



*Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de
Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos.*

Modelación de la concentración de nitratos en las aguas subterráneas de España y definición de objetivos

Miguel Ángel Pérez-Martín

mperezm@hma.upv.es

<http://www.upv.es>

Valencia 18-19 Junio 2013

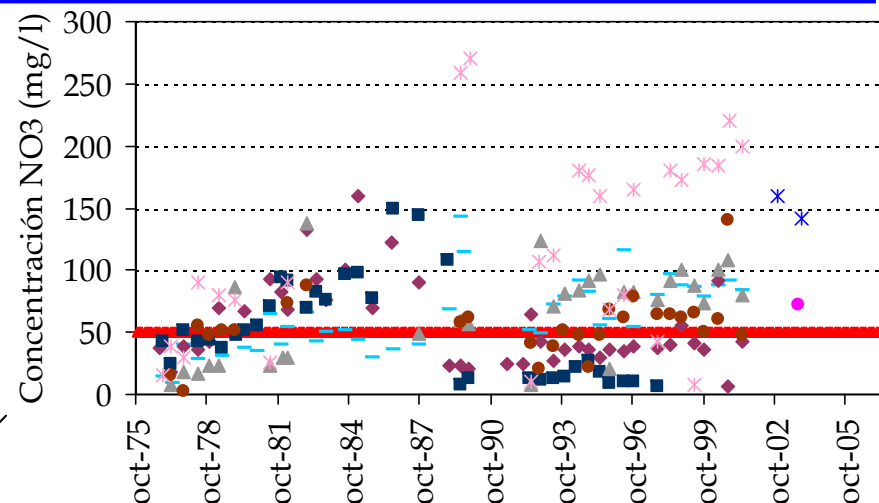
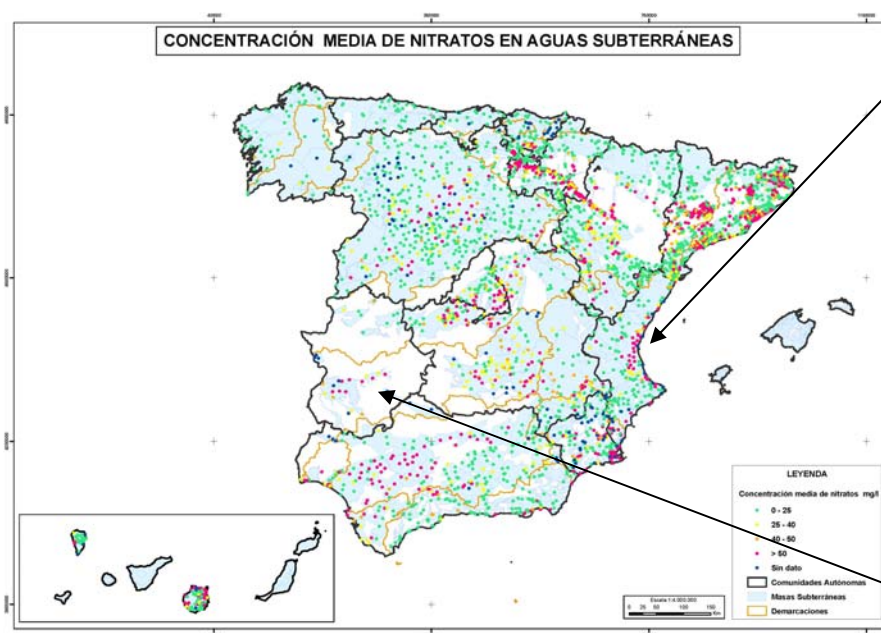
La contaminación del agua por nitratos:

- Es un problema con más de 20 años
Directiva 91/676/CEE del Consejo, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias
- Pero sigue siendo uno de los principales problemas del agua. En España y en otros lugares.
- Afecta al cumplimiento de los objetivos de la Directiva Marco del Agua (DMA)

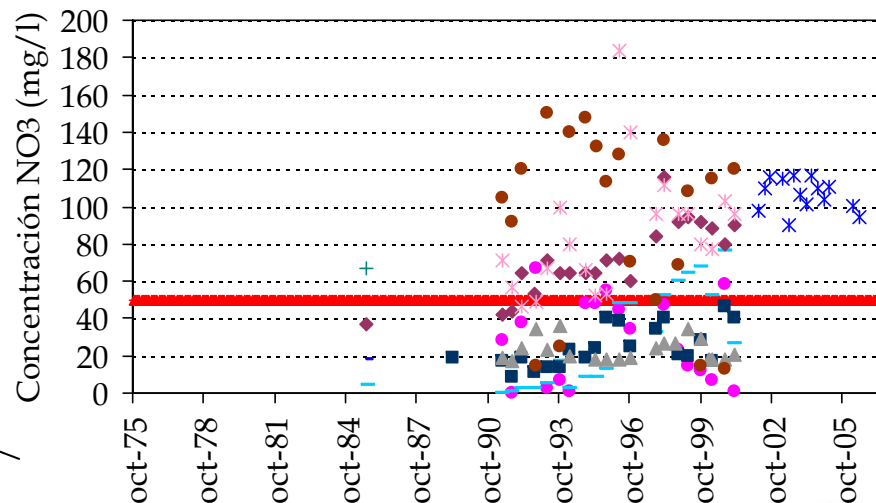
Lugares identificados con importantes problemas por nitratos:

- **Upper Mississippi River** (Houser and Richardson, 2010), **Northeastern United States** (Howarth et al., 1996; Berka et al., 2001; Boyer et al., 2002), **New Zealand** (Gillingham and Thorrold, 2000; Monaghan et al., 2005), **Ireland** (Neill, 1989; Watson and Foy, 2001), **United Kingdom** (Webb and Walling, 1985; Reynolds and Edwards, 1995; Whitehead et al., 2002), **Norway** (Blecken and Bakken, 1997) and **France** (Ruiz et al., 2002; Molenat et al., 2002; Martin et al., 2004).
- En aguas subterráneas: **USA, Canada, Japan, Europe, and Australia** (Deng et al., 2011), and also, **northeast China** (Huan et al., 2012) and **Yellow river** (Shen et al., 2011)

En España: uno de los principales problemas de las aguas subterráneas



Júcar RB: "Plana de Valencia Norte"



Guadiana RB: "Vegas Bajas"

Report to EU Commission 2004-2007
(MARM, 2008)



Zonas vulnerables ZV Directiva 91/676/CEE



> 10 Cuenca hidrográficas

Más de 800
masas de agua
subterráneas

Año
declaración ZV



Altas concentraciones de nitrato en todas las cuencas.
Únicamente la zona norte con pocos problemas.

