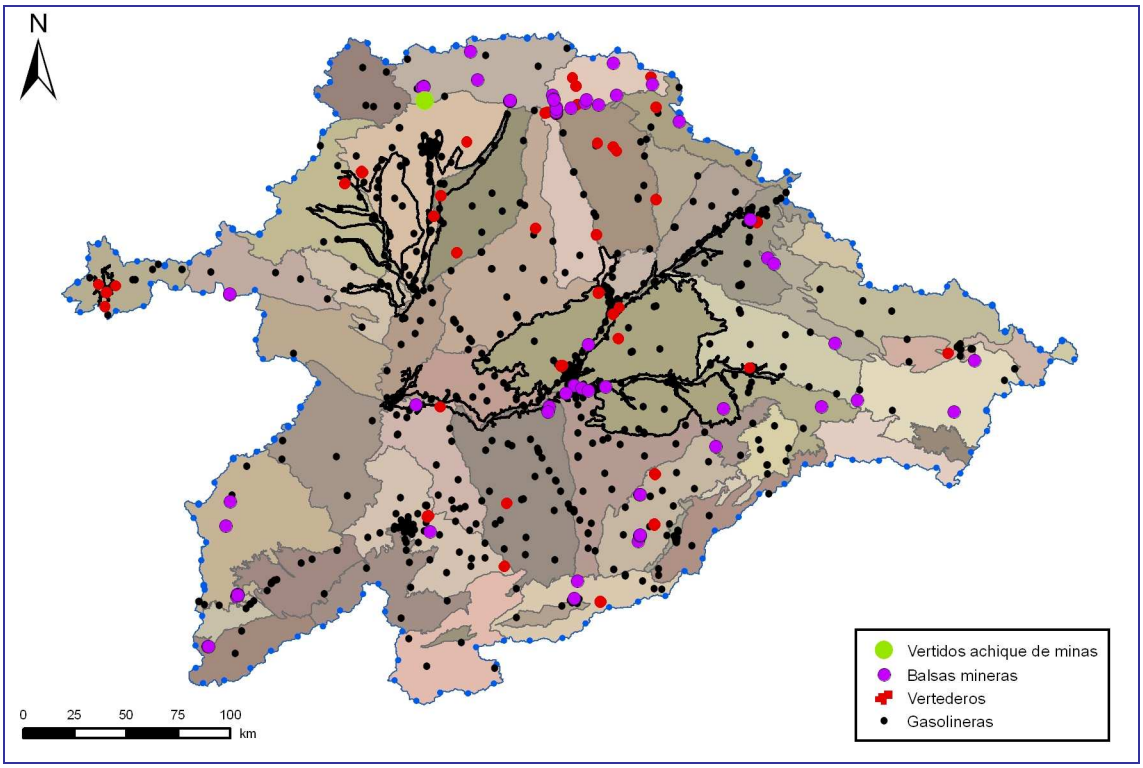

Figura 55. Principales presiones de origen puntual sobre las masas de agua subterránea. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

La evaluación del estado químico de una masa o grupo de masas de agua subterránea se realiza de forma global para toda la masa con los indicadores calculados a partir de los valores de concentraciones de contaminantes y conductividad obtenidos en los puntos de control.

Para evaluar el estado químico de una masa o de un grupo de masas de agua subterránea se utilizan las normas de calidad siguientes:

a) Nitratos: 50 mg/l NO_3^-.

b) Sustancias activas de los plaguicidas, incluidos los metabolitos y los productos de degradación y reacción que sean pertinentes: 0,1 µg/l (referido a cada sustancia) y 0,5 µg/l (referido a la suma de todos los plaguicidas detectados y cuantificados en el procedimiento de seguimiento).

Además, se utilizan los valores umbral establecidos para los contaminantes, grupos de contaminantes e indicadores de contaminación que se hayan identificado para clasificar las masas de agua subterránea y que se refieren a las sustancias, iones o indicadores presentes de forma natural o como resultado de actividades humanas (arsénico, cadmio, plomo, mercurio, amonio, cloruro y sulfato), sustancias sintéticas artificiales (tricloroetileno y tetracloroetileno) y parámetros indicativos de salinización u otras intrusiones (conductividad, cloruros o sulfatos).

3.2.3.2. Fuentes de contaminación difusa en aguas subterráneas.

Siguiendo el apartado 3.2.1.3 de la IPH se identifican las fuentes de contaminación difusa que pueden afectar al estado de las masas de agua subterránea de la cuenca española del Duero. Básicamente, se trata de fuentes agropecuarias y de otras fuentes derivadas de los usos del suelo. Si bien, las fuentes de contaminación difusa consideradas en el inventario de presiones, son:

a) 3.293.546 ha de práctica de actividades agrícolas (con uso de fertilizantes y pesticidas), representando un 42% de la superficie de la Demarcación hidrográfica. Concretamente, un 35% de la Demarcación corresponde a zonas de secano y un 7% a zonas de regadío.

b) 2.115.878 unidades ganaderas mayores, según el censo agrario de 1999, de las cuales, un 36% corresponde a bovino, un 20,1% a ovino, 0,6% a caprino, 34,3% a porcino y 8,9% a avícola. La superficie ocupada por la práctica de actividades ganaderas es de 6.802.818 ha en la Demarcación Hidrográfica.

c) El número de vertidos de núcleos urbanos sin red de saneamiento es de 1481, de un total de 4143 vertidos urbanos.

d) El uso de suelo urbano o recreativo supone 102.285 ha (1,29% de la superficie de la demarcación), ocupando 101.460 ha correspondientes a zonas de recarga natural que suponen alteraciones de dicha de la misma (desviación de las aguas pluviales y de la escorrentía mediante impermeabilización del suelo, alimentación artificial, embalsado o drenaje, etc.), así como 825 ha de zonas recreativas.

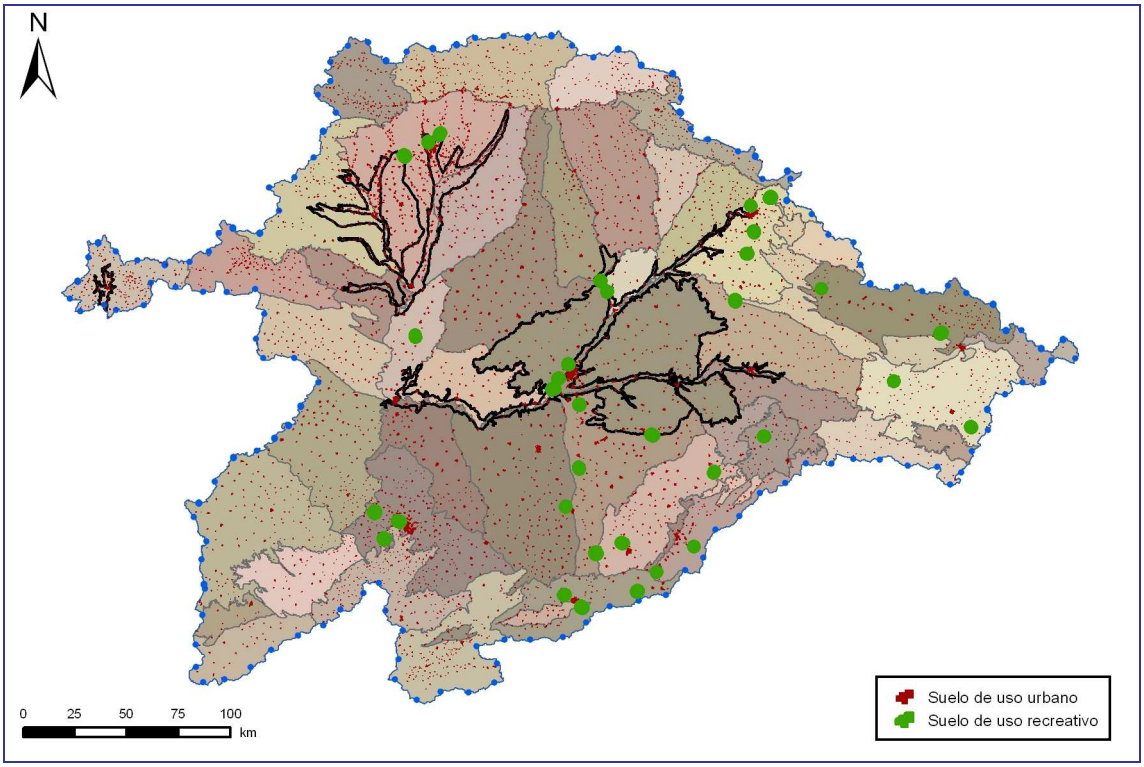

Figura 56. Principales presiones de origen difuso por usos del suelo urbano y recreativo. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

En el inventario de presiones, para cada una de estas fuentes se ha indicado el área afectada y se ha representado su localización aproximada mediante polígonos, según se muestra en el mapa.

Respecto a las presiones por práctica de actividades agropecuarias, la carga contaminante emitida al medio en aguas subterráneas se analiza en las tablas y figuras siguientes.

Cultivos secano	Dosis N (t)	Dosis P (t)	Dosis K (t)
Cebada	97.957	64.216	64.216
Barbecho	0	0	0
Trigo	46.470	33.763	17.143
Girasol	2.564	2.051	1.709
Avena	7.249	5.178	2.589
Centeno	3.889	2.789	1.394
Viñedo	829	571	567
Alfalfa	0	1.622	405

Cultivos secano	Dosis N (t)	Dosis P (t)	Dosis K (t)
Veza	683	683	342
Otros	4.047	2.798	2.308
TOTAL SECANO	**163.688**	**113.671**	**90.675**
Cultivos regadío	**Dosis N (t)**	**Dosis P (t)**	**Dosis K (t)**
Maíz	37.780	14.694	13.294
Cebada	10.929	6.903	4.027
Remolacha	6.302	3.066	4.803
Barbecho	0	0	0
Girasol	390	187	109
Trigo	5.120	3.258	1.629
Patatas	1.952	1.079	1.558
Alfalfa	154	1.232	616
Hortalizas	2.083	947	938
Maíz forr.	603	226	151
Avena	1.013	640	373
Judías	66	54	24
Otros	7.509	3.672	3.132
TOTAL REGADÍO	**73.900**	**35.958**	**30.653**
TOTAL CULTIVOS	**237.588**	**149.629**	**121.328**

Tabla 22. Dosis de elementos fertilizantes en los cultivos de secano y regadío en la parte española de la DHD.

En las siguientes figuras pueden apreciarse cómo se distribuyen territorialmente las presiones brutas derivadas de la fertilización de los cultivos, tanto de secano como de regadío, así como para el total del sector agrícola. En concreto, para ilustrar este aspecto se han dispuesto únicamente la información de fertilizantes nitrogenados. En este sentido cabe indicar que la distribución espacial de las presiones del resto de fertilizantes sigue un patrón similar al expuesto para el nitrógeno.

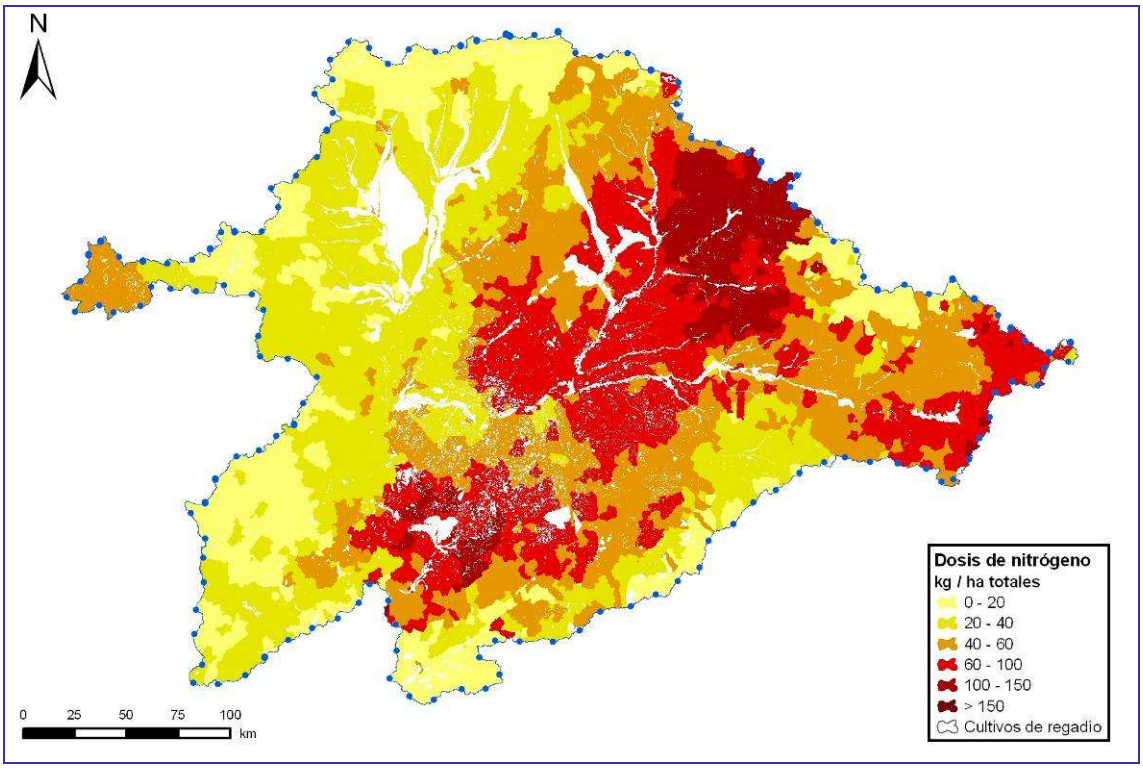

Figura 57. Distribución espacial de las dosis de N en secano. Fuente: MARM (Hojas 1T). Fecha: 2001.

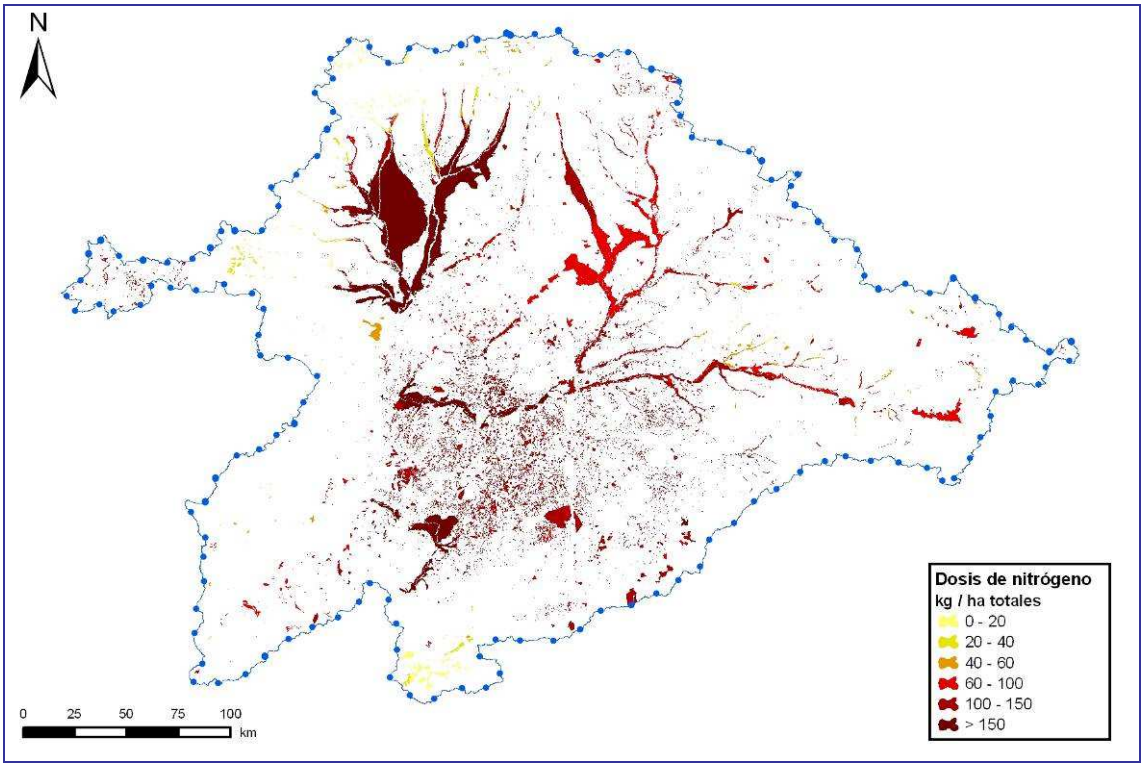

Figura 58. Distribución espacial de las dosis de N en regadío. Fuente: CHD – MARM. Fecha: Noviembre 2009.

