



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

SEMINARIO SOBRE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS: RETOS Y OPORTUNIDADES
Madrid, 13 de septiembre de 2018

MONITOREO Y MODELIZACIÓN: MADRID Y EL MANZANARES



FUNDACIÓN
BOTÍN

Observatorio del Agua

Antonio Bolinches



Calidad de masas de agua superficiales: un problema social y legal

ESP | AME | BRA | CAT | ENG NEWSLETTER SUSCRÍBETE 🔍

≡ EL PAÍS

LA AGONÍA DEL TAJO

INICIO SECO SUCIO ELÉCTRICO VIRGEN A VISTA DE DRÓN FOTOGALERÍA

DIRECTO Sigue la sesión de control al Gobierno en el Congreso »

EL TAJO SUCIO | 2

La cloaca de Madrid

El río es incapaz de diluir todos los residuos urbanos e industriales que le llegan desde sus afluentes

Río Tajo en Toledo, octubre 2016

cml24.es



Calidad de masas de agua superficiales: un problema social y legal

ESP | AME | BRA | CAT | ENG NEWSLETTER SUSCRÍBETE 🔍

≡ EL PAÍS

LA AGONÍA DEL TAJO

INICIO SECO SUCIO ELÉCTRICO VIRGEN A VISTA DE DRÓN FOTOGALERÍA

DIRECTO Sigue la sesión de control al Gobierno en el Congreso »

EL TAJO SUCIO | 2

La cloaca de Madrid

El río es incapaz de diluir todos los residuos urbanos e industriales que le llegan desde sus afluentes

Río Tajo en Toledo, octubre 2016

cml24.es



Ciclo integral del agua

Depuración del agua residual

Canal
de Isabel II gestión

La depuración en la Comunidad de Madrid

Gracias a todas estas infraestructuras de depuración, fruto del esfuerzo inversor de la empresa, se ha reducido la contaminación vertida a los ríos madrileños en una medida superior a lo establecido en la legislación vigente.

Calidad de masas de agua superficiales: un problema social y legal

Ciclo integral del agua

Depuración del
agua residual



MADRID

depuración en la
comunidad de Madrid

...as a todas estas infraestructuras de depuración, fruto
del esfuerzo inversor de la empresa, se ha reducido
la contaminación vertida a los ríos madrileños en una
medida superior a lo establecido en la legislación vigente.

ESD | AME | RDA | CAT | ENG NEWSLETTER SUSCRÍBETE

≡ EL PAÍS ≡ EL PAÍS

FOTONOTICIA:
Madrid inaugura "la depuradora más moderna de España"

DIRECTO Sigue la sesión de c

f t s

EL PAÍS t G+
7 JUN 2005

La cloaca de Madrid

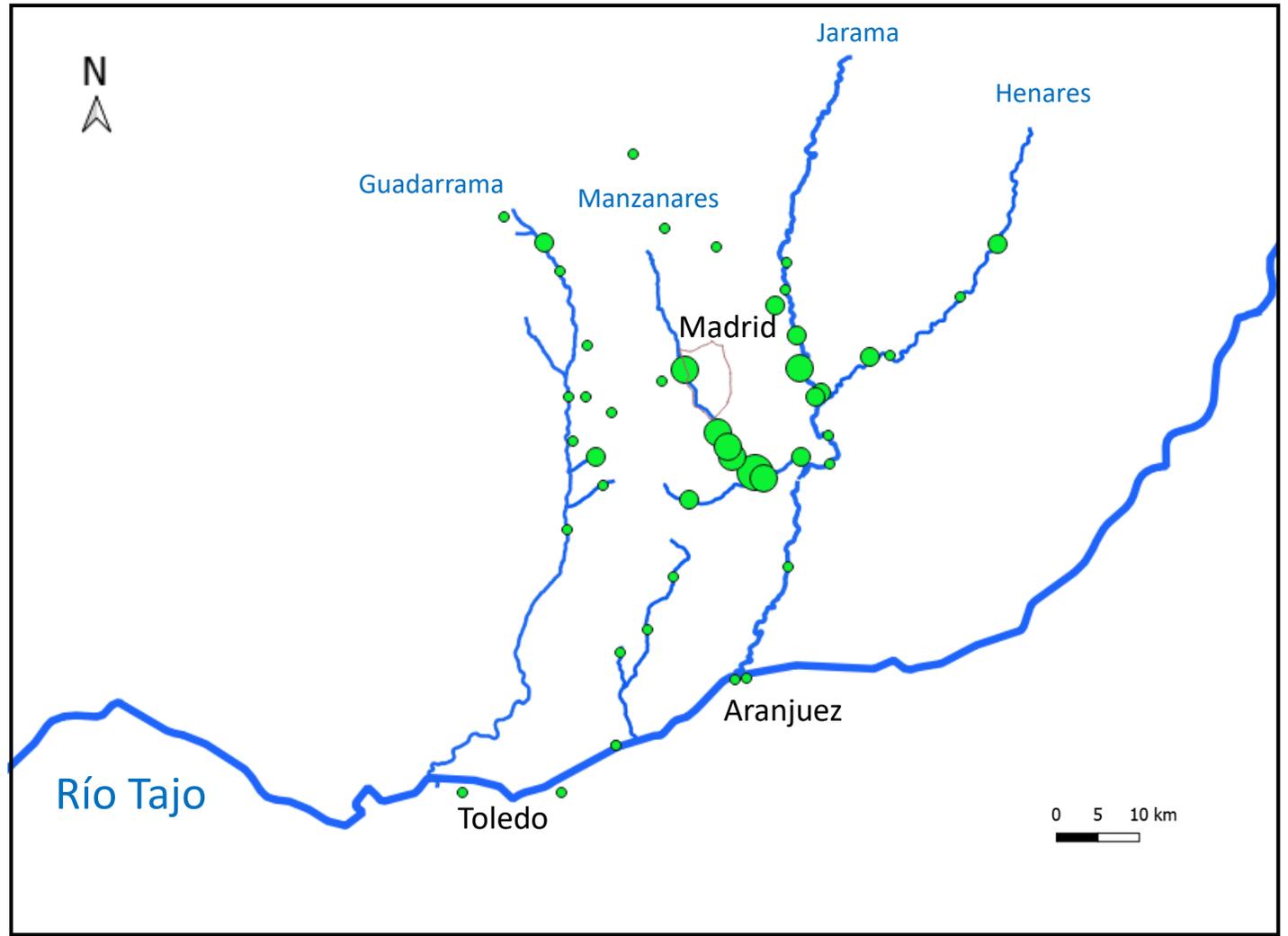
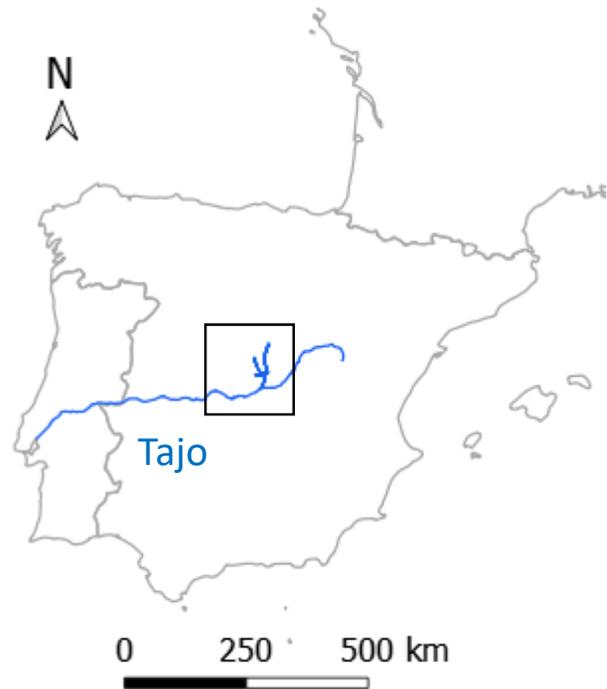
El río es incapaz de diluir todos los residuos urbanos e industriales que le llegan desde sus afluentes

