



# *El estado químico de las masas de agua subterráneas. El uso de isótopos para determinar el origen de contaminaciones difusas.*

26 de abril de 2017

Departamento de Control y Calidad de las Aguas

Unidad de las Aguas Subterráneas.

Josep Fraile, Xavier Carreras , Teresa Garrido, Núria Micola



**Agència Catalana  
de l'Aigua**



Generalitat de Catalunya  
**Departament de Territori  
i Sostenibilitat**

# Índice

1. Introducción.
  - I. Normativa sobre la valoración del estado químico de las masas de agua
  - II. Normativa específica sobre la contaminación de nitratos de origen agrario
2. Valoración del estado químico.
3. Uso de los isótopos para determinar el origen de contaminaciones difusas
  - I. Estudio del origen de los nitratos en las aguas subterráneas.
  - II. Estudio del origen de la salinidad en surgencias salinas.

## 1.I. Introducción: Normativa sobre la valoración del estado químico de las masas de agua

La Directiva 2000/60/CE, del Parlamento Europeo i del Consejo, de 23 de octubre de 2000, obliga a las autoridades a la adopción de una serie de medidas dirigidas a que las masas de agua alcancen una serie de objetivos medioambientales. La manera de llegar a los mencionados objetivos es la planificación hidrológica, la cual se debe elaborar a partir de una diagnosis del estado de cada una de las masas de agua.

- **DMA** Anejo V 2.1.2: Definición del **buen estado cuantitativo**
- **DMA** Anejo V 2.3.2: Definición **buen estado químico** de les aguas subterráneas
- **DAS (2016/118 CE) relativa a la protección de aguas subterráneas:**

Artículo 3: Establece los criterios para **evaluar el estado químico** de les A.S. Según:

- Las **normas de calidad** de las A.S. en el anejo I:
  - ✓ Nitratos
  - ✓ Plaguicidas
- Los **valores umbral** que establece los Estados Miembros teniendo en cuenta el procedimiento de la Parte A del anejo II y **la lista mínima de contaminantes** de la parte B :
  - ✓ Sustancias iones o indicadores que se presentan de forma natural o como resultado de la actividad humana: As, Cd, Pb, Hg, NH<sub>4</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>
  - ✓ Sustancias sintéticas: TCE i PCE
  - ✓ Parámetros indicadores de salinidad o otras intrusiones: Conductividad o Cl i SO<sub>4</sub>

## 1.II. Introducción: Normativa específica sobre la contaminación por nitratos de origen agrario

### MARCO GENERAL: DIRECTIVA 91/676/CEE I RD 261/1996

- Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura

#### OBJETIVOS

- ✓ Reducir la contaminación causada o provocada por nitratos de origen agrario
- ✓ Actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de este tipo
- ✓ Resolver los aprovechamientos de agua potable afectados por nitratos ( $\text{NO}_3^- > 50 \text{ mg/l}$ ); línea de actuación inmediata y preferente
- ✓ Protección de los recursos hídricos frente a la contaminación por nitratos