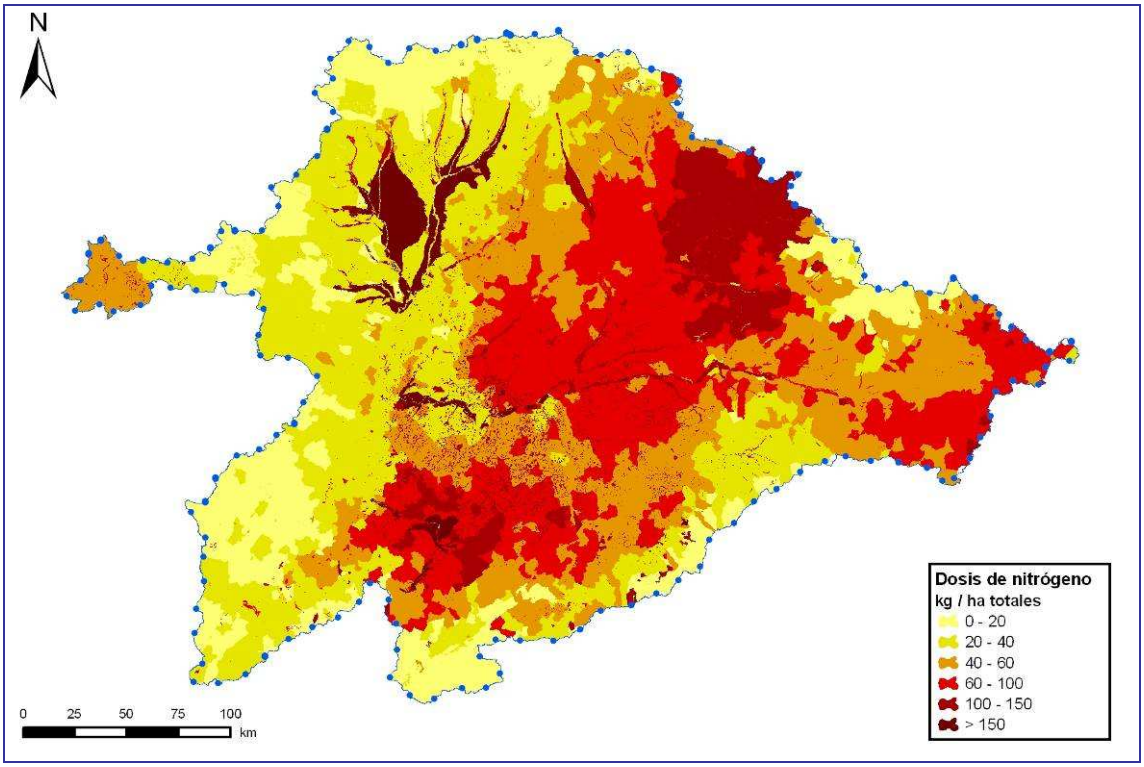

Figura 59. Distribución espacial de las dosis de N total en la agricultura. Fuente: CHD – MARM. Fecha: Noviembre 2009.

Las presiones potenciales unitarias sobre el agua derivadas de la ganadería están reflejadas en ratios promedio de uso de agua y de emisión de contaminantes por cabeza de ganado, tal y como se expone en la siguiente tabla:

Indicador	Bovino	Ovino/Caprino	Porcino	Aves
Consumo agua (m^3/cabeza y año)	17,3	2	2,8	0,08
Carga de N (kg/cabeza y año)	52,1	9,5	10,39	0,6
Carga de P (kg/cabeza y año)	16,05	2,82	1,01	0,22
Carga de Materia orgánica (kg/cabeza y año)	657	77,29	54,75	2,19
Carga de Materia en suspensión (kg/cabeza y año)	1204	141,71	82,13	9,86

Tabla 23. Presiones unitarias potenciales de referencia por tipo de ganado. (Fuente: (1) School of Engineering of Guelph; (2) MIAM (2001): "Caracterización de las Fuentes Agrarias de Contaminación de las Aguas por nitratos", (3) Grupo Wateco, Febrero 2004 y (4) Instrucción de Planificación Hidrológica)

Considerando las dotaciones de agua para cada tipo de cabeza de ganado, las demandas de agua en la ganadería se pueden estimar en 24,44 hm^3 anuales para el conjunto de la parte española de la DHD. Esta misma actividad económica genera en términos brutos un volumen de 93.301 t de nitrógeno (N), 25.924 t de fósforo (P), 841.320 t de materia orgánica (MO) y 1.625.800 t de materiales en suspensión (MS) cada año en concepto de residuos.

El reparto de estas presiones sobre el territorio de la parte española de la DHD puede apreciarse en las siguientes figuras:

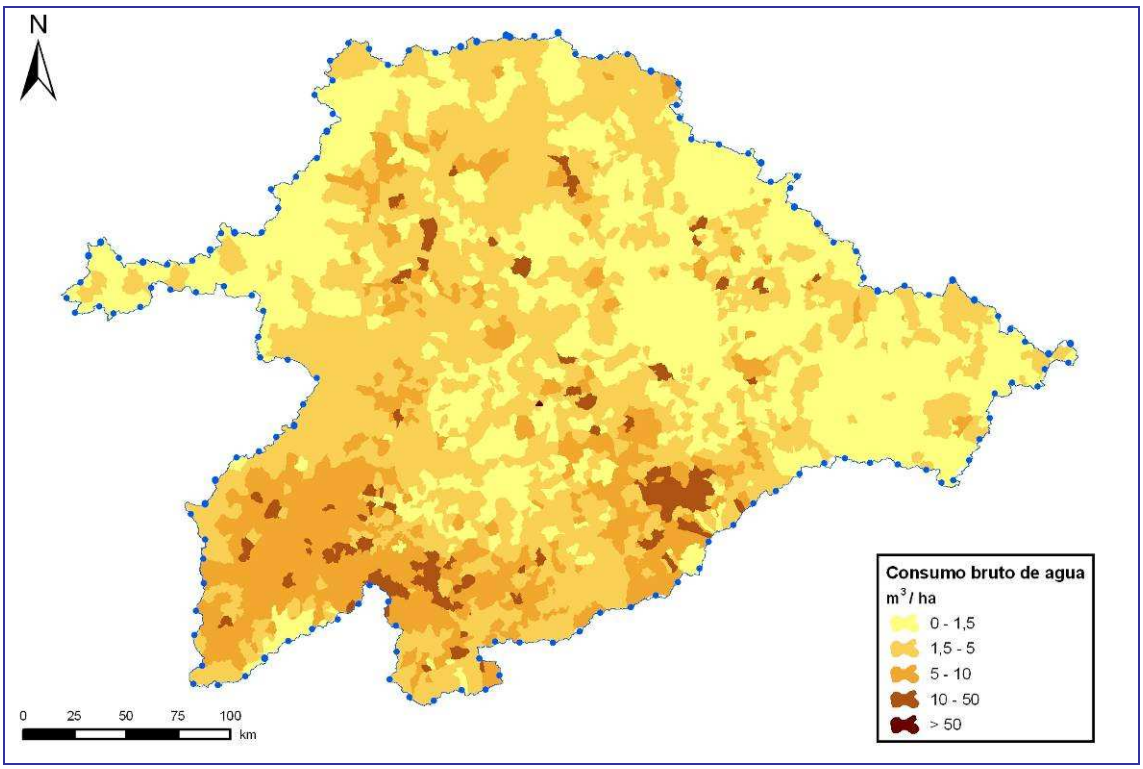

Figura 60. Consumo bruto de agua por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 e Instrucción de Planificación Hidrológica. Fecha: 1999.

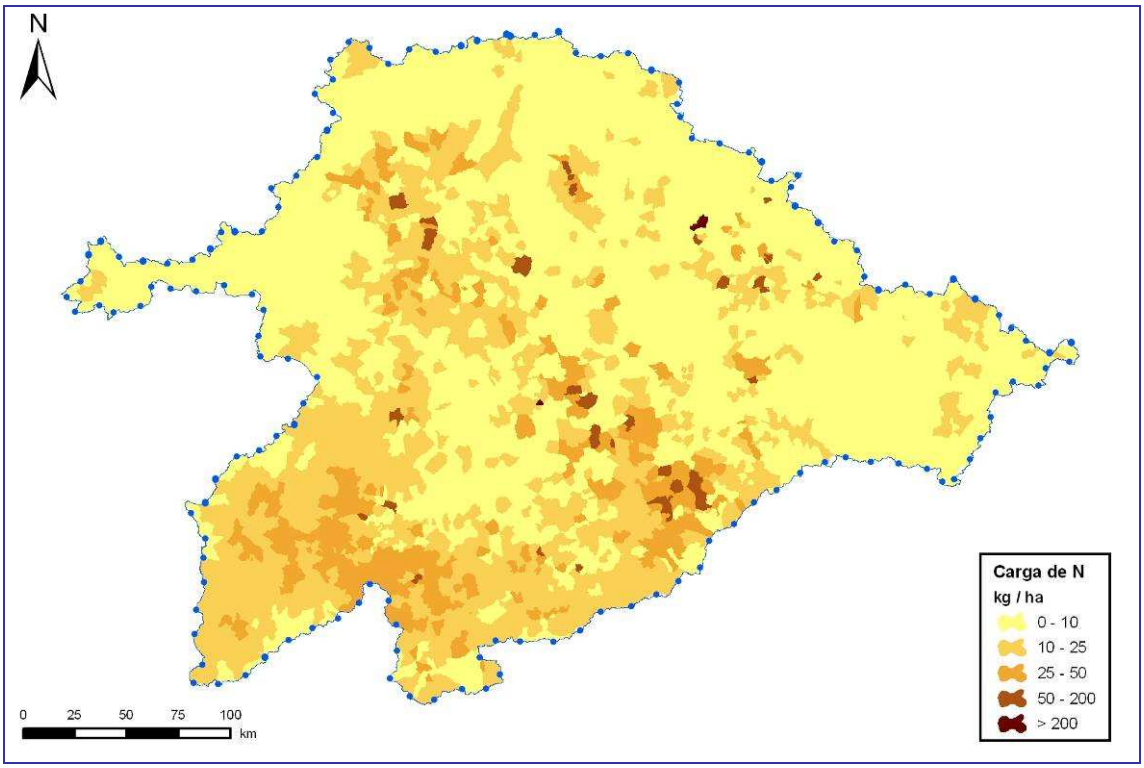

Figura 61. Carga de nitrógeno por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999.

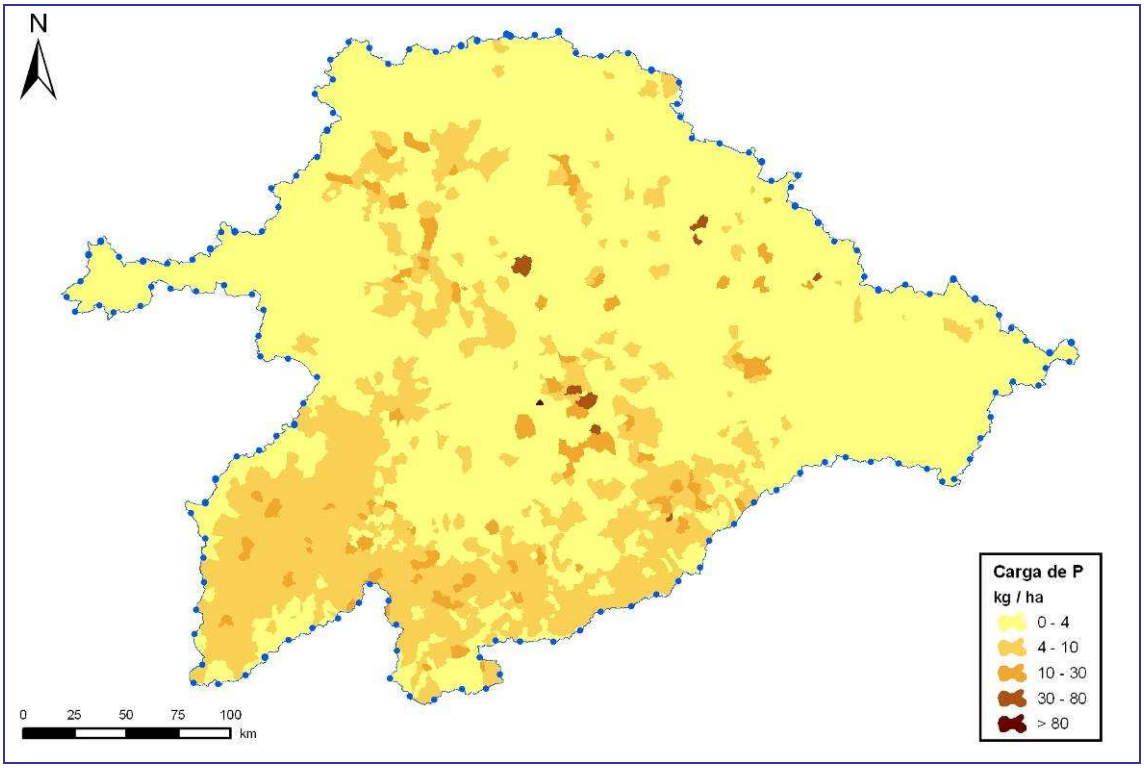

Figura 62. Carga de fósforo por la actividad ganadera Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999.

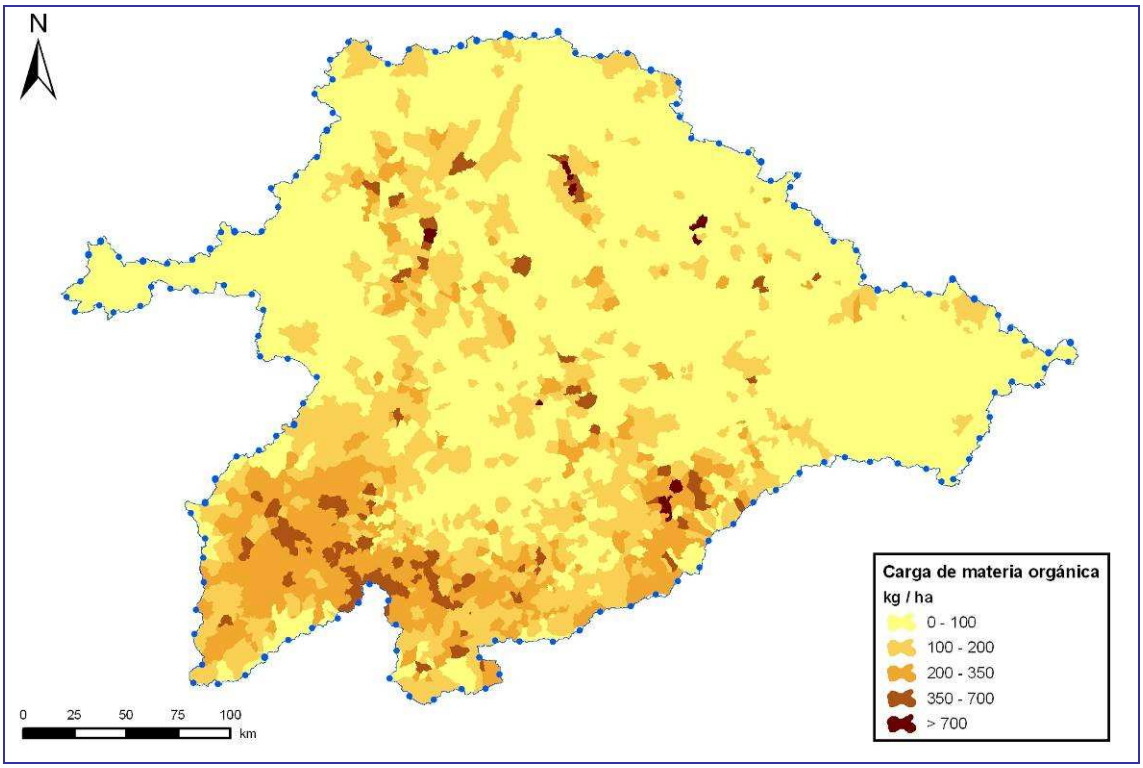

Figura 63. Carga de materia orgánica por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999.