Río Tajo en Toledo, octubre 2016

cml24.es



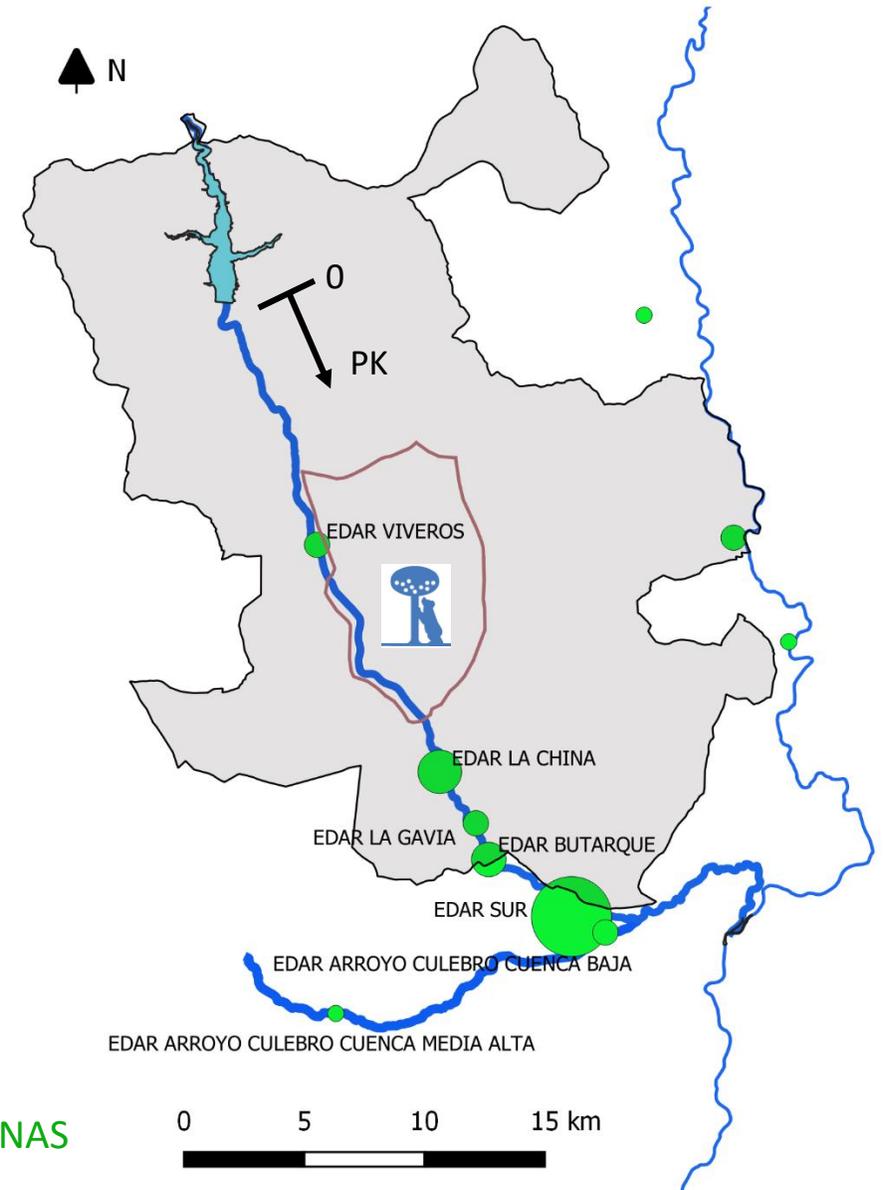
Marco geográfico



● DEPURADORAS URBANAS

Marco geográfico del estudio

- Río Manzanares entre el Embalse del Pardo y la confluencia con el río Jarama
- Caudal medio de desembalse del Pardo $< 2 \text{ m}^3/\text{s}$
- Caudal medio depuradoras $> 10 \text{ m}^3/\text{s}$



Límites de concentraciones: vertidos de depuradora

Límite de vertidos (Directiva 91/271/EEC -> RDL11/1995, RD509/1996, RD2116/1998) :

- Límites genéricos (>100.000 h-e):

	SS	DBO5	COD	Ptot *	Ntot **
mg/l	35	25	125	1	10

* Captación de zona sensible a eutrofización por fósforo

** No aplica al Manzanares al no ser zona sensible a eutrofización por nitrógeno

- Límites específicos:

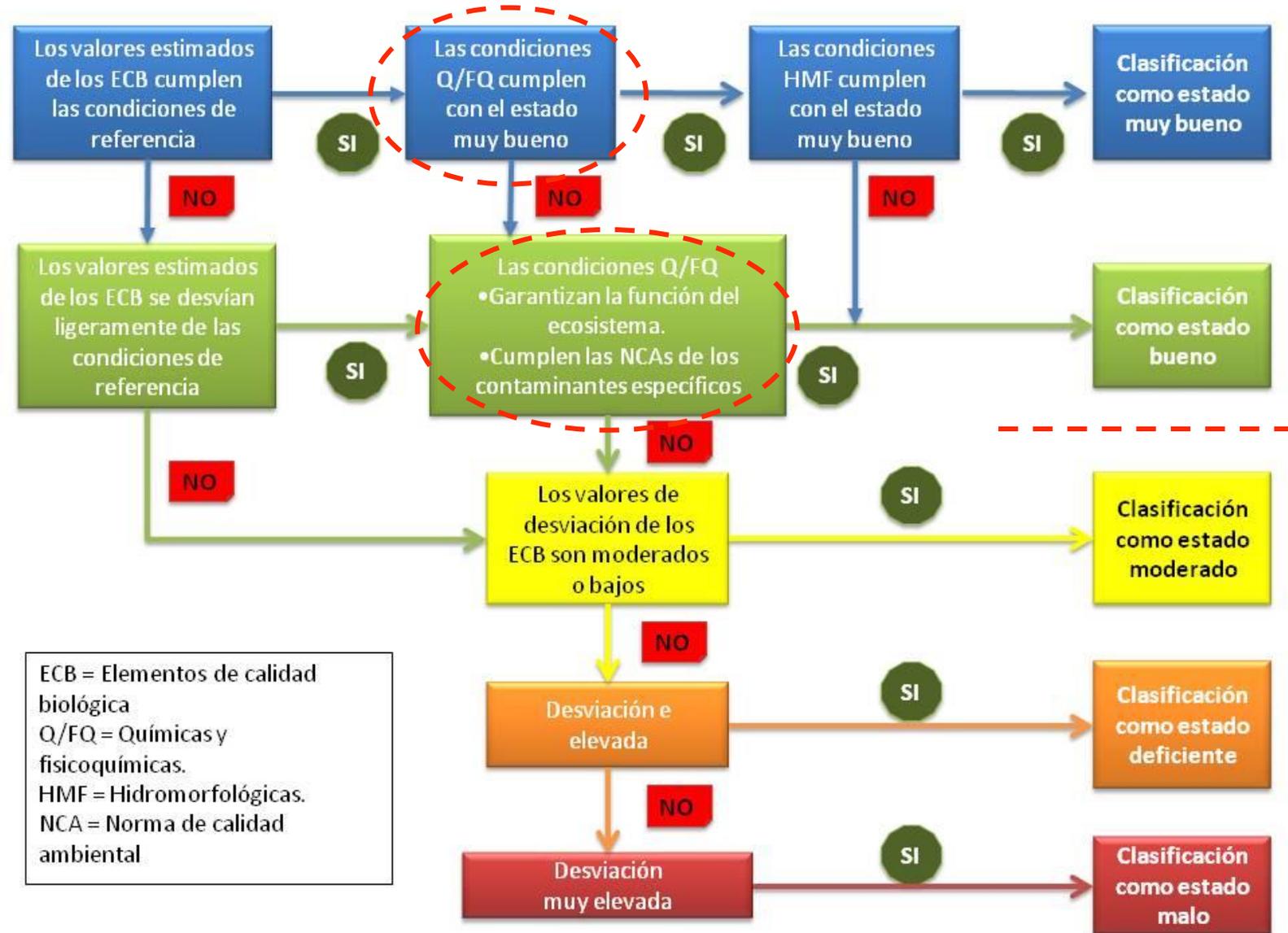
RDL11/1995 Art 2i: *“las aguas receptoras cumplan después del vertido, los objetivos de calidad previstos en el ordenamiento jurídico aplicable”*

Estado ecológico de la masa de agua según la DMA

Indicadores Físicoquímicos:

- Los valores de oxígeno (...)
- Las concentraciones de nutrientes

permanecen dentro de la gama normalmente asociada con las condiciones inalteradas.



