

# LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR: OBJETIVOS DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.

SEMINARIO AGUAS SUBTERRÁNEAS FUNDACIÓN MARCELINO BOTÍN  
Madrid 1 de Febrero



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

DIRECCIÓN GENERAL  
DEL AGUA

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL GUADALQUIVIR

**Agustín Argüelles Martín**

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Jefe de la Oficina de Planificación  
Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

# Marco normativo general para la gestión de las aguas subterráneas

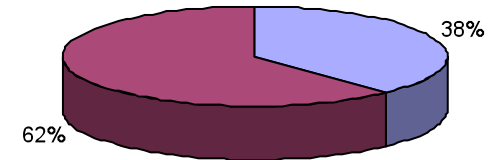
- Ley de Aguas de 1985
- Texto Refundido de la Ley de Aguas
- DMA
- Directiva 2006/118/CE (informalmente conocida como “Directiva Hija de aguas subterráneas” En su Considerando 2) se declara que las aguas subterráneas son el recurso hídrico más sensible e importante de la UE y la fuente principal de suministro del agua potable para su población.
- R.D. 1514/2009, regula la protección de las aguas subterráneas, de acuerdo con la citada Directiva 2006/118/CE.
- RPH 907/2007
- IPH. ARM/2656/2008

# Antecedentes

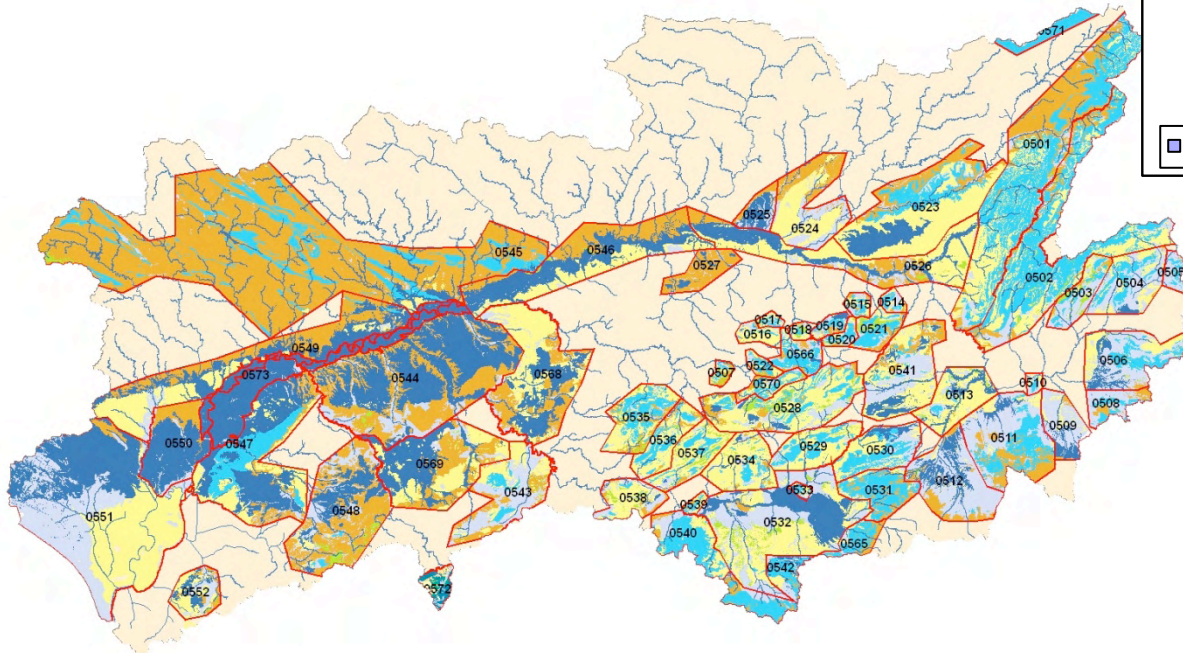
- **Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadalquivir de 1998, (R. D. 1664/1998)**
  - “Normas para el otorgamiento de concesiones y autorizaciones”, redactado, junto con otros estudios sobre las aguas subterráneas en la Cuenca, mediante un Convenio entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) Se hicieron estudios posteriores de todas las UUHH, e incluso un nuevo Convenio con el IGME, y se le dio, como no podía ser menos, un carácter dinámico a la propia normativa, que siempre estaba basada en un estado de situación previo, naturalmente en continua evolución
- **Programa Alberca**, iniciado en 2003, con apoyo financiero de fondos FEDER y que permitió, fundamentalmente, la clarificación de derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas privadas, pendientes desde 1985, y de los que en la Cuenca del Guadalquivir había casi 30.000, del orden del 25% de todos los de España..
- Tras este prólogo de antecedentes, se llegó a la situación analizada en la documentación elaborada para el Plan de la Demarcación :**Informe de Artículo 5 a la CE (CHG 2005), Esquema de Temas Importantes de la Demarcación (CHG.2008) y ahora a la Propuesta de Proyecto del Plan, en consulta desde el 15 de diciembre de 2010 (CHG.2010)**
-

