

# **Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero Revisión de tercer ciclo (2022-2027)**

## **ANEJO 8.3 OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES**

**Apéndice VII – INFORMACIÓN ADICIONAL DE  
OBJETIVOS AFECTADOS POR CONTAMINACIÓN  
DIFUSA. ANÁLISIS MEDIANTE MODELO RREA.**

**MAYO 2021**

**Confederación Hidrográfica del Duero O.A.**



## ÍNDICE

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>9</u>
<u>2</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL MODELO RREA</u>	<u>9</u>
2.1	Metodología general de aplicación .....	10
2.2	Orden de flujo .....	10
2.3	Cargas por masa de agua .....	11
2.3.1	Estimación de cargas debidas a contaminación puntual .....	12
2.3.2	Estimación de cargas debidas a contaminación difusa .....	13
2.3.3	Estimación de cargas en las aportaciones naturales.....	15
2.3.4	Agregación de las cargas. Archivo fluctuaciones de nitratos .....	15
2.4	Aportaciones.....	16
2.5	Demandas y retornos .....	16
2.6	Otros elementos a tener en cuenta en RREA .....	17
2.6.1	Temperatura del agua .....	17
2.6.2	Caudales y volúmenes observados .....	17
2.7	Acerca de las unidades de los parámetros en el modelo RREA .....	17
2.7.1	Fosfato .....	18
2.7.2	Amonio y Nitrato .....	18
2.7.3	Demanda Biológica de Oxígeno.....	19
<u>3</u>	<u>ANÁLISIS REALIZADO EN LAS MASAS DE AGUA CON IMPACTO COMPROBADO Y PROBABLE DE</u>	
	<u>NITRATOS</u>	<u>20</u>
3.1	Reducción de excedentes para alcanzar el buen estado en las masas de agua subterránea.	20
3.2	Creación de bandas de protección. ....	28
3.3	Reducción de excedentes adicional para alcanzar el buen estado en las masas de agua superficial. ....	29
<u>4</u>	<u>RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MASAS DE AGUA CON IMPACTO COMPROBADO</u>	<u>31</u>
<u>5</u>	<u>RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MASAS DE AGUA CON IMPACTO PROBABLE DE NITRATOS</u>	<u>35</u>

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema general de RREA. Fuente: elaboración propia .....	10
Figura 2. Ejemplo de orden de flujo de un sistema. Fuente: manual técnico RREA.....	11
Figura 3. Esquema de estimación del cálculo del excedente de nitrógeno producida por el uso agrario (agricultura y ganadería extensiva). Fuente: elaboración propia.....	14
Figura 4. Sectores de MSBT considerados en PATRICAL. Fuente: elaboración propia .....	27
Figura 5. Reducciones de aplicación de N necesarias par alcanzar los OMA en las MSBT. Fuente: elaboración propia.....	28
Figura 6. Estimación de reducción de aplicación de nitratos en la demarcación del Duero, asociada a la consecución de los objetivos fijados en el presente documento tanto para masas superficiales como subterráneas. ....	30

## Índice de tablas

Tabla 1.	Valores unitarios por he para cada parámetro simulado. Fuente: Plan Hidrológico vigente .....	12
Tabla 2.	Reducción de los parámetros (%) según el tipo de tratamiento. Fuente: elaboración propia .....	13
Tabla 3.	Concentraciones en régimen natural utilizadas para calcular las cargas producidas de forma natural. Fuente: elaboración propia .....	15
Tabla 4.	Distribución agregada de las unidades de demanda agrarias (Hm3/mes) y valor ponderado. Fuente: elaboración propia .....	16
Tabla 5.	Unidades del fosfato. Fuente: elaboración propia .....	18
Tabla 6.	Unidades del amonio y del nitrato. Fuente: elaboración propia .....	19
Tabla 7.	Unidades de la DBO. Fuente: elaboración propia .....	19
Tabla 8.	Reducción excedentes de N necesaria para alcanzar los OMA en MSBT. Fuente: elaboración propia a partir resultados PATRICAL (DGA, 2020) .....	27
Tabla 9.	Escenarios de reducción de la presión considerados. Fuente DGA .....	27
Tabla 10.	Ratios de costes anuales de las medidas de reducción de aplicación de nutrientes. Fuente: elaboración propia .....	28
Tabla 11.	Resultados obtenidos para las masas con impacto comprobado en la demarcación. Fuente: elaboración propia .....	33
Tabla 12.	Resumen de medidas necesarias en las masas de agua superficiales con impacto comprobado. Fuente: elaboración propia .....	34
Tabla 13.	Resultados obtenidos para las masas con impacto comprobado en la demarcación. Fuente: elaboración propia .....	36

## ABREVIATURAS USADAS EN EL DOCUMENTO

Art	Artículo
BIO	Indicador de calidad biológico
CE	Comunidad Europea
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEE	Comunidad Económica Europea
CHD	Confederación Hidrográfica del Duero
DBO5	Demanda de oxígeno por procesos biológicos en cinco días
DGA	Dirección General del Agua del MMA
DH	Demarcación Hidrográfica
DHD	Demarcación Hidrográfica del Duero
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
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
EDAR	Estación depuradora de aguas residuales
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ENP	Espacio Natural Protegido
FQ	Indicador de calidad físico-químico
HAB	Habitantes
HAB-EQ	Habitantes equivalentes
HM	Hidromorfológico
IBMWP	Iberian Biomonitoring Working Party
IE	Índice de explotación de las aguas subterráneas
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
IPH	Instrucción de Planificación Hidrológica, aprobada por la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre.
IPS	Índice de Poluosensibilidad específica de diatomeas
ITACYL	Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
JCyL	Junta de Castilla y León
LIC	Lugar de Importancia Comunitaria
MARM	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
O2	Oxígeno disuelto
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OM	Orden Ministerial
OMA	Objetivo ambiental
OPH	Oficina de Planificación Hidrológica

P	Fósforo
PATRICAL	Precipitación Aportación en Tramos de Red Integrados con Calidad del Agua
PES	Plan Especial de actuación ante situaciones de alerta y eventual Sequía
PH	Plan Hidrológico
PHD	Plan Hidrológico del Duero
PNCA	Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015
RD	Real Decreto
RDAS	RD 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro
RDSE	Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental
RN2000	Red Natura 2000
RNF	Reserva Natural Fluvial
RP	Regadíos particulares
RPH	Reglamento de la Planificación Hidrológica (RD 907/2007, de 6 de julio)
SEPRONA	Servicio De Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil.
SGPyUSA	Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua, de la DGA del MMA
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
Tª	Temperatura
TSI	Índice de Estado Trófico de Carlson
UDA	Unidad de Demanda Agraria
UDU	Unidad de Demanda Urbana
UPV	Universidad Politécnica de Valencia
ZEPA	Zona de Especial Protección para las Aves
ZR	Zona Regable
WFD	Water Framework Directive (Directiva 2000/60/CE)

## UNIDADES DE MEDIDA USADAS EN EL PLAN HIDROLÓGICO<sup>1</sup>

### 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<sup>2</sup>

### 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 por 10
- Centi: c, dividir por 100
- Mili: m, dividir por 1.000
- Micro:  $\mu$ , dividir por 1.000.000
- Nano: n, dividir por 1.000.000.000

### MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS ESPECIALES

- Parte por millón: ppm, equivale a 1 parte entre 1.000.000
- Parte por billón: ppb, equivalente a 1 parte entre 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.

---

<sup>1</sup> Para la adopción de estas nomenclaturas se ha atendido al Real Decreto 1.737/1997, de 20 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1.317/1989, de 27 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida en España.

Ejemplos:

- $m^3/s$ , metros cúbicos por segundo
- $hm^3/año$ , hectómetros cúbicos por año
- kWh, kilowatios hora
- MW, megawatios
- mg/l, miligramos por litro
- $m^3/ha \cdot año$ , metros cúbicos por hectárea y año





## 1 INTRODUCCIÓN

Para estimar las medidas necesarias para alcanzar un buen estado por nitratos en las masas de agua superficiales de la demarcación en 2027 se ha empleado el modelo RREA (Modelo de Respuesta Rápida del Estado Ambiental), desarrollado por el Grupo de Ingeniería de Recursos Hídricos de la Universidad Politécnica de Valencia, conforme se detalla en el apéndice VI al presente documento.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO RREA

El modelo RREA tiene como objetivo estimar el efecto de diferentes presiones ambientales sobre las masas de agua superficiales continentales. El modelo permite estimar la evolución de la concentración en las masas de agua de contaminantes que se puedan modelar con una cinética de primer orden. Además, permite la modelización del ciclo del nitrógeno y del oxígeno (demanda biológica del oxígeno, oxígeno disuelto, amonio y nitratos).

Al contrario que otros modelos de simulación de la calidad de agua en los que se realiza un análisis detallado por masa de agua o por tramos dentro de las masas de agua, este modelo está pensado para su aplicación a escala de grandes sistemas de recursos hídricos. Se persigue, con ello, facilitar la modelación de la calidad del agua en sistemas con gran número de masas de agua.

Su utilidad es muy variada permitiendo, por ejemplo: definir zonas no muestreadas con alto riesgo de contaminación, estimar la eficacia de las medidas de depuración o calcular la situación del sistema en diferentes escenarios (cambio climático, épocas de sequía, etc.). Básicamente el programa estima concentraciones de contaminantes en las masas de agua superficiales teniendo en cuenta la carga que se aporta en cada masa, la contaminación que proviene de aguas arriba y la posible degradación que se produce en la propia masa de agua.

La unidad básica que se recomienda para trabajar con el modelo es la masa de agua por lo que tanto los datos de entrada como los resultados obtenidos estarán dados, igualmente, por masa de agua. Este aspecto se estima una mejora significativa, a la hora de poder evaluar, una vez calibrado el modelo, el efecto de las posibles medidas propuestas para mejorar el estado de las masas de agua.

El modelo permite introducir como dato las detracciones de caudal en las masas de agua; no obstante, no se realiza una simulación de optimización como puede darse en el caso de modelos de simulación de la gestión del agua (por ejemplo, SIMGES-Aquatool) por lo que los resultados de caudales del modelo RREA no reproducen fielmente el comportamiento real de un sistema. Para solventar esto, tal como se explica más adelante, se han introducido como detracciones los valores obtenidos mediante simulación en SIMGES por lo que el comportamiento de caudales en RREA será aproximado al comportamiento real.

El desarrollo del modelo se puede realizar mediante el uso de una interfaz gráfica o mediante el completado de una hoja de cálculo en formato Microsoft Excel. Dado que se persigue el estudio a gran escala de la cuenca se recomienda el desarrollo mediante la introducción de la información en la hoja de cálculo puesto que de este modo se puede tratar la información de forma masiva y se podrán realizar las adaptaciones y cambios en el modelo de manera más eficiente.

## 2.1 Metodología general de aplicación

Aunque la forma en que se use el modelo varía en función del caso de estudio, en líneas generales la metodología general que se puede utilizar para el uso del modelo es la representada a continuación.

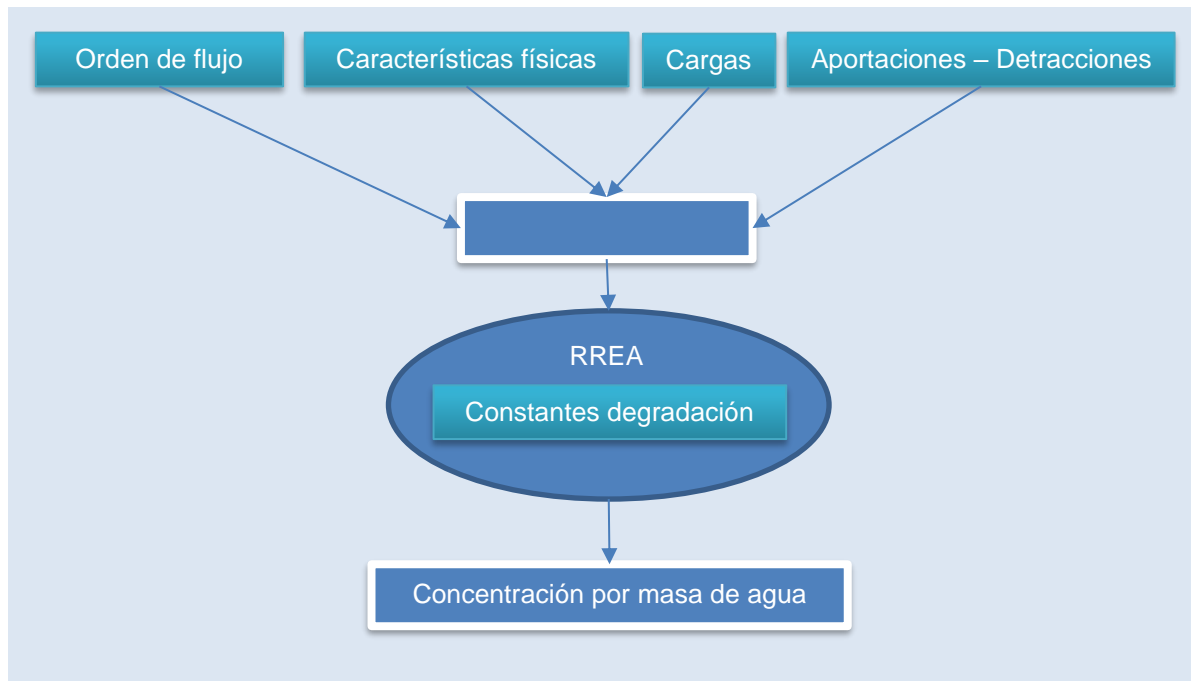


Figura 1. Esquema general de RREA. Fuente: elaboración propia

Como se ha comentado anteriormente se trabaja por masa de agua. Cada masa de agua deberá ser caracterizada con el orden del flujo, sus características físicas (longitud o volumen) las cargas de los distintos constituyentes que recibe y las aportaciones en régimen natural y las posibles detracciones que se efectúen en la misma.

El modelo RREA estima la degradación de cada constituyente según las constantes de degradación introducidas por masa de agua y constituyente o parámetro simulado y, conocido el caudal por masa, obtiene la concentración de cada parámetro.

## 2.2 Orden de flujo

Para la correcta acumulación de caudales y cargas en el modelo es preciso indicar el orden de flujo de la red.

Este orden se introduce en forma de matriz de códigos en donde para cada masa se le indica la masa de agua inmediatamente aguas abajo (la masa a la que vierte sus aguas) y un código correlativo que refleja el orden: orden cero (0) para las masas de cabecera, orden (1) para las masas inmediatamente aguas abajo, orden dos (2) para las siguientes, etc.

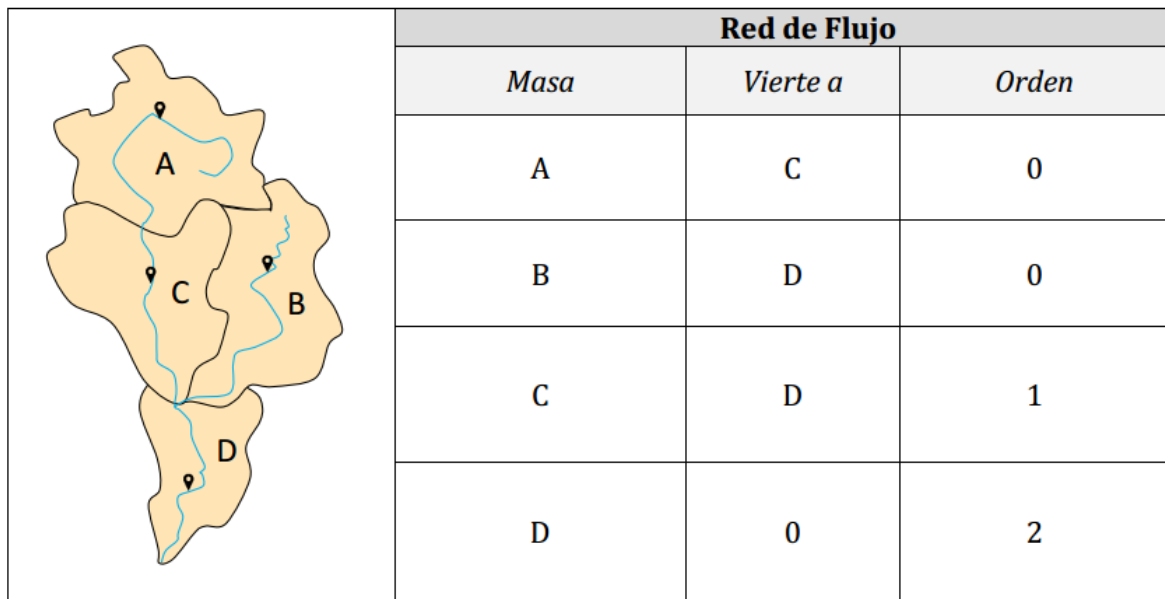


Figura 2. Ejemplo de orden de flujo de un sistema. Fuente: manual técnico RREA

Al construir la red de flujo de esta manera, RREA entiende que la totalidad de los volúmenes de agua y de las cargas procedentes de la masa origen van al principio de la masa de destino. En el ejemplo de la figura anterior esto quiere decir que la totalidad del volumen de agua y las cargas de la masa A se introducen en el punto inicial de la masa C, la totalidad del volumen de agua y las cargas de la masa B se introducen en el punto inicial de la masa D y que la totalidad de los volúmenes de agua y las cargas de las masas C y B se introducen en el punto inicial de la masa D.

### 2.3 Cargas por masa de agua

Para cada masa de agua se debe proporcionar la carga recibida de cada parámetro modelado (Kg/mes).

Esta carga será debida a los vertidos puntuales, a la contaminación difusa o a los aportes naturales del sistema.

Para el modelo RREA desarrollado se han modelado los siguientes parámetros:

- Sólidos Suspendidos (SS)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Fósforo Total (P)
- Fosfatos (PO<sub>4</sub>)
- Ciclo del Nitrógeno
  - Nitrógeno Total (N)
  - Amonio (NH<sub>4</sub>)
  - Nitratos (NO<sub>3</sub>)
- Ciclo del Oxígeno
  - Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
  - Oxígeno Disuelto (OD)

A continuación, se detalla la metodología llevada a cabo para la estimación de las cargas mensuales introducidas al modelo de cada parámetro.

### 2.3.1 Estimación de cargas debidas a contaminación puntual

Se dispone de una base de datos de vertidos puntuales en el ámbito de la CHD en el que se encuentran inventariados los vertidos, recogida en MIRAME.

Estos vertidos están ocasionados por EDARs y otros vertidos de aglomeraciones urbanas y por actividades industriales tales como almazaras, mataderos, explotaciones avícolas conserveras, etc. En consecuencia, alguno de estos vertidos son vertidos directos y otros habrán sufrido un tratamiento de eliminación de carga antes de ser vertidos.

La carga de cada vertido antes de recibir ningún tratamiento puede estimarse a partir de los habitantes equivalentes de cada uno de ellos. Los valores unitarios estimados por habitante equivalente son los siguientes:

	SS	DQO	P	PO <sub>4</sub>	N	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	DBO <sub>5</sub>	OD
g/(he-día) Vertidos Urbanos	57,94	124,4	1,77	(1)	10,00	(1)	(1)	60,00	(2)
g/(he-día) Vertidos Industriales	57,94	124,4	1,77	(1)	6,80	(1)	(1)	60,00	(2)

(1): Su estimación no se realiza a partir de he. Se explica más adelante

(2): Los vertidos no producen OD. RREA calcula el aporte de OD mediante el porcentaje máximo de saturación del oxígeno.

**Tabla 1. Valores unitarios por he para cada parámetro simulado. Fuente: Plan Hidrológico vigente**

Con estos valores, la carga de cada parámetro antes del tratamiento se define como:

$$Carga\ antes\ tratamiento\ \left(\frac{Kg}{año}\right) = \frac{he \cdot ValUnit \cdot 365}{1000}$$

donde ValUnit = valor unitario por he según Tabla 1

Por otra parte, en función del tipo de depuración, se estiman diferentes grados de reducción para cada uno de los parámetros. En la siguiente tabla se muestran los coeficientes de reducción considerados.

Tipo de tratamiento	Reducción (%)								
	SS	DQO	P	PO <sub>4</sub>	N	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	DBO <sub>5</sub>	OD
Sin tratamiento	0,0	0,0	0,0	(1)	0,0	(1)	(1)	0,0	(2)
Primario	70,0	30,0	10,0	(1)	10,0	(1)	(1)	33,0	(2)
Secundario	95,0	75,0	40,0	(1)	35,0	(1)	(1)	92,0	(2)
Terciario + Reducc. Nitrógeno	95,0	75,0	45,0	(1)	75,0	(1)	(1)	93,0	(2)
Terciario + Reducc. Fósforo	95,0	75,0	90,0	(1)	35,0	(1)	(1)	93,0	(2)
Terciario + Reducc. N + P	95,0	75,0	80,0	(1)	75,0	(1)	(1)	92,0	(2)

(1): Su estimación no se realiza a partir de he. Se explica más adelante

(2): Los vertidos no producen OD. RREA calcula el aporte de OD mediante el porcentaje máximo de saturación del oxígeno.

**Tabla 2. Reducción de los parámetros (%) según el tipo de tratamiento. Fuente: elaboración propia**

Con la aplicación de los porcentajes de reducción de la tabla anterior se obtiene la carga estimada proporcionada por cada vertido. Esta carga es comparada con los valores de autorización del vertido con el siguiente criterio:

- Si Carga Estimada  $\geq$  Carga Máx. Autorizada  $\rightarrow$  Carga = Carga Máx. autorizada
- Si Carga Estimada < Carga Max. Autorizada  $\rightarrow$  Carga = Carga Estimada
- Si no existe el valor de Carga Max. Autorizada  $\rightarrow$  Carga = Carga Estimada

Dado que se conoce la ubicación de los vertidos y, con ello, la masa de agua relacionada, el valor de las cargas para cada masa de agua se realiza por agregación de las cargas.

El valor de PO<sub>4</sub> y los valores de NH<sub>4</sub> y NO<sub>3</sub> se obtienen a partir del fósforo total (P) y nitrógeno total (N) respectivamente.

Los fosfatos suelen representar el 80% del fósforo total, por ello se ha utilizado este porcentaje para la estimación de los fosfatos.

$$PO_4 \text{ [Kg P-} PO_4] = 0,8 \cdot P \text{ [Kg P]}$$

Para el amonio y el nitrato no existe una proporcionalidad tan clara como para el caso del fosfato puesto que esos valores dependen del tipo de vertidos, tiempos de residencia de los contaminantes en el agua, temperatura, etc. Para estimar unos valores acordes con el comportamiento de la cuenca se han analizado los valores de nitrógeno total, amonio y nitratos en diversas estaciones de medición de la cuenca para obtener la relación entre los tres parámetros. Los valores obtenidos son los siguientes:

$$NH_4 \text{ [Kg N-NH}_4] = 0,25 \cdot N \text{ [Kg N]}$$

$$NO_3 \text{ [Kg N-NO}_3] = 0,6 \cdot N \text{ [Kg N]}$$

### 2.3.2 Estimación de cargas debidas a contaminación difusa

Las cargas debidas a contaminación difusa proceden, fundamentalmente, de la actividad agraria (agricultura y ganadería).

La metodología que se ha seguido, ha consistido en la identificación de las superficies declaradas para la PAC en la campaña 2018 (cultivos en secano, regadío y zonas de pastos) que se localizan en las

diferentes subcuencas de las masas de agua de la demarcación, a las que se les ha aplicado el excedente de Nitrógeno (kg/ha) estimado a nivel de cultivo y de municipio en el Balance de nitrógeno del MAPA. Posteriormente, a la hora de determinar el excedente de nitrógeno que afecta a las masas de agua, se ha tenido en cuenta:

- La proximidad de las parcelas agrícolas a las masas de agua, mediante la definición de áreas de influencia entorno a las masas de agua.
- El efecto de la pendiente sobre la afección de la contaminación a las masas de agua subterráneas. A partir de la definición de coeficientes de infiltración relacionados con la pendiente media de las subcuencas de las masas de agua.

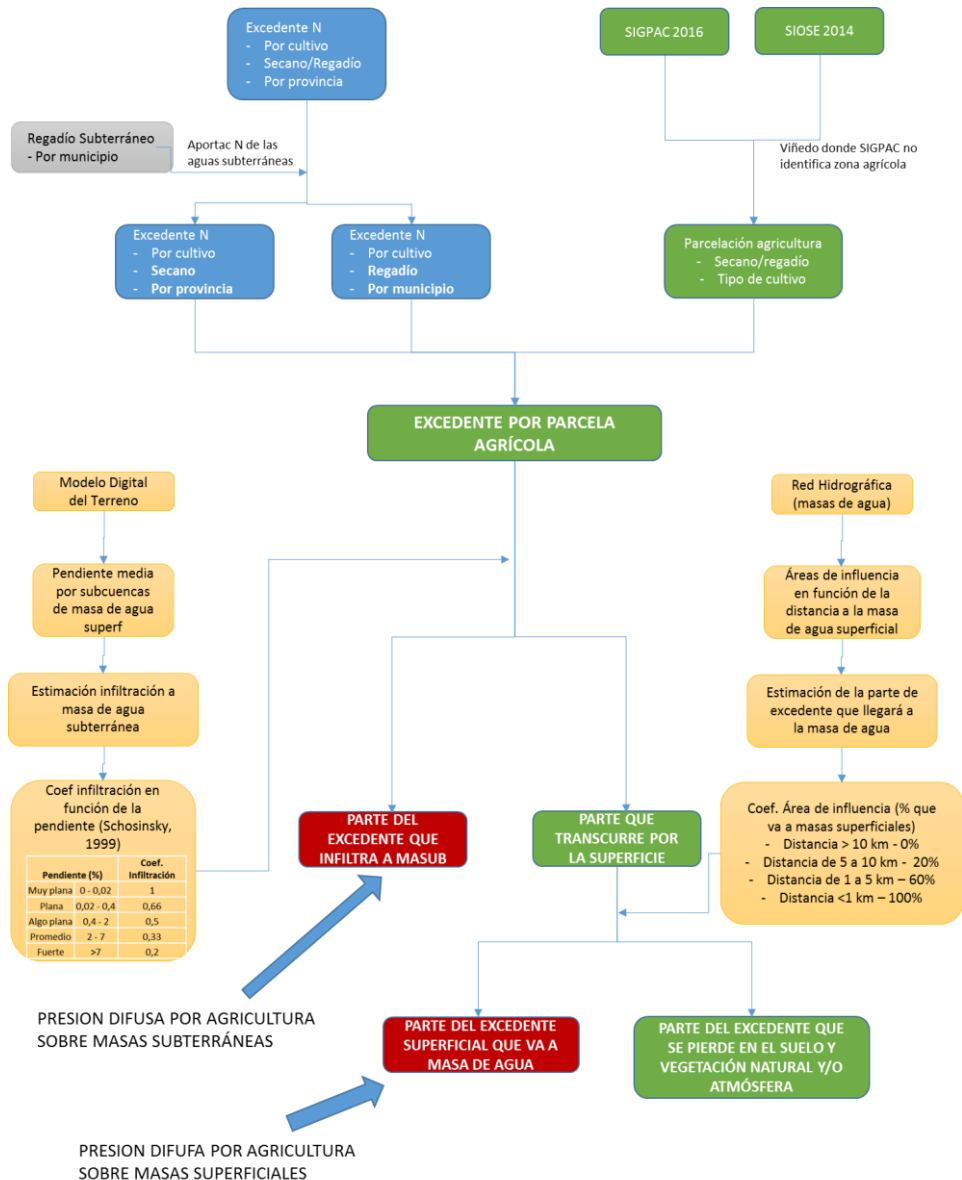


Figura 3. Esquema de estimación del cálculo del excedente de nitrógeno producida por el uso agrario (agricultura y ganadería extensiva). Fuente: elaboración propia

Mediante este esquema se obtiene el valor de Nitrógeno excedente. Dado que este nitrógeno procede de la agricultura y de la ganadería extensiva se ha considerado que la mayor parte del mismo estará en forma de nitrato estimándose este peso en un 98% y el resto estará en forma de amonio.

### 2.3.3 Estimación de cargas en las aportaciones naturales

En el modelo RREA es necesario estimar una carga también para las aportaciones naturales. Para estimar estas cargas se utilizan las aportaciones en régimen natural de cada masa y las concentraciones esperables en condiciones naturales. Se han utilizado los siguientes valores:

Parámetro	Unidades	Concentración en Régimen Natural
SS	mg/l	5,000
DQO	mg/l	10,000
P	mg/l P	0,080
PO <sub>4</sub>	mg/l PO <sub>4</sub>	0,002
N	mg/l N	0,800
NH <sub>4</sub>	mg/l NH <sub>4</sub>	0,030
NO <sub>3</sub>	mg/l NO <sub>3</sub>	2,000
DBO <sub>5</sub>	mg/l	4,000
OD	mg/l	(1)

(1): RREA calcula el aporte de OD mediante el porcentaje máximo de saturación del oxígeno.

**Tabla 3.** Concentraciones en régimen natural utilizadas para calcular las cargas producidas de forma natural. Fuente: elaboración propia

### 2.3.4 Agregación de las cargas. Archivo fluctuaciones de nitratos

Conocidas las cargas calculadas según su origen (puntual, difuso, natural) se procede a su agregación por masa de agua.

La agregación de cargas es un proceso sencillo consistente en sumar las cargas estimadas anteriormente para contaminación puntual, difusa y aportaciones naturales. El valor resultante es una carga constante y mensual (Kg/mes) de cada parámetro modelado sobre cada una de las masas de agua.

La hipótesis de utilizar una carga constante mensual es válida para la mayoría de los parámetros, pero no para la carga de nitratos. Este parámetro tiene asociada una carga que puede fluctuar en un rango muy alto a lo largo del año ya que depende de la carga difusa asociada a los regadíos y éstos últimos tienen gran variabilidad a lo largo del año. Por ello es necesario realizar unos pasos adicionales para el cálculo total de la carga de nitratos con el objetivo de crear un archivo adicional en RREA que informa de la variabilidad de los nitratos a lo largo del año: el archivo de fluctuaciones.

RREA permite introducir la variabilidad de los nitratos mediante el mencionado archivo de fluctuaciones. La fluctuación de los nitratos se ha obtenido a partir de las unidades de demanda. Al agregar todas las unidades de demanda se obtiene una distribución anual que puede ser ponderada al valor máximo con el valor de la unidad, es decir:

$$Valor\ ponderado_{mes\ i} = \frac{Valor_{mes\ i}}{Valor\ máximo}$$



	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
Distribución total	8,92	7,99	7,97	7,36	7,49	7,88	10,01	15,18	20,61	30,36	30,05	17,16	171,0
Valor ponderado	0,29	0,26	0,26	0,24	0,25	0,26	0,33	0,50	0,68	1,00	0,99	0,56	

Se marca el valor máximo de la distribución

**Tabla 4.** Distribución agregada de las unidades de demanda agrarias (Hm3/mes) y valor ponderado. Fuente: elaboración propia

La fluctuación de los nitratos, como se ha comentado, se produce por la fluctuación en el regadío por lo que la ponderación de la tabla anterior sólo afecta a los nitratos procedentes de la contaminación difusa. En cambio, los nitratos procedentes de vertidos puntuales y de forma natural se consideran constantes a lo largo de todo el año.

A continuación, se expone un ejemplo de cómo se ha calculado la fluctuación de los nitratos para una de las masas. Se observa cómo la distribución de los nitratos puntuales y naturales es constante en el año. En cambio, la distribución de los nitratos de origen difuso sí que está afectada por los valores ponderados estimados en la tabla anterior.

Con la distribución total calculada, se obtiene la fluctuación como:

$$Fluctuación_{mes\ i} = \frac{Total_{mes\ i}}{Valor\ total\ máximo}$$

## 2.4 Aportaciones

Otro de los datos a introducir para el modelo RREA son los caudales originados en cada masa de agua.

La aportación principal a introducir por masa de agua es el caudal en régimen natural generado en cada subcuenca de masa de agua. Para el caso de la cuenca del Duero los caudales utilizados proceden del modelo SIMPA, que ha sido utilizado igualmente para otros modelos Aquatool SIMGES de la cuenca del Duero (ver anejo 6 del presente plan hidrológico).

## 2.5 Demandas y retornos

Tal como se ha comentado en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el modelo RREA no realiza una simulación de optimización de caudales como puede darse en el caso de otros modelos (por ejemplo SIMGES Aquatool) y los resultados de caudales fluyentes por masa no reproducen fielmente el comportamiento real del sistema.

Dada la posibilidad de introducir detracciones y retornos por masa en el modelo se han buscado los valores que hagan que los resultados de caudales del modelo sean lo más parecidos a una simulación de optimización. Para ello se ha utilizado el modelo SIMGES de la cuenca para el horizonte 2021 por ser el más parecido a la situación actual y al periodo de calibración.

El modelo SIMGES ha sido analizado, identificando la correspondencia entre los distintos tramos del modelo y el elemento en el sistema real (masa de agua, toma, retorno). De esta forma se han identificado las extracciones y retornos a las que están sometidos cada una de las masas de agua.

Conocidos los elementos extracciones y retornos por masa de agua y sus valores (resultado del modelo SIMGES) se han obtenido estos valores agregados por masa de agua.

Se consigue, de esta forma, representar más fielmente el funcionamiento del sistema a pesar de las limitaciones del modelo RREA en este aspecto.

Las demandas/retornos en el modelo de calibración se han tratado de igual manera que las aportaciones.

## 2.6 Otros elementos a tener en cuenta en RREA

RREA permite introducir otros elementos en el modelo que, por las cuestiones que se detallan a continuación, no han sido tenidas en cuenta para el modelo actual.

### 2.6.1 Temperatura del agua

La temperatura del agua influye en la velocidad de algunas reacciones (ciclo de degradación materia orgánica y ciclo del nitrógeno) y en la estimación de la carga del oxígeno disuelto a partir del porcentaje de saturación del oxígeno el agua.

RREA permite introducir la variabilidad de la temperatura para cada masa de agua. Estos valores pueden obtenerse por medición en estaciones ICA. No obstante, la frecuencia de las mediciones de los datos disponibles no ha permitido realizar una serie completa y sin huecos de temperaturas (requisito del modelo) por lo que se ha optado por prescindir de este parámetro.

Por ello este parámetro no se ha tenido en cuenta en el modelo. RREA trabaja por defecto con una temperatura del agua de 20°C por lo que se realiza la hipótesis de tener esta temperatura constante.

### 2.6.2 Caudales y volúmenes observados

Con la intención de paliar las deficiencias en la simulación de los caudales circulantes, sobretudo aguas abajo de embalses, RREA permite introducir caudales y volúmenes observados para corregir sus resultados. Con los datos de aforos conseguidos no se ha logrado construir series completas y sin huecos de caudales/volúmenes observados (requisito del modelo) por lo que se ha optado por prescindir de estos valores.

## 2.7 Acerca de las unidades de los parámetros en el modelo RREA

El modelo RREA permite realizar tres tipos de simulaciones:

- Considerando la independencia de todos los parámetros y una degradación de los mismos con una cinética de primer orden.
- Considerando el ciclo del nitrógeno, con una degradación de los parámetros independientes con una cinética de primer orden y una formulación interrelacionada para el amonio y nitrato.
- Considerando, adicionalmente, el ciclo del oxígeno, con una degradación de los parámetros independientes con una cinética de primer orden y una formulación interrelacionada para el amonio, nitrato, demanda biológica de oxígeno y oxígeno disuelto.

Las unidades usuales de utilización de los parámetros relacionados con el fósforo o el nitrógeno pueden dar lugar a errores si no se les presta atención. Por ejemplo, al comparar las mediciones de nitratos en estaciones ICA con los valores obtenidos de simulación se debe asegurar que en ambas fuentes se utilizan las mismas unidades, mg/l de  $\text{NO}_3$  o de  $\text{N-NO}_3$ .

Adicionalmente, el modelo RREA obliga a utilizar unas unidades determinadas según el tipo de simulación que realicemos.

En el modelo RREA realizado se ha simulado la opción de ciclo de nitrógeno y ciclo del oxígeno disuelto. A continuación, se detallan las consideraciones sobre las unidades de cada parámetro a las que hay que prestar atención para evitar errores.

### 2.7.1 Fosfato

RREA no realiza una simulación del ciclo del fósforo por lo que el tipo de simulación no va a influir en las unidades del parámetro. No obstante, se ha de tener cuidado a la hora de comparar los resultados del modelo con los valores medidos en estación de control y comprobar que ambos valores tienen las mismas unidades.

El fosfato  $\text{PO}_4$  puede expresarse en valores de fosfato ( $\text{PO}_4$ ) o en valores de fósforo en forma de fosfato (P- $\text{PO}_4$ )

La estequiometría del fosfato establece la siguiente relación:

- $1 \text{ PO}_4 = 34/90 \text{ P-PO}_4$ .

Las unidades resultado de la simulación estarán en consonancia con las unidades de entrada. Al comparar los resultados con mediciones en estaciones de control se deberán comprobar las unidades; generalmente en las estaciones ICA el fosfato suele estar medido como mg/l  $\text{PO}_4$ .

Unidades Carga Entrada	Unidades Concentración Salida Modelo
Kg/mes $\text{PO}_4$	mg/l $\text{PO}_4$
Kg/mes P- $\text{PO}_4$	mg/l P- $\text{PO}_4$

Tabla 5. Unidades del fosfato. Fuente: elaboración propia

### 2.7.2 Amonio y Nitrato

Al igual que ocurre con el fosfato, el amonio y el nitrato pueden estar expresados de maneras distintas. Así, el Amonio puede expresarse en valores de amonio ( $\text{NH}_4$ ) o en valores de nitrógeno en forma de amonio (N- $\text{NH}_4$ ) y el Nitrato puede expresarse en valores de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) o en valores de nitrógeno en forma de nitratos (N- $\text{NO}_3$ ).

La estequiometría del amonio y del nitrato establece las siguientes relaciones:

- $1 \text{ NH}_4 = 14/18 \text{ N-NH}_4$
- $1 \text{ NO}_3 = 14/62 \text{ N-NO}_3$

Las unidades resultado de la simulación estarán en consonancia con las unidades de entrada. Al comparar los resultados con mediciones en estaciones de control se deberán comprobar las unidades; generalmente en las estaciones ICA el amonio suele estar medido como mg/l NH<sub>4</sub> y el nitrato como mg/l NO<sub>3</sub>.

Unidades Carga Entrada	Unidades Concentración Salida Modelo
Kg/mes NH <sub>4</sub>	mg/l NH <sub>4</sub>
Kg/mes N-NH <sub>4</sub>	mg/l NH <sub>4</sub>
Kg/mes NO <sub>3</sub>	mg/l NO <sub>3</sub>
Kg/mes N-NO <sub>3</sub>	mg/l NO <sub>3</sub>

Tabla 6. Unidades del amonio y del nitrato. Fuente: elaboración propia

Como el modelo RREA realizado se tiene en cuenta el ciclo del nitrógeno, el modelo trabajará con unidades de Nitrógeno (Kg/mes N-NH<sub>4</sub> y Kg/mes N-NO<sub>3</sub>) por lo que al comparar con los resultados de ICA es necesario realizar los cambios de unidades precisos.

### 2.7.3 Demanda Biológica de Oxígeno

Generalmente se suele trabajar con la Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días (DBO<sub>5</sub>). Igualmente, en las estaciones ICA será más frecuente encontrar mediciones para DBO<sub>5</sub> que para DBO límite (lo que, en la práctica, suele ser DBO a 20 días). Los resultados del modelo estarán en concordancia con las unidades de entrada, en concreto:

Unidades Carga Entrada	Unidades Concentración Salida Modelo
Kg/mes DBO <sub>5</sub>	mg/l DBO <sub>5</sub>
Kg/mes DBO límite	mg/l DBO límite

Tabla 7. Unidades de la DBO. Fuente: elaboración propia

Si se realiza la modelación de la DBO como parámetro independiente se deberá tener en cuenta las unidades de entrada/salida y las unidades de medición en estaciones de control. En cambio, si se realiza la simulación con la opción de ciclo de oxígeno disuelto, el modelo necesita trabajar con unidades de DBO límite.

En el modelo RREA realizado se han realizado las simulaciones con la hipótesis del ciclo de oxígeno disuelto por lo que el modelo trabaja con DBO límite. Ya que las estimaciones de cargas se han realizado como DBO<sub>5</sub> éstas han tenido que ser modificadas a DBO límite para su introducción en el modelo. En este caso, los resultados del modelo RREA (mg/l DBO límite) han sido nuevamente modificados para su comparación con mediciones de DBO<sub>5</sub> en estaciones de control. La relación DBO<sub>5</sub> y DBO límite es la expresada a continuación:

$$DBO \text{ límite} = \frac{DBO_5}{1 - e^{-5 \cdot K}}$$

generalmente K=0,2

### 3 ANÁLISIS REALIZADO EN LAS MASAS DE AGUA CON IMPACTO COMPROBADO Y PROBABLE DE NITRATOS

Para las masas de agua superficiales con impacto comprobado (29 masas) por nitratos en la demarcación, se ha considerado la aplicación de las siguientes medidas:

1. Reducción de excedentes de nitratos consideradas en PATRICAL (DGA, 2020) para alcanzar el buen estado en las masas de agua subterránea.
2. Creación de bandas de protección de cauce de 10 m, fuera de la zona de dominio público y ocupadas por vegetación autóctona, que funcione como sumidero de nutrientes,
3. Reducción adicional de excedentes de nitratos para asegurar alcanzar en 2027 una presión de excedentes de nitratos acumulados en la masa inferior al umbral de significancia de la presión y así asegurar que la concentración de nitratos en 2027 sea inferior la límite del buen estado.

Para las masas de agua superficiales con impacto probable (10 masas) por nitratos en la demarcación, e ha considerado la aplicación de las siguientes medidas:

1. Reducción de excedentes de nitratos consideradas en PATRICAL (DGA, 2020) para alcanzar el buen estado en las masas de agua subterránea.
2. Creación de bandas de protección de cauce de 5 m, fuera de la zona de dominio público y ocupadas por vegetación autóctona, que funcione como sumidero de nutrientes,
3. Reducción adicional de excedentes de nitratos para asegurar alcanzar en 2027 una presión de excedentes de nitratos acumulados en la masa inferior al umbral de significancia de la presión y así asegurar que la concentración de nitratos en 2027 sea inferior la límite del buen estado.

En estas simulaciones se ha considerado que en 2027 hay medidas de nueva creación de regadíos que conllevan in incremento de la carga bruta de nitrógeno.

La eficacia de cada medida se ha comprobado mediante RREA, simulándose en 2027 la situación futura tras la aplicación de medidas y comprobándose si la carga futura de Nitrógeno de las masas con impacto comprobado se encuentra por debajo del umbral de significancia de la presión, fijado en el anejo 7 del presente plan hidrológico.

#### 3.1 Reducción de excedentes para alcanzar el buen estado en las masas de agua subterránea.

Mediante el uso del programa PATRICAL (DGA, 2020) se han identificado las reducciones de excedentes de nitratos que es necesario alcanzar para que se puedan alcanbzar los objetivos de las masas de agua subterránea, recogándose en la tabla siguiente las reducciones necesarias por cada sector definido en PATRICAL.

Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400001	La Tercia-Mampodre-Riaño	Guardo (Bernesga)	609	0%	0%
400001	La Tercia-Mampodre-Riaño	Guardo (Porma)	584	0%	0%

### Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400001	La Tercia-Mampodre-Riaño	Guardo (Esla, emb Riaño)	644	0%	0%
400001	La Tercia-Mampodre-Riaño	Guardo (Esla)	374	0%	0%
400002	La Babia - Luna	La Pola de Gordón (rio Omaña)	473	0%	0%
400002	La Babia - Luna	La Pola de Gordón (rio Orbigo)	683	0%	0%
400003	Fuentes Carrionas - La Pernía	Cervera de Pisuerga (río Carrión)	421	0%	0%
400003	Fuentes Carrionas - La Pernía	Cervera de Pisuerga (río Pisuerga)	555	0%	0%
400003	Fuentes Carrionas - La Pernía	Cervera de Pisuerga (cabecera Valdavía)	102	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (Emb Aguilar de Campoo)	131	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (cabecera río Camesa)	113	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (río Hoz)	91	25%	10%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (cabecera río Pisuerga)	249	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (cabecera río Odra)	111	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (cabecera río Brulles)	54	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (río Urbell)	150	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (río Ubierno, fabrica)	114	0%	0%
400004	Quintanilla-Peñahorada-Las Loras	Quintanilla-Peñahorada (río Arlanzón)	69	25%	10%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio Orbigo)	310	0%	0%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio Orbigo medio)	119	0%	0%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio Tuerto)	156	0%	0%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio Bernesga)	377	0%	0%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio Esla en Ardón)	432	0%	0%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio tramo final Esla)	205	0%	0%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio Porma)	526	0%	0%
400005	Terciario Detrítico del Tuerto-Esla	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla (rio Esla)	232	0%	0%
400006	Valdavia	Valdavia (cabecera)	808	0%	0%
400006	Valdavia	Valdavia (paramo Boedo)	539	0%	0%
400006	Valdavia	Valdavia (Abadía de las Torres)	656	50%	20%
400006	Valdavia	Valdavia (desembocadura río Ucieza)	467	50%	20%
400007	Terciario Detrítico del Esla-Cea	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea (río Esla, río Corcos)	182	0%	0%
400007	Terciario Detrítico del Esla-Cea	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea (río Esla, arroyo de la Vega)	193	0%	0%
400007	Terciario Detrítico del Esla-Cea	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea (río Esla, en Valencia de Don Juan)	182	25%	10%
400007	Terciario Detrítico del Esla-Cea	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea (río Cea, en Almanza)	104	0%	0%
400007	Terciario Detrítico del Esla-Cea	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea (río Cea, en Sahagún)	332	0%	0%
400007	Terciario Detrítico del Esla-Cea	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea (río Cea, en Castrobol)	475	0%	0%
400007	Terciario Detrítico del Esla-Cea	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea (río cea zona baja)	399	0%	0%

### Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400008	Aluviales del Esla-Cea	Aluvial del Esla (río Esla en Villomar)	97	0%	0%
400008	Aluviales del Esla-Cea	Aluvial del Esla (río Torio)	196	0%	0%
400008	Aluviales del Esla-Cea	Aluvial del Esla (río Esla en Ardon)	131	0%	0%
400008	Aluviales del Esla-Cea	Aluvial del Esla (río Esla en Valencia de don Juan)	110	25%	10%
400008	Aluviales del Esla-Cea	Aluvial del Esla (río Esla en Castropepe)	179	50%	20%
400008	Aluviales del Esla-Cea	Aluvial del Esla (río Tera)	69	0%	0%
400009	Tierra de Campos	Tierra de Campos (Zona Alta, Almanza)	372	0%	0%
400009	Tierra de Campos	Tierra de Campos (Zona Alta, Sahagún)	483	0%	0%
400009	Tierra de Campos	Tierra de Campos (río Valderaduey)	302	0%	0%
400009	Tierra de Campos	Tierra de Campos (río Valderaduey medio)	510	0%	0%
400009	Tierra de Campos	Tierra de Campos (río Ahogaborricos)	358	0%	0%
400009	Tierra de Campos	Tierra de Campos (río Sequillo)	831	0%	0%
400009	Tierra de Campos	Tierra de Campos (río Sequillo en Medina)	477	0%	0%
400010	Carrión	Carrión (zona alta)	137	0%	0%
400010	Carrión	Carrión (rivera)	234	0%	0%
400010	Carrión	Carrión (cuena Valdeamiento)	453	25%	10%
400010	Carrión	Carrión (zona baja)	465	50%	20%
400011	Aluvial del Órbigo	Aluvial del Órbigo	311	0%	0%
400012	La Maragatería	La Maragatería (Tuerto en Villameca)	232	0%	0%
400012	La Maragatería	La Maragatería (Tuerto en Astorga)	464	0%	0%
400012	La Maragatería	La Maragatería (Duerna)	328	0%	0%
400012	La Maragatería	La Maragatería (cabecera Eria)	332	0%	0%
400012	La Maragatería	La Maragatería (medio Eria)	258	0%	0%
400012	La Maragatería	La Maragatería (bajo Eria)	380	0%	0%
400012	La Maragatería	La Maragatería (cabecera río Negro)	248	0%	0%
400014	Villadiego	Villadiego	736	50%	20%
400015	Raña del Órbigo	Raña del Órbigo (zona alta)	147	0%	0%
400015	Raña del Órbigo	Raña del Órbigo (Bustillo)	163	50%	20%
400015	Raña del Órbigo	Raña del Órbigo (Laguna)	254	80%	30%
400015	Raña del Órbigo	Raña del Órbigo (zona baja)	131	80%	30%
400016	Castrojeriz	Castrojeriz (alto)	293	50%	20%
400016	Castrojeriz	Castrojeriz (medio)	523	50%	20%
400016	Castrojeriz	Castrojeriz (bajo)	305	50%	20%
400017	Burgos	Burgos (río Arlanza)	425	0%	0%
400017	Burgos	Burgos (cabecera Ausines)	188	0%	0%
400017	Burgos	Burgos (río Cogollos)	346	0%	0%
400017	Burgos	Burgos (cabecera Cubillo)	110	25%	10%
400017	Burgos	Burgos (río Arlanza)	310	0%	0%
400017	Burgos	Burgos (confluencia Cubillo y Arlanza)	313	25%	10%
400018	Arlanzón-Río Lobos	Arlanzón-Río Lobos (río Arlanzón)	241	0%	0%
400018	Arlanzón-Río Lobos	Arlanzón-Río Lobos (río Arlanza)	242	0%	0%

### Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400018	Arlanzón-Río Lobos	Arlanzón-Río Lobos (río Mataviejas)	114	0%	0%
400018	Arlanzón-Río Lobos	Arlanzón-Río Lobos (río Lobos)	517	0%	0%
400019	Raña de la Bañeza	Raña de La Bañeza	180	0%	0%
400020	Aluviales del Pisuerga-Carrión y del Arlanza-Arlanzón	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón (cabecera Pisuerga)	143	25%	10%
400020	Aluviales del Pisuerga-Carrión y del Arlanza-Arlanzón	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón (confluencia Pisuerga y Arlanzón)	64	25%	10%
400020	Aluviales del Pisuerga-Carrión y del Arlanza-Arlanzón	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón (río Carrión)	108	50%	20%
400020	Aluviales del Pisuerga-Carrión y del Arlanza-Arlanzón	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón (confluencia Pisuerga y Carrión)	81	25%	10%
400020	Aluviales del Pisuerga-Carrión y del Arlanza-Arlanzón	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón (Valladolid)	95	50%	20%
400021	Sierra de la Demanda	Sierra de la Demanda	452	0%	0%
400022	Sanabria	Sanabria (río Tuela)	216	0%	0%
400022	Sanabria	Sanabria (cabecera Tera)	87	0%	0%
400022	Sanabria	Sanabria (Tera en Puebla de Sanabria)	461	0%	0%
400022	Sanabria	Sanabria (Tera en Valparaiso)	659	0%	0%
400023	Vilardevós-Laza	Vilardevós-Laza (río Támega)	583	0%	0%
400023	Vilardevós-Laza	Vilardevós-Laza (río Mente)	479	0%	0%
400024	Valle del Tera	Valle del Tera (embalse Valparaiso)	466	0%	0%
400024	Valle del Tera	Valle del Tera (río Esla)	464	0%	0%
400025	Páramo de Astudillo	Páramo de Astudillo (alto, Carrión)	53	50%	20%
400025	Páramo de Astudillo	Páramo de Astudillo (alto, Pisuerga)	111	50%	20%
400025	Páramo de Astudillo	Páramo de Astudillo (medio, Carrión)	75	50%	20%
400025	Páramo de Astudillo	Páramo de Astudillo (bajo, Pisuerga)	155	50%	20%
400027	Sierras de Neila y Urbión	Sierra de Cameros (embalse Cuerda del Pozo)	515	0%	0%
400027	Sierras de Neila y Urbión	Sierra de Cameros (río Duero en Garay)	662	0%	0%
400027	Sierras de Neila y Urbión	Sierra de Cameros (río Merdancho)	212	50%	20%
400027	Sierras de Neila y Urbión	Sierra de Cameros (río Arlanza en Castrovido)	338	0%	0%
400027	Sierras de Neila y Urbión	Sierra de Cameros (cabecera río Lobos)	301	0%	0%
400027	Sierras de Neila y Urbión	Sierra de Cameros (río Arlanza aguas debajo de Castrovido)	222	0%	0%
400028	Verín	Verín	73	0%	0%
400029	Páramo del Esgueva y del Cerrato	Páramo de Esgueva (cabecera arroyo Cevico)	411	50%	20%
400029	Páramo del Esgueva y del Cerrato	Páramo de Esgueva (aporte al Pisuerga)	725	80%	30%
400029	Páramo del Esgueva y del Cerrato	Páramo de Esgueva (cabecera del Esgueva)	340	50%	20%
400029	Páramo del Esgueva y del Cerrato	Páramo de Esgueva (medio y bajo Esgueva)	621	80%	30%
400030	Aranda de Duero	Aranda de Duero (río Duero en Gormaz)	344	0%	0%
400030	Aranda de Duero	Aranda de Duero (río Arandilla)	663	0%	0%
400030	Aranda de Duero	Aranda de Duero (río Duero en Aranda)	93	0%	0%
400030	Aranda de Duero	Aranda de Duero (río Duero en Roa)	438	50%	20%
400030	Aranda de Duero	Aranda de Duero (cabecera río Esgueva)	420	50%	20%



### Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400030	Aranda de Duero	Aranda de Duero (río Franco al río Arlanza)	334	50%	20%
400031	Villafáfila	Villafáfila (río Cea)	190	0%	0%
400031	Villafáfila	Villafáfila (río Esla)	152	0%	0%
400031	Villafáfila	Villafáfila (río Valderaduey)	116	0%	0%
400031	Villafáfila	Villafáfila (Laguna Salinas)	360	0%	0%
400031	Villafáfila	Villafáfila (Valderaduey Duero)	186	0%	0%
400032	Páramo de Torozos	Páramo de Torozos (cabecera río Valdeginete)	98	50%	20%
400032	Páramo de Torozos	Páramo de Torozos (río Carrión)	324	50%	20%
400032	Páramo de Torozos	Páramo de Torozos (río Pisuegua)	236	80%	30%
400032	Páramo de Torozos	Páramo de Torozos (río Hornija en Castrodeza)	377	80%	30%
400032	Páramo de Torozos	Páramo de Torozos (interfluvio río Hornija)	47	50%	20%
400032	Páramo de Torozos	Páramo de Torozos (río Hornija en San Cebrián)	190	80%	30%
400032	Páramo de Torozos	Páramo de Torozos (cabecera río Sequillo)	249	80%	30%
400033	Aliste	Aliste (río Aliste)	872	0%	0%
400033	Aliste	Aliste (río Esla en Ricobayo)	543	25%	10%
400033	Aliste	Aliste (río Manzanas, Portugal)	430	0%	0%
400034	Araviana	Araviana	431	25%	10%
400035	Cabrejas-Soria	Cabrejas-Soria	479	0%	0%
400036	Moncayo	Moncayo	91	0%	0%
400037	Cuenca de Almazán	Cuenca de Almazán (río Rituerto)	520	0%	0%
400037	Cuenca de Almazán	Cuenca de Almazán (río Duero en Vilde)	811	0%	0%
400037	Cuenca de Almazán	Cuenca de Almazán (río Escalote)	132	0%	0%
400037	Cuenca de Almazán	Cuenca de Almazán (río Duero en Gormaz)	547	0%	0%
400037	Cuenca de Almazán	Cuenca de Almazán (río Ucero)	361	0%	0%
400038	Tordesillas-Toro	Tordesillas (Zona Alta)	418	50%	20%
400038	Tordesillas-Toro	Tordesillas (Aluvial)	770	50%	20%
400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas (Duero en Aranda)	123	50%	20%
400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas (Duero en Peñafiel)	146	50%	20%
400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas (Pisuegua en Valladolid)	82	25%	10%
400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas (Duero en Valladolid)	86	80%	30%
400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas (Duero en Tordesillas)	44	0%	0%
400040	Sayago	Sayago (río Duero en Villalcampo)	839	0%	0%
400040	Sayago	Sayago (río Duero frontera)	212	0%	0%
400040	Sayago	Sayago (río Tormes cabecera)	592	0%	0%
400040	Sayago	Sayago (río Tormes afluentes)	288	0%	0%
400040	Sayago	Sayago (río Tormes embalse de la Almendra)	519	0%	0%
400040	Sayago	Sayago (río Duero en Bemposta, confluencia con el Tormes)	173	0%	0%
400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora (río Duero aporte Trabancos)	46	25%	10%

### Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

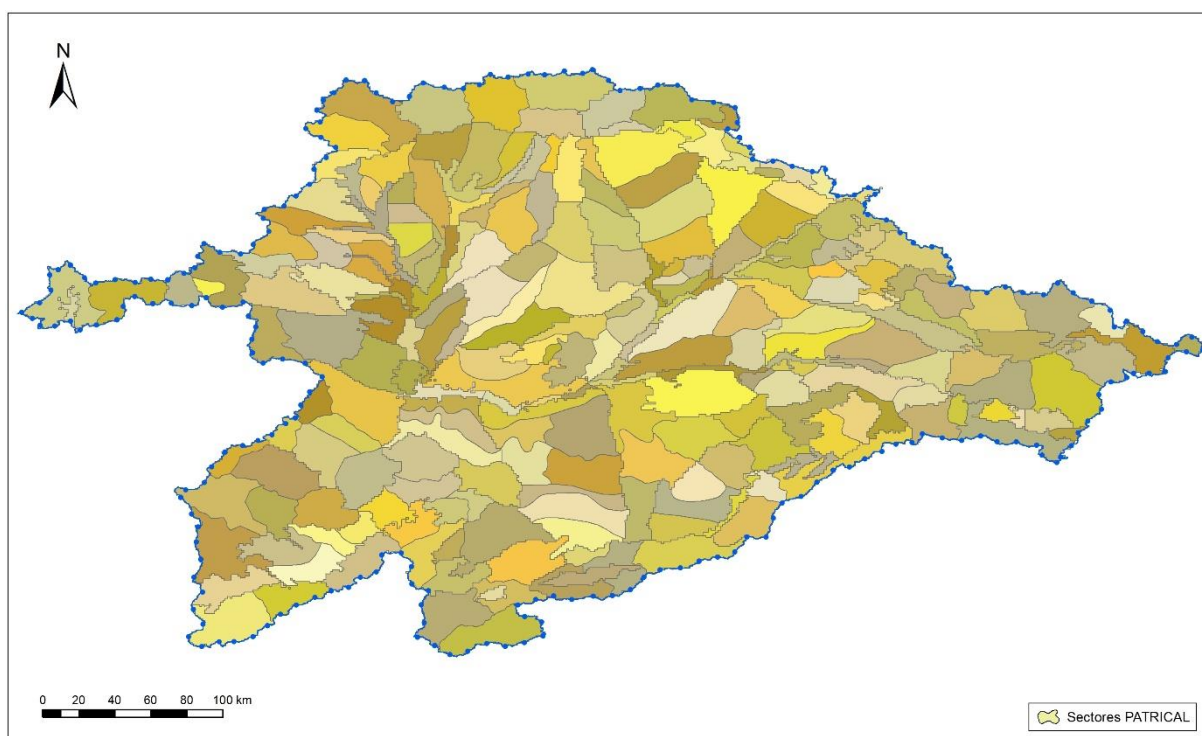
Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora (embalse de San Jose)	89	0%	0%
400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora (rio Valderaduey)	31	0%	0%
400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora (rio Duero en Toro)	158	50%	20%
400042	interfluvio Riaza-Duero	Riaza (rio Agusejo)	227	0%	0%
400042	interfluvio Riaza-Duero	Riaza (rio Pedro al Duero)	230	0%	0%
400042	interfluvio Riaza-Duero	Riaza (m izq Duero)	506	0%	0%
400042	interfluvio Riaza-Duero	Riaza (zona baja)	97	0%	0%
400043	Páramo de Cuéllar	Páramo de Cuéllar	903	50%	20%
400044	Páramo de Corcos	Páramo de Corcos (cabecera)	334	0%	0%
400044	Páramo de Corcos	Páramo de Corcos (rio Duero)	83	50%	20%
400045	Los Arenales - Tierra de Pinares	Los Arenales (cabecera Adaja)	415	50%	20%
400045	Los Arenales - Tierra de Pinares	Los Arenales (zona Duraton)	268	50%	20%
400045	Los Arenales - Tierra de Pinares	Los Arenales (rio Cega)	551	50%	20%
400045	Los Arenales - Tierra de Pinares	Los Arenales (rio Eresma)	576	50%	20%
400045	Los Arenales - Tierra de Pinares	Los Arenales (Aluvial)	600	50%	20%
400046	Sepúlveda	Sepúlveda	491	0%	0%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (Zona Alta)	401	50%	20%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (Fontiveros)	568	50%	20%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (medio)	284	50%	20%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (cabecera Zapardiel)	592	50%	20%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (cabecera Trabancos)	378	80%	30%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (medio Zapardiel)	733	50%	20%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (medio Trabancos)	299	80%	30%
400047	Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña	Medina del Campo (Aluvial)	376	50%	20%
400048	Los Arenales - Tierra del Vino	Tierra del Vino (Aluvial)	243	50%	20%
400048	Los Arenales - Tierra del Vino	Tierra del Vino (Zona Media)	379	50%	20%
400048	Los Arenales - Tierra del Vino	Tierra del Vino (Zona media, Fuente Sauco)	453	50%	20%
400048	Los Arenales - Tierra del Vino	Tierra del Vino (Zona Alta)	477	50%	20%
400049	Tierras de Ayllón y Riaza	Ayllón (rio Riaza)	328	0%	0%
400049	Tierras de Ayllón y Riaza	Ayllón (rio Duratón)	329	0%	0%
400050	Tierras de Caracena - Berlanga	Almazán Sur (rio Talegonos)	539	0%	0%
400050	Tierras de Caracena - Berlanga	Almazán Sur (Duero en Gormaz)	112	0%	0%
400050	Tierras de Caracena - Berlanga	Almazán Sur rio Caracena)	369	0%	0%
400051	Páramo de Escalote	Páramo de Escalote (alto)	78	50%	20%
400051	Páramo de Escalote	Páramo de Escalote (medio)	200	50%	20%
400051	Páramo de Escalote	Páramo de Escalote (bajo)	49	0%	0%
400052	Salamanca	Salamanca (Aluvial Alto, R Tormes Santa Teresa)	136	0%	0%
400052	Salamanca	Salamanca (Cabecera rio Almar)	787	0%	0%
400052	Salamanca	Salamanca (Aluvial)	196	50%	20%

### Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400052	Salamanca	Salamanca (Centro)	149	50%	20%
400052	Salamanca	Salamanca (Rbla Cañedo)	551	50%	20%
400052	Salamanca	Salamanca (rio Valmuza)	293	50%	20%
400052	Salamanca	Salamanca (Bajo tormes)	334	50%	20%
400053	Vitigudino	Vitigudino (río Uces)	666	0%	0%
400053	Vitigudino	Vitigudino (río Duero)	191	0%	0%
400053	Vitigudino	Vitigudino (cabecera del río Huebra)	454	0%	0%
400053	Vitigudino	Vitigudino (medio río Huebra)	408	0%	0%
400053	Vitigudino	Vitigudino (río Huebra en el Duero)	657	0%	0%
400053	Vitigudino	Vitigudino (río Águeda)	734	0%	0%
400054	Guadarrama-Somosierra	Guadarrama-Somosierra (Duratón y Cega)	500	0%	0%
400054	Guadarrama-Somosierra	Guadarrama-Somosierra (cabecera Pirón)	183	0%	0%
400054	Guadarrama-Somosierra	Guadarrama-Somosierra (cabecera Eresma)	442	0%	0%
400055	Curso medio del Eresma, Pirón y Cega	Cantimpalos (rio Adaja, cabecera)	314	0%	0%
400055	Curso medio del Eresma, Pirón y Cega	Cantimpalos (rio Adaja, medio)	411	50%	20%
400055	Curso medio del Eresma, Pirón y Cega	Cantimpalos (rio Adaja, bajo)	326	80%	30%
400055	Curso medio del Eresma, Pirón y Cega	Cantimpalos (rio Piron)	403	50%	20%
400055	Curso medio del Eresma, Pirón y Cega	Cantimpalos (rio Cega)	489	50%	20%
400056	Prádena	Prádena	195	0%	0%
400057	Segovia	Segovia	119	25%	10%
400058	Campo Charro	Campo Charro (emb Santa Teresa, río Tormes)	339	0%	0%
400058	Campo Charro	Campo Charro (río Tormes)	392	0%	0%
400058	Campo Charro	Campo Charro (Valmuza)	295	0%	0%
400058	Campo Charro	Campo Charro (Huebra y Yeltes)	453	0%	0%
400059	La Fuente de San Esteban	La Fuente de San Esteban (rio Huebra)	183	25%	10%
400059	La Fuente de San Esteban	La Fuente de San Esteban (rio Hebra afluentes)	207	25%	10%
400059	La Fuente de San Esteban	La Fuente de San Esteban (Yeltes cabecera)	355	0%	0%
400059	La Fuente de San Esteban	La Fuente de San Esteban (bajo Yeltes)	430	0%	0%
400060	Gredos	Gredos (cabecera rio Tormes)	613	0%	0%
400060	Gredos	Gredos (rio Corneja, Valdecorneja)	295	0%	0%
400060	Gredos	Gredos (rio Tormes en Barco de Avila)	590	0%	0%
400060	Gredos	Gredos (rio Almar)	579	0%	0%
400061	Sierras de Ávila y la Paramera	Sierra de Ávila (cabecera Adaja)	314	0%	0%
400061	Sierras de Ávila y la Paramera	Sierra de Ávila (Adaja embalse de la Cogotas)	363	0%	0%
400061	Sierras de Ávila y la Paramera	Sierra de Ávila (Sanchoreja y Altomiros)	139	0%	0%
400061	Sierras de Ávila y la Paramera	Sierra de Ávila (rio Voltoya embalse de los Serones)	581	0%	0%
400063	Ciudad Rodrigo	Ciudad Rodrigo	411	0%	0%
400064	Valle Amblés	Valle de Amblés	229	0%	0%

Código masa	Nombre masa	Sector	superficie (km2)	Reducción excedentes necesaria N	Reducción aplicación N
400065	Las Batuecas	Las Batuecas (rio Agueda en Fuenteguinaldo)	671	0%	0%
400065	Las Batuecas	Las Batuecas rio Agueda en embalse de Agueda)	371	0%	0%
400066	Valdecorneja	Valdecorneja	61	0%	0%

**Tabla 8.** Reducción excedentes de N necesaria para alcanzar los OMA en MSBT. Fuente: elaboración propia a partir resultados PATRICAL (DGA, 2020)



**Figura 4.** Sectores de MSBT considerados en PATRICAL. Fuente: elaboración propia

Para la relación entre la reducción de excedentes de N y la reducción de aplicación de N, se ha partido de la información proporcionada por la DGA para el conjunto del estado, que se muestra en la tabla siguiente.

Escenarios	Exceso de nitrógeno MtnN/año	Aporte total de nitrógeno MtnN/año	Porcentaje de reducción	Aplicación de fertilizantes asociada MtnN/año	Porcentaje de reducción
Base (tendencial)	0,77	2,43		1,13	
Reducción 25% presión	0,58	2,22	9%	0,93	18%
Reducción 50% presión	0,38	1,98	18%	0,73	35%
Reducción 80% presión	0,15	1,75	28%	0,5	56%

**Tabla 9.** Escenarios de reducción de la presión considerados. Fuente DGA

Por último, la reducción de excedentes de N necesaria y la consiguiente reducción de aplicación de N se han calculado para cada cuenca vertiente de las masas de agua superficiales, conforme se muestra en la figura siguiente.

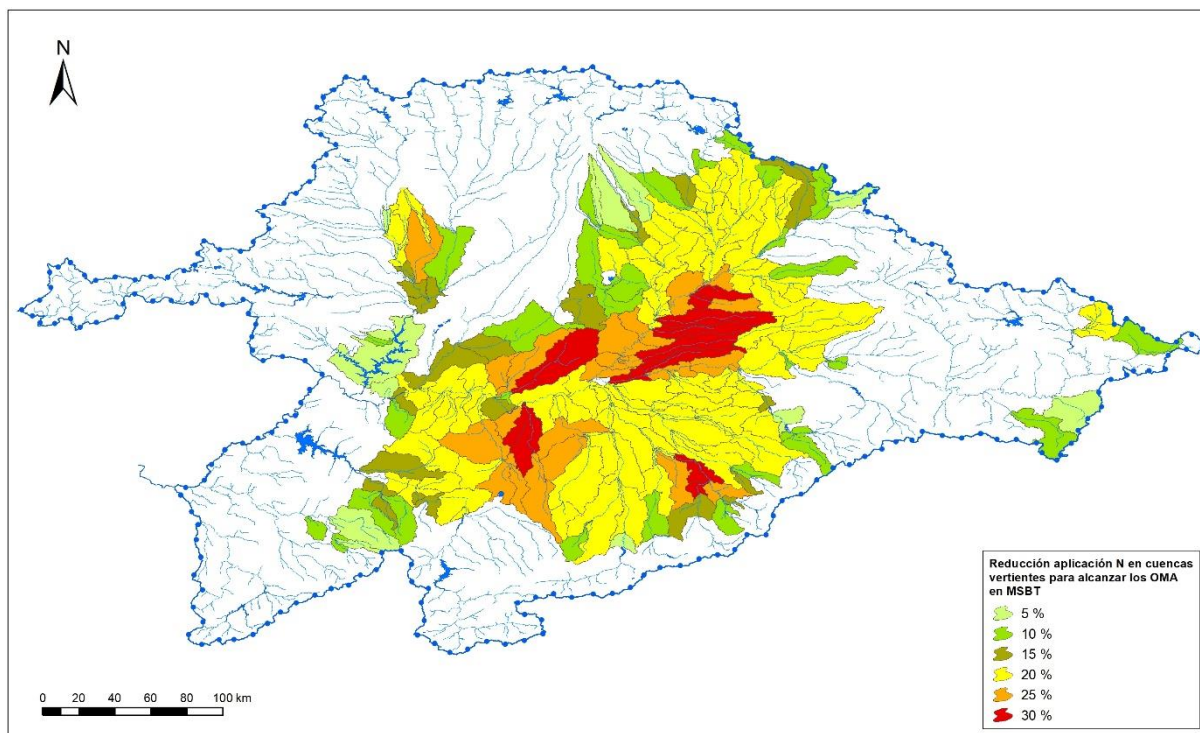


Figura 5. Reducciones de aplicación de N necesarias para alcanzar los OMA en las MSBT. Fuente: elaboración propia

El coste anual de esta medida ha sido contemplada, de forma preliminar, como la reducción del margen bruto de la actividad agraria en la misma cuantía que la reducción requerida de aplicación de N.

Medida	Equivale a	Coste unitario secoano	Coste unitario regadío	Unidades costes
Reducción 80% excedentes	Reducción 30% aplicación	79	245	€/ha/año
Reducción 65% excedentes	Reducción 25% aplicación	66	204	€/ha/año
Reducción 50% excedentes	Reducción 20% aplicación	53	163	€/ha/año
Reducción 35% excedentes	Reducción 15% aplicación	40	122	€/ha/año
Reducción 25% excedentes	Reducción 10% aplicación	26	82	€/ha/año
Reducción 10% excedentes	Reducción 5% aplicación	13	41	€/ha/año

Tabla 10. Ratios de costes anuales de las medidas de reducción de aplicación de nutrientes. Fuente: elaboración propia

### 3.2 Creación de bandas de protección.

Una vez aplicada la medida anterior y analizada su eficiencia con RREA, se ha analizado la eficacia de la creación de bandas de protección de cauce de 10 m, para el caso de las masas con impacto comprobado, y de 5m, para el caso de las masas con impacto probable, fuera de la zona de dominio público y ocupadas por vegetación autóctona, que funcione como sumidero de nutrientes.

De acuerdo con lo expuesto por el Esquema de Temas Importantes del tercer ciclo de planificación, La Comisión Europea ha presentado estudios en los que se establece que la reducción de fertilizantes está entre el 25% y el 75%, dependiendo de la anchura de la banda, que puede llegar hasta los 20 m.

Estas bandas de protección también deberían ser objeto de un mantenimiento para evitar que se convirtieran en reservorios de plagas (por ejemplo, la del topillo campesino en Castilla y León) pero compatibles con el buen estado de cauces.

Para el presente análisis se ha estimado que en todas las masas de agua con impacto comprobado es necesaria la ejecución de estas barreras, con eficacia de reducción del 75% de los excedentes que recibe la masa de agua en su intercuenca.

Para el caso de las masas de agua con impacto probable se considera una barrera de 5 m y eficacia de reducción del 50% de los excedentes que recibe la masa de agua en su intercuenca.

Los costes estimados de esta medida son 7.000 €/km lineal de masa, para el caso de las barreras de 10 m y de 3.500 €/km lineal de masa, para el caso de las barreras de 5 m.

### **3.3 Reducción de excedentes adicional para alcanzar el buen estado en las masas de agua superficial.**

Una vez aplicada las medidas anteriores y analizada su eficiencia con RREA, se ha analizado la necesidad de establecer reducciones adicionales de excedentes de nitrógeno para alcanzar el buen estado de las masas de agua superficiales.

En los casos en los que las medidas incluyan reducciones de excedentes de nitrógeno en agricultura de menos del 80% (que implica reducciones de menos del 30% en la aplicación de nitrógeno) se ha considerado que estas medidas, aunque presenten un claro impacto económico no afectan a la viabilidad de la actividad agrícola, no presentan costes desproporcionados y por tanto, se plantean alcanzar los objetivos en 2027.

Por el contrario, en los casos en los que las medidas analizadas necesiten de reducciones de excedentes de nitrógeno en agricultura de más del 80% (que implica reducciones mayores del 30% en la aplicación de nitrógeno) se ha considerado que estas medidas no permiten la viabilidad de la actividad agrícola, presentan costes desproporcionados y por tanto, se plantean objetivos menos rigurosos para estas masas. Esta situación tan sólo se da en 4 masas de agua con elevada presión por contaminación difusa: 30400317 Arroyo de Cevico, 30400322 Arroyo de los Madrazos, 30400362 Arroyo Jaramiel y 30400402 Arroyo de Valcorbas.

En la figura siguiente se muestra la estimación de reducción de aplicación de nitratos en la demarcación del Duero, asociada a la reducción de excedentes necesaria para la consecución de los objetivos fijados en el presente documento.

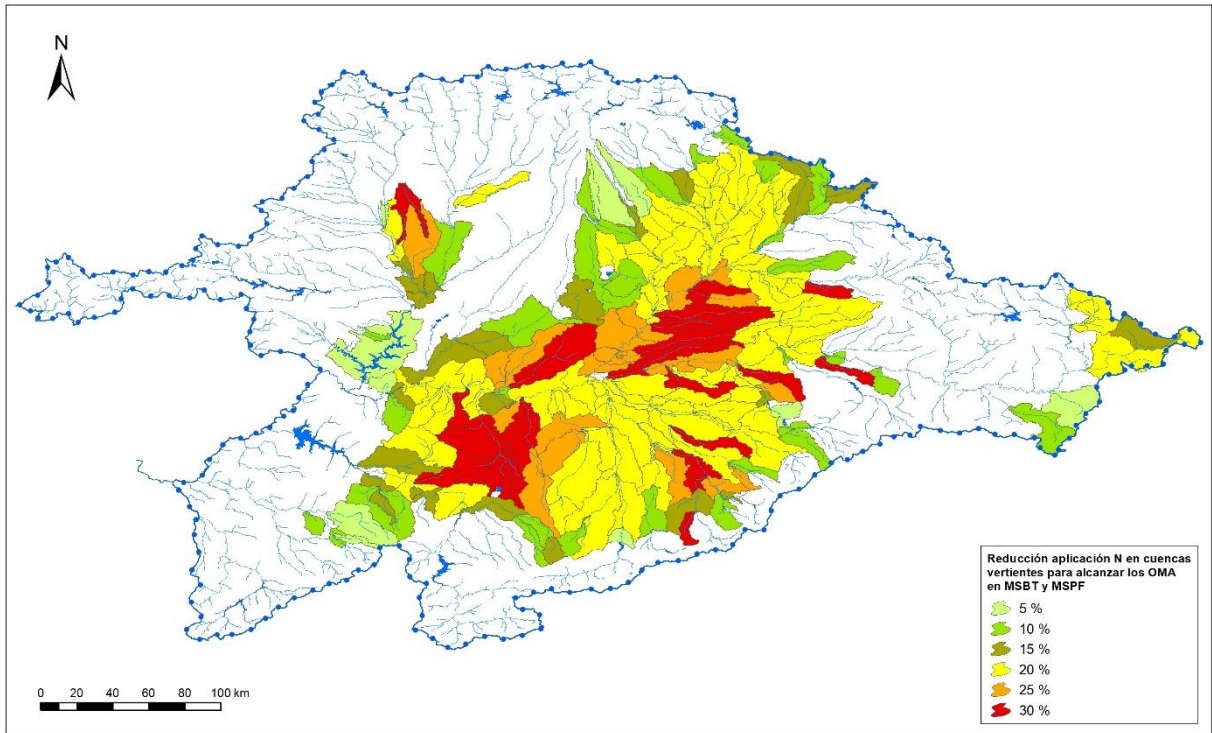


Figura 6. Estimación de reducción de aplicación de nitratos en la demarcación del Duero, asociada a la consecución de los objetivos fijados en el presente documento tanto para masas superficiales como subterráneas.

## **4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MASAS DE AGUA CON IMPACTO COMPROBADO**

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para las masas de agua con impacto comprobado por nitratos en la demarcación.



Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa con problemas nitratos	Brecha 2019 (mg/l)	Excedente acumulado N total ACTUAL (kg/año)	Excedente acumulado N, tras medidas de reducción MSBT y banda protección 2027 (kg/año)	Umbral significancia (kg/año)	¿Es necesaria reducción adicional por MSPF en cuenca vertiente?	% reducción excedente aguas arriba	Excedente tras todas medidas acumulado (kg/año)	¿supera el límite?	Objetivo Nitrato OMR
30400091	Arroyo de Riofresno	4,1	99.865	17.268	15.000	Sí	48	14.842	No	
30400160	Arroyo de Valdearcos 1	20	80.387	23.582	15.000	Sí	45	14.855	No	
30400175	Río Ruyales	13	100.023	13.455	15.000	No	49	13.455	No	
30400176	Río Hormazuela 2	1,5	405.647	81.632	160.000	No	48	81.632	No	
30400196	Arroyo Huerga	20,2	134.201	21.113	15.000	Sí	67	14.695	No	
30400252	Arroyo de los Reguerales 1	17,9	143.550	22.010	15.000	Sí	68	14.245	No	
30400253	Arroyo de los Reguerales 2	12,9	511.122	71.894	160.000	No	53	71.894	No	
30400266	Arroyo de Valdepaúles	12,9	61.193	8.829	15.000	No	43	8.829	No	
30400268	Río de la Revilla	20,9	137.557	38.807	15.000	Sí	74	14.522	No	
30400297	Río Franco	21,4	320.081	47.207	160.000	No	49	47.207	No	
30400308	Río Esgueva 1	1,5	434.598	69.274	160.000	No	42	69.274	No	
30400309	Río Esgueva 2	0,5	370.974	62.459	160.000	No	50	62.459	No	
30400317	Arroyo de Cevico	20,3	430.685	39.822	15.000	Sí	80	25.136	Sí	<30 mg/l
30400322	Arroyo de los Madrazos	21,8	294.180	31.663	15.000	Sí	80	22.971	Sí	<40 mg/l
30400358	Río Hornija 1	34,6	675.789	69.008	160.000	No	70	69.008	No	
30400359	Río Hornija 2	12,8	395.590	50.026	250.000	No	25	50.026	No	
30400362	Arroyo Jaramiel	22,5	296.490	18.663	15.000	Sí	80	17.124	Sí	<30 mg/l
30400370	Arroyo de la Nava	27,1	96.953	29.724	15.000	Sí	69	14.502	No	
30400371	Arroyo de la Vega (Valladolid)	18,1	94.200	13.174	15.000	No	50	13.174	No	
30400379	Arroyo de Valimón	25,1	60.269	7.790	15.000	No	50	7.790	No	
30400381	Arroyo de Valdanzo	10,3	62.195	16.475	15.000	Sí	25	12.665	No	
30400389	Río Malucas	2	81.338	15.731	15.000	Sí	55	14.793	No	

Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa con problemas nitratos	Brecha 2019 (mg/l)	Excedente acumulado N total ACTUAL (kg/año)	Excedente acumulado N, tras medidas de reducción MSBT y banda protección 2027 (kg/año)	Umbral significancia (kg/año)	¿Es necesaria reducción adicional por MSPF en cuenca vertiente?	% reducción excedente aguas arriba	Excedente tras todas medidas acumulado (kg/año)	¿supera el límite?	Objetivo Nitrato OMR
30400400	Arroyo de Adalia	1,3	90.987	27.148	15.000	No, porque el problema es de origen puntual	50	27.148	Sí	
30400401	Arroyo Botijas	8,7	155.151	37.501	15.000	Sí	70	14.551	No	
30400402	Arroyo de Valcorba	9,8	135.733	24.801	15.000	Sí	80	15.292	Sí	<30 mg/l
30400404	Río Sacramenia	3,3	84.055	26.419	15.000	Sí	64	14.756	No	
30400515	Arroyo de la Encina	1	108.644	17.500	15.000	Sí	65	13.593	No	
30400554	Río Almar 3	5	422.408	284.149	250.000	Sí	25	222.002	No	
30400601	Arroyo del Portillo	4,3	165.610	95.379	160.000	0	0	95.379	No	

Tabla 11. Resultados obtenidos para las masas con impacto comprobado en la demarcación. Fuente: elaboración propia

En la masa de agua de 30400400 Arroyo de Adalia el impacto por nitratos es debido en gran parte por contaminación puntual que se resuelve con las medidas sobre la contaminación puntual.

En la tabla siguiente se resumen las medidas contempladas por cada masa de agua con impacto comprobado.

Código masa	Nombre masa con problemas nitratos	Resumen Medidas
30400091	Arroyo de Riofresno	Banda 10m + Red. 48% de excedentes de N dif
30400160	Arroyo de Valdearcos 1	Banda 10m + Red. 45% de excedentes de N dif
30400175	Río Ruyales	Banda 10m + Red. 49% de excedentes de N dif
30400176	Río Hormazuela 2	Banda 10m + Red. 48% de excedentes de N dif
30400196	Arroyo Huerga	Banda 10m + Red. 67% de excedentes de N dif
30400252	Arroyo de los Reguerales 1	Banda 10m + Red. 68% de excedentes de N dif
30400253	Arroyo de los Reguerales 2	Banda 10m + Red. 53% de excedentes de N dif
30400266	Arroyo de Valdepaúles	Banda 10m + Red. 43% de excedentes de N dif
30400268	Río de la Revilla	Banda 10m + Red. 74% de excedentes de N dif
30400297	Río Franco	Banda 10m + Red. 49% de excedentes de N dif
30400308	Río Esgueva 1	Banda 10m + Red. 42% de excedentes de N dif
30400309	Río Esgueva 2	Banda 10m + Red. 50% de excedentes de N dif
30400317	Arroyo de Cevico	Banda 10m + Red. 80% de excedentes de N dif
30400322	Arroyo de los Madrazos	Banda 10m + Red. 80% de excedentes de N dif
30400358	Río Hornija 1	Banda 10m + Red. 70% de excedentes de N dif
30400359	Río Hornija 2	Banda 10m + Red. 25% de excedentes de N dif
30400362	Arroyo Jaramiel	Banda 10m + Red. 80% de excedentes de N dif
30400370	Arroyo de la Nava	Banda 10m + Red. 69% de excedentes de N dif
30400371	Arroyo de la Vega (Valladolid)	Banda 10m + Red. 50% de excedentes de N dif
30400379	Arroyo de Valimón	Banda 10m + Red. 50% de excedentes de N dif
30400381	Arroyo de Valdanzo	Banda 10m + Red. 25% de excedentes de N dif
30400389	Río Malucas	Banda 10m + Red. 55% de excedentes de N dif
30400400	Arroyo de Adalia	Banda 10m + Red. 50% de excedentes de N dif
30400401	Arroyo Botijas	Banda 10m + Red. 70% de excedentes de N dif
30400402	Arroyo de Valcorba	Banda 10m + Red. 80% de excedentes de N dif
30400404	Río Sacramenia	Banda 10m + Red. 64% de excedentes de N dif
30400515	Arroyo de la Encina	Banda 10m + Red. 65% de excedentes de N dif
30400554	Río Almar 3	Banda 10m + Red. 25% de excedentes de N dif
30400601	Arroyo del Portillo	Banda 10m

Tabla 12. Resumen de medidas necesarias en las masas de agua superficiales con impacto comprobado. Fuente: elaboración propia

## **5 RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MASAS DE AGUA CON IMPACTO PROBABLE DE NITRATOS**

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para las masas de agua con impacto probable por nitratos en la demarcación.

Anejo 8.3. Apéndice VII. Información adicional de objetivos afectados por contaminación difusa

Código masa	Nombre masa con problemas nitratos	Excedente acumulado N total ACTUAL (kg/año)	Excedente acumulado N, tras medidas de reducción MSBT y banda protección 2027 (kg/año)	Umbral significancia (kg/año)	¿Es necesaria reducción adicional por MSPF en cuenca vertiente?	% reducción excedente aguas arriba	Excedente tras todas medidas acumulado (kg/año)	¿supera el límite?	Resumen medidas
30400161	Arroyo de Valdearcos 2	106.052	58.531	160.000	No	0	58.531	No	No necesita reducción adicional a MSBT, ni banda
30400163	Río Vena 2	100.828	100.299	160.000	No	0	100.299	No	No necesita reducción adicional a MSBT, ni banda
30400273	Río Zarranzano	53.976	53.836	15.000	Sí	50	14.774	No	Banda 5m. + Red. 50% excedentes N dif
30400310	Río Esgueva 3	764.288	165.414	250.000	No	78	165.414	No	No necesita reducción adicional a MSBT, ni banda
30400327	Río Rituerto 2	613.896	551.532	250.000	Sí	39	244.647	No	Banda 5m. + Red. 39% excedentes N dif en masa y aguas arriba
30400387	Arroyo de Polendos	69.107	49.193	15.000	Sí	65	14.947	No	Banda 5m. + Red. 65% excedentes N dif
30400429	Arroyo Reguera	67.334	33.667	15.000	Sí	70	10.100	No	Banda 5m. + Red. 70% excedentes N dif
30400462	Río Guareña 2	720.861	369.289	160.000	Sí	80	152.895	No	Banda 5m. (en esta masa y en Río Guareña 1, 30400461) + Red. 80% excedentes N dif en masa y aguas arriba
30400574	Río Viñegra	83.450	83.450	15.000	Sí	75	13.011	No	Banda 5m. + Red. 75% excedentes N dif
30400812	Río Ubierna	262.096	222.185	160.000	Sí	20	145.467	No	Banda 5m. + Red. 25% excedentes N dif en masa y aguas arriba

Tabla 13. Resultados obtenidos para las masas con impacto comprobado en la demarcación. Fuente: elaboración propia