Límites de concentraciones: objetivos de la masa de agua receptora

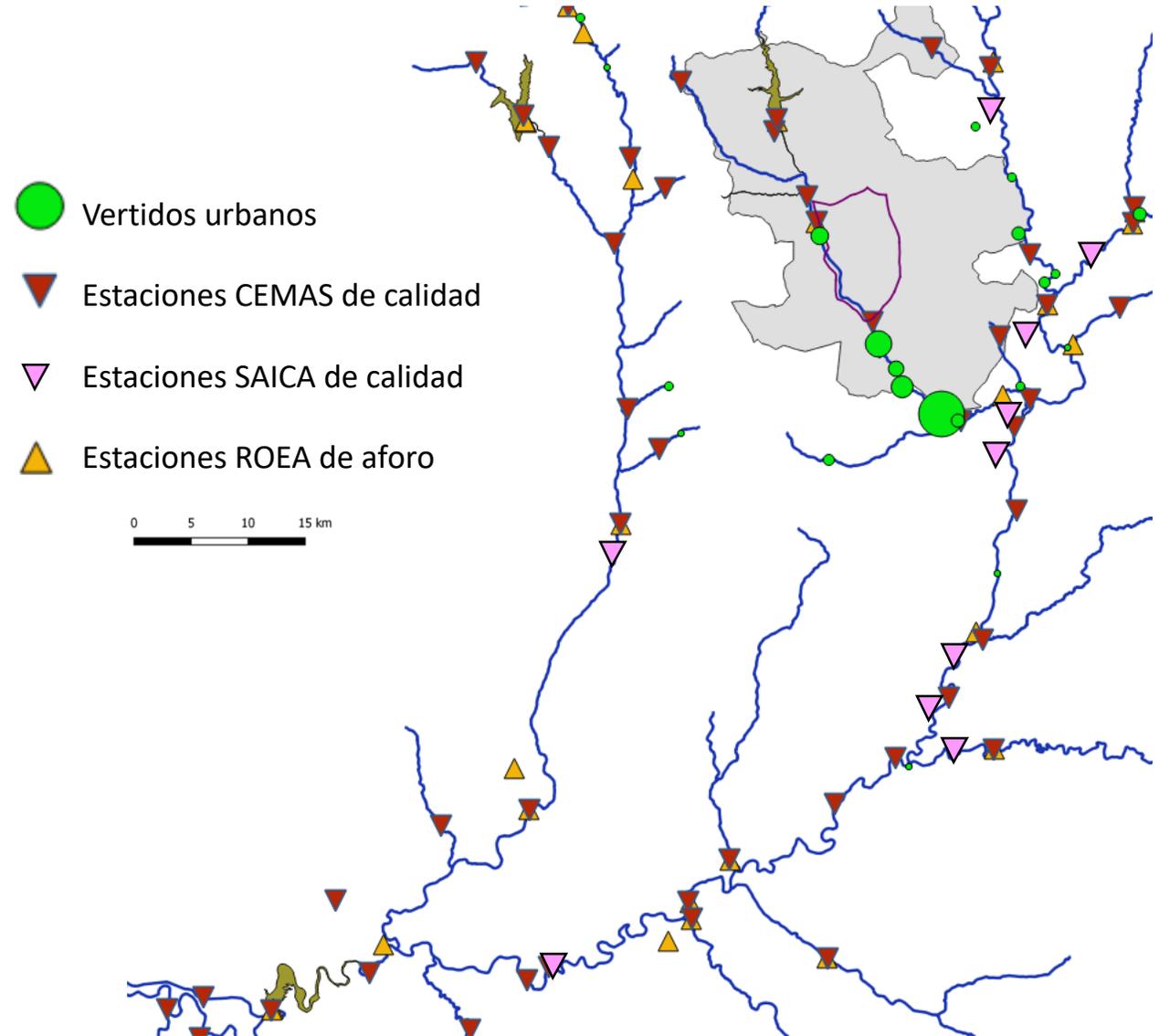
Las aguas receptoras deben cumplir con los objetivos de calidad de la transposición a la legislación española de la Directiva Marco del Agua

Transposición a la legislación española (Masa de agua: Manzanares del Arroyo de la Trofa al Embalse del Rey)

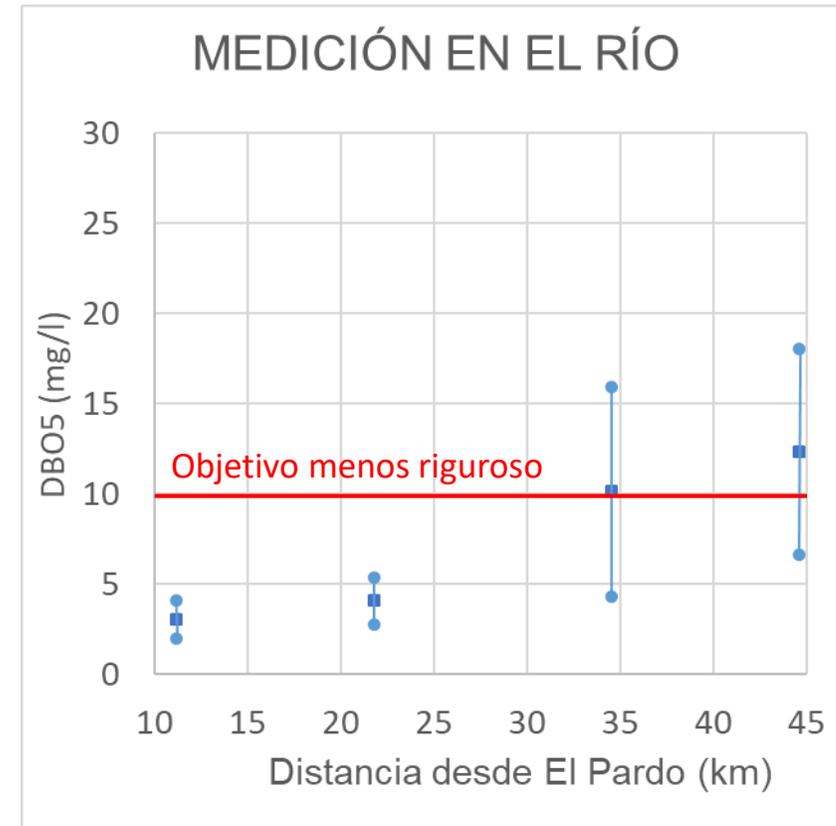
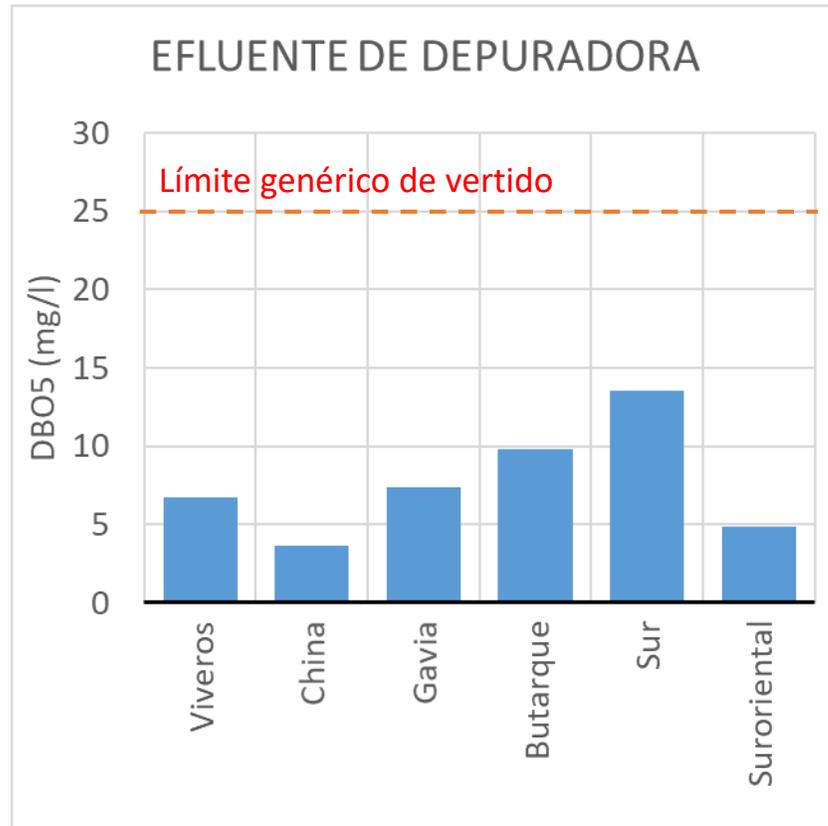
Valores en mg/l	OD	DBO5	Nt		PO4	Pt
			NH4	NO3		
Límite Bueno/Moderado RD817/2015 (referencia)	5	-	0.6	25	0.5	-
Objetivos menos rigurosos RD1/2016 Apendice 8	-	10	10	25	-	1