# MASUB en la DHG

Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir



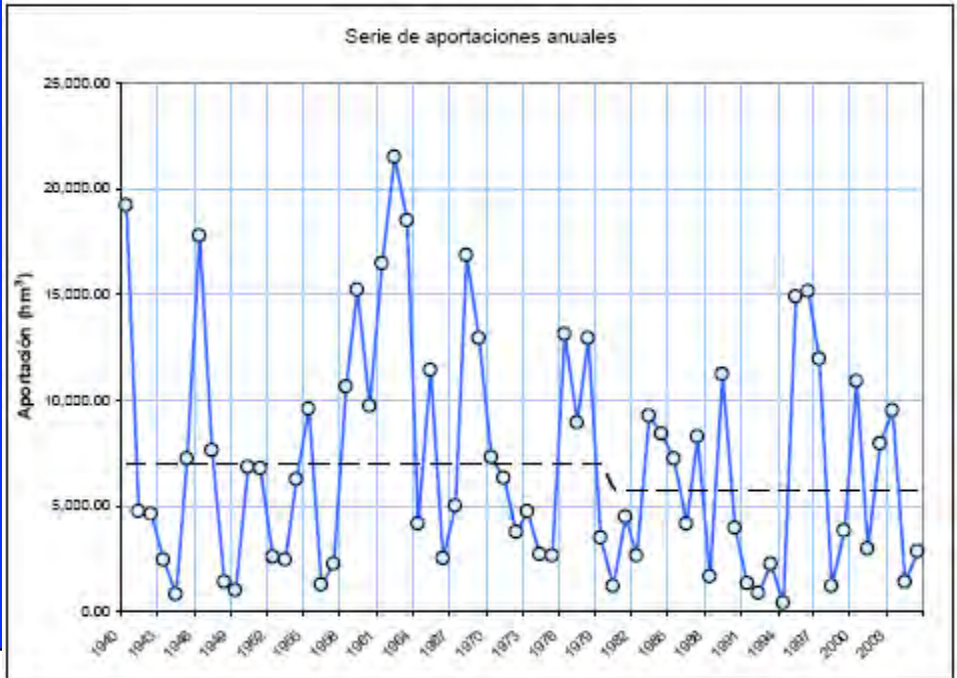
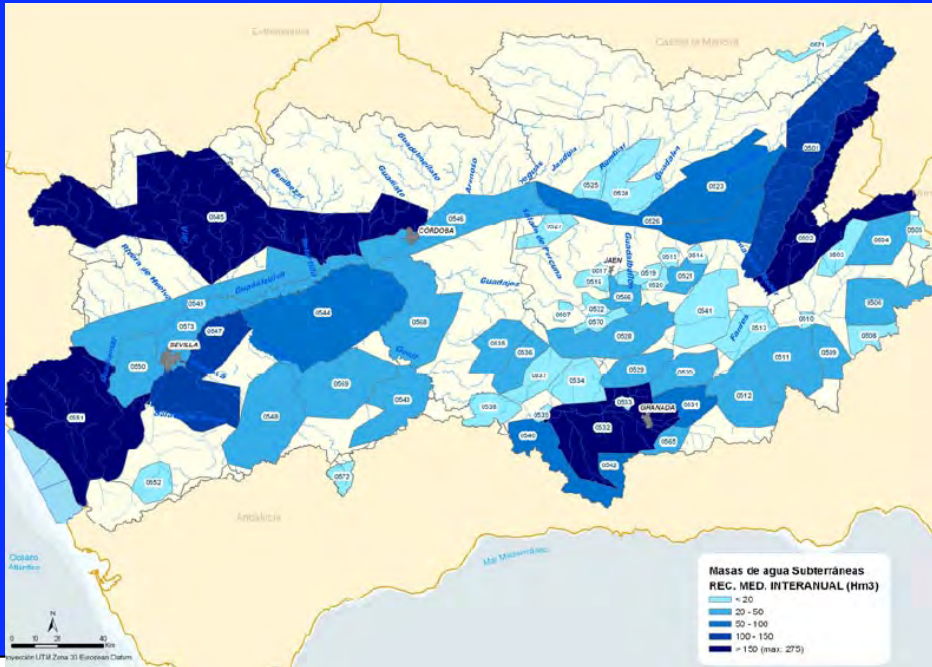
■ Superficie no permeable Km2 ■ Superficie MASUB Km2



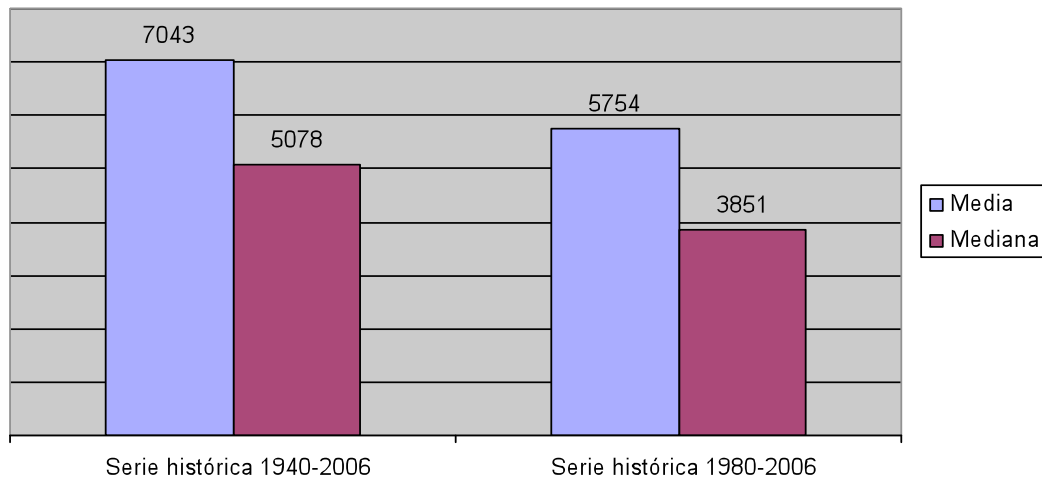
## Tipología de Acuíferos

- Acuíferos dentriticos extensos, muy productivos
- Acuíferos dentriticos extensos, discontinuos y locales, de permeabilidad y producción moderadas
- Acuíferos calizos extensos, muy permeables y productivos
- Acuíferos calizos extensos, discontinuos y locales, de permeabilidad y producción moderadas
- Formaciones en general de baja permeabilidad que pueden recubrir formaciones acuíferas importantes
- Formaciones en general de baja permeabilidad que constituyen el sustrato de las formaciones acuíferas más importantes
- Terrenos no calificados