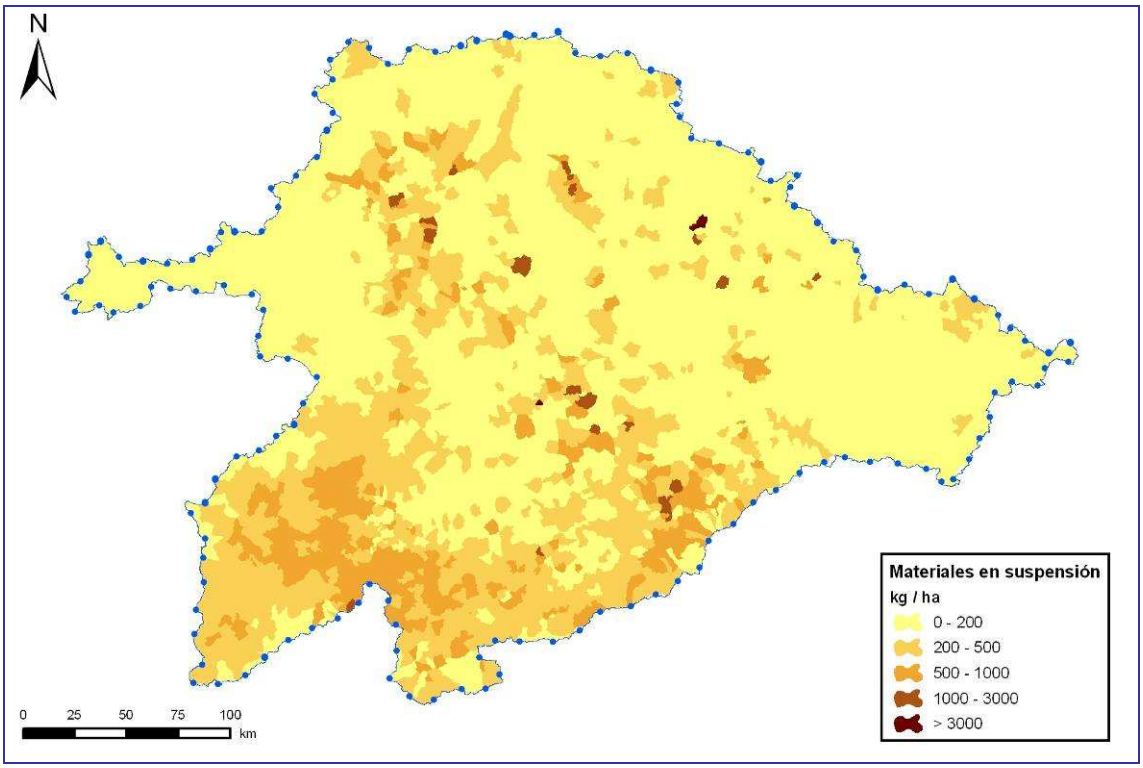

Figura 64. Carga de materia en suspensión por la actividad ganadera. Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23. Fecha: 1999.

Asimismo, en la tabla siguiente pueden apreciarse los valores de las presiones sobre las masas de agua estimados por sistema de explotación, así como su descomposición por tipo de ganado.

		BOVINO	OVINO	CAPRINO	PORCINO	AVES	TOTAL
TOTAL DHD	UGM	755.279	423.634	12188	723.934	188.434	2.103.469
	Consumo (.000 m^3/año)	13.066	5.648	163	4.054	1.507	24.439
	N (t/año)	39.350	26.830	772	15.043	11.306	93.301
	P (t/año)	12.122	7.964	229	1.462	4.146	25.924
	MO (t/año)	496.218	218.285	6.280	79.271	41.267	841.320
	MS (t/año)	909.355	400.221	11.514	118.913	185.796	1.625.800

Tabla 24. Presiones potenciales (brutas) de referencia de la actividad ganadera por tipo de ganado (Año Base 2004). (Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agrario 1999 y fuentes de la Tabla 23)

De estos datos se deduce cómo existe una relación entre los requerimientos de agua de la actividad ganadera, la generación de sustancias contaminantes, y las pautas de especialización productiva por sistema de explotación. Así, en los sistemas de explotación donde existe una mayor carga ganadera, como por ejemplo el Adaja-Cega, Tormes, Águeda y Esla-Valderaduey, son las zonas en que se producen las mayores presiones sobre el medio hídrico.

En todo caso, debe comentarse que estas cargas contaminantes tienen un impacto real sobre los ecosistemas muy variable, debido a la confluencia de diferentes factores, pero en especial la forma de tratamiento de los residuos ganaderos por parte de las explotaciones. Así, en las explotaciones extensivas, caracterizadas por su gran base territorial (p.ej. el vacuno y porcino en el Tormes y Águeda), estos residuos son en su mayor parte absorbidos por el ecosistema que les sirve de sustento, sin que apenas generen impacto real sobre las masas de agua. Caso bien distinto lo constituyen las explotaciones intensivas (p.ej. el porcino en Adaja-Cega o en Bajo Duero), donde los problemas de contaminación pueden ser puntualmente severos, ya que las emisiones pueden saturar la capacidad de retención de los suelos sobre los que se asientan.

No obstante, este potencial impacto depende del adecuado manejo y gestión de los residuos (control de balsas, correcta aplicación sobre suelos agrícolas,...). Por los motivos apuntados, los resultados obtenidos sobre emisiones brutas (presión) deben tomarse con cautela, en la medida en que no existe una relación lineal de éstas con el impacto real que ejercen sobre las masas de agua.

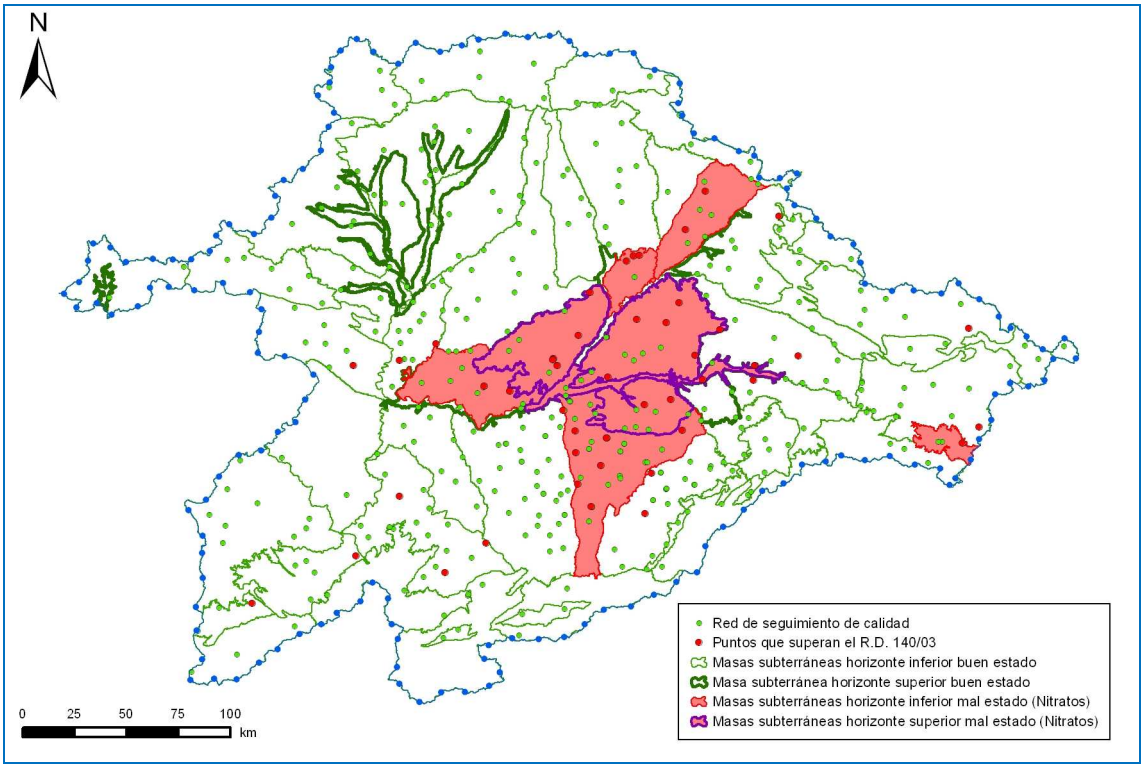

Figura 65. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de nitratos. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Diciembre 2011.

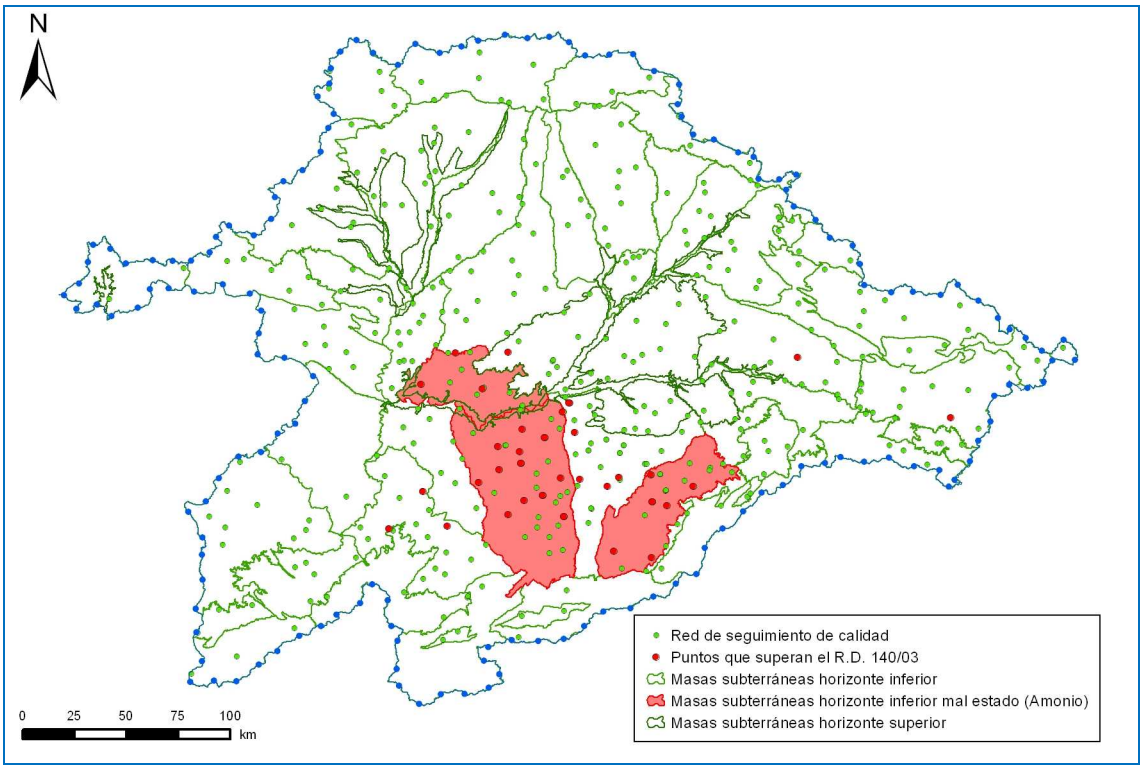

Figura 66. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de amonio. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Diciembre 2011.

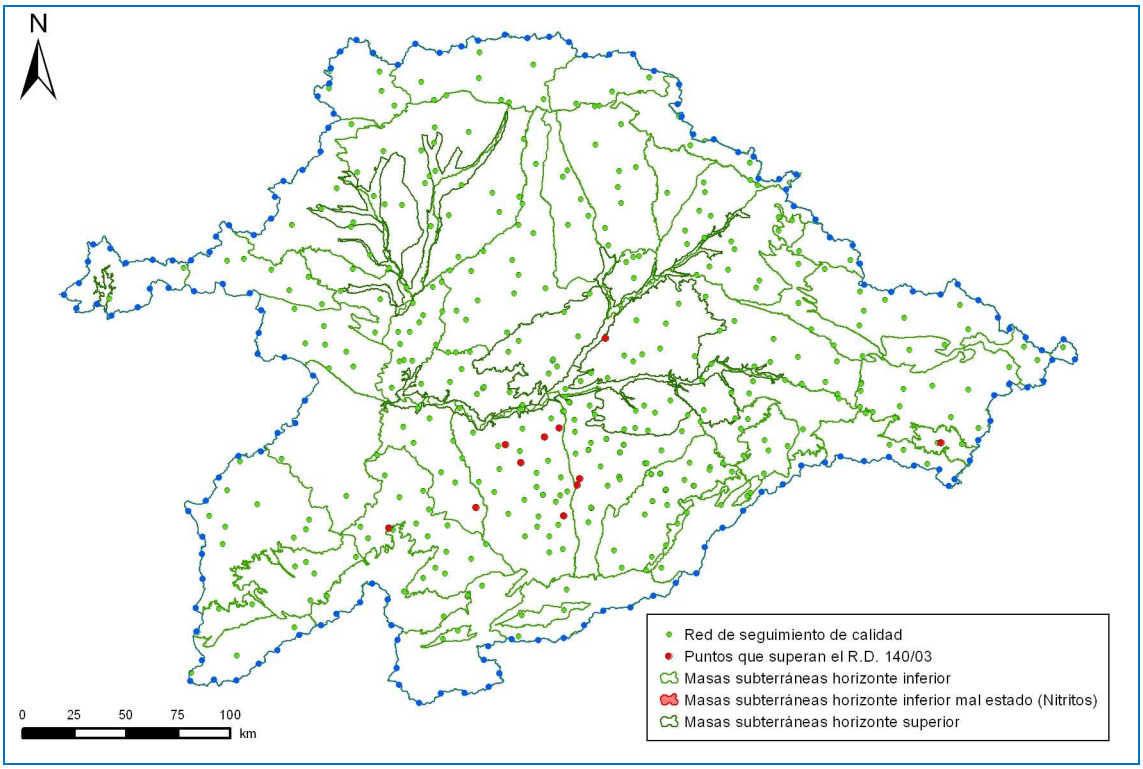

Figura 67. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de nitritos. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Diciembre 2011.