## 1.II. Introducción: Normativa específica sobre la contaminación por nitratos de origen agrario

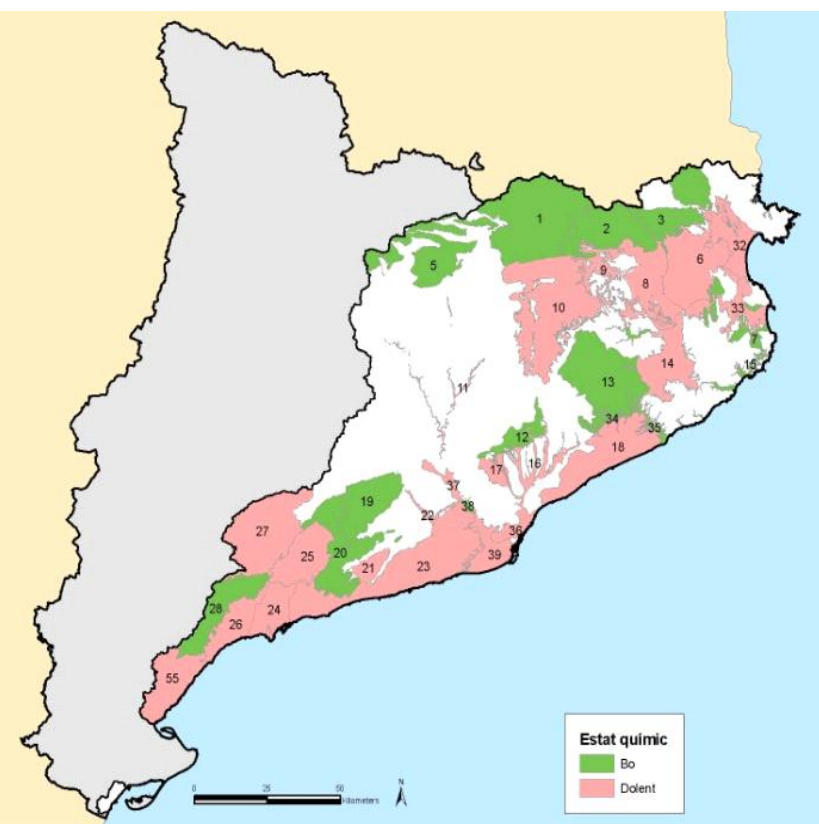
- ❑ Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura

Esta obliga a los estados miembros / comunidades autónomas a:

- La identificación de las *aguas afectadas* per la contaminación o en riesgo de estar contaminadas
- Designar *ZONAS VULNERABLES*, entendidas como aquellas superficies territoriales donde la escorrentía e infiltración que se produzca provoque o pueda provocar la contaminación por nitratos de las aguas continentales y litorales
- Elaborar un *CODIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS* que contribuyan a reducir la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias con el objetivo de prevenir i reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario.
- *Programa de acción* que hay que aplicar en las zonas vulneradas designadas, para reducir y prevenir contaminaciones de origen agrario
- Definir un *PROGRAMA DE MUESTREO Y SEGUIMIENTO* de la calidad de las aguas