Red de monitoreo

- Densidad:
 - Geográfica
 - Temporal
 - Tipos de contaminantes
- Función
 - Descriptiva
 - Calibración de modelos

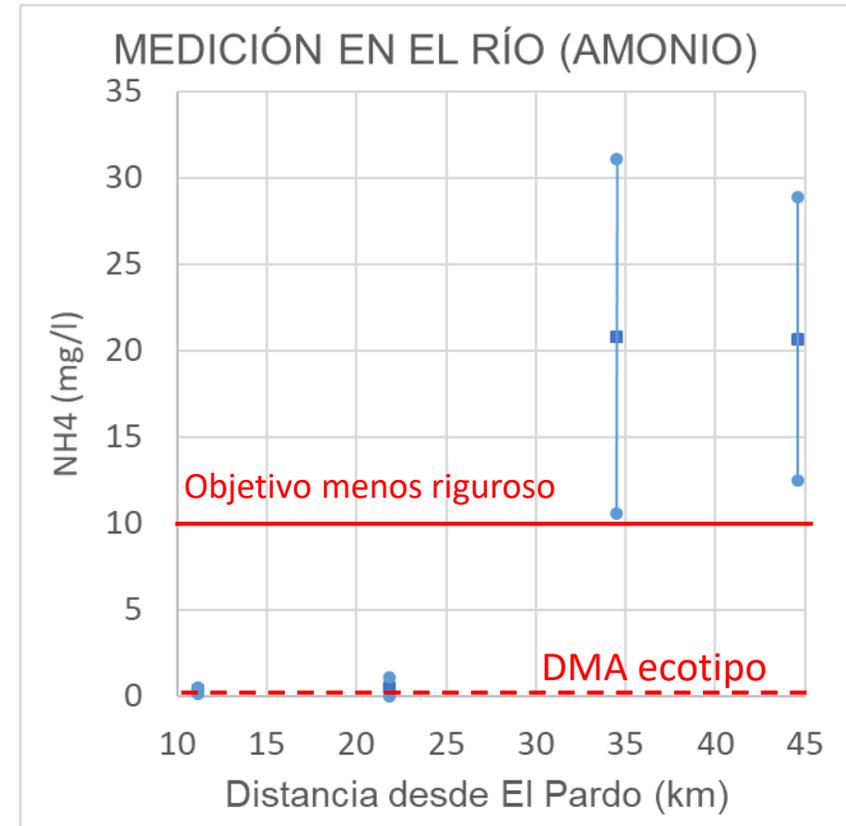
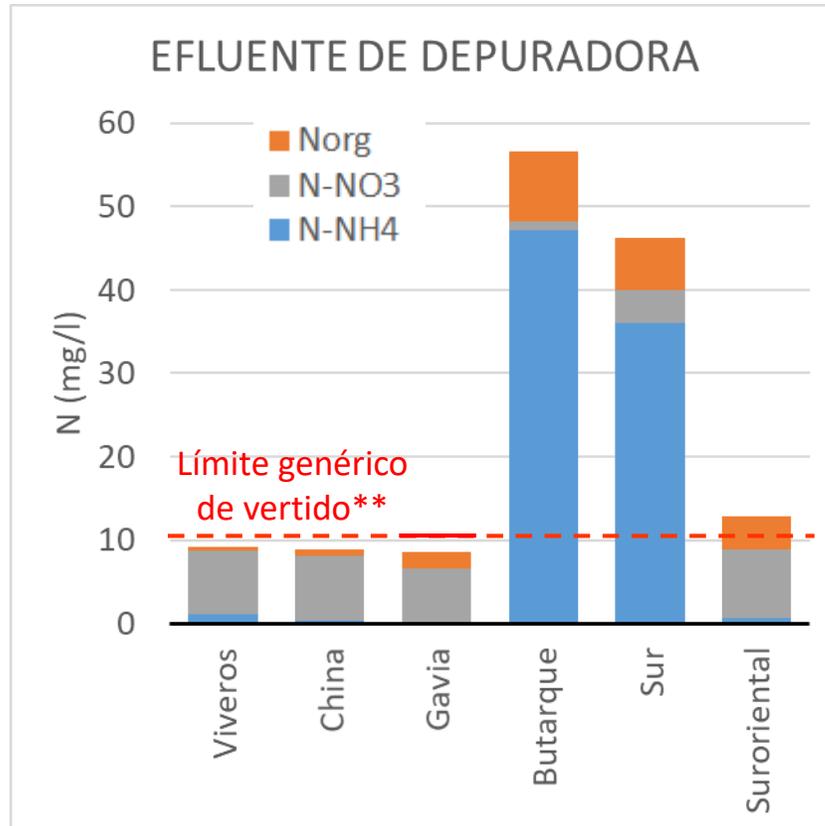


Vertidos y observaciones en el río: Demanda Biológica de Oxígeno



Media +/- Desviación estándar

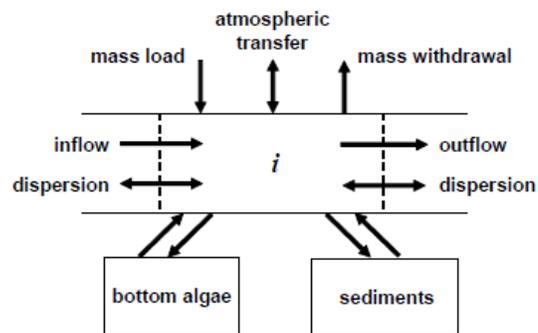
Vertidos y observaciones en el río: Nitrógeno



Media +/- Desviación estándar

Modelo de calidad del agua: Gescal/Aquatool (UPV)