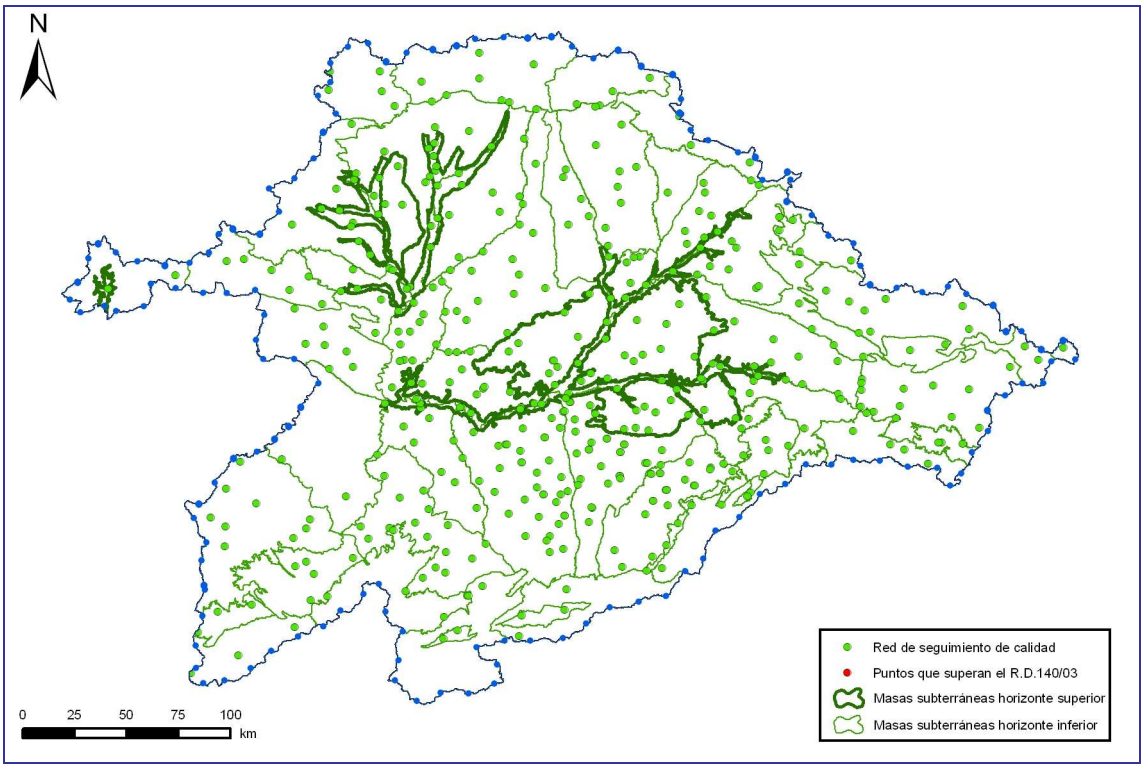

Figura 68. Masas de agua subterránea en mal estado por presencia de pesticidas. Fuente: Elaboración propia. Fecha: Enero 2010.

Las fuentes de información utilizadas para la identificación de este tipo de presión son muy diversas. Entre ellas están el Censo Ganadero de 1999, publicado por el INE, las hojas 1T del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, el Plan Nacional de Regadíos, la información concesional de usos del agua mantenida en la Confederación Hidrográfica del Duero, los datos proporcionados por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, los datos de uso del suelo extraídos del SIOSE, y la información obtenida mediante teledetección cartográfica.

Fuertemente vinculado con lo anterior, en el ámbito territorial del Duero hay varias masas de agua subterránea sobre las que hay declaradas zonas vulnerables y que están afectadas por contaminación difusa, por lo que el objetivo de proteger dichas masas de agua contra la contaminación difusa no cumple de momento, a pesar de los esfuerzos realizados, con el fin perseguido.

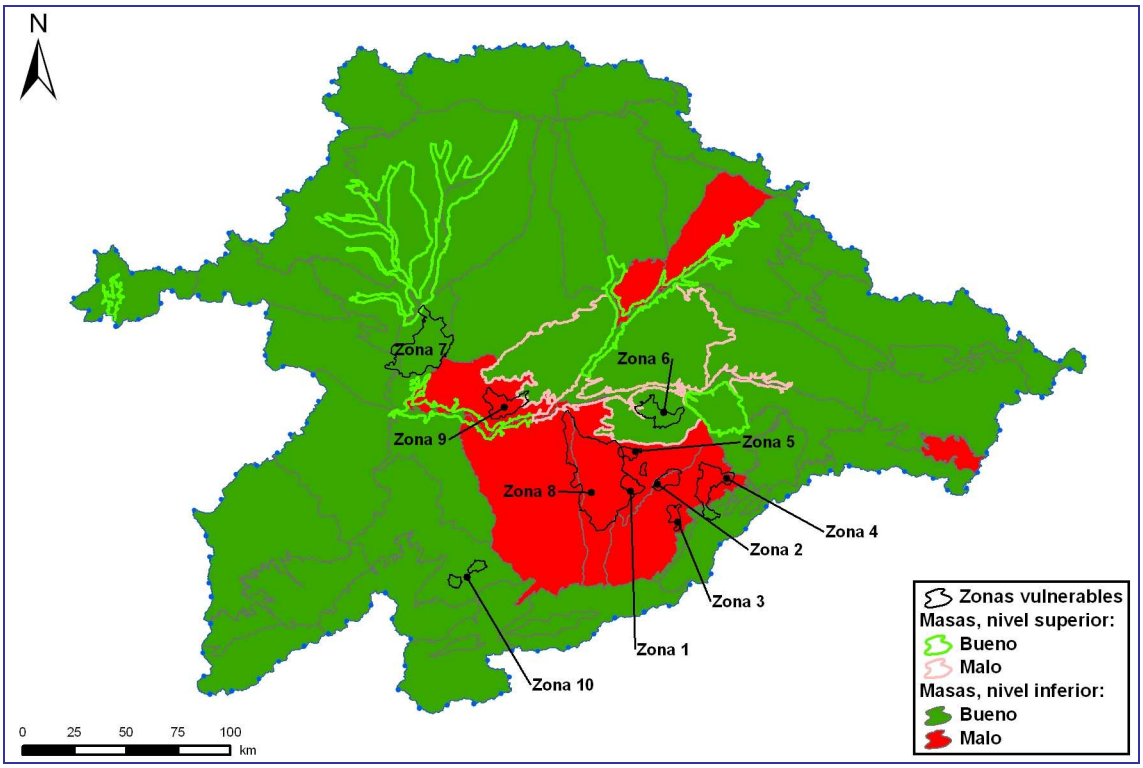

Figura 69. Mapa de estado de las masas de agua subterránea sobre las que hay declaradas zonas vulnerables a la contaminación por nitratos (año 2011).

3.2.3.3. Extracción de agua en aguas subterráneas.

Los archivos de la Confederación Hidrográfica del Duero sobre derechos de uso de las aguas subterráneas tienen documentadas, en noviembre de 2009, un total de 66.729 captaciones (pozos y sondeos) para la extracción directa del recurso subterráneo dentro del ámbito territorial del PHD.

La estimación de las cifras indicadas se ha realizado a partir de los datos mecanizados por la Confederación Hidrográfica del Duero y el MARM en el marco del programa Alberca. Las cifras de volúmenes de agua están referidas a derechos otorgados y no a extracción medida, cuestión de difícil estimación con la información actualmente disponible.

En consecuencia, no se dispone de información directa sobre los volúmenes extraídos. Sin embargo, estos valores han podido ser estimados por procedimientos indirectos. Así, en cifras globales, puede considerarse que la extracción de agua subterránea en la cuenca española del Duero se puede aproximar a los 1.000 hm^3/año, con el desglose que se presenta en la Tabla 30.

Número de puntos de extracción	Tipo Extracción	Volumen Anual Extraído	Unidad Volumen	Año Volumen
10750	3.1 Extracción - Agricultura	992,76	1000000m³	2011
4463	3.2 Extracción - Suministro Público del Agua	69.29	1000000m³	2009
23	3.5 Extracción – Otras	5,97	1000000m³	2009

Tabla 25. Alberca 2011. Extracciones de agua subterránea.

En el inventario de presiones se han identificado las extracciones de agua subterránea siguientes:

a) 10.750 captaciones para usos agrarios con una extracción mínima de 20.000 m^3/año, con una detracción de 826,607 hm3, siendo el volumen total anual de la demarcación extraído de 992,76 hm^3.

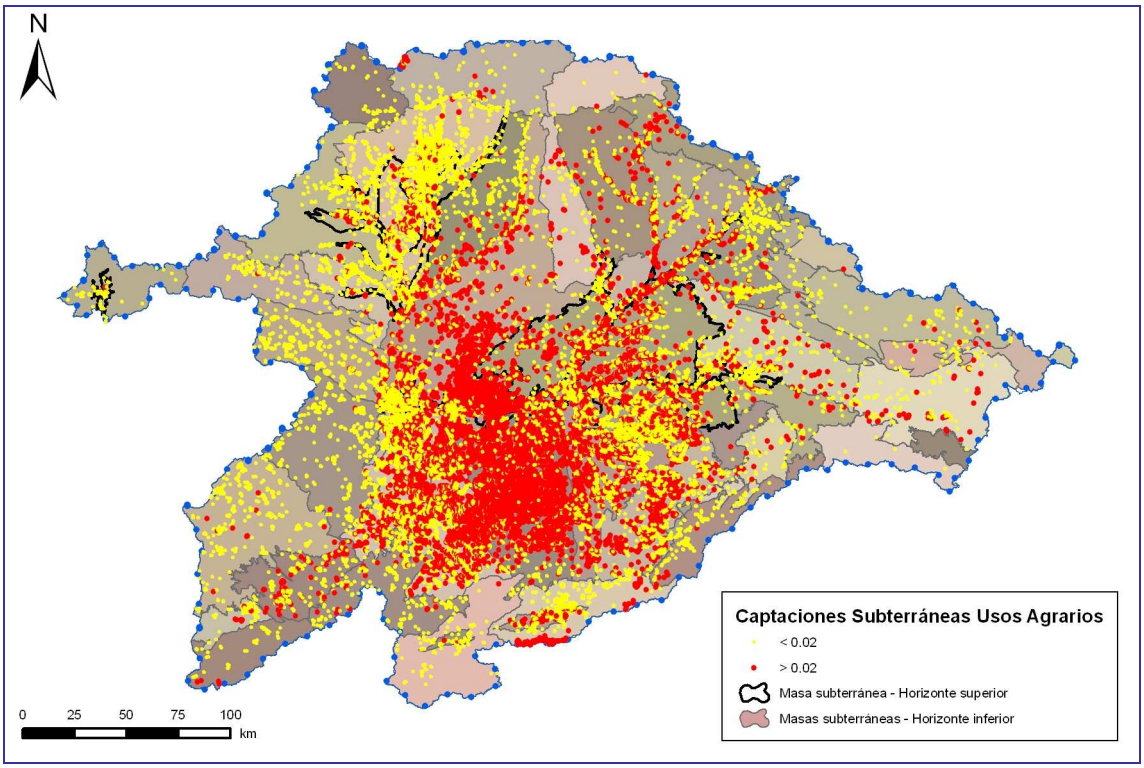

Figura 70. Presiones por extracción de agua para usos agrarios. Fuente: BD de ALBERCA. Fecha: 2011.

b) 4463 captaciones para abastecimiento de población con un suministro promedio diario superior a 10 m^3 o que abastezcan a más de 50 personas. El volumen total anual extraído para esta categoría de extracción es de 69,29 hm^3.

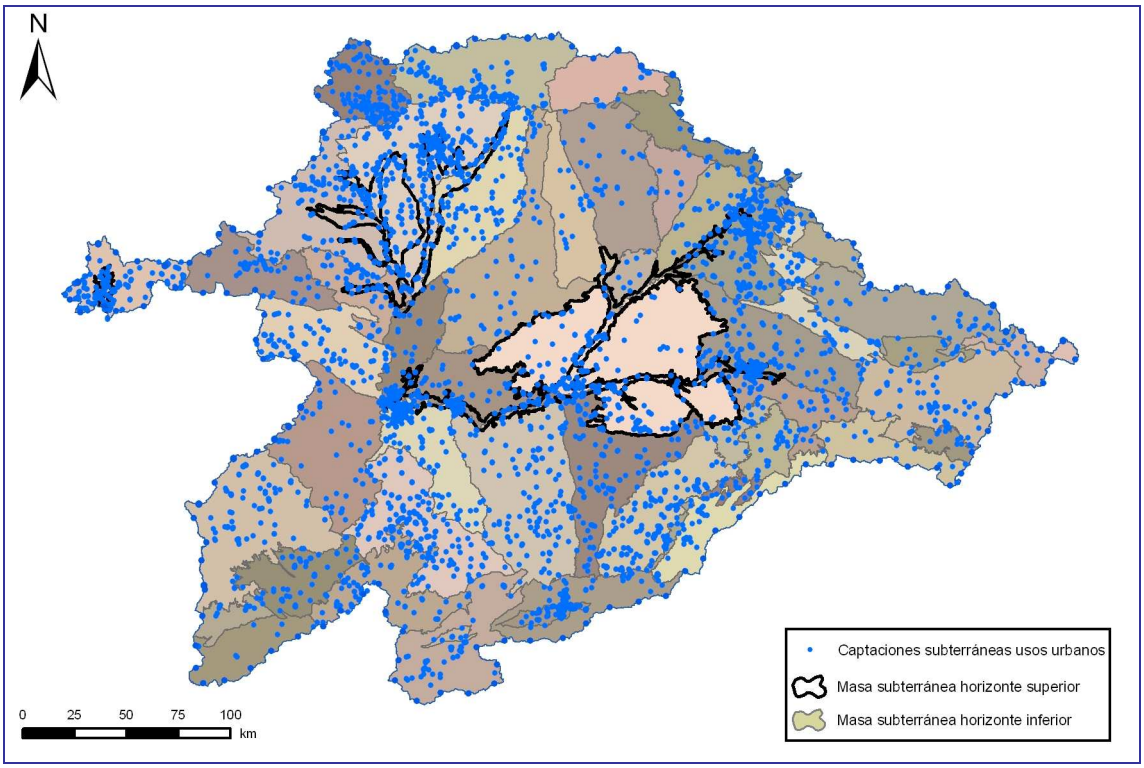

Figura 71. Presiones por extracción de agua para usos urbanos. Fuente: BD de ALBERCA. Fecha: Julio 2008.

c) 23 captaciones destinadas a usos recreativos que tienen un caudal superior a 20.000 m^3/año, resultando en un volumen total anual extraído para esta categoría de 5,97 hm^3.

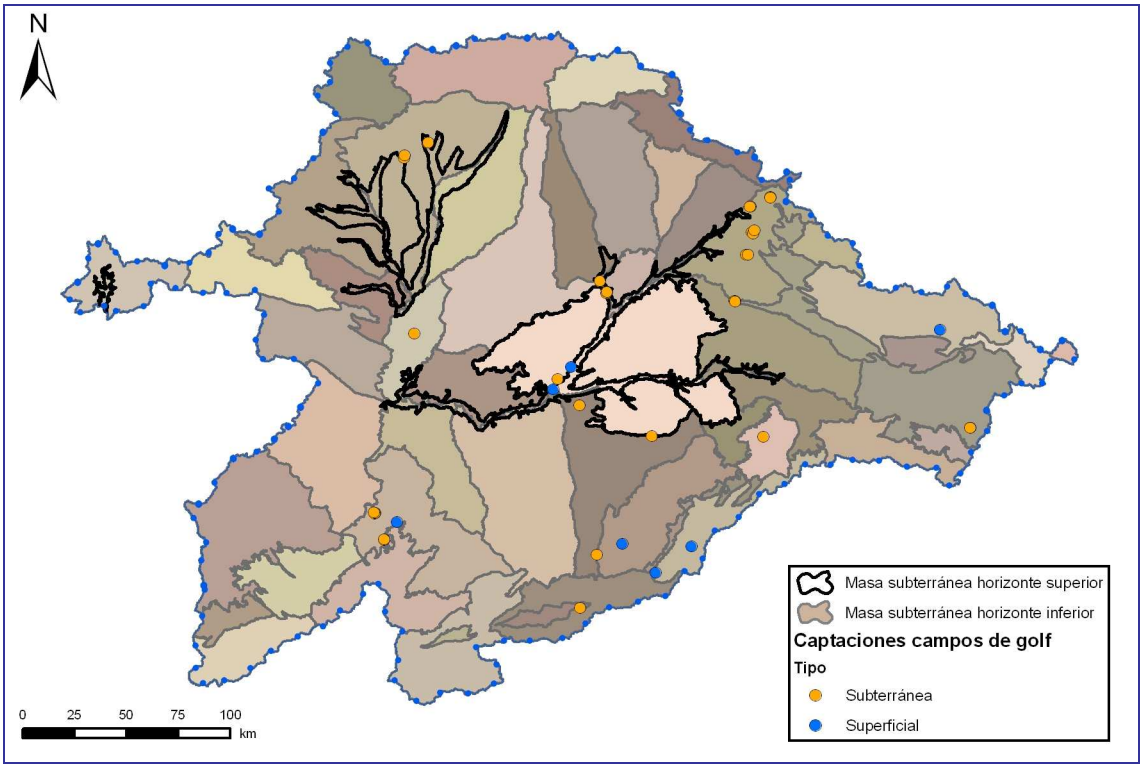

Figura 72. Presiones por extracción de agua para usos recreativos. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

Para cada extracción se ha identificado su situación, indicando las coordenadas y la profundidad del sondeo. Además en masas de agua subterránea que no cumplen los objetivos ambientales se ha indicado, cuando procede, la capacidad máxima de extracción en cada toma, el caudal máximo y volumen máximo anual concedidos, así como los usos a los que se destina, de acuerdo con la tabla 59 del anexo V de la IPH, y las unidades de demanda atendidas.