## 2. Valoración del estado químico de las aguas subterráneas



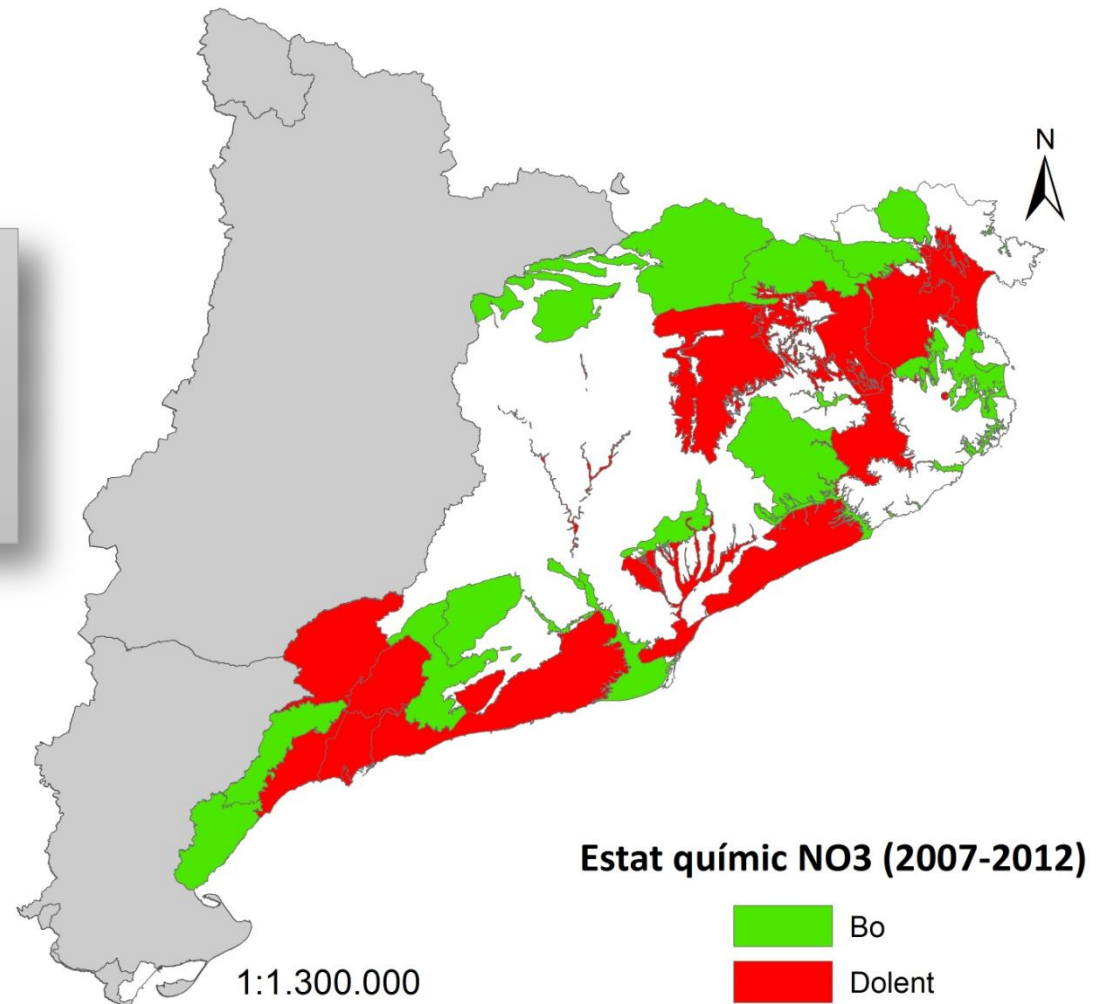
| Contaminantes responsables del mal estado | % de MA Sub en mal estado | Problemáticas que condicionan el estado                                                                                         |
|-------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NO <sub>3</sub>                           | 46 %                      | La mayoría por contaminación difusa de origen agrario                                                                           |
| Cl                                        | 27%                       | Intrusión marina, contaminación puntual de origen industrial o urbano, minería                                                  |
| SO <sub>4</sub>                           | 19%                       | Intrusión marina, contaminación puntual de origen industrial o urbano, actividad minera, contaminación difusa de origen agrario |
| NH <sub>4</sub>                           | 5%                        | Contaminación puntual de origen industrial o urbano                                                                             |
| PCE – TCE                                 | 8                         | Contaminación puntual de origen industrial                                                                                      |
| CE                                        | 14 %                      | Intrusión marina, contaminación puntual de origen industrial o urbana, minería                                                  |

| Masas de agua | Cumple | No cumple | Total |
|---------------|--------|-----------|-------|
| Número        | 13     | 24        | 37    |
| %             | 35     | 65        | 100   |

## 2. Valoración del estado químico de las aguas subterráneas

De las 37 Masas de agua Subterráneas del DCFC, un 46% (17 masas) están afectadas por nitratos.