Planes de acción

Directiva 91/676/CEE

En las zonas vulnerables se definen Planes de acción para reducir la presión por aporte de nitrógeno.

Preguntas a responder:

- **¿Son suficientes la medidas** incluidas en los Planes de Acción?
 - **¿Se alcanzarán los objetivos** de la DMA?
 - **¿En cuánto tiempo** se alcanzarán los objetivos?
-
- Es necesario entender las interacciones entre la agricultura y ganadería y la contaminación del agua en espacio y tiempo (Ferrant et al, 2011).
 - Los **modelos pueden ayudar**: a **entender mejor** la contaminación por nitratos en las masas de agua superficiales y subterráneas; y a **evaluar la efectividad** de los planes de acción.

Objetivos del trabajo: Determinar para cada MASUBT:

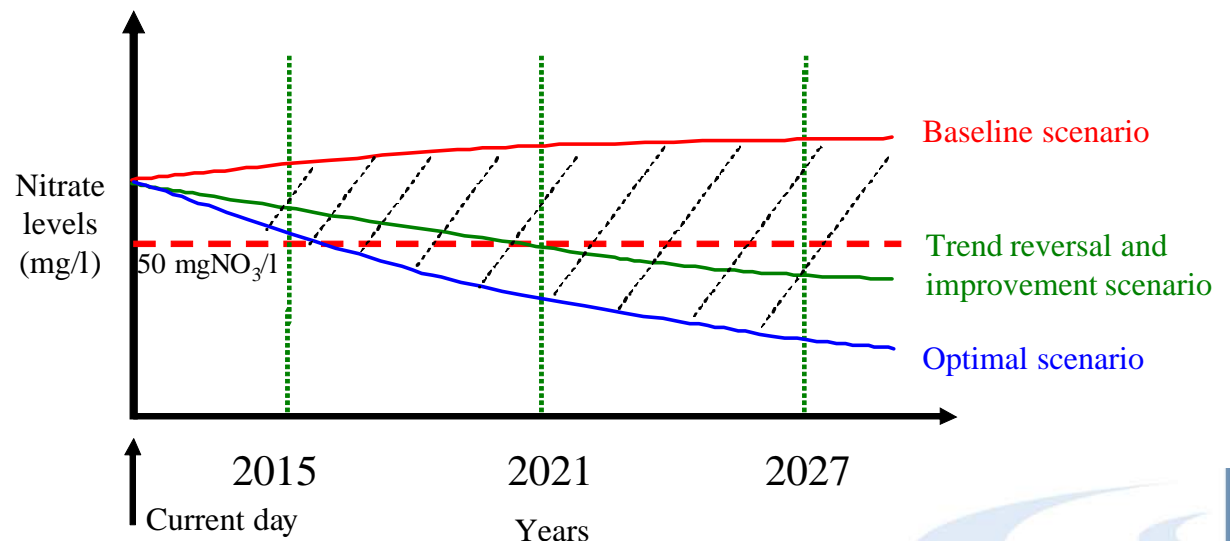
- Los objetivos de nitrato relativos a la DMA
- El tiempo necesario para la recuperación

Basado en el uso de modelos de simulación

Fases:

- 1) Calibración: ajuste del modelo a los datos observados (histórico)
- 2) Simulación futura: 3 escenarios:
 - Base
 - Inversión y mejora
 - Óptimo