Finalmente, se ha indicado el número de captaciones y la evolución temporal de las extracciones en cada masa de agua subterránea, con periodicidad, al menos, anual.

Evidentemente esta extracción, que en determinadas zonas de la parte central de la cuenca supera con claridad al recurso disponible en las masas de agua subterránea, provoca un claro impacto en el estado cuantitativo de las mismas, lo que se pone de manifiesto en la evolución piezométrica que se registra en los puntos de la red de seguimiento que opera el organismo de cuenca.

Para cada masa o grupo de masas de agua subterránea se ha realizado un balance entre la extracción y el recurso disponible, obteniéndose el índice de explotación (IE) de la masa de agua subterránea, que se muestra en la tabla y figura adjuntas. Se consideran también, como sumandos al recurso disponible natural para estimar el recurso disponible real, la alimentación procedente de los retornos que se estiman mediante los modelos de simulación presentados en el Capítulo 4 de la Memoria del Plan Hidrológico y las entradas por recarga artificial en la masa de agua subterránea de Los Arenales.

Código	Nombre de la masa de agua subterránea	Recurso natural disponible en hm^3/año (periodo 1980/81-2005/06)	Extracción en condiciones normales de suministro (hm^3/año)	Retornos+ recarga en condiciones normales de suministro (hm^3/año)	Índice de explotación
400001	Guardo	192	4	4	0,02
400002	La Pola de Gordón	100	1	3	0,01

Código	Nombre de la masa de agua subterránea	Recurso natural disponible en hm^3/año (periodo 1980/81-2005/06)	Extracción en condiciones normales de suministro (hm^3/año)	Retornos+ recarga en condiciones normales de suministro (hm^3/año)	Índice de explotación
400003	Cervera de Pisuerga	149	2	2	0,01
400004	Quintanilla-Peñahorada	80	4	3	0,05
400005	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla	227	17	37	0,06
400006	Valdavia	117	4	43	0,02
400007	Terciario y Cuaternario Esla-Cea	74	11	33	0,10
400008	Aluvial del Esla	20	24	102	0,20
400009	Tierra de Campos	80	29	21	0,29
400010	Carrión	44	3	40	0,04
400011	Aluvial del Órbigo	6	11	37	0,25
400012	La Maragatería	129	3	6	0,02
400014	Villadiego	20	2	3	0,09
400015	Raña del Órbigo	11	7	119	0,05
400016	Castrojeriz	62	1	1	0,02
400017	Burgos	131	7	5	0,05
400018	Arlanzón – Río Lobos	46	1	0	0,02
400019	Raña de la Bañeza	5	3	5	0,31
400020	Aluviales de Pisuerga - Arlanzón	9	10	32	0,24
400021	Sierra de la Demanda	23	0	0	0,00
400022	Sanabria	58	1	4	0,02
400023	Vilardevós - Laza	40	0	0	0,00
400024	Valle del Tera	26	3	14	0,07
400025	Páramo de Astudillo	8	1	2	0,10
400027	Sierra de Cameros	156	1	4	0,01
400028	Verín	6	0	0	0,00
400029	Páramo de Esgueva	56	8	9	0,12
400030	Aranda de Duero	138	9	12	0,06
400031	Villafáfila	27	12	3	0,40
400032	Páramo de Torozos	36	5	1	0,14
400033	Aliste	13	3	0	0,23
400034	Araviana	10	0	0	0,00
400035	Cabrejas - Soria	34	0	0	0,00
400036	Moncayo	10	0	0	0,00
400037	Cuenca de Almazán	104	3	11	0,03
400038	Tordesillas	30	74	20	1,49
400039	Aluvial del Duero: Aranda - Tordesillas	12	5	30	0,12
400040	Sayago	15	3	1	0,18
400041	Aluvial del Duero: Tordesillas - Zamora	4	10	33	0,27
400042	Riaza	43	3	5	0,06
400043	Páramo de Cuéllar	31	15	6	0,40
400044	Páramo de Corcos	18	3	2	0,15
400045	Los Arenales	34	54	28	0,87
400046	Sepúlveda	34	0	1	0,00
400047	Medina del Campo	50	137	33	1,65
400048	Tierra del Vino	41	90	24	1,39
400049	Ayllón	45	1	2	0,02
400050	Almazán Sur	40	10	1	0,25
400051	Páramo de Escalote	10	0	0	0,00
400052	Salamanca	61	77	44	0,73
400053	Vitigudino	12	2	1	0,15
400054	Guadarrama - Somosierra	16	1	4	0,05
400055	Cantimpalos	40	29	5	0,65
400056	Prádena	10	0	0	0,00
400057	Segovia	4	0	0	0,00
400058	Campo Charro	15	4	2	0,23
400059	La Fuente de San Esteban	43	6	2	0,13
400060	Gredos	30	1	11	0,02
400061	Sierra de Ávila	21	7	2	0,31
400063	Ciudad Rodrigo	20	1	2	0,04
400064	Valle de Ámblés	15	3	0	0,20
400065	Las Batuecas	10	0	1	0,00
400066	Valdecorneja	5	0	0	0,00
400067	Terciario detrítico bajo los páramos	36	20	4	0,50

Tabla 26. Índice de explotación de la masa o grupo de masas de agua subterránea.

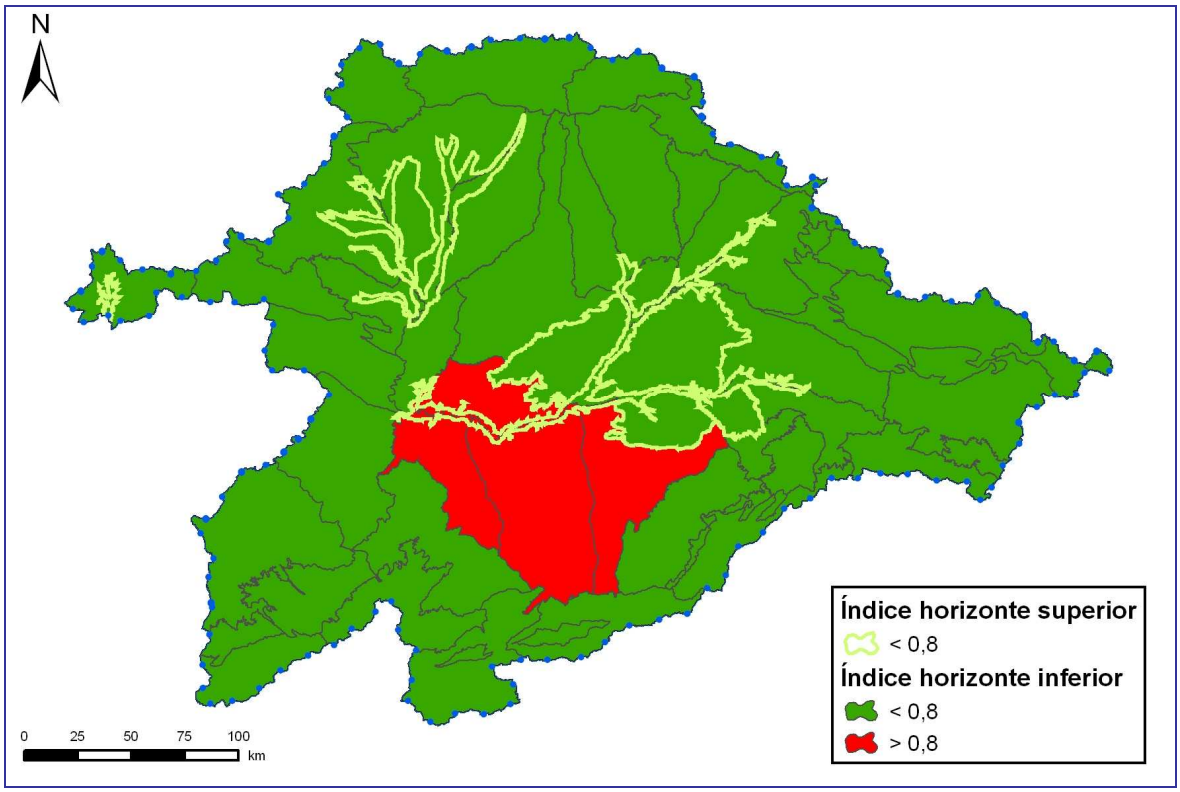

Figura 73. Índice de explotación de la masa o grupo de masas de agua subterránea.

El recurso disponible en cada masa de agua subterránea se ha obtenido previamente como diferencia entre los recursos renovables (recarga por la infiltración de la lluvia, recarga rechazada y transferencias desde otras masas de agua subterránea) y los flujos medioambientales requeridos para cumplir con el régimen de caudales ecológicos. Un mapa que muestra la distribución geográfica del recurso natural disponible, antes de extracciones, se muestra en la Figura 74. Esta información se completa con la ofrecida previamente en el apartado 2.5 (Recursos hídricos) de la Memoria, y en el anejo 2 (Inventario de Recursos).

Para determinar el estado cuantitativo se han utilizado también como indicadores los niveles piezométricos, que se han medido en puntos de control significativos de las masas de agua subterránea. En la tabla adjunta se muestran las tendencias en la piezometría para cada una de las masas de agua subterránea consideradas, el cálculo se ha realizado a partir de los valores medios de los registros piezométricos en el interior de cada masa, anotando en la Tabla 27 el valor registrado en cada horizonte temporal.

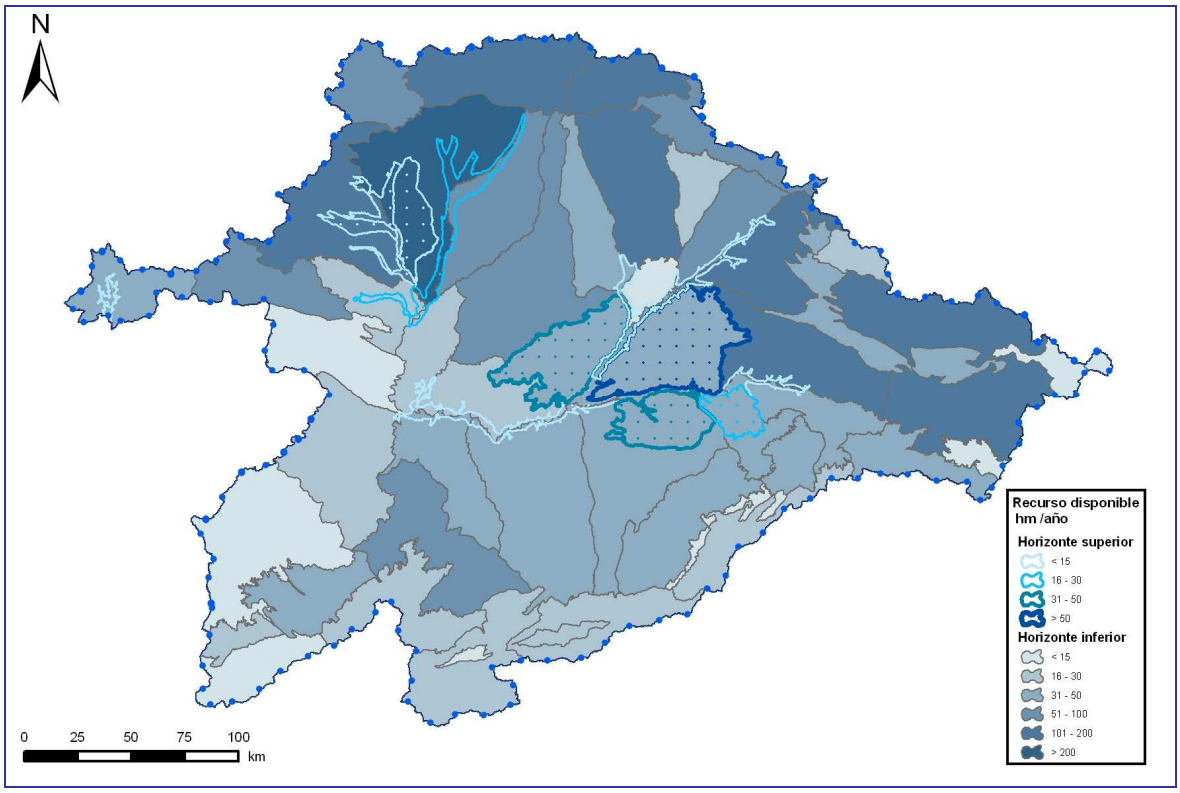

Figura 74. Mapa de la distribución del recurso natural disponible por masa de agua.

Código	Masa de agua subterránea	Nivel piezométríco (año 1980)	Nivel piezométríco (año 1990)	Nivel piezométrico (año 2000)	Nivel piezométrico (año 2009)
400001	Guardo				972,88
400002	La Pola de Gordón				
400003	Cervera de Pisuerga				1.079,31
400004	Quintanilla-Peñahorada				967,50
400005	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla	839,49	817,59	817,86	863,40
400006	Valdavia	859,43	866,68	868,74	919,27
400007	Terciario y Cuaternario Esla-Cea	820,23	805,45	808,32	838,34
400008	Aluvial del Esla				717,16
400009	Tierra de Campos	750,81	761,75	762,47	759,92
400010	Carrión	883,93	894,46	874,74	861,75
400011	Aluvial del Órbigo	835,13			
400012	La Maragatería	813,99	810,97	806,80	876,25
400014	Villadiego	791,37	803,55		859,96
400015	Raña del Órbigo	809,92	803,68	820,46	786,22
400016	Castrojeriz	823,51	862,41	861,43	857,42
400017	Burgos	844,79	850,95	850,09	849,72
400018	Arlanzón – Río Lobos	1.013,81			
400019	Raña de la Bañeza	872,09		863,18	819,26
400020	Aluviales de Pisuerga - Arlanzón	759,38			
400021	Sierra de la Demanda				
400022	Sanabria				
400023	Vilardevós - Laza				
400024	Valle del Tera	733,37	731,67	729,10	744,17
400025	Páramo de Astudillo				718,73
400027	Sierra de Cameros	1.068,78	1.011,63		
400028	Verín				
400029	Páramo de Esgueva	766,46	846,81		
400030	Aranda de Duero	857,51	865,24	865,53	868,93
400031	Villafáfila	683,08	680,37	677,53	683,85
400032	Páramo de Torozos	826,53	694,84	697,15	773,71
400033	Aliste				

Código	Masa de agua subterránea	Nivel piezométríco (año 1980)	Nivel piezométríco (año 1990)	Nivel piezométrico (año 2000)	Nivel piezométrico (año 2009)
400034	Araviana	1.043,90		1.026,31	1.046,22
400035	Cabrejas - Soria		1.035,00		1.176,66
400036	Moncayo			1.118,99	1.121,10
400037	Cuenca de Almazán	993,16	948,33	952,47	918,95
400038	Tordesillas	688,88	674,55	665,24	667,32
400039	Aluvial del Duero: Aranda - Tordesillas	722,56			
400040	Sayago				
400041	Aluvial del Duero: Tordesillas - Zamora	654,58			
400042	Riaza	839,50	841,73	833,82	862,76
400043	Páramo de Cuéllar	844,52	874,82	872,84	876,75
400044	Páramo de Corcos	863,12	851,72	851,84	765,42
400045	Los Arenales	774,77	775,02	774,35	758,16
400046	Sepúlveda	1.031,32			
400047	Medina del Campo	767,37			
400048	Tierra del Vino	773,97	749,18	735,81	723,10
400049	Ayllón	964,88	961,37	957,76	975,55
400050	Almazán Sur	870,50	950,18	960,55	974,74
400051	Páramo de Escalote		971,69	974,97	
400052	Salamanca	814,43	819,80	822,21	841,73
400053	Vitigudino		640,21		
400054	Guadarrama - Somosierra				
400055	Cantimpalos	912,59	898,31	902,73	950,87
400056	Prádena	1.001,30			
400057	Segovia	956,45			
400058	Campo Charro	846,16	798,07	796,21	
400059	La Fuente de San Esteban	788,51	780,97	780,33	811,08
400060	Gredos				
400061	Sierra de Ávila	1.070,78			
400063	Ciudad Rodrigo	630,80			639,39
400064	Valle de Ámblés	1.095,81	1.103,80	1.095,35	1.074,27
400065	Las Batuecas				
400066	Valdecorneja				984,36
400067	Terciario detrítico bajo los Páramos	725,00	724,36	698,10	723,83

Tabla 27. Tendencias en la piezometría para cada masa de agua subterránea.