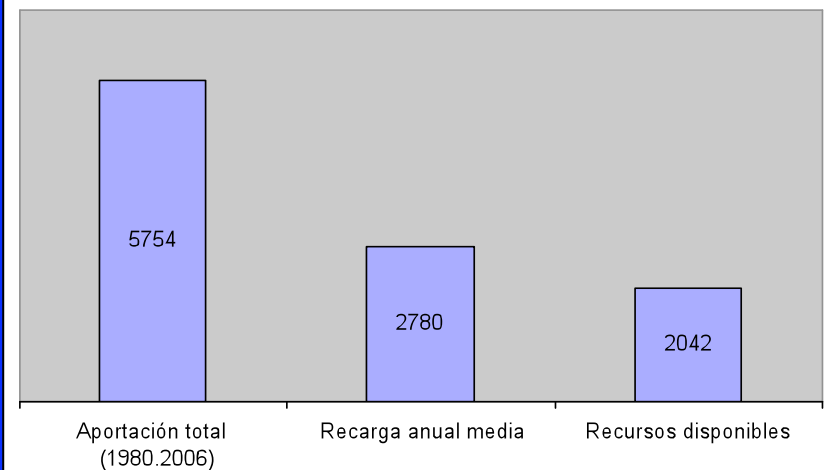
# Recarga subterránea y recursos renovables



Estadísticos de las series históricas de aportaciones (Hm<sup>3</sup>/año)

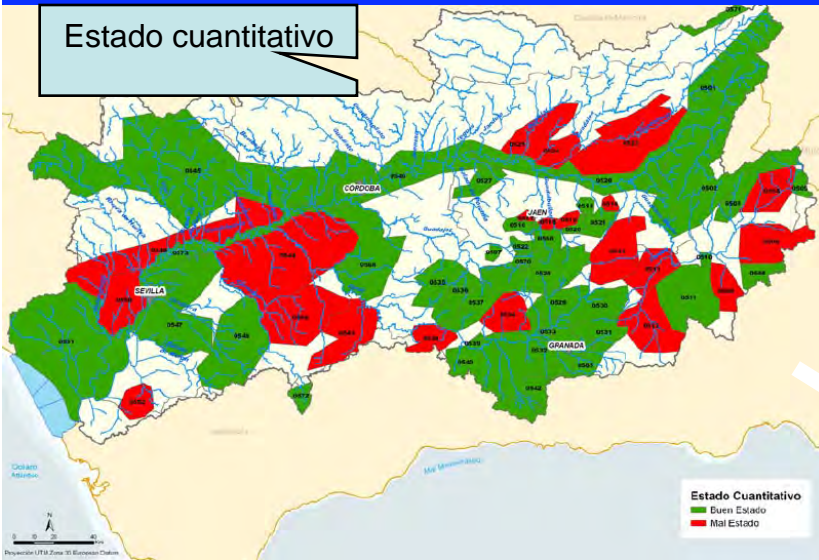


Aportación y recarga de acuíferos (Hm<sup>3</sup>/año)