Escenarios futuros: Nivel de nitrato

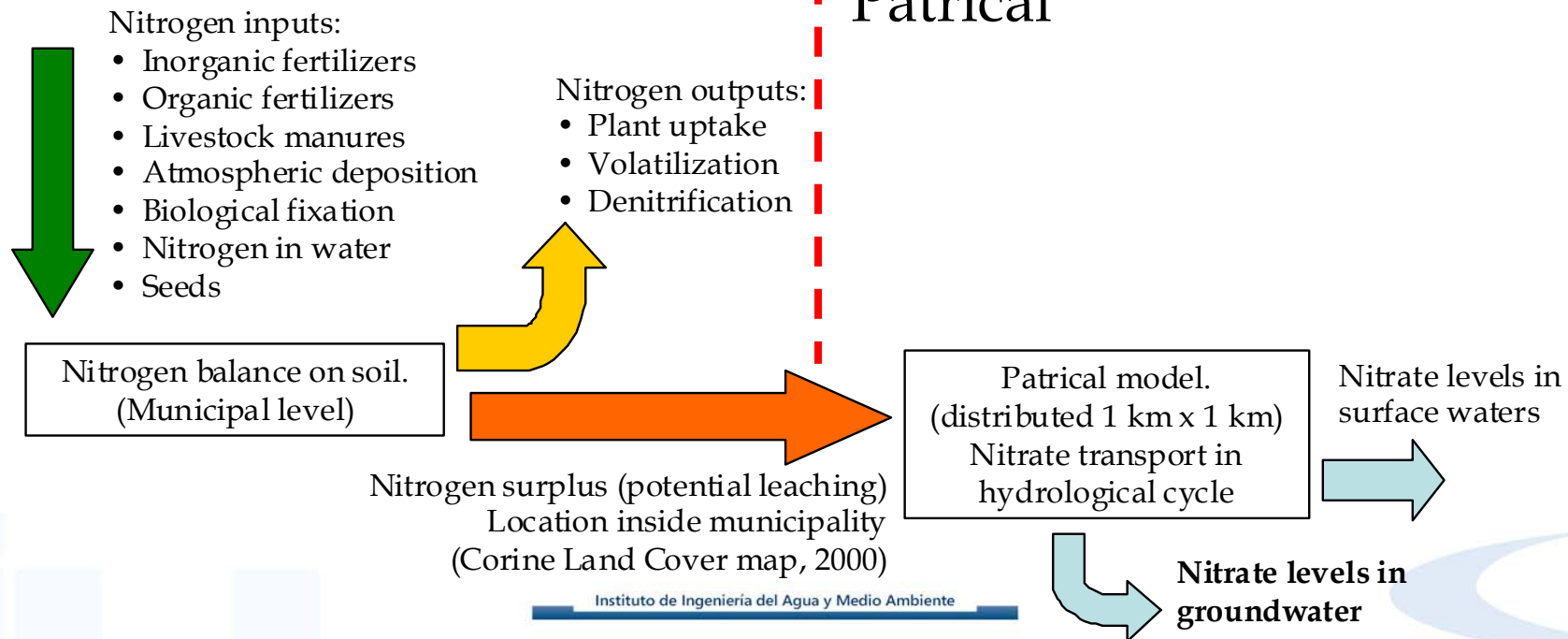


Modelo de presiones

Modelo de impactos en el agua
 Aguas subterráneas
 Aguas superficiales

Balance de nitrógeno en el suelo

Modelo de balance de agua
 Patrical





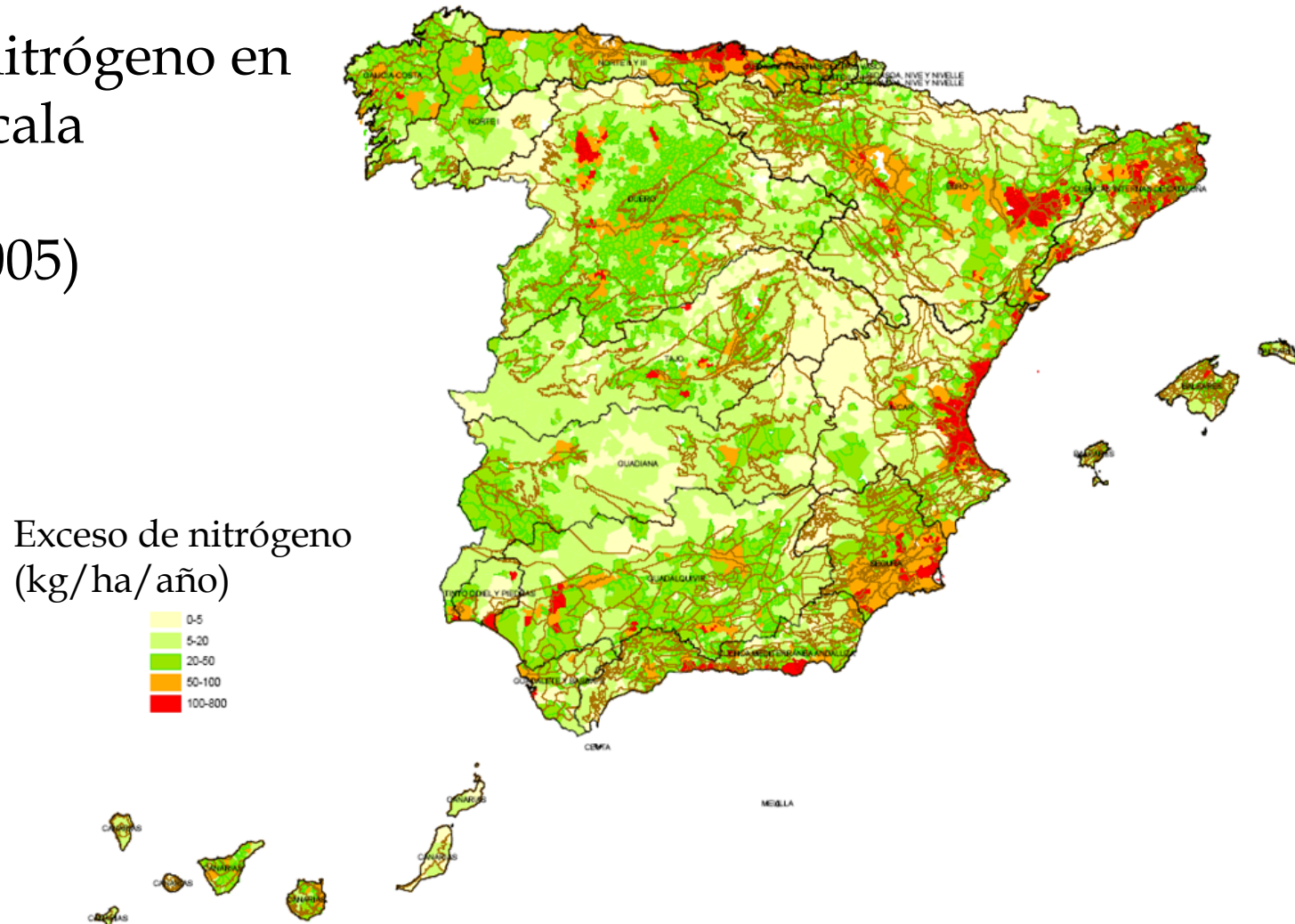
Presiones

Balance de nitrógeno en el suelo



Balance de nitrógeno en el suelo a escala municipal 2.004

Balance de nitrógeno en el suelo a escala municipal (MAPYA, 2005)