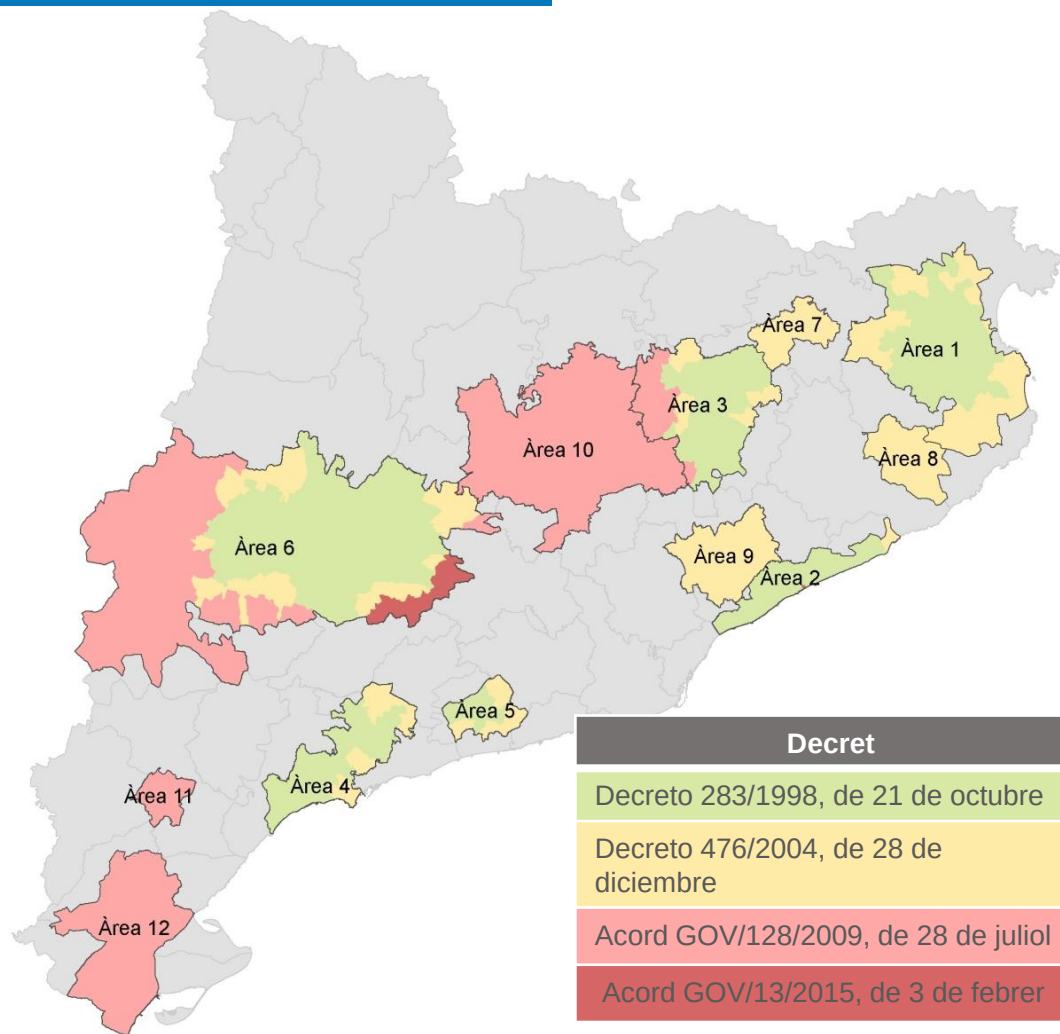
Estado químico de las masas de agua subterránea en función de la concentración de nitratos.



## 2. Valoración del estado químico de las aguas subterráneas (Zonas Vulnerables)

| Año          | Núm. municipios | Área (ha)        |
|--------------|-----------------|------------------|
| 1998         | 203             | 375.250          |
| 2004         | 113             | 247.780          |
| 2009         | 100             | 447.040          |
| 2015         | 5               | 14.860           |
| <b>TOTAL</b> | <b>422</b>      | <b>1.077.250</b> |

El **34%** de la superficie y el **45%** de los municipios de Catalunya han sido designados como zona vulnerable



### Decret

Decreto 283/1998, de 21 de octubre

Decreto 476/2004, de 28 de diciembre

Acord GOV/128/2009, de 28 de juliol

Acord GOV/13/2015, de 3 de febrer



## 3. I. Estudio del origen de los nitratos en las aguas subterráneas.

- La presencia de compuestos nitrogenados, especialmente nitratos, es el problema de *contaminación difusa* más extendido en las aguas subterráneas en Catalunya (Documento IMPRESS, ACA 2013).
- Las principales fuentes del nitrógeno de origen agrario son las *deyecciones ganaderas* y los *fertilizantes minerales*.
- En algunas zonas los nitratos procedentes de *aguas residuales* también pueden ser el origen de afecciones a las aguas subterráneas