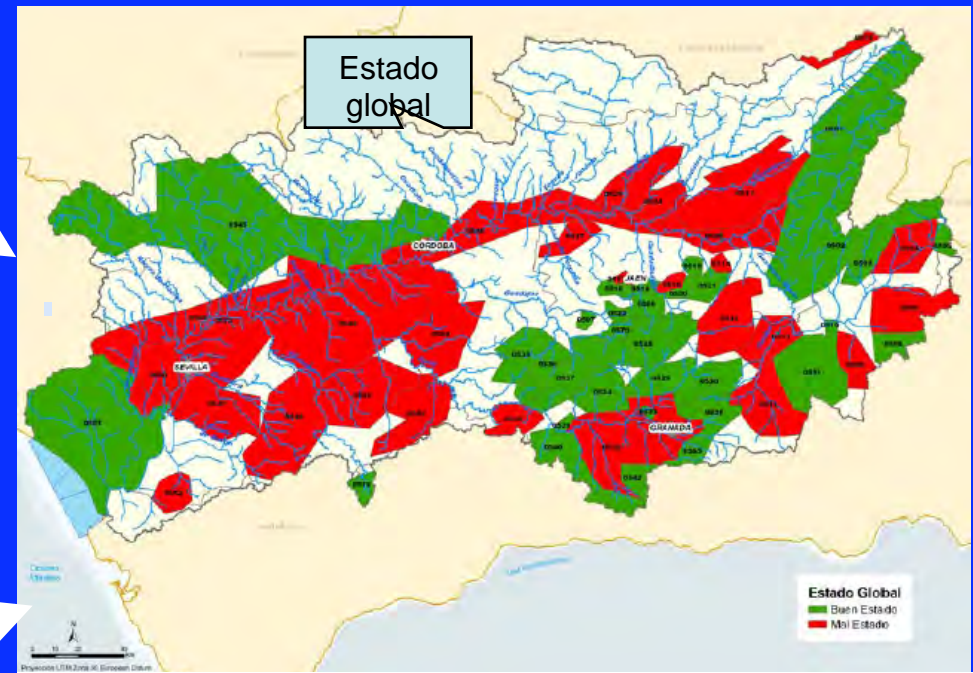


# Estado de las MASUB

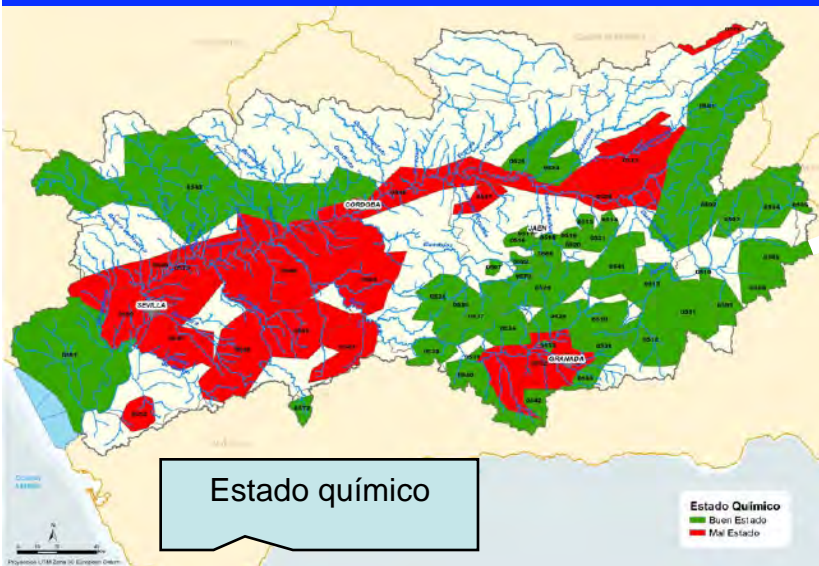
Estado cuantitativo



Estado global

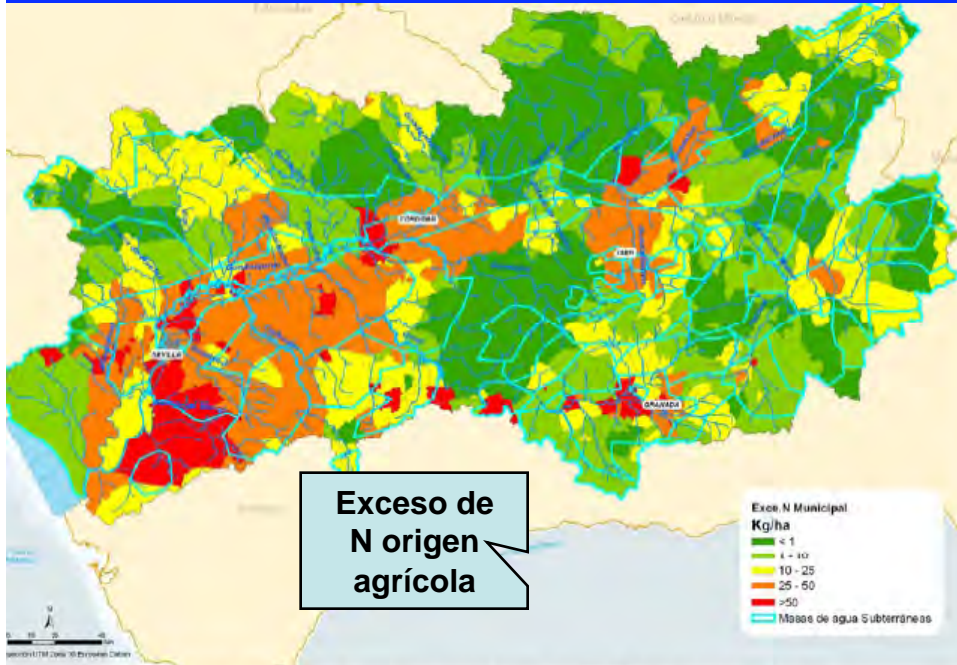


Estado químico

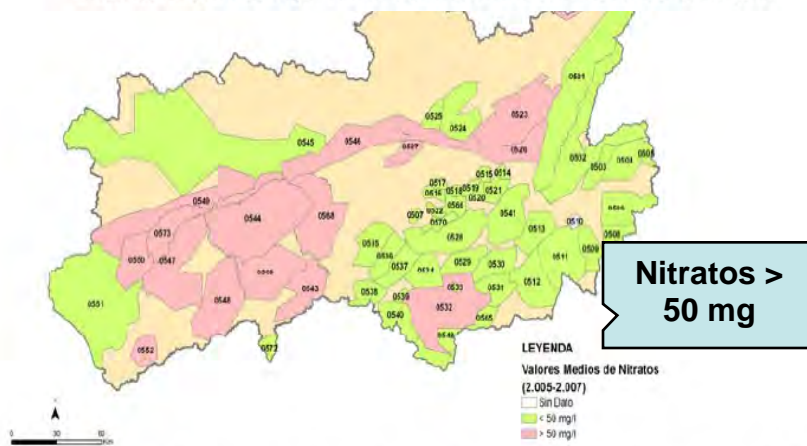


Estado	Mal estado		Buen estado	
	Número de masas	Porcentaje	Número de masas	Porcentaje
Cuantitativo	19	31,7	41	68,3
Químico	16	26,7	44	73,3
Global	28	46,7	32	53,3