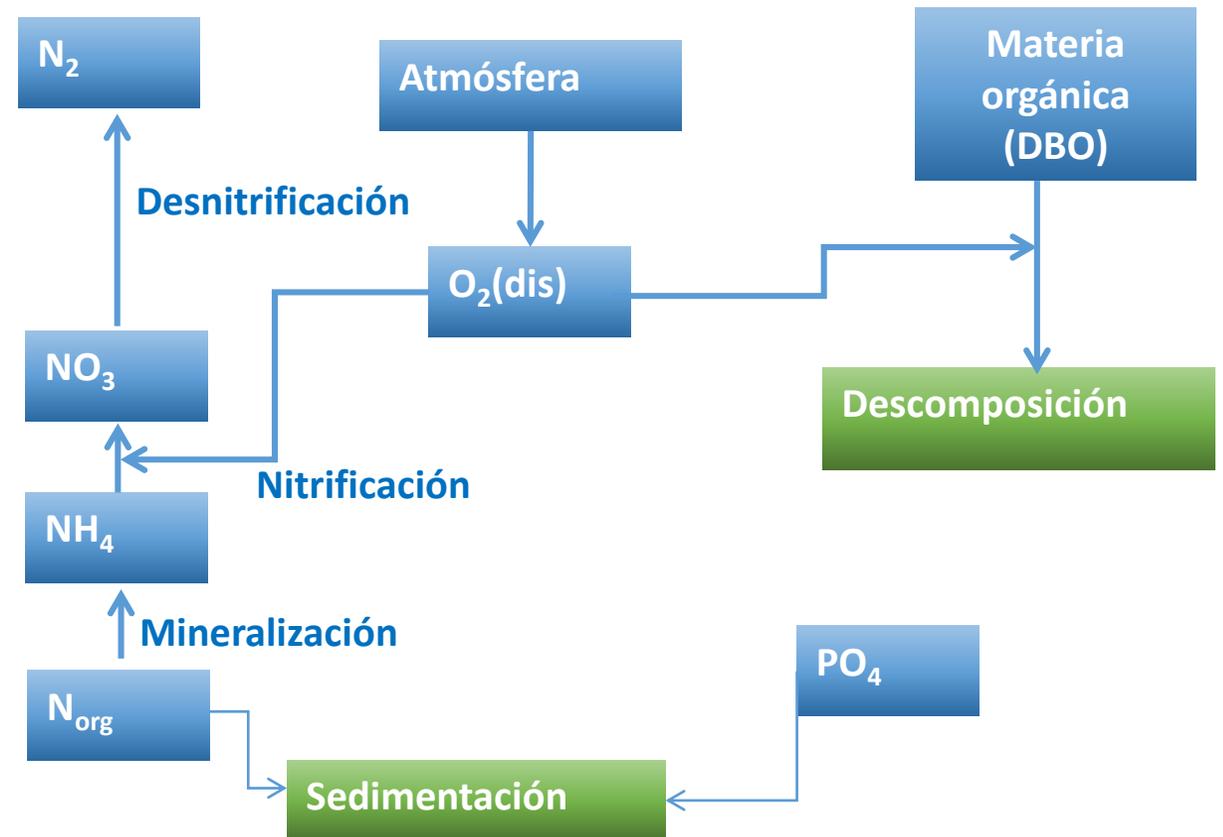
- Equilibrio por tramos



Difusión, Transporte, Aportaciones, Reacciones

- Evolución de contaminantes

$$u \frac{dC}{dx} = -kC \quad \rightarrow \quad C(x) = C_0 e^{-k \frac{x}{u}}$$



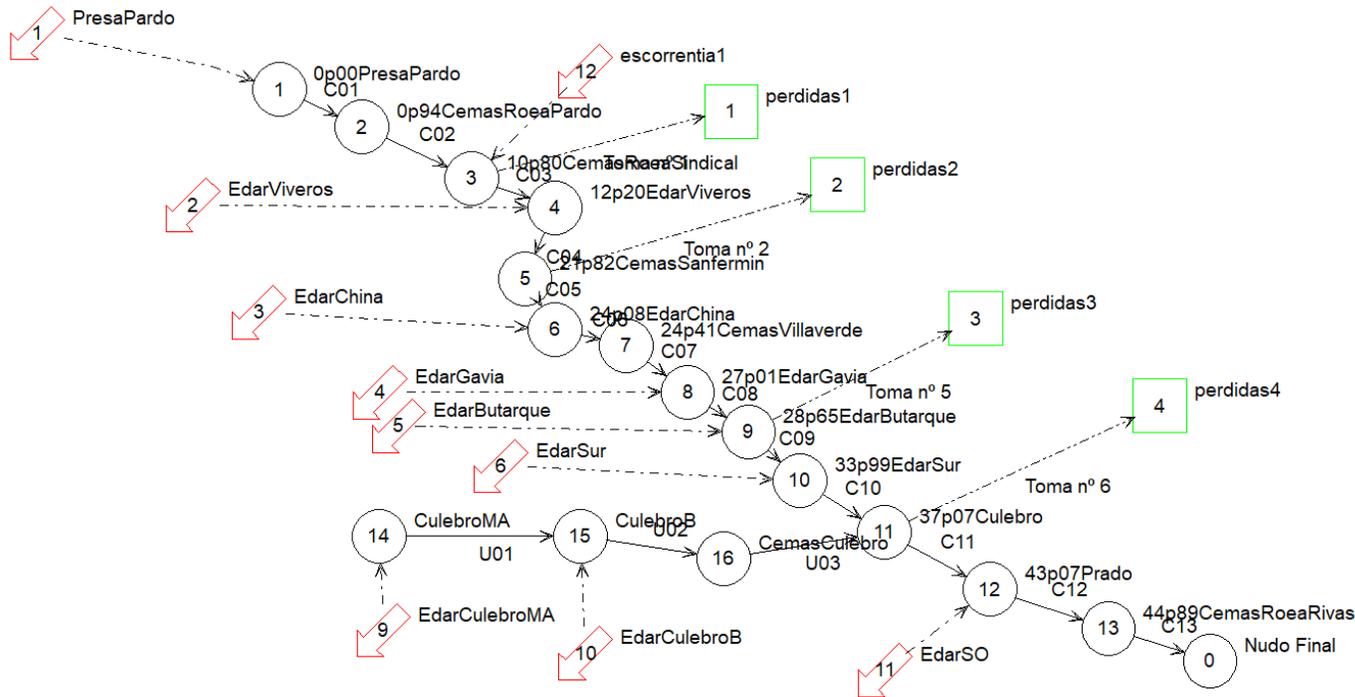
Manual GESCAL (J. Paredes et al.)