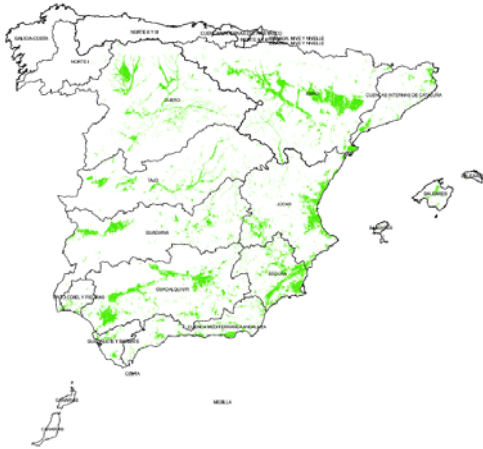


Corine Land Cover 2000

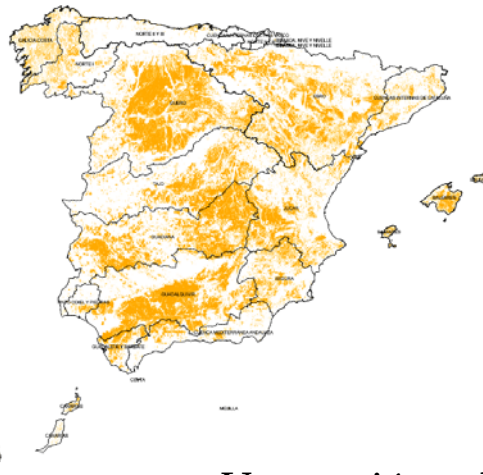


Localización de la presión en el municipio

Zonas regables 3.67 Mha
PHCs and LBAE (2000)
3.44 Mha



Zonas agrícolas no regadas
15.47 Mha



Zonas agrícolas
mixtas
0.58 Mha



Zonas de pastos
5.55 Mha



Zonas forestales 9.29 Mha



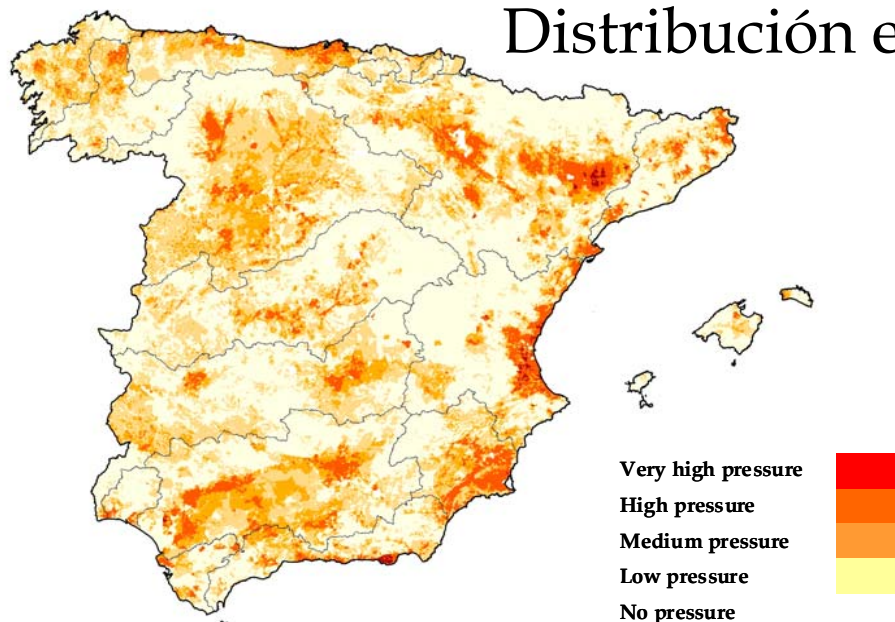
Vegetación arbustiva
13.35 Mha



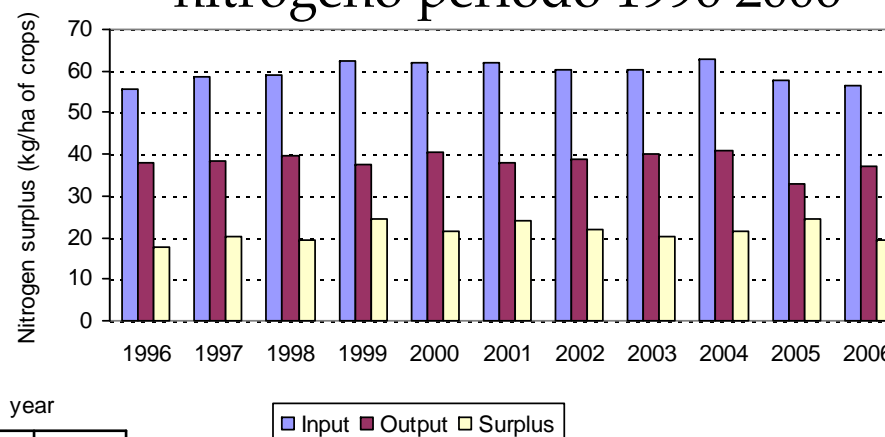
Zonas de escasa
vegetación 1.26 Mha



Distribución espacial



Expansión del balance de nitrógeno periodo 1996 2006

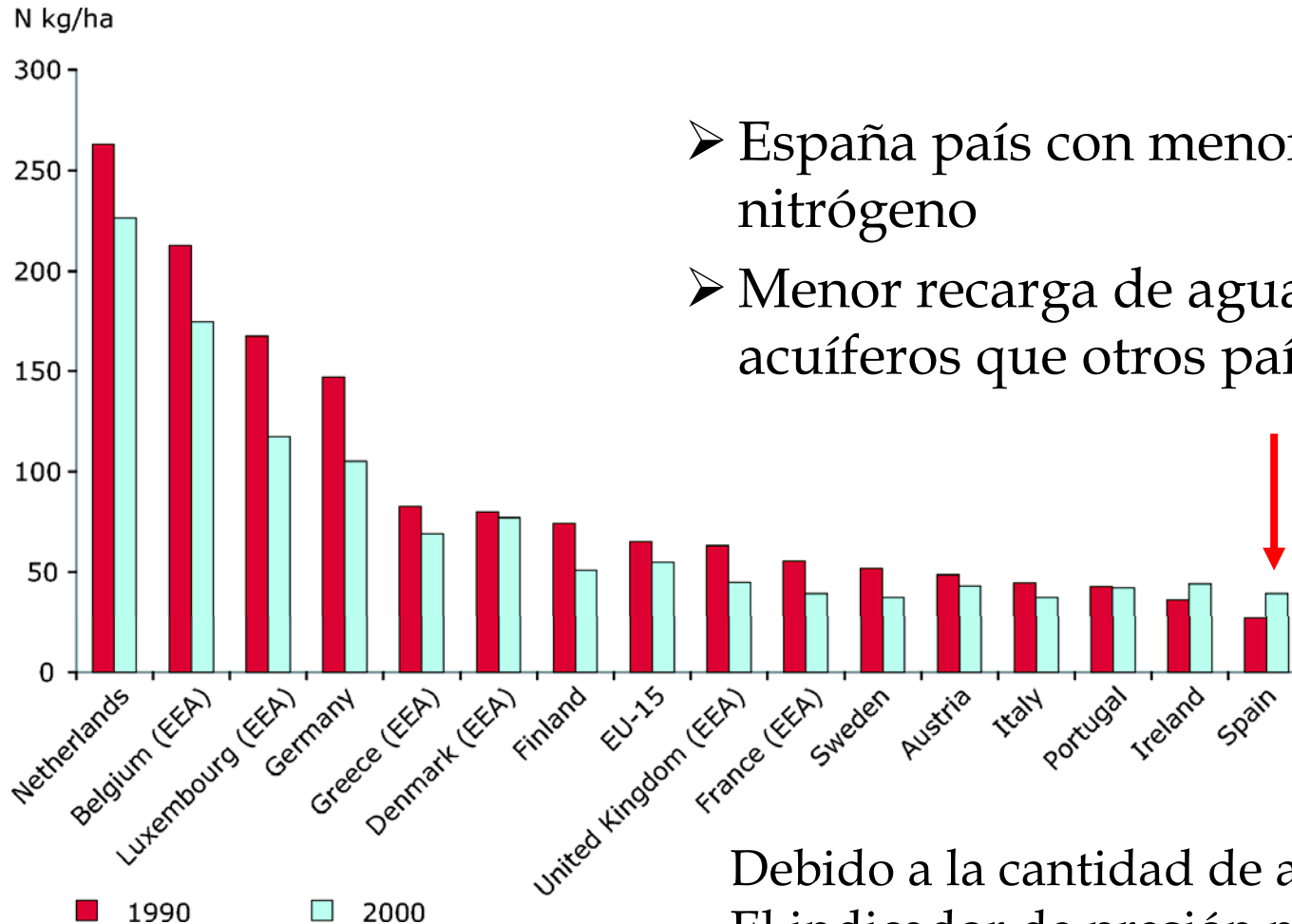


Nitrogen inputs	tN	%	kg/ha	Nitrogen outputs	tN	%	kg/ha
Inorganic fertilizers	1.105.400	48%	29,2	Plant uptake	1.200.000	83%	31,7
Atmospheric deposition	361.900	15%	9,5				
Organic fertilizers	347.100	14%	9,2	Volatilization	265.300	16%	7,0
Livestock manures	330.100	14%	8,7				
Biological fixation	166.400	7%	4,4	Denitrification	17.800	1%	0,5
Nitrogen in water	43.000	2%	1,1				
Seeds	26.700	1%	0,7				
TOTAL	2.380.000		62,8	TOTAL	1.557.400		41,1
Nitrogen surplus					823.200		21,7