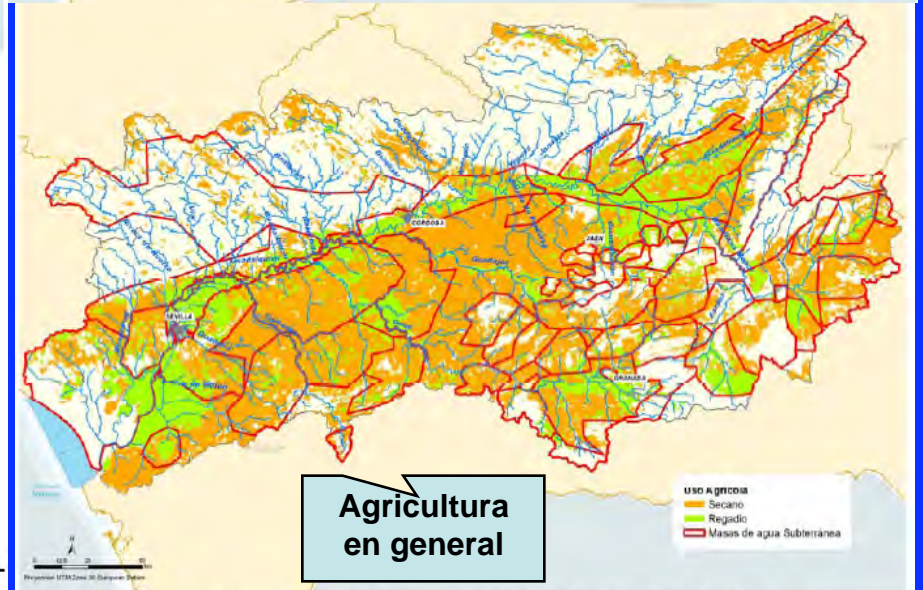
# Presiones de la Agricultura y la ganadería



Exceso de nitrógeno de origen agrícola y ganadero en la Demarcación del Guadalquivir



Masas de agua subterránea con valores de nitratos superiores a 50 mg/l (período 2005-2007)



Presiones Difusas por la actividad agraria en la Demarcación del Guadalquivir.