Hipótesis de modelización

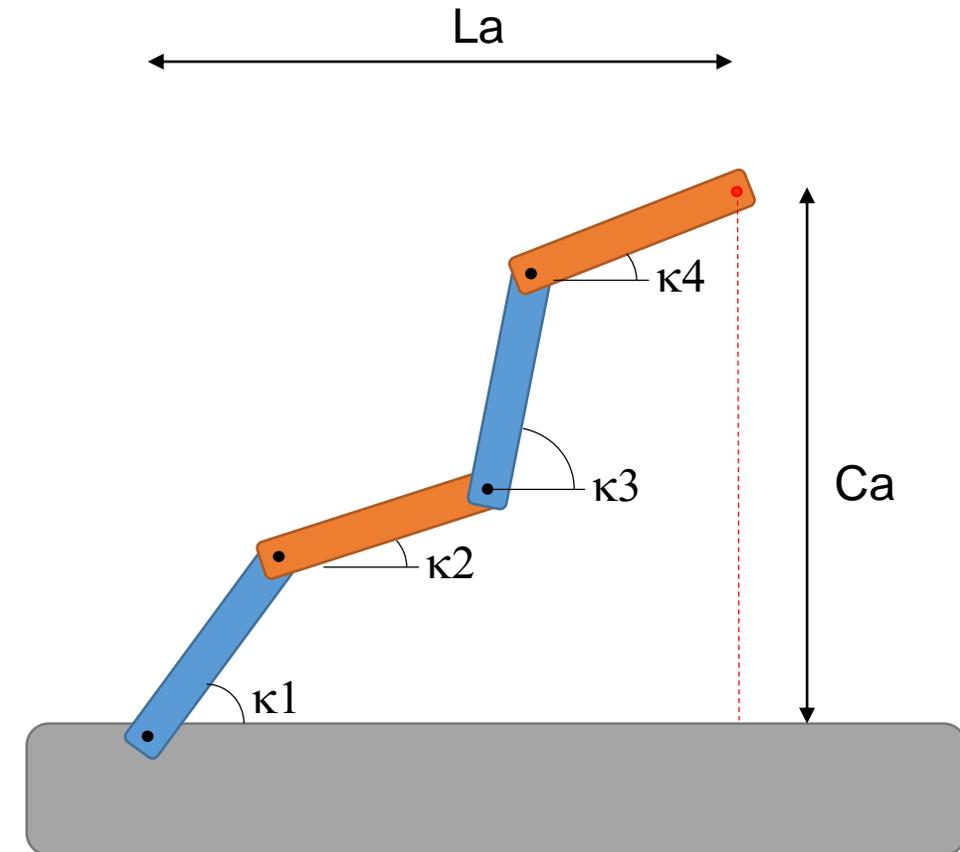
- Modelización del ciclo del oxígeno, nitrógeno, fósforo
- Evolución de contaminantes de primer grado
- Estado estacionario
- Contaminación difusa despreciable
- Reactividad del sedimento despreciable

Modelo de calidad del agua

- Discretización :

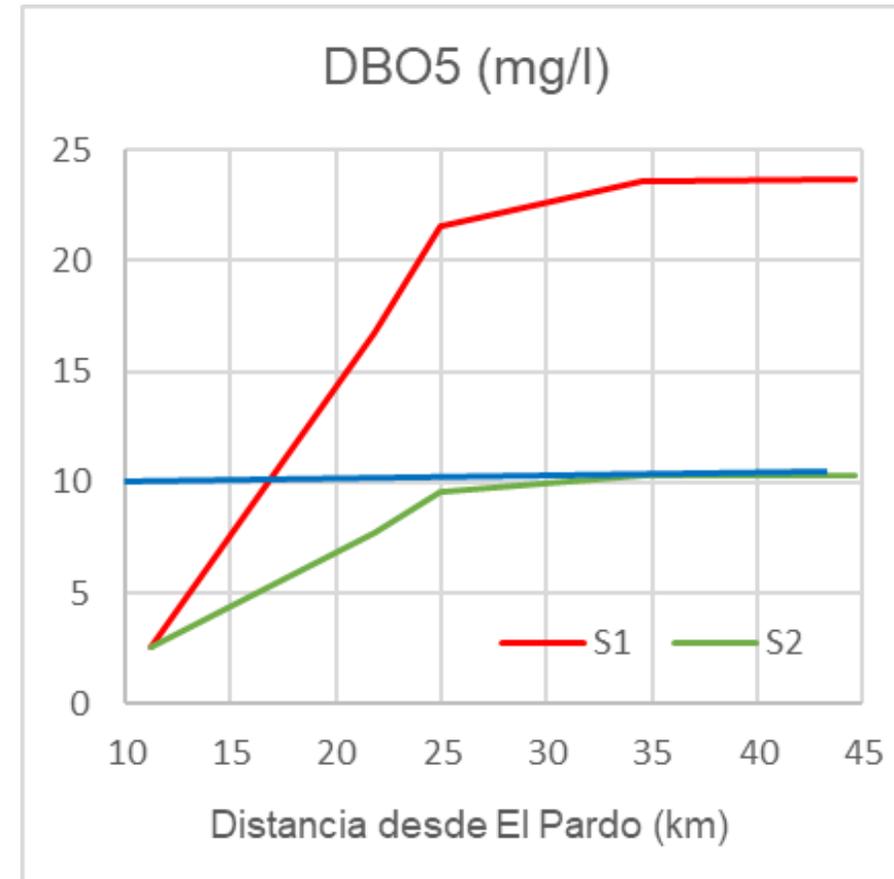


- Grados de libertad:



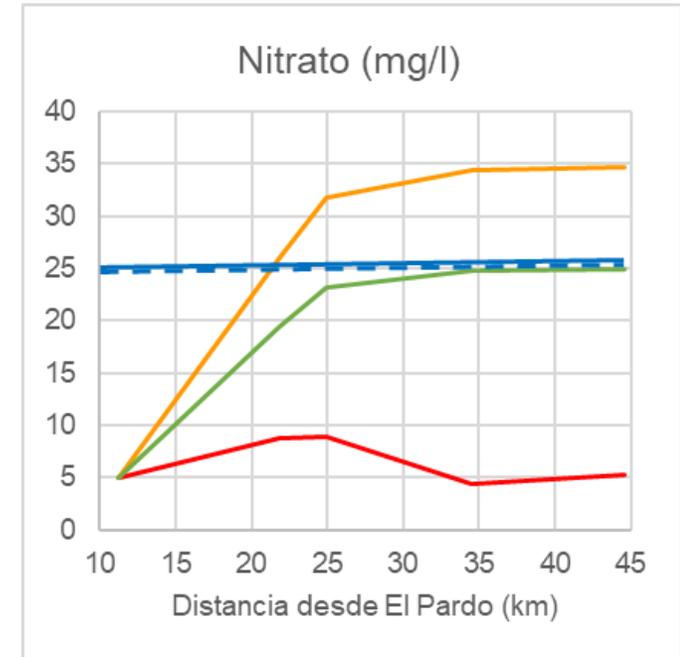
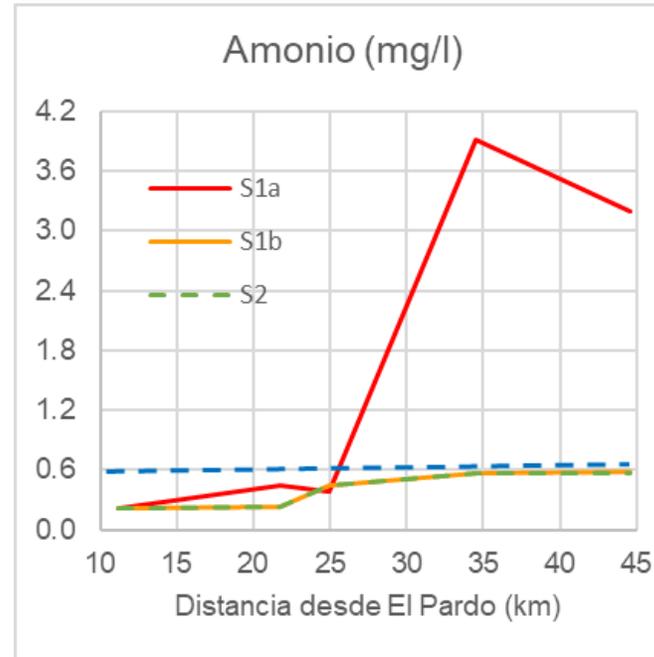
Escenarios Oxígeno

- **S1:** Escenarios de límites genéricos de concentración aplicados (**25mg/l de DBO5**, 10mg/l de Nitrógeno) a los efluentes de las depuradoras con diferentes condiciones de nitrificación.
- **S2:** Escenario de buen estado de las masas de agua. Estudia qué concentración de contaminantes en efluente de depuradora sería compatible con el buen estado de las masas receptoras: **11 mg/l de DBO5**