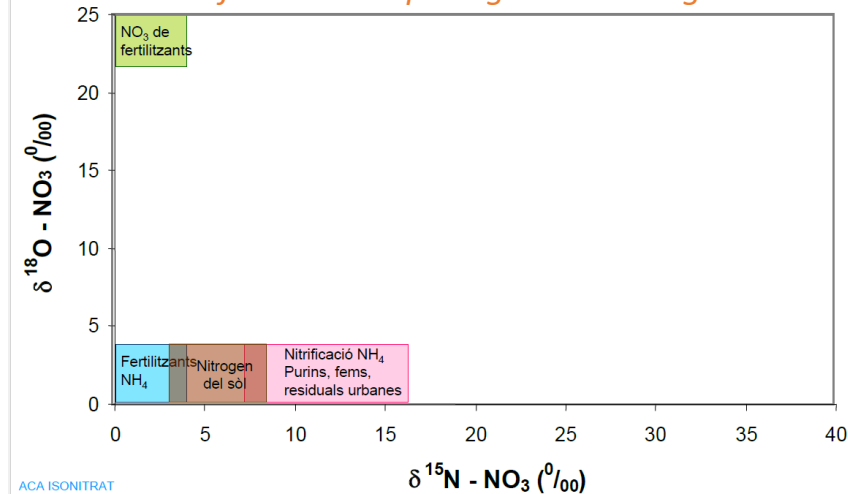
❑ Uso de los isótopos para determinar su origen:

- La determinación analítica multiisotópica:

- isótopos estables del nitrógeno y oxígeno
- isótopos de boro i sulfatos

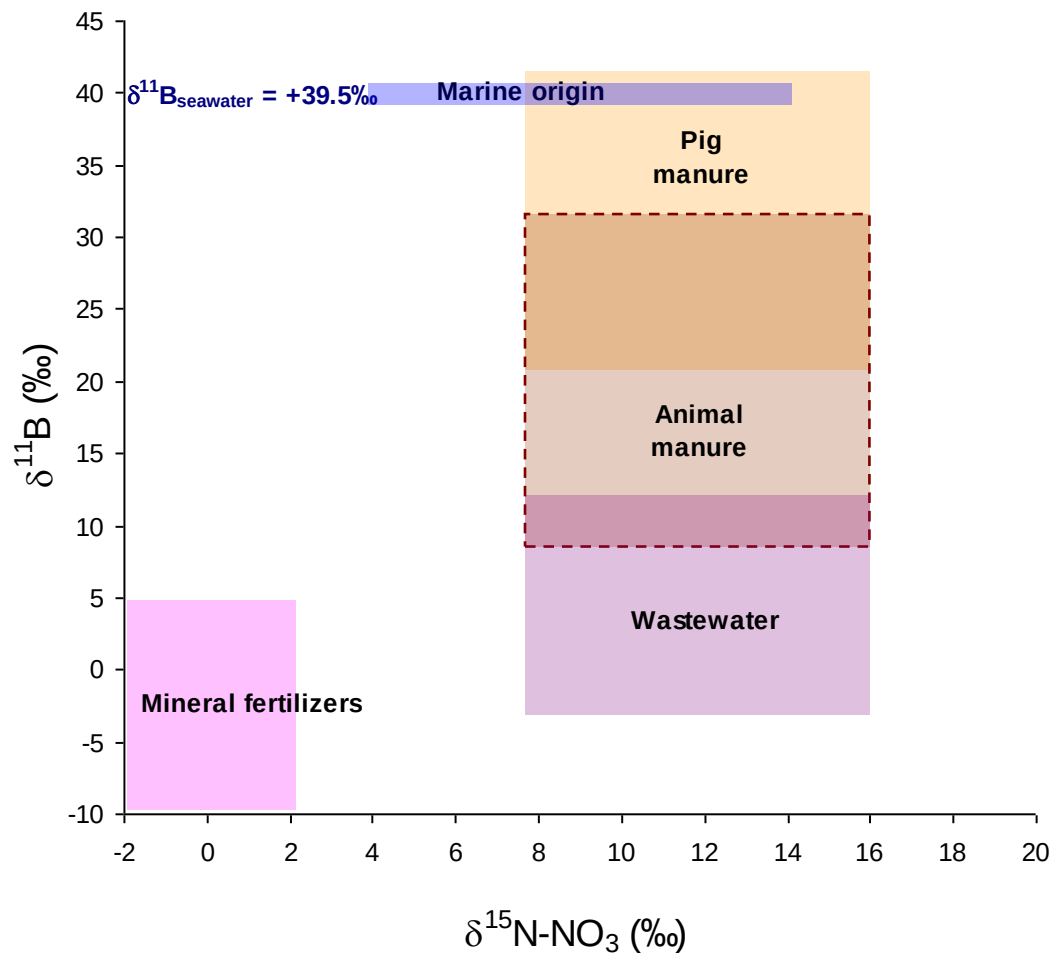
las ratios isotópicas del nitrógeno y/o el oxígeno del nitrato, así como el boro y los sulfatos procedentes de fuentes diversas normalmente son diferentes a causa del fraccionamiento isotópico que tiene lugar durante los procesos de transformación física y biogeoquímicos desde que el nitrato es liberado al suelo.