# Dosis de aplicación de N por sistema y cultivo

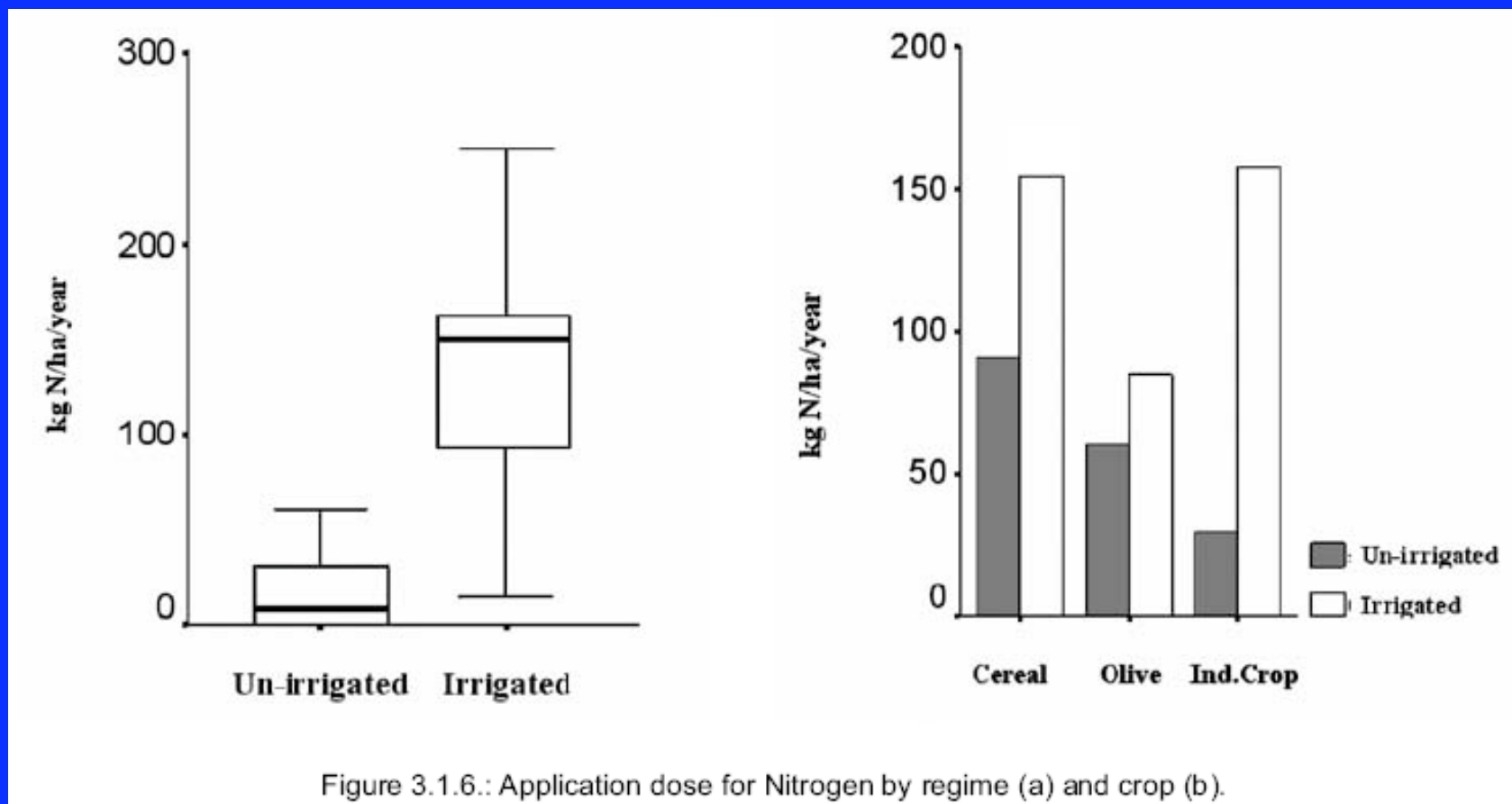
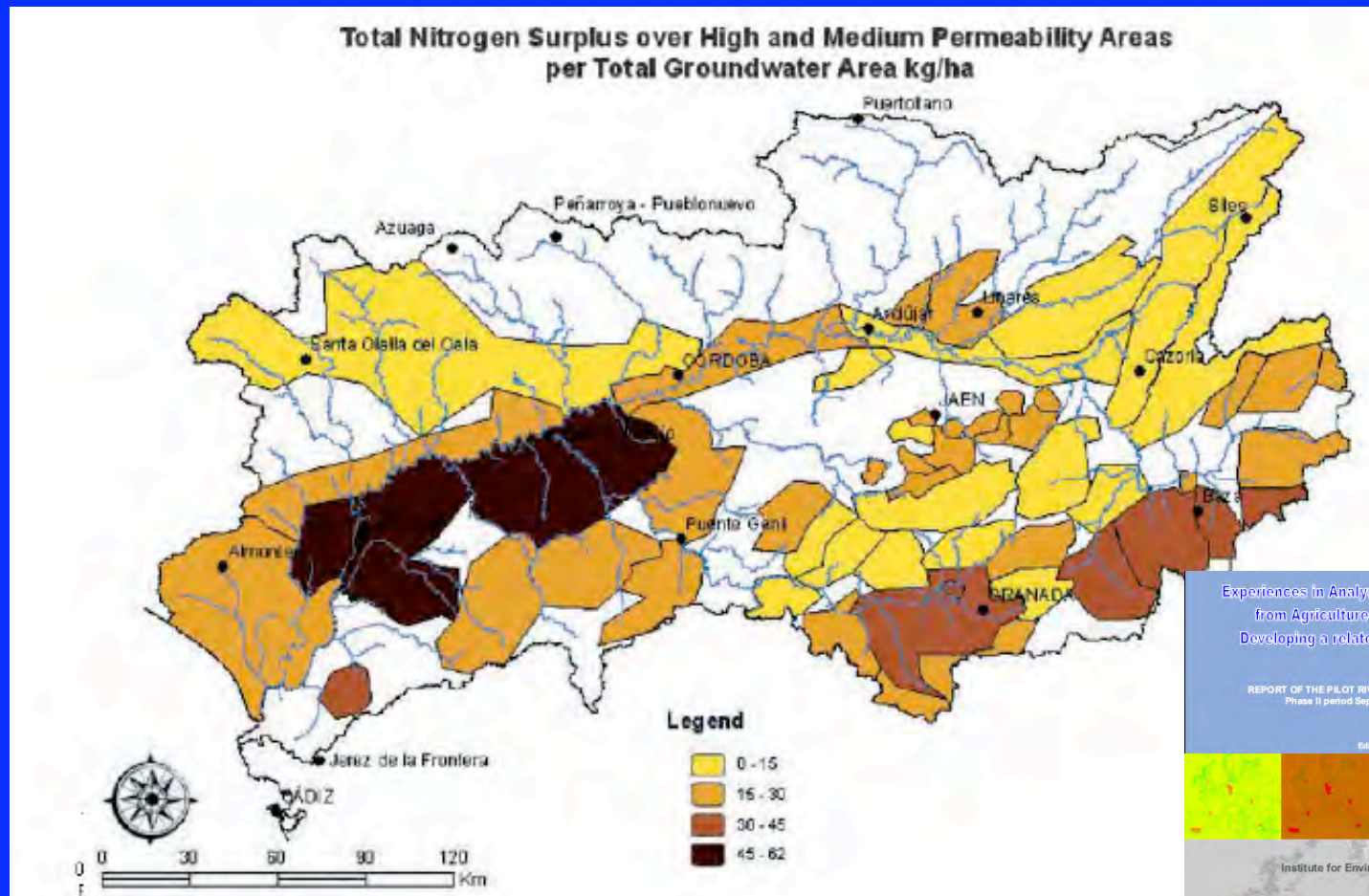


Figure 3.1.6.: Application dose for Nitrogen by regime (a) and crop (b).