Escenarios Amonio y Nitrato

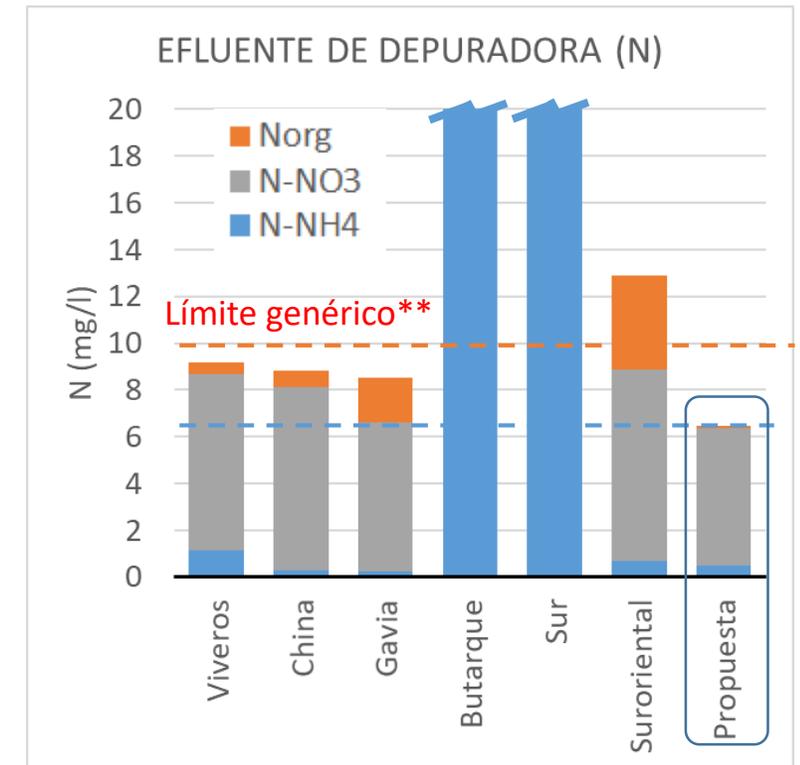
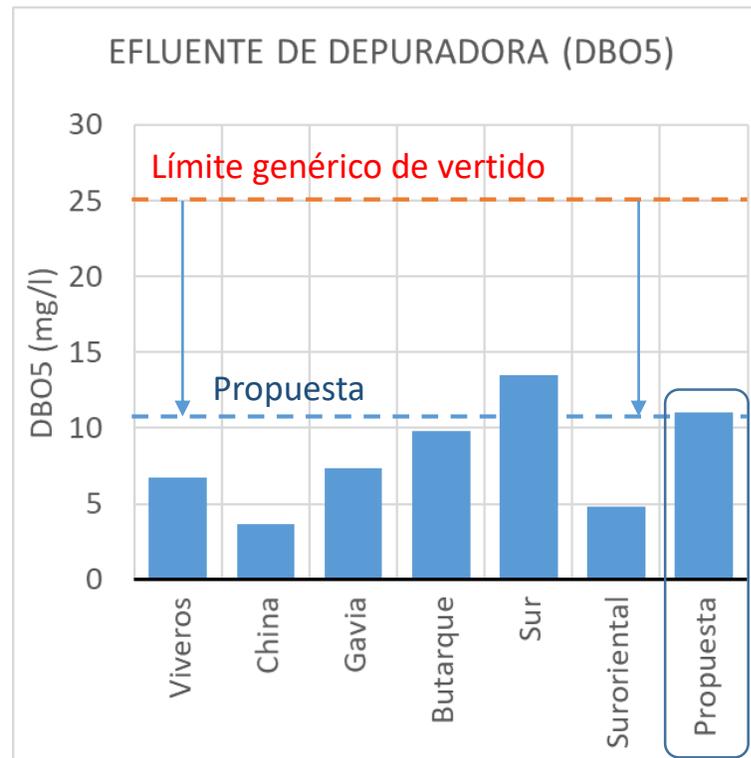
- **S1 (a y b):** Escenarios de límites genéricos de concentración aplicados (25mg/l de DBO5, **10mg/l de Nitrógeno**) a los efluentes de las depuradoras con diferentes condiciones de nitrificación.
- **S2:** Escenario de **buen estado de las masas de agua**. Estudia qué concentración de contaminantes en efluente de depuradora sería compatible con el buen estado de las masas receptoras:
 - 0.5 mg/l de N-NH₄**
 - 5.9 mg/l de N-NO₃**



Resultados

En el caso de las depuradoras de Madrid que vierten al Manzanares, se proponen unos **límites más rigurosos** a las concentraciones de vertido:

- 11 mg/l DBO_5
- 0.65 mg/l NH_4
- 26 mg/l NO_3
- 0.51 mg/l PO_4



Jurisprudencia

Órgano: **Tribunal Superior de Justicia. Sala de lo Contencioso**

Nº de Recurso: **894/2013**

Nº de Resolución: **1042/2013**

Procedimiento: **PROCEDIMIENTO ORDINARIO**

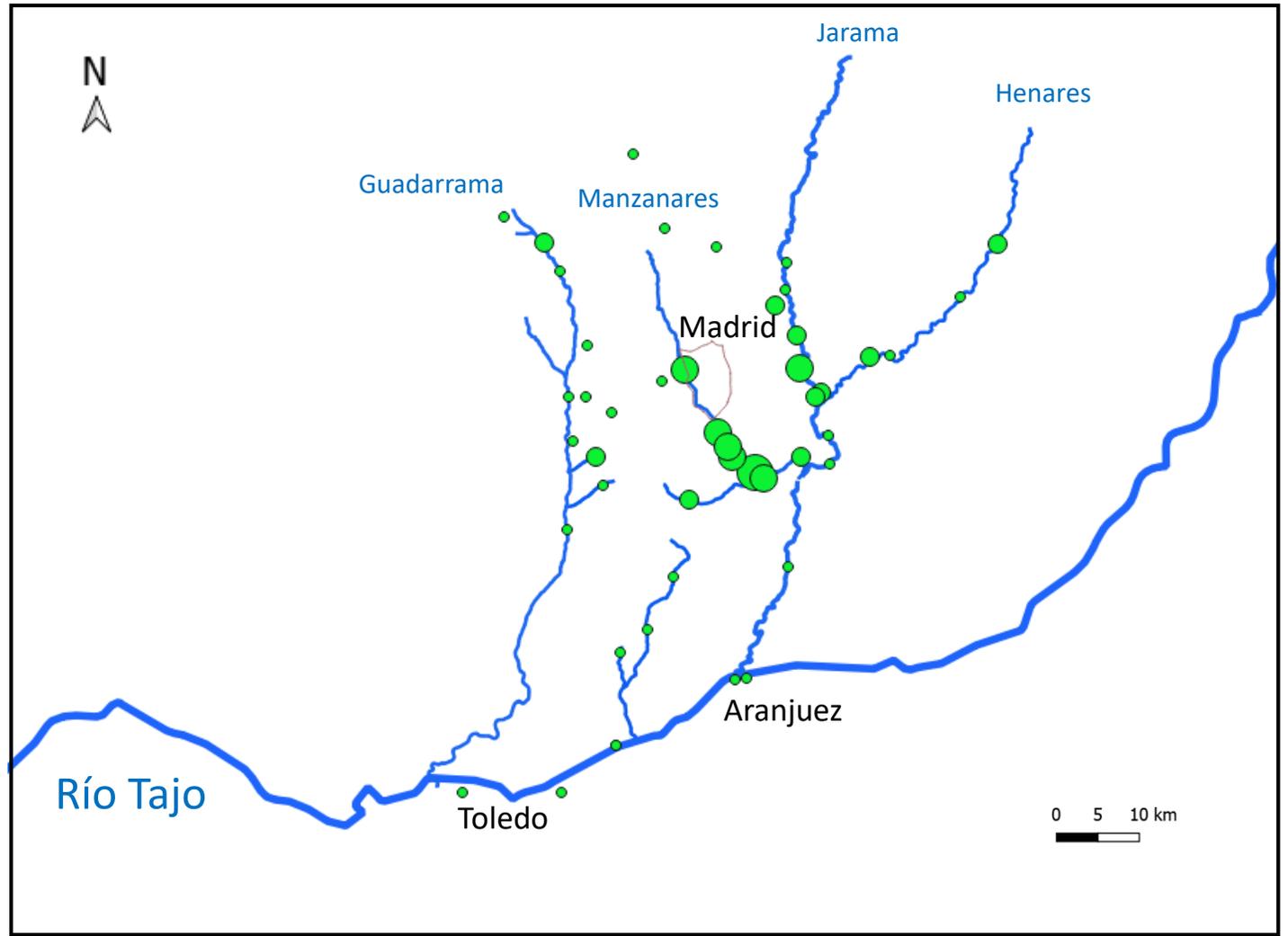
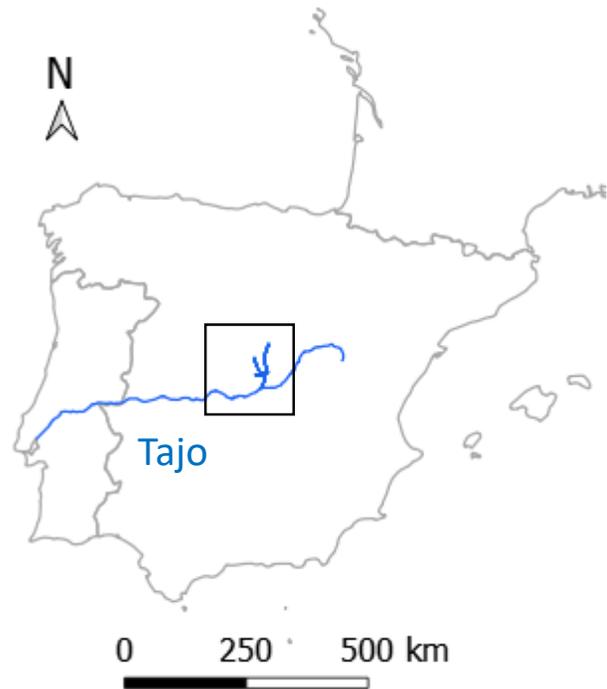
TERCERO. - La parte actora solicita la anulación parcial del acto inicialmente combatido y centra su impugnación en:

PRIMERO: CONDICIÓN III, APARTADO 2. CAUDALES Y VALORES LÍMITES DE EMISIÓN, **ARBITRARIEDAD EN LA IMPOSICIÓN DE UN LÍMITE MÁXIMO PARA EL NITRÓGENO**. Ello en relación con las nuevas zonas **sensibles** declaradas en la resolución de 10 de Julio de 2006, en relación con la reducción de nitrógeno, así como por la contradicción con lo previsto en el Anexo II del RD 509/1996, sobre normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.

FALLAMOS,

Que debemos desestimar y desestimamos el recurso contencioso-administrativo número 894/2013 seguido ante la Sección Primera de la Sala de lo Contencioso-Administrativo (...)

Marco geográfico más amplio



● DEPURADORAS URBANAS

Contaminación difusa

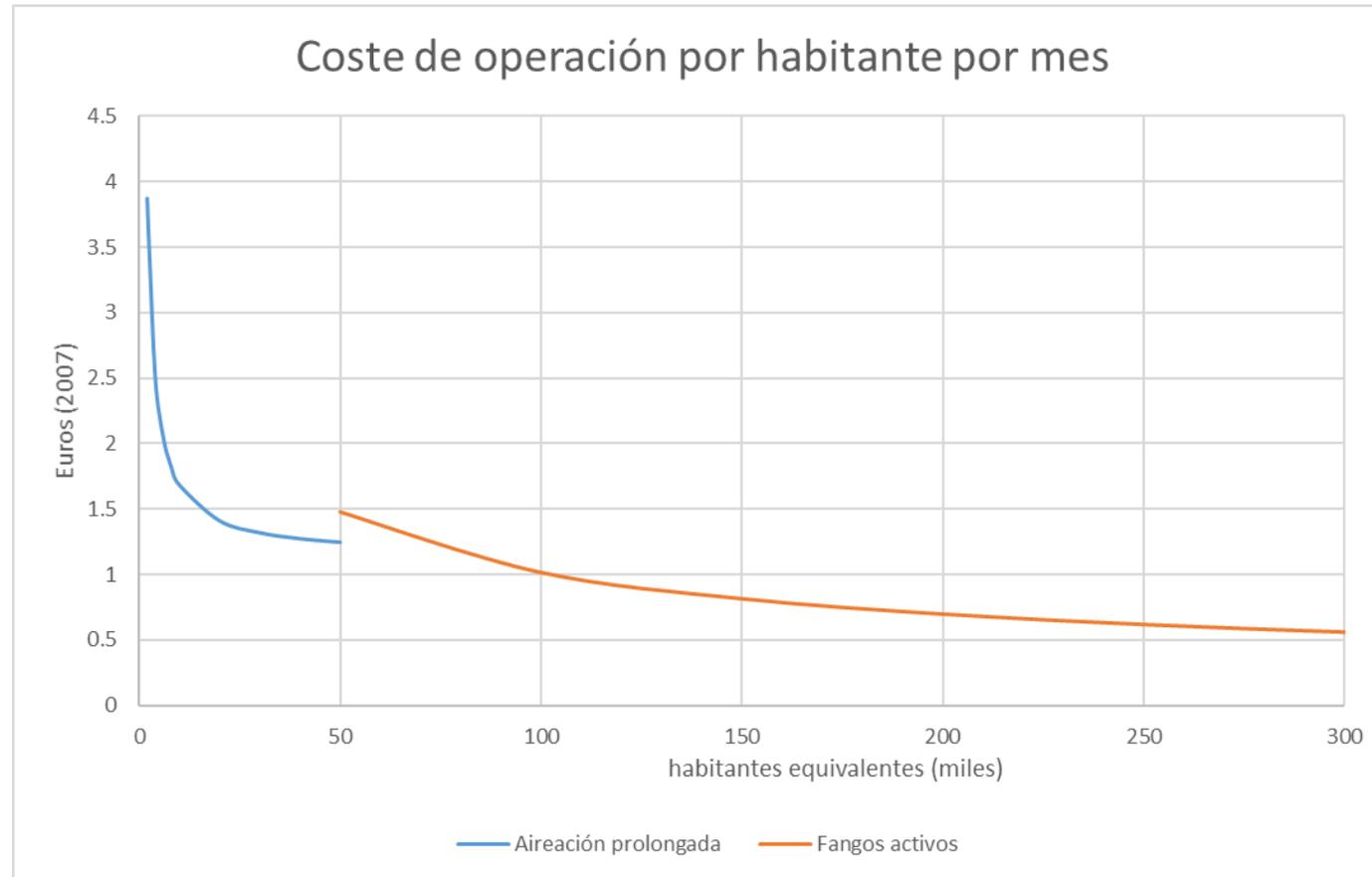
- Regadío
- Labor secano
- Frutales en secano
- Olivar en secano
- Viñedo en secano
- Asociación de viñedo y olivar



Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España 1:50.000 del año 2000 - 2010
<https://sig.mapama.gob.es/siga/visor.html>

● DEPURADORAS URBANAS

Economía de escala



Conclusiones

- Los **límites genéricos** de la legislación de vertidos no siempre son suficientes para garantizar el buen estado de las aguas receptoras
- Masas de agua que incumplen sistemáticamente sus requerimientos de calidad a pesar de que los vertidos cumplen sistemáticamente sus límites.
- Los parámetros limitados en vertidos **no coinciden** con los indicadores de calidad de las aguas receptoras
- La **modelización** sirve para fijar **límites específicos**. La **Autorización de Vertido** emitida por el Organismo de Cuenca se presenta como el mejor mecanismo de aplicación de estos límites.

GRACIAS