Presión media
21.7 kg/ha/año



EU-15 Gross nutrient balance at national level year 2000 (EEA, nov 2005)



- España país con menor presión por nitrógeno
- Menor recarga de agua a los acuíferos que otros países EU-15

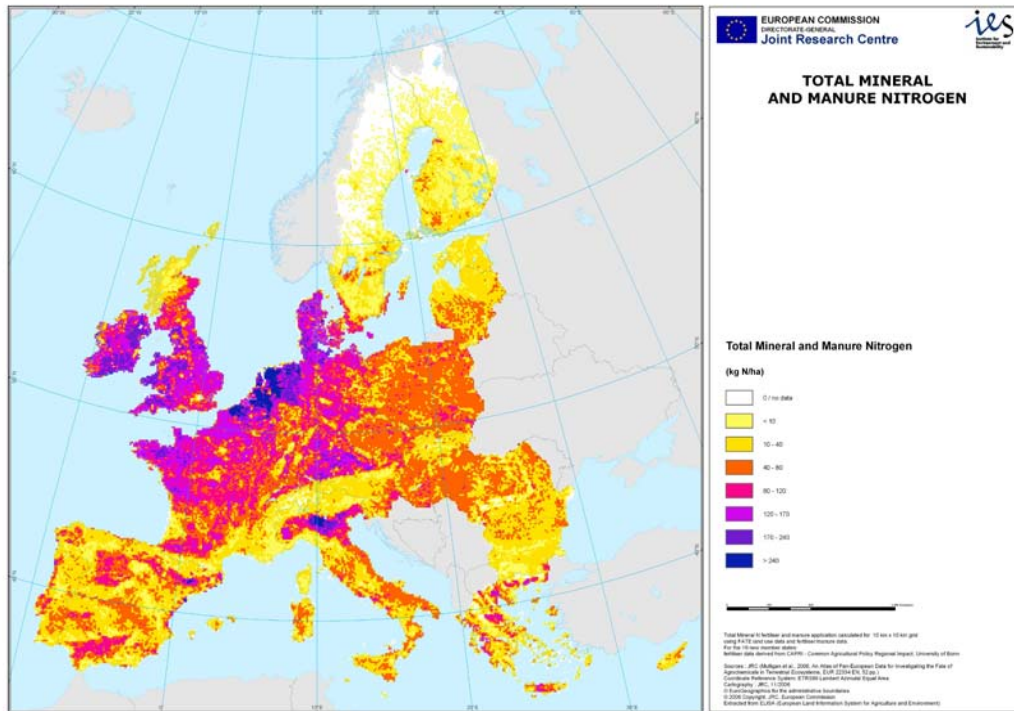
Debido a la cantidad de agua:
El indicador de presión no es suficiente:
es necesario evaluar el impacto

Data source: OECD website

(<http://webdomino1.oecd.org/comnet/agr/aeiquest.nsf>) and EEA calculations

Aportes de nitrógeno totales

MAP 3. Total nitrogen application, manure and chemical fertiliser (source : JRC, Mulligan et al., 2006). Reference year: 2000



Report from the Commission to the Council and the European Parliament on implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources for the period 2000-2003

Excedente de nitrógeno

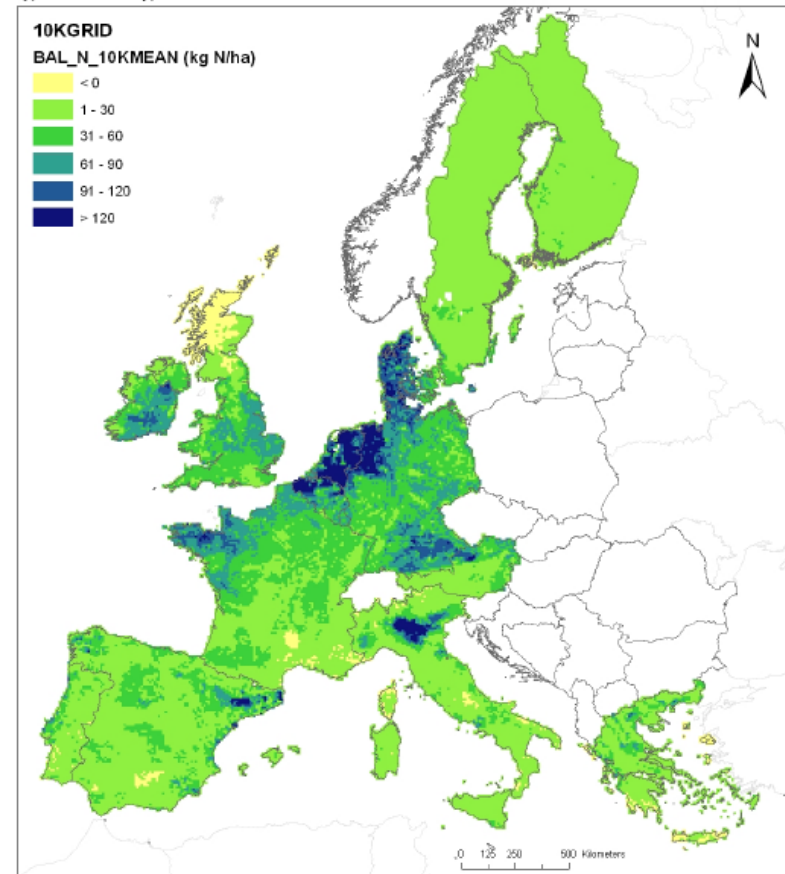


Figure 4.40 European map of nitrogen balance per total surface in EU15, average on 10 km² area.