Este análisis generalista se completa con los datos ofrecidos en la Tabla 28, que se ha elaborado a partir de los registros de los piezómetros de la actual red de seguimiento. Los efectos observados están relacionados tanto con la extracción de agua subterránea como con la evolución natural de los niveles a partir del año 1980.

Código	Masa de agua subterránea	Nivel piezométríco (año 1980)	Nivel piezométríco (año 1990)	Nivel piezométrico (año 2000)	Nivel piezométrico (año 2005)	Nivel piezométrico (año 2009)	Tendencia en la piezometría
400005	Terciario y cuaternario del Tuerto-Esla	851,12	844,85	839,67	839,64	849,14	ESTABLE
400007	Terciario y cuaternario del Esla-Cea	833,94	801,24	829,07	828,36	828,66	ESTABLE
400009	Tierra de Campos	758,49	754,13	753,19	752,97	752,92	LIGERAMENTE DESCENDENTE
400010	Carrión	832,63	832,33	832,48	832,14	829,74	ESTABLE
400012	La Maragatería			846,23	843,07	843,15	LIGERAMENTE DESCENDENTE
400015	Raña del Órbigo	900,00	901,09	899,47	899,06	897,41	LIGERAMENTE DESCENDENTE
400016	Castrojeriz	822,23	821,89	820,49	820,84	820,70	ESTABLE
400017	Burgos	846,90	842,52	840,48	839,81	839,87	ESTABLE
400030	Aranda de Duero	892,57	890,43	888,62	889,67	889,46	ESTABLE
400031	Villafáfila	693,14	692,76	690,52	690,68	691,00	ESTABLE
400034	Araviana				1047,22	1046,22	ESTABLE
400035	Cabrejas-Soria				1178,38	1176,66	ESTABLE
400036	Moncayo		1120,00	1118,99	1121,03	1121,10	ESTABLE
400037	Cuenca de Almazán		989,82	988,44	972,73	976,99	DESCENDENTE

Código	Masa de agua subterránea	Nivel piezométríco (año 1980)	Nivel piezométríco (año 1990)	Nivel piezométrico (año 2000)	Nivel piezométrico (año 2005)	Nivel piezométrico (año 2009)	Tendencia en la piezometría
400038	Tordesillas	682,72	677,18	670,41	661,19	663,03	DESCENDENTE
400042	Riaza	864,49	865,07	864,66	862,58	862,32	ESTABLE
400043	Páramo de Cuellar			874,33	877,52	876,75	ESTABLE
400045	Los Arenales	719,74	708,57	697,51	696,69	699,79	DESCENDENTE
400047	Medina del Campo	777,24	770,66	762,84	760,00	761,04	DESCENDENTE
400048	Tierra del Vino			735,46	728,08	727,76	DESCENDENTE
400049	Ayllón				933,48	929,33	DESCENDENTE
400050	Almazán Sur			960,55	960,92	960,52	ESTABLE
400052	Salamanca	844,90	843,85	841,40	840,09	841,73	LIGERAMENTE DESCENDENTE
400055	Cantimpalos	958,00	952,20	951,98	959,14	958,82	ESTABLE
400064	Valle de Amblés			1074,38	1073,66	1074,27	ESTABLE
400066	Valdecorneja				980,98	984,36	ESTABLE
400067	Terciario detrítico bajo los Páramos	708,99	697,41	687,41	686,74	692,08	DESCENDENTE

Tabla 28. Tendencias piezométricas más significativas.

De acuerdo con lo explicado en el capítulo 6 de la Memoria, se considera que una masa o grupo de masas se encuentra en mal estado cuando el índice de explotación es mayor de 0,8 y además existe una tendencia clara de disminución de los niveles piezométricos en una zona relevante de la masa de agua subterránea. Las dos circunstancias se dan en todas las masas con alto índice de explotación. A esta relación se añade la masa de agua subterránea del nivel inferior (400067, Terciario detrítico bajo los Páramos), por entender que, a pesar de no haber identificado claramente un índice de explotación excesivo, su tendencia piezométrica es debida de forma significativa a la acción humana y a la transferencia inducida desde otras masas laterales afectadas por fuerte explotación. En este sentido, se recuerda que, conforme al artículo 32.2 de RPH, para calificar el estado cuantitativo de las masas de agua subterránea se utilizarán indicadores que empleen como parámetro el nivel piezométrico de las aguas subterráneas.

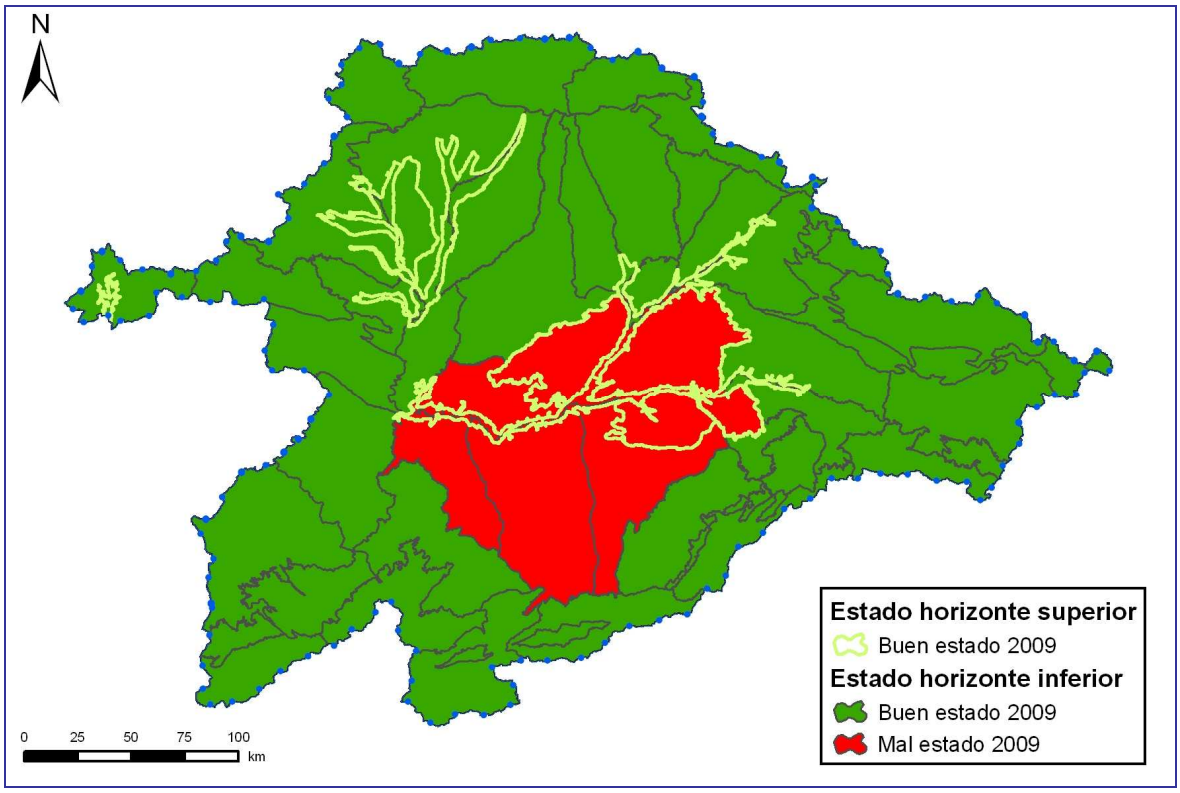

Figura 75. Mapa de estado cuantitativo de las masas de agua subterránea (año 2009).

Con todo ello, la evaluación del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea se refleja en el mapa de la Figura 75, confeccionado con arreglo a los códigos de color indicados en la Tabla 29.

Evaluación del estado cuantitativo	Código de colores
Buen estado	Verde
Mal estado	Rojo

Tabla 29. Presentación de resultados del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea.

Aunque no se dispone de información directa sobre los volúmenes extraídos, sin embargo, estos valores han podido ser estimados por procedimientos indirectos. Así, en cifras globales, puede considerarse que la extracción de agua subterránea en la cuenca española del Duero se puede aproximar a los 1.000 hm^3/año, con el desglose que se presenta en la Tabla 30.

Destino	Extracción (hm^3/año)
Abastecimiento	69
Industria	20
Agricultura y ganadería	965
Total	**1.054**

Tabla 30. Extracciones de agua subterránea.

3.2.3.4. Recarga artificial

En el ámbito territorial del Plan Hidrológico de la cuenca del Duero existen dos instalaciones operativas de recarga artificial, en ambos casos localizadas sobre la masa de agua subterránea de Los Arenales (400045).

Se trata de las experiencias de la Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista, que deriva aguas del río Voltoya (operativa desde 2002/2003), y la del Carracillo, que aprovecha las aguas del río Cega (operativa desde 2003/2004). En ambos casos las aguas se derivan mediante un azud en el río y se conducen por una serie de canales a balsas y zanjas de infiltración. El acuífero recargado es una formación de arenas eólicas de algunas decenas de metros de espesor, aflorantes y en estado libre.

Ambas instalaciones fueron promovidas por el antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación con el apoyo de la Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla y León. Tuvieron en primer momento un cierto carácter experimental, pero en la actualidad son elementos importantes para el incremento del volumen regulado y la atención de una demanda para riegos de cultivos hortícolas industriales.

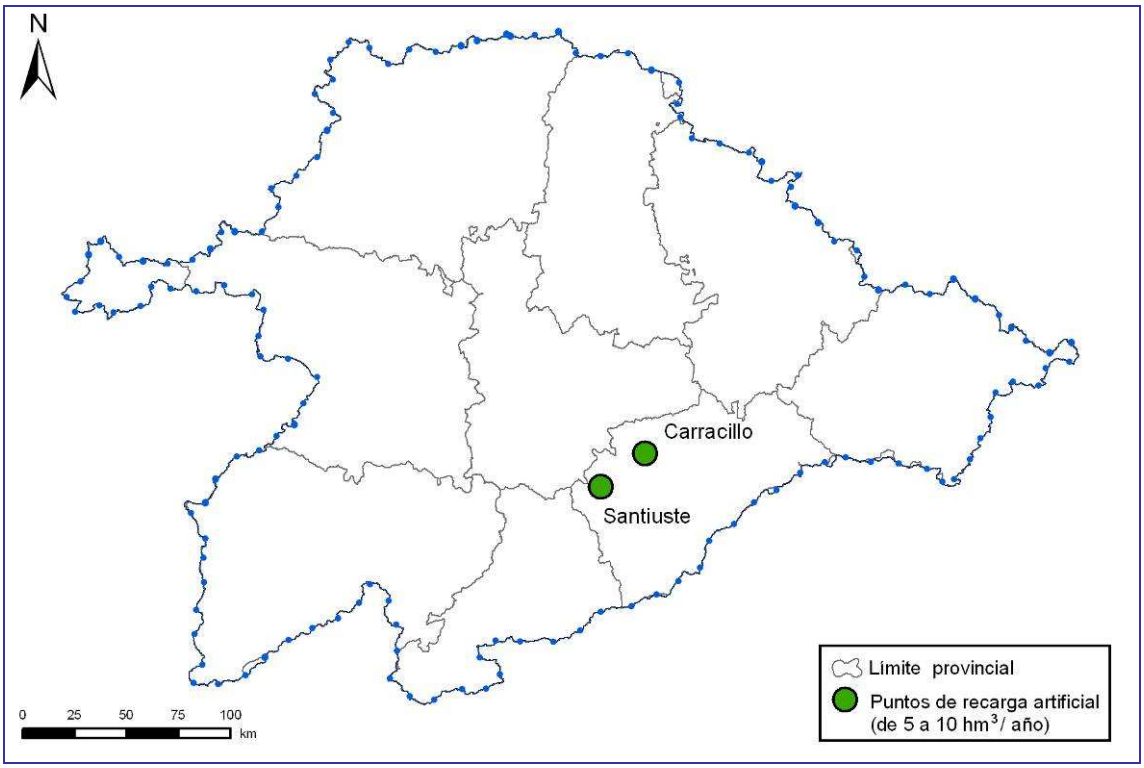

Figura 76. Localización de zonas de recarga artificial en la parte española de la demarcación. Fuente: CHD. Fecha: Noviembre 2009.

Los valores de las recargas son variables debido al régimen pluviométrico de los años y de la posibilidad de efectuar recargas.

Los volúmenes recargados han sido por el momento muy variables. Existe un registro para el caso de la cubeta de Santiuste, que ha oscilado entre 0,46 hm³ en el año hidrológico 2007/08, y los 12,19 hm³ en el año 2006/07 (Fernández Escalante, E. y otros, 2009). La zona del Carracillo todavía no ha podido trabajar a pleno rendimiento y sus datos de infiltración son, por el momento, de carácter semi-experimental (ver Tabla 31).

Zona	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
Carracillo	0,5	5,5	0	1,85	2,1	0	1,6
Santiuste	1,3	1,8	0,97	3,56	12,19	0,46	
Total	**1,8**	**7,3**	**0,97**	**5,41**	**14,29**	**0,46**	

Tabla 31. Volúmenes recargados en la masa de agua subterránea de Los Arenales. Fuente: Escalante y otros, 2009, y datos de la comunidad de regantes.

Para cada recarga identificada en el inventario de presiones se ha indicado su ubicación mediante coordenadas los recursos de agua disponibles para la recarga artificial, indicando su origen, su régimen temporal de caudales y su calidad físico-química y bacteriológica, las tasas de recarga en dichos puntos y la composición química de las aguas introducidas. Asimismo, los indicadores del comportamiento hidrogeológico del acuífero a recargar, con objeto de evaluar la aptitud y respuesta del acuífero frente a las operaciones de recarga, los procedimientos y dispositivos necesarios para efectuar la recarga, ya sean superficiales (balsas, zanjas y actuaciones en cauces) o subterráneos (pozos de inyección, galerías, drenes) y la vida útil de las instalaciones de recarga.

Finalmente, se ha determinado también el número de puntos de recarga artificial y la evolución temporal de los volúmenes de recarga para cada masa de agua subterránea.

Tipo Recarga	Numero de Recargas	Volumen Anual Recargado	Unidades Volumen	Año Volumen

4. Recargas artificiales	2	14,29	1000000m³	2008

Tabla 32. Volumen anual recargado reportado a la Comisión Europea.

Existe interés por el desarrollo de nuevas instalaciones de este tipo en el ámbito de la actividad agraria. Por ello, es previsible que se impulsen, en especial desde la Consejería de Agricultura de la JCyL, otras experiencias en zonas meridionales de la cuenca.