*Origen de los nitratos de fuentes de tipo orgánico o inorgánico*



### 3. I. Estudio del origen de los nitratos en las aguas subterráneas.

- La composición isotópica del boro ( $^{11}\text{B}$ ) junto con la del nitrato permite discriminar entre fuentes de contaminación ganaderas y redes de saneamiento o pozos negros.



## 3. II. Estudio del origen de la salinidad en surgencias salinas de la Cuenca del Llobregat.

Fuentes de contaminación: Agricultura  
Minería (explotación de potasa)  
Industrial  
Residuales urbanas  
Fuentes naturales

*A partir de la composición isotópica de la molécula de agua ( $\delta^{18}O$  i  $\delta D$ ) y de la molécula de sulfato ( $\delta^{34}S$ SO<sub>4</sub> y  $\delta^{18}OSO_4$ ).*

El origen de la salinización de les aguas subterráneas i superficiales se puede atribuir :

- Tanto a la interacción natural del agua con las formaciones salinas
- como a la contaminación debida a los lixiviados de las escombreras.

A partir de la composición isotópica del sulfato disuelto a les aguas de fuentes y surgencias salinas se puede discriminar el origen del sulfato entre interacción natural, lixivios mineros y fertilizantes agrícolas.

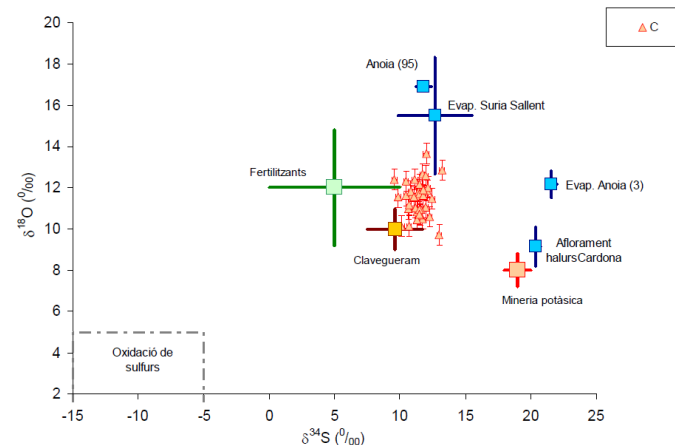


Figura 6. Valors isotòpics de les mostres del curs principal del riu Cardener (Otero, 2004)