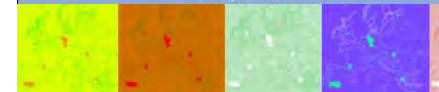
# Exceso de N sobre áreas de media y alta permeabilidad (Kg/Ha)



Experiences in Analysis of Pressures and Impacts from Agriculture on Water Resources and Developing a related Programme of Measures

REPORT OF THE PILOT RIVER BASIN GROUP ON AGRICULTURE  
Phase II period September 2005 - December 2006

Edited by M. Chertel



Institute for Environment and Sustainability

Common Implementation Strategy For the Water Framework Directive (GIS/WW/EC)

JRC  
EUROPEAN COMMISSION

ies

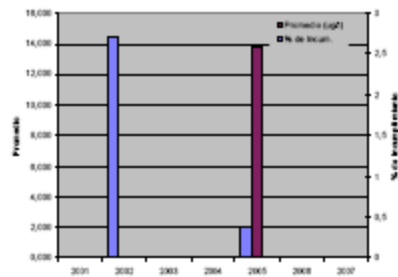
2007

EUR 22003 EN

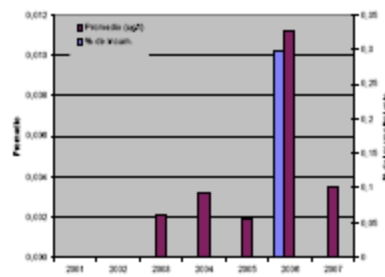
# Contaminación difusa. Presión de la agricultura

## Problema Importante

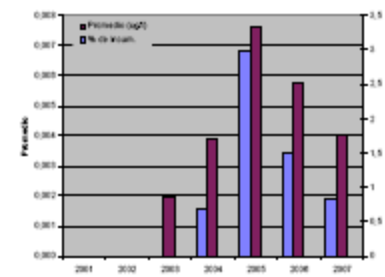
## 5 Contaminación difusa agraria: Fitosanitarios