3.3. Resumen de impactos significativos.

3.4. Impactos significativos en aguas superficiales

Con motivo de la obligación que tiene el Reino de España de informar a la Comisión Europea, en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua, en cuanto a la "revisión de los impactos medioambientales de la actividad humana" se ha realizado un resumen de la evaluación de impactos por las principales presiones en aguas superficiales, así como de los principales impactos medioambientales en la demarcación hidrográfica como resultado de esas presiones.

Los principales impactos detectados en la demarcación hidrográfica del Duero, son los siguientes:

a) Concentración de nutrientes (en riesgo de eutrofia)

Algunas zonas sensibles presentan eutrofia, es decir, están afectadas por la contaminación asociada a los nutrientes, por lo que el objetivo de no contaminación de las aguas por vertidos urbanos que persigue la Directiva 91/271/CEE se ve comprometido. En concreto, de las 35 zonas sensibles declaradas en la Resolución de la Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad, de 10 de julio de 2006, 1 es de ámbito portugués, 2 son transfronterizas administradas por Portugal y, finalmente, 12 presentan un cierto grado de eutrofia que condiciona la definición de su estado como "peor que bueno".

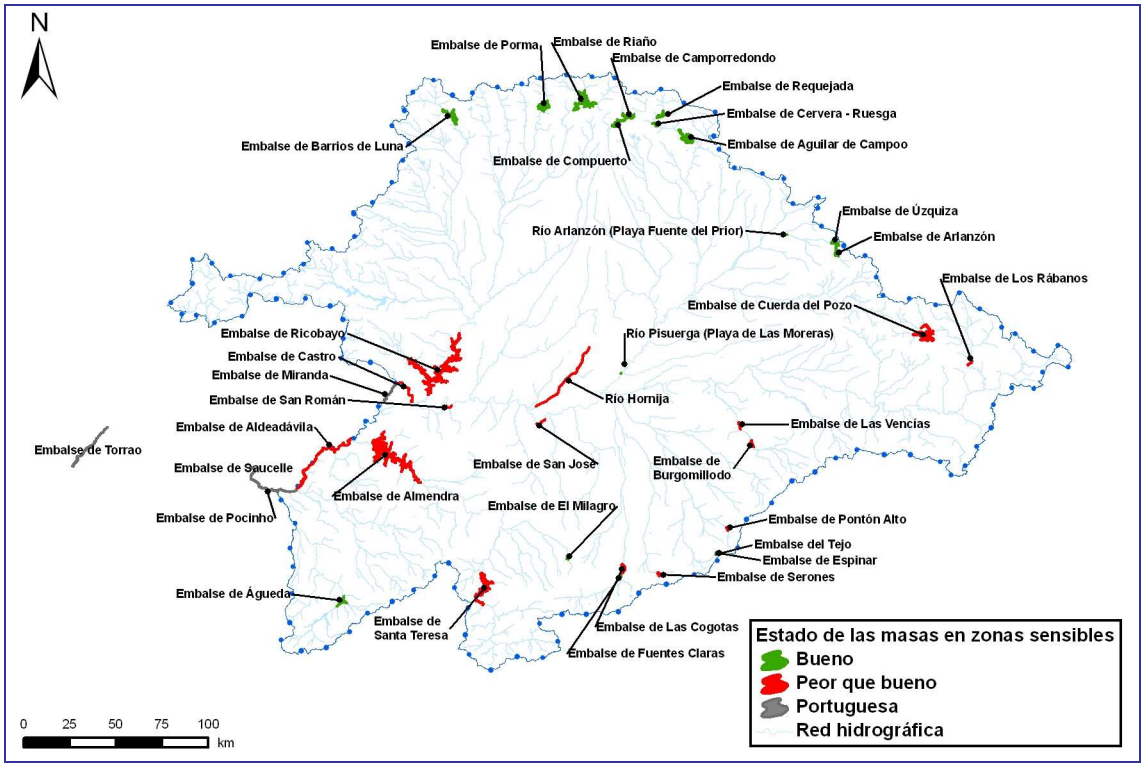

Figura 77. Mapa de estado de las zonas sensibles (año 2011).

Los detalles por los que no se alcanza el buen estado en determinadas zonas protegidas requiere un análisis de presiones específico, complejo de realizar en tanto y cuanto no se ajusten las exigencias de las distintas

zonas a los criterios de valoración del estado y, por otra parte, no terminen de consolidarse los citados criterios y se completen totalmente los debidos registros.

b) Contaminación de aguas superficiales por vertederos:

En la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero existen 28 vertederos que producen descargas sobre masas de agua superficial por percolación e infiltración de lixiviados, o bien por contaminación de las aguas de escorrentía generadas durante las precipitaciones. Este problema se da fundamentalmente en las zonas próximas a las grandes aglomeraciones urbanas, destacando una elevada concentración en la vertiente septentrional de la demarcación.

c) Concentración de cargas contaminantes

Se constata una relación directa entre los requerimientos de agua de la actividad ganadera, la generación de sustancias contaminantes, y las pautas de especialización productiva por sistema de explotación. Así, en los sistemas de explotación donde existe una mayor carga ganadera, como por ejemplo el Adaja-Cega (21,7% de la carga ganadera total de la parte española de la DHD), Tormes (14,8%), Águeda (11,9%) y Esla-Valderaduey (9,4%), son las zonas en que se producen las mayores presiones sobre el medio hídrico.

En este sentido, es en el Adaja-Cega donde se dan las mayores presiones y cargas contaminantes de procedencia ganadera: el 8,1% del consumo bruto total de agua por el conjunto de la cabaña ganadera, y la generación del 16,4% del fósforo, el 18,1% del nitrógeno y el 16,7% de los materiales en suspensión del conjunto de la ganadería de la Demarcación. El sistema de explotación del Tormes es el que genera una mayor cantidad de materia orgánica con el 17,6% del total de la DHD.

En todo caso, debe comentarse que estas cargas contaminantes tienen un impacto real sobre los ecosistemas muy variable, debido a la confluencia de diferentes factores, pero en especial la forma de tratamiento de los residuos ganaderos por parte de las explotaciones.

Así, en las explotaciones extensivas, caracterizadas por su gran base territorial (p.e. el vacuno y porcino en el Tormes y Águeda), estos residuos son en su mayor parte absorbidos por el ecosistema que les sirve de sustento, sin que apenas generen impacto real sobre las masas de agua. Caso bien distinto lo constituyen las explotaciones intensivas (p.e. el porcino en Adaja-Cega o en Bajo Duero), donde los problemas de contaminación pueden ser puntualmente severos, ya que las emisiones pueden saturar la capacidad de retención de los suelos sobre los que se asientan.

No obstante, este potencial impacto depende del adecuado manejo y gestión de los residuos (control de balsas, correcta aplicación sobre suelos agrícolas,...). Por los motivos apuntados, los resultados obtenidos sobre emisiones brutas (presión) deben tomarse con cautela, en la medida en que no existe una relación lineal de éstas con el impacto real que ejercen sobre las masas de agua.

Para identificar los impactos significativos, se han utilizado dos herramientas:

- AQUATOOL. Conjunto de herramientas informáticas para el estudio de la distribución cualitativa y cuantitativa de los recursos hídricos, de uso habitual en la planificación hidrológica, desarrollado por el Instituto del Agua y el Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia.

- GEOIMPRESS. Es un modelo de acumulación de presiones y simulación de impactos basado en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Concretamente, se ha realizado con un script gráfico (aplicación ModelBuilder de ESRI, en el entorno ArcGis 9.2) y desarrollado por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Jucar para la simulación del efecto de los cambios de las presiones y los impactos resultantes en las masas de agua superficiales. Si bien, el modelo se ha ajustado y mejorado en la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHD para dotarlo de nuevas capacidades

En cuanto a las fuentes de datos, las principales han sido:

- ALBERCA. Programa del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para agilizar y normalizar la tramitación de derechos de uso privativo del agua en las Confederaciones Hidrográficas.

- Base de datos DATAGUA-2008, promovida por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Contiene un inventario de presiones de la demarcación.

- Censo Agrario de 1999. INE.

- SIOSE. SIOSE es el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, cuyo objetivo es integrar la información de las Bases de Datos de coberturas y usos del suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado.

- Hojas 1T. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

- Infraestructura de datos espaciales de Castilla y León (IDECyL). Información cartográfica accesible a través de su página web.

- Inventario de vertidos de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero (Fuente: CHD. Fecha: 8 de julio de 2008).

- Inventarios del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Información accesible a través de su página web.

- Red de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, recogida en el Plan Nacional de Calidad de las Agua (Fuente: MARM. Fecha: 6 de febrero de 2009).

3.5. Impactos significativos en aguas subterráneas.

Los impactos más significativos detectados en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, producidos por las presiones anteriormente descritas, son los siguientes:

a) Las extracciones de agua, que en determinadas zonas de la parte central de la cuenca supera con claridad al recurso disponible en las masas de agua subterránea, provoca un claro impacto en el estado cuantitativo de las mismas, lo que se pone de manifiesto en la evolución piezométrica que se registra en los puntos de la red de seguimiento que opera el organismo de cuenca.

   A modo de ejemplo de este desequilibrio piezométrico se muestra un hidrograma típico de la zona central de la cuenca (Figura 78), donde se pone de manifiesto un claro descenso de nivel, atenuado en los últimos años, coincidiendo con la implantación de medidas extraordinarias de gestión por parte de la Confederación Hidrográfica del Duero.

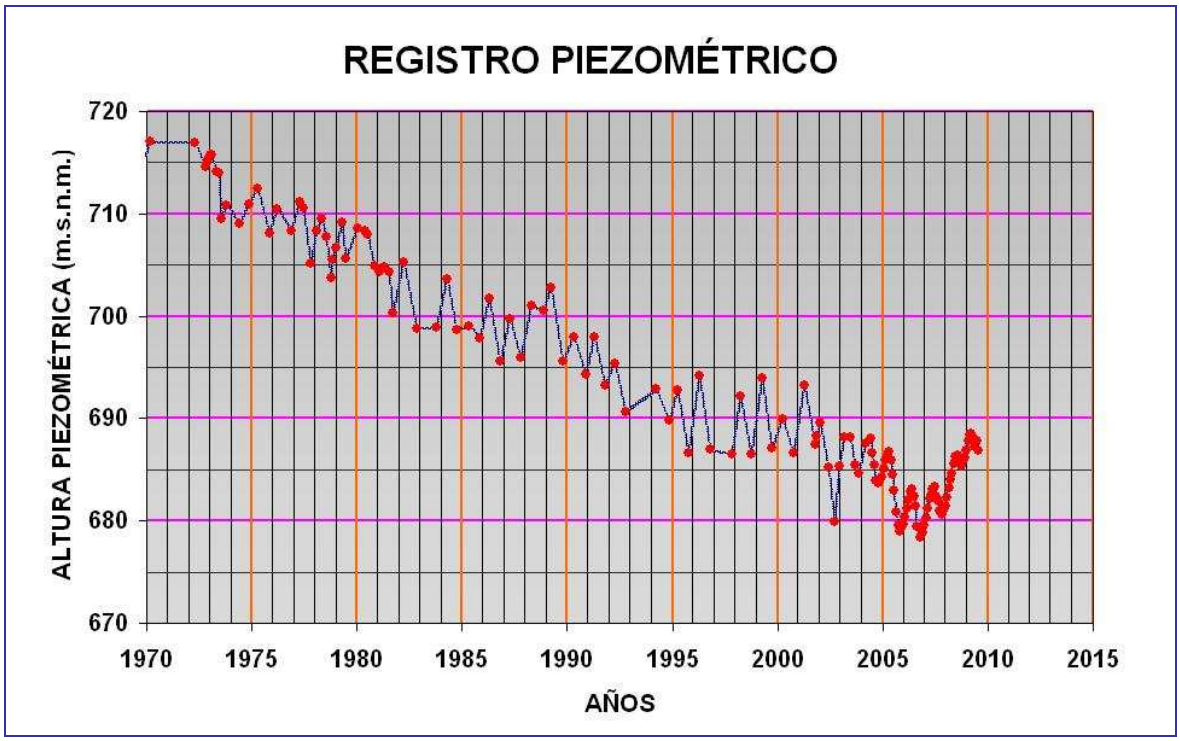

Figura 78. Evolución de la superficie piezométrica en la región central de la cuenca española del Duero. Registro de un piezómetro de la red oficial.

Las masas de agua subterránea más claramente afectadas por este problema son las de Los Arenales (400045), Medina del Campo (400047), Tierra del Vino (400048) y Tordesillas (400038), así como el Terciario Detrítico bajo los Páramos (400067).

Una de las consecuencias más evidentes de esta presión por extracción es la alteración de las líneas de flujo seguidas por la escorrentía subterránea. En condiciones no intervenidas la circulación subterránea se dirige por el medio poroso hacia las zonas más bajas, es decir, hacia el eje del Duero en el entorno de Zamora, antes de que el río se interne en los materiales paleozoicos de baja permeabilidad, por donde el flujo subterráneo no es capaz de circular.

Las diferencias de caudal registradas entre los datos recogidos por las estaciones de aforo de la ROEA situadas en el cauce del Duero en Toro (2062) y en Zamora (2066), corrigiendo los efectos de otras entradas y salidas laterales en ese tramo, se muestran en la gráfica que se presenta como Figura 79.

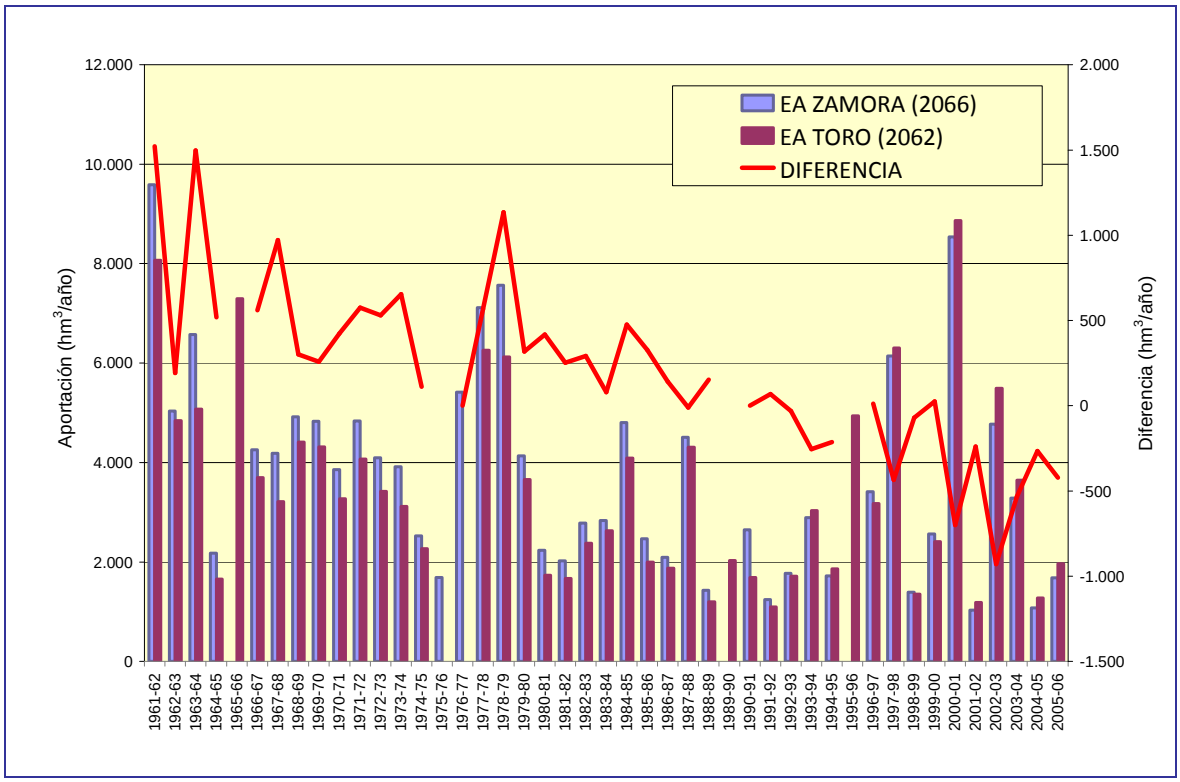

Figura 79. Comparación de aportaciones registradas en las estaciones de aforo del río Duero en Toro y Zamora.