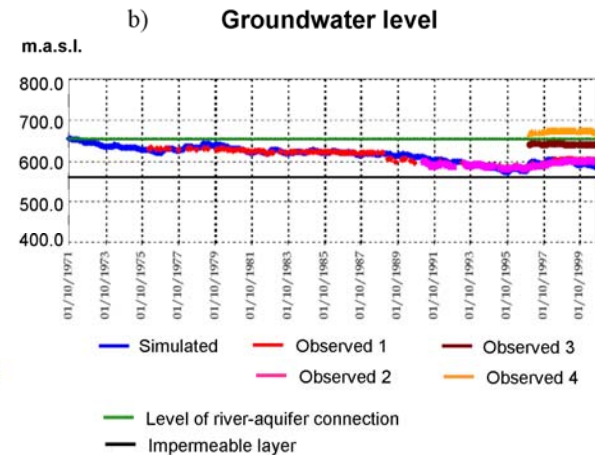
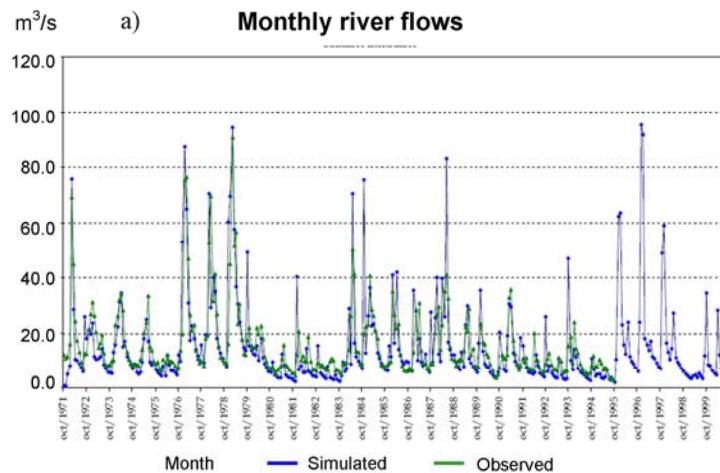
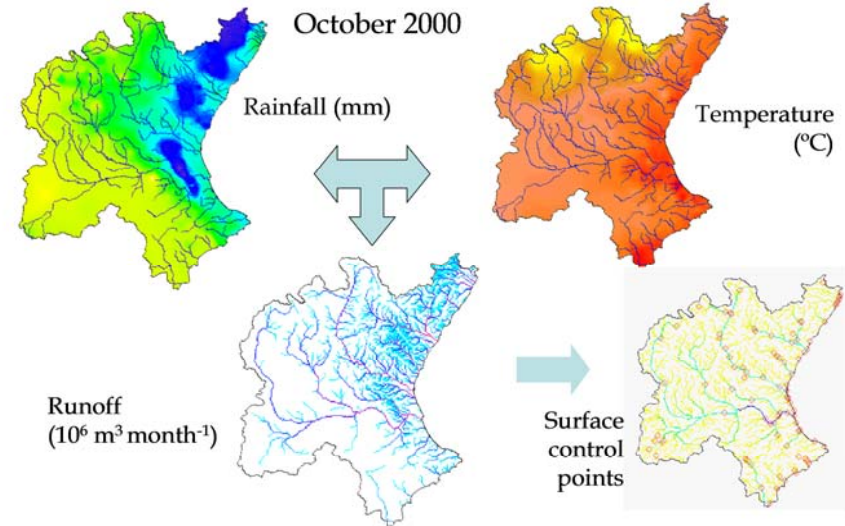
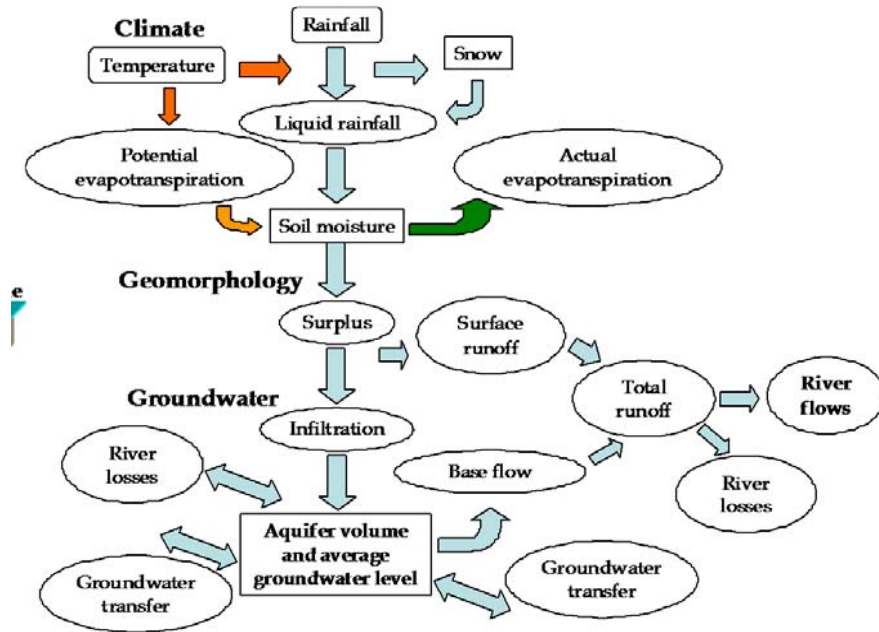
Spatialised European Nutrient Balance. Joint Research Centre.



Impacto en las masas de agua superficiales y subterráneas (SW y GW)

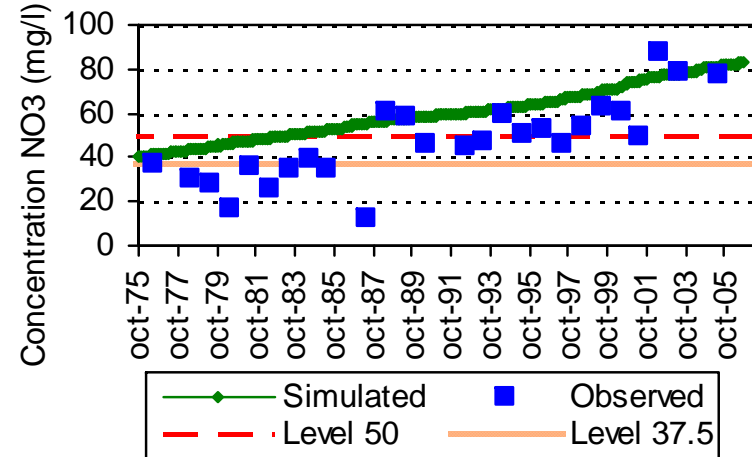
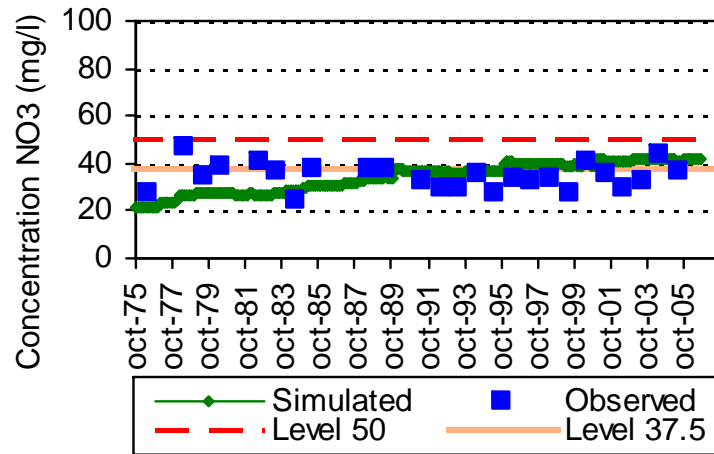
Modelo de balance de agua y calidad
del agua (Patrical)