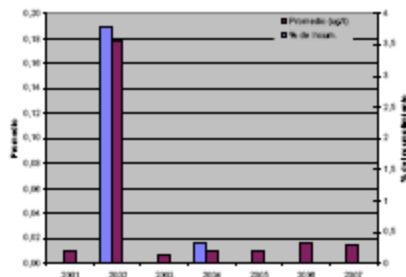
Isodrin



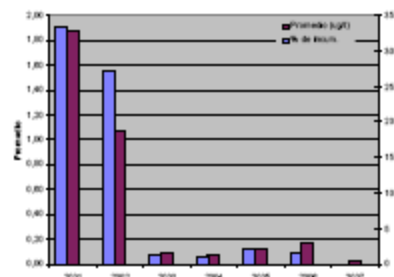
Alacloro



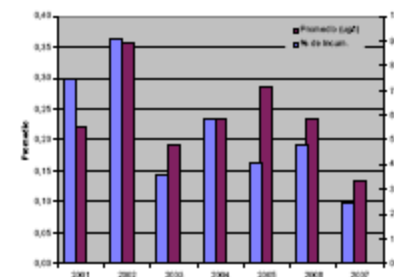
Cloropirifos



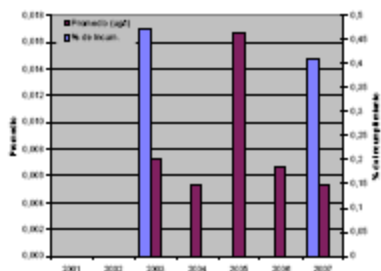
Atrazina



Simazina

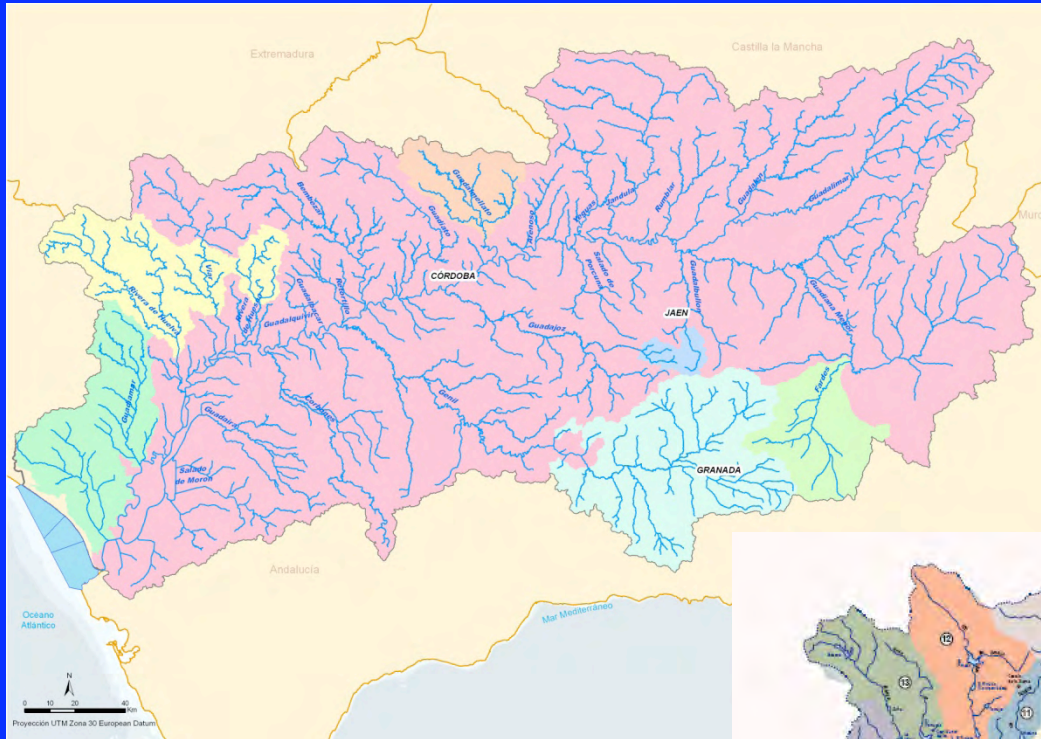


Terbutilazina

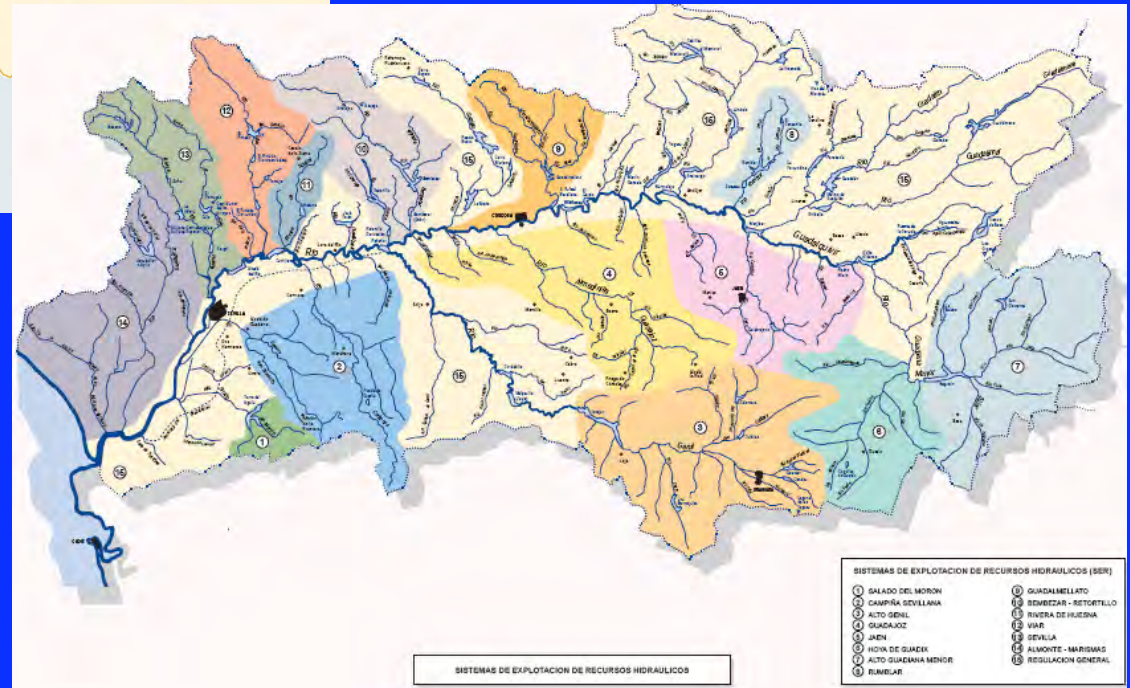


Ha habido un descenso en los promedios de atrazina y simazina. El plaguicida más utilizado y que produce más problemas en la actualidad es la terbutilazina. También, se siguen detectando niveles superiores a los límites de calidad actuales de clorofenvinfos y alacloro.

# SER según la PPPHDHG



# SER ACTUALES



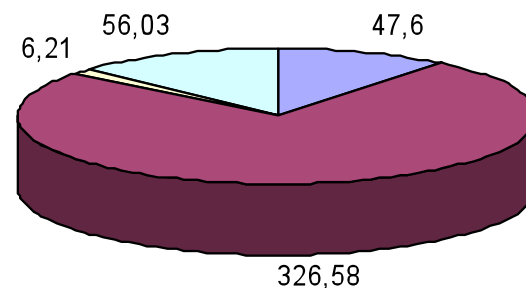
# Abastecimiento a población y pequeña industria conectada a la red municipal

Según encuestas - CHG (2006 – 2009)- las dotaciones de manantial y de pozo son muy variables y, en cualquier caso, altas, y la cifra de población abastecida total o parcialmente con agua de pozos, sondeos y manantiales es 1.209.160 en 251 municipios y 303 l/hab.día de dotación, siendo de 668.600 la población abastecida exclusivamente de este origen de recursos, en 193 municipios y 295 l/hab.día de dotación. Ello representa fracciones de población respectivas del 29 % y el 16 % del total, inferiores a las del conjunto de Andalucía, de un 43% y a la media de España, que es del orden del 32%, ambas en el primer supuesto de abastecimiento total o parcial (MINER y MOPTMA 1994).

## Abastecimiento a población y pequeña industria conectada a la red municipal

Origen del recurso	Demanda actual (Hm3/año)	Demanda tendencial a 2015 (Hm3/año)	Demanda tendencial a 2015 corregida con aplicación del Programa de Medidas del Plan Hidrológico (Hm3/año)
<b>Regulada</b>	326,59	345,30	301,20
<b>No regulada</b>	53,81	56,76	43,60
<b>Subterránea</b>	56,03	62,50	48,67
<b>Total</b>	<b>436,41</b>	<b>464,56</b>	<b>393,47</b>

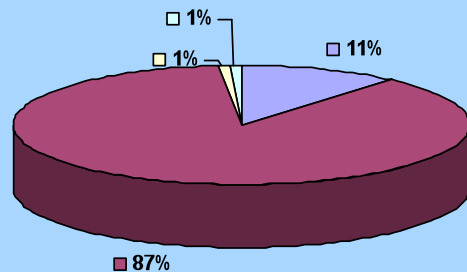
Origen agua de abastecimiento (Hm3/año)



■ Manantial 
 ■ Regulada 
 ■ No regulada