La ventana temporal del análisis queda limitada por el periodo de registro común en las mencionadas estaciones de aforo, disponiendo de información comparable desde el año hidrológico 1961/62 hasta el 2005/06. En la gráfica se puede apreciar como durante los años sesenta del siglo pasado el incremento de aportación registrado en el tramo atribuible a la descarga subterránea era del orden de los 1.000 hm^3/año, valor que ha ido disminuyendo progresiva y paulatinamente hasta que, durante los años más recientes, el mismo tramo ha llegado a comportarse como perdedor, con valores de entrada al acuífero del orden de los 500 hm^3/año.

b) En cuanto a los nitratos, en la Tabla 33 se listan las masas de agua subterránea que, de acuerdo con los cálculos realizados, requieren exención en el cumplimiento de sus objetivos. De la misma forma que se ha hecho para las masas de agua superficial, se indica el valor esperado para los indicadores limitantes para la consecución de los objetivos ambientales (en color rojo cuando superan los 50 mg/l de nitrato) en cada uno de los escenarios futuros simulados. Además, se incluye el valor medio de concentración de nitratos calculado por Patrical de acuerdo a valores históricos recogidos en los puntos de muestreo de cada masa de agua.

Código (DU-)	Nombre masa	Requerimientos adicionales por zonas protegidas	Concentración nitratos (mg/l)				Estado cuantitativo	OMA
			Valor medio histórico (máximo)	2015	2021	2027		
400014	Villadiego		28,4 (35,1)	55	55	50		Prórroga 2027
400015	Raña del Órbigo		49,8 (77,3)	75	75	80		Menos rigurosos
400016	Castrojeriz		32,1 (42,2)	65	65	65		Menos rigurosos
400020	Aluviales de Pisuerga-Arlanzón		32,1 (43,6)	45	50	50		Buen estado
400025	Páramo de Astudillo		39,1 (52,3)	65	65	60		Menos rigurosos
400029	Páramo de Esgueva		33,9 (46)	65	70	65		Menos rigurosos
400032	Páramo de Torozos		38,1 (53,6)	80	85	85		Menos rigurosos
400038	Tordesillas	Zona vulnerable	43,2 (62,2)	75	65	55	IE=1,49	Menos rigurosos
400039	Aluvial del Duero:		31,5 (43,1)	45	45	45		Buen estado

Código (DU-)	Nombre masa	Requerimientos adicionales por zonas protegidas	Concentración nitratos (mg/l)				Estado cuantitativo	OMA
			Valor medio histórico (máximo)	2015	2021	2027		
	Aranda-Tordesillas							
400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora		32,8 (49,4)	55	55	55		Menos rigurosos
400043	Páramo de Cuéllar	Zona vulnerable	48,1 (65,6)	55	45	35		Prórroga 2027
400045	Los Arenales	Zona vulnerable	24,2 (35,4)	50	55	55	IE=0,87	Menos rigurosos
400047	Medina del Campo	Zona vulnerable	34,2 (49,2)	70	70	65	IE=1,65	Menos rigurosos
400048	Tierra del Vino		40,5 (57,8)	60	70	70	IE=1,39	Menos rigurosos
400051	Páramo de Escalote		29,7 (42,5)	65	65	65		Menos rigurosos
400052	Salamanca	Zona vulnerable	27,9 (45,6)	55	55	55		Menos rigurosos
400055	Cantimpalos	Zona vulnerable	19,6 (29,9)	55	60	60		Menos rigurosos
400064	Valle de Amblés		29,6 (40,6)	65	70	70		Menos rigurosos
400067	Terciario detrítico bajo los páramos			Sin dato	Sin dato	Sin dato	Tendencia pizométrica descendente	Prórroga 2027

Tabla 33. Prórrogas y objetivos menos rigurosos en las masas de agua subterránea. Resultados del modelo Patrical para la concentración en nitrato.

c) Por elevadas concentraciones de amonio, debido fundamentalmente a la aplicación de purines, las masas de agua afectadas son: Medina del Campo (DU-400047) y Cantimpalos (DU-400055)

d) Por concentraciones medibles de productos fitosanitarios, no se considera que haya ninguna masa afectada, según el registro del muestreo de productos fitosanitarios disponible, que indica que en ninguna de ellas se alcanzan niveles que alerten de una posible afección.

e) Por problemas de salinidad en las masas de agua subterránea, únicamente merece especial mención una zona restringida del centro de la cuenca con valores cercanos a 2500 micro Siemens/cm, lo que no supone grandes anomalías en este parámetro dentro de la demarcación.

f) Los problemas derivados de la presencia de arsénico en las aguas subterráneas de la cuenca española del Duero son comunes, ya que se trata de un componente natural de las rocas en las que se han desarrollado los acuíferos que, en circunstancias diversas, se moviliza.

   Para algunas masas de agua subterránea de la cuenca ha sido posible establecer valores umbral para este elemento. En el caso de la masa de agua subterránea Valle de Amblés (DU-400064) el arsénico no se identificó en las determinaciones analíticas antiguas, reconociéndose sin embargo en las campañas de muestreo de 2007/2008 con las que se han establecido los valores básicos de concentración. De confirmarse la situación ahora medida podría ser conveniente fijar un valor umbral estimado a partir de la información disponible.

Tendencias

Utilizando los modelos de simulación AQUATOOL y GEOIMPRESS se han estimado caudales circulantes para los escenarios 2015, 2021 y 2027.

Los caudales circulantes se han calculado previa determinación de los volúmenes demandados por las captaciones y los retornos, tanto superficiales como subterráneos que se producen y se prevé que se producirán sobre las aportaciones existentes en el futuro. Para más detalle se puede consultar el Apéndice 4 del Anejo Programa de Medidas, en el que se explica más menudamente los parámetros y la metodología empleada.

Utilizando el cociente entre la aportación en régimen natural y el caudal circulante se aventura una aproximación al conocimiento de las masas de agua con un exceso de extracción de caudal para la atención de las demandas y que por tanto supone una presión significativa sobre la masa.

A continuación se muestran las figuras dónde se pueden apreciar las masas de agua afectadas por los descensos de caudal. Los colores representan porcentajes de detracción total anual en la masa. No refleja acciones de cambios en el régimen por regulación o por otras alteraciones del régimen que se salden anualmente, y que, en algunas zonas y masas de agua, llegan a ser muy significativas.

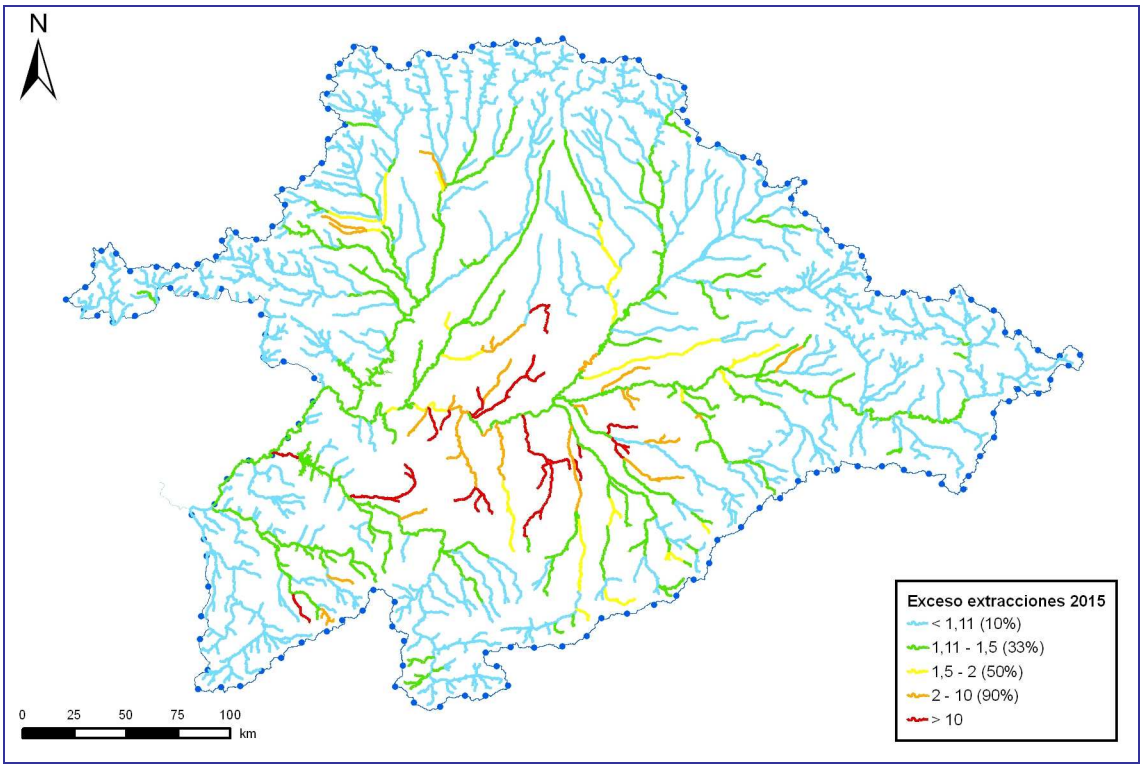

Figura 80. Clasificación de las masas de agua afectadas en 2015 por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2012.

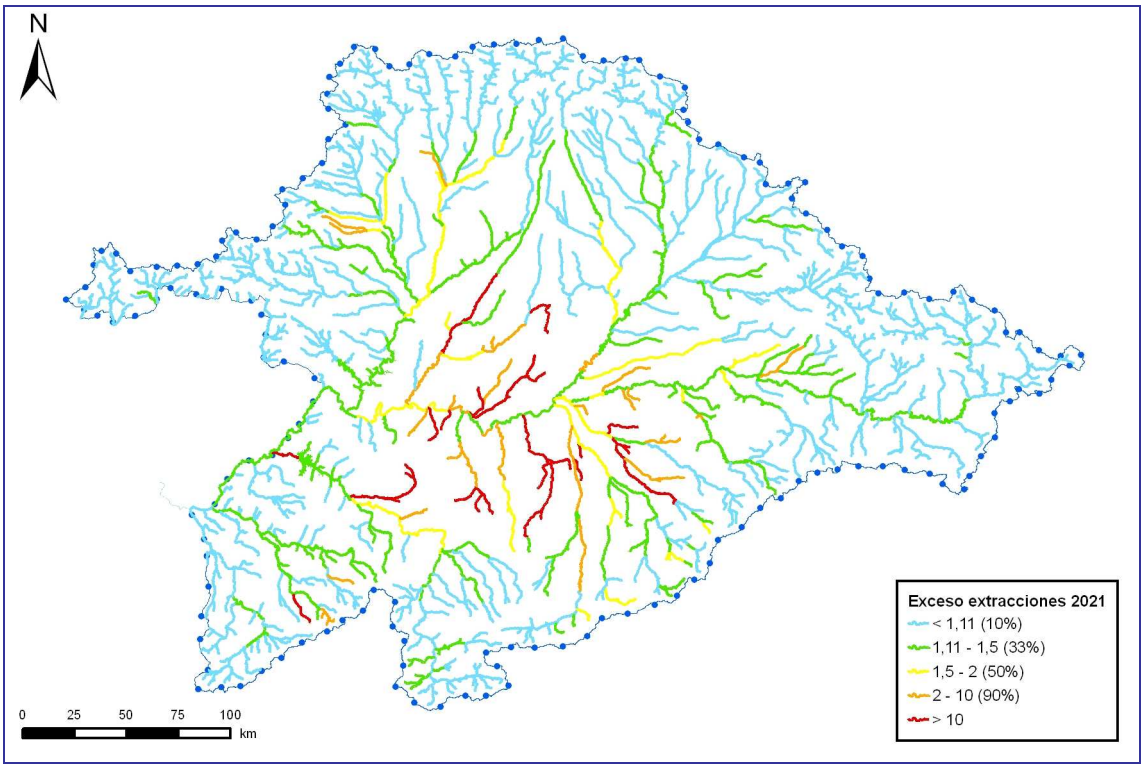

Figura 81. Clasificación de las masas de agua afectadas en 2021 por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2012.

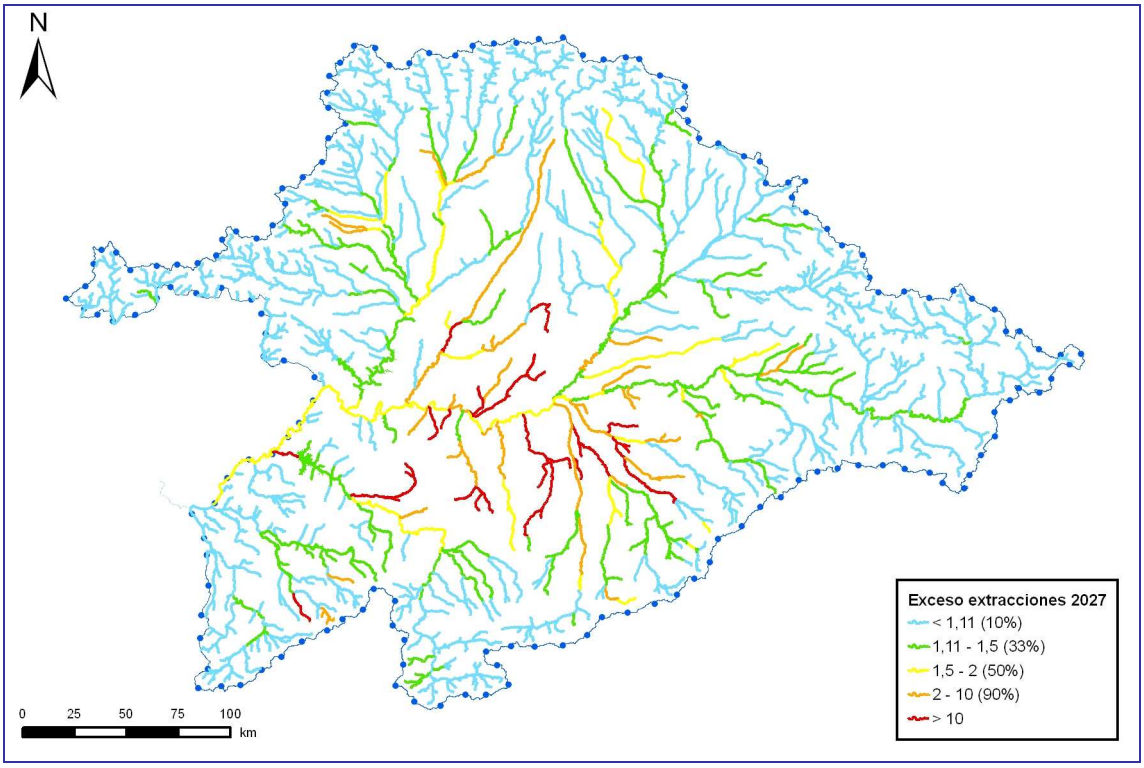

Figura 82. Clasificación de las masas de agua afectadas en 2027 por extracciones según el índice de alteración hidromorfológica (IAH). Fuente: Elaboración propia. Fecha: 2012.

La carga contaminante anual de los principales vertidos puntuales en la Demarcación Hidrográfica del Duero, correspondiente al escenario 2015, se ha estimado en:

- 23.457 t/año de DBO_5 procedentes de los vertidos de aguas residuales urbanas.

- 84.911 t/año de DQO procedente de los vertidos de aguas residuales urbanas.
- 16.950 t/año de sólidos en suspensión procedentes de aguas residuales urbanas.
- 9.276 t/año de nitrógeno (N) en forma de NO_3, NH_4, etc. procedentes de aguas residuales urbanas.
- 1.357 t/año de fósforo (P) procedentes de aguas residuales urbanas.