Modelo distribuido de balance de agua. Ajuste en cantidad

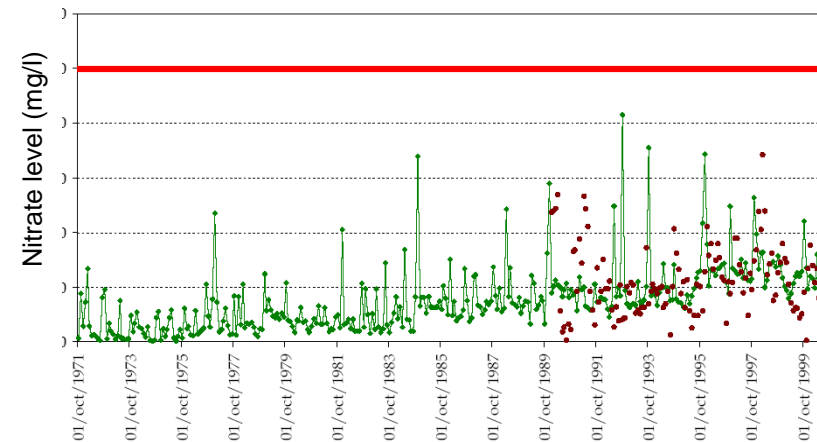
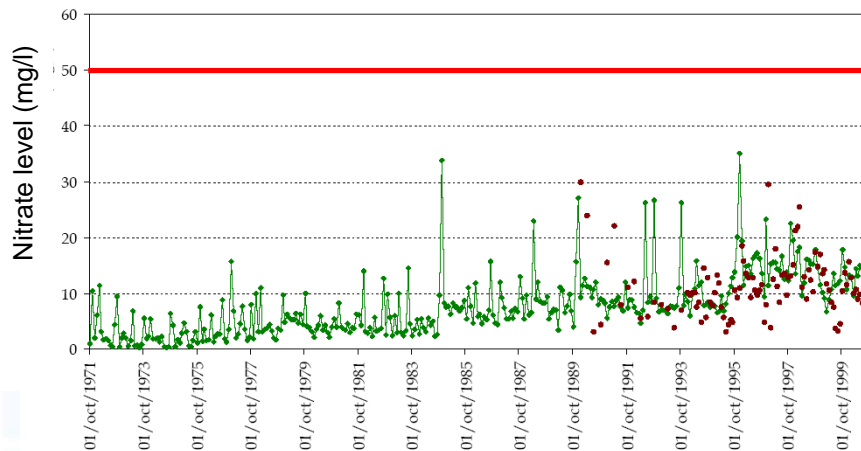


Ajuste del modelo a los datos observados de nitrato. Ajuste en calidad

Ajuste de concentración de nitrato en las aguas subterráneas



Ajuste de concentración de nitrato en las aguas superficiales



Simulación de escenarios futuros

Escenarios futuros:

- Escenario base
- Escenario inversión tendencias y mejora (TR&I)
- Escenario dosis óptimas

Hipótesis: no cambios en los flujos de agua (cantidad):

- Hidrología igual a los últimos 22 años
- Presiones antrópicas actuales (bombeos y recargas agrícolas al acuífero)

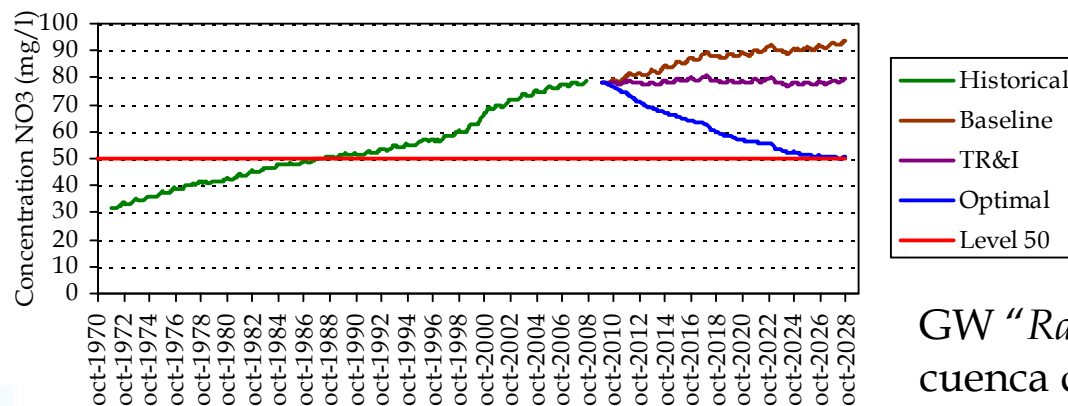
Con estas hipótesis: análisis del efecto de los cambios en la dosis de fertilizante en el agua (separación de problemas). No incluye otros problemas como cambios en la gestión o el cambio en los flujos del agua debido al Cambio Climático.

¿Cuántos años se necesita para recuperar el buen estado?

Características globales de los escenarios

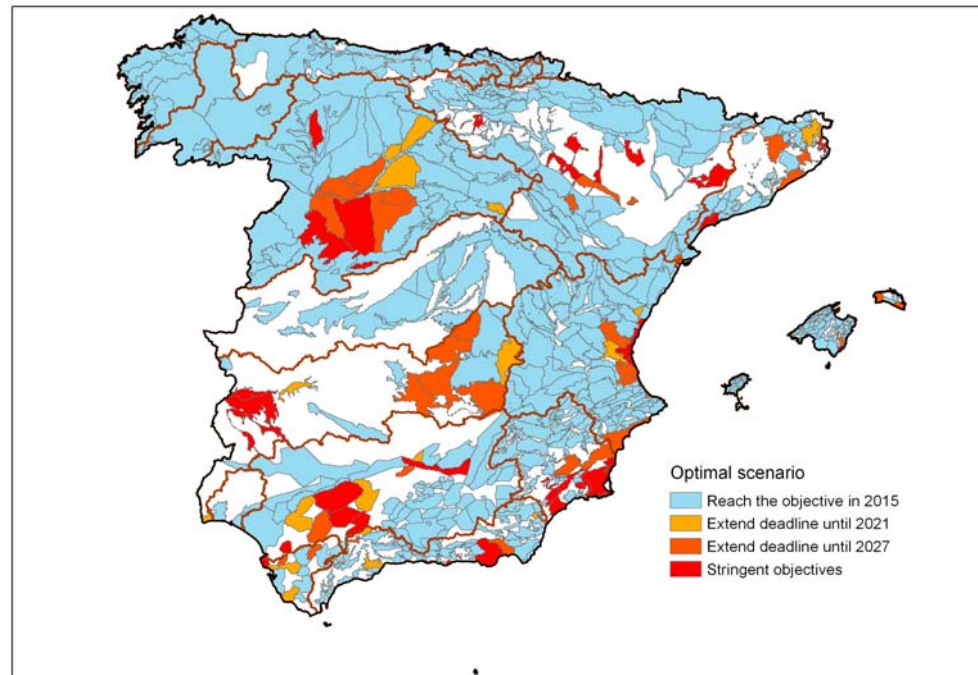
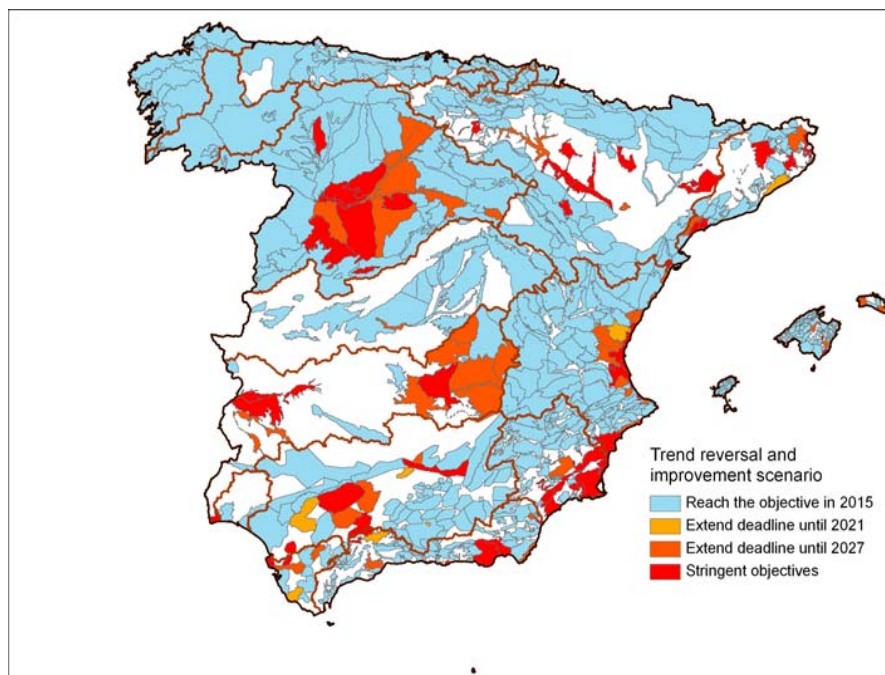
Scenario	Base	TR&I	Reduction	Optimal	Reduction
Nitrogen inputs (tN) (a)	2.305.500	2.142.000	7%	1.873.200	19%
Nitrogen outputs (tN)	1.461.800	1.431.300		1.310.200	
Nitrogen surplus (tN) (b)	843.600	710.700	16%	563.000	33%
Relative surplus (b/a)	37%	33%		30%	
Local Nitrogen pressure (kgN/ha of crops and pastures)	22,3	18,8		14,9	
General Nitrogen pressure (kgN/ha)	16,5	13,9		11,0	

Evaluación futura de la concentración de nitrato



GW "Raña del Órbigo"
cuenca del Duero

Resultados en las masas de agua subterráneas

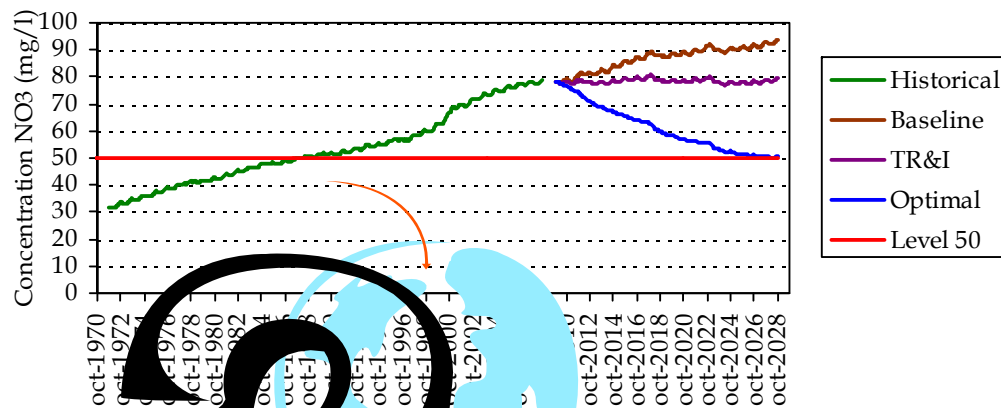


Scenario	Baseline	TR&I	Optimal	Final status
Objetivo en 2015	558	60	82	618-640
Prorroga a 2021	0	7	22	7-22
Prorroga a 2027	0	57	45	57-45
Objetivos menos rigurosos	0	72	47	72-47
Total GW	558	196	196	754

Relación de los resultados y los Planes hidrológicos

- Durante el desarrollo del trabajo existió una interacción con las Oficinas de Planificación Hidrológica de las diferentes cuencas hidrográficas.
- Las OPHs proporcionaron la información necesaria y evaluaron los resultados obtenidos, mejorando la fiabilidad final de los resultados.
- Resultados incluidos o tenidos en consideración en los Planes Hidrológicos: Júcar, Duero, Guadiana, Ebro.

- ¿Se producirán cambios en los flujos de agua debido a cambios en la gestión o al Cambio Climático?
- ¿Es realista la reducción de la presión de los planes de acción en las zonas vulnerables?



Aquilina et al., 2012: Programas de mitigación se han desarrollado para reducir los aportes de nitrógeno al agua, pero su efectividad es limitada y la concentración de nitrato sigue subiendo en Europa occidental y USA

Necesidad de actualizar los resultados incorporando los efectos de los últimos programas de acción

Gràcias por la atención

Río Turia



Marjal en el Parque de la Albufera



Río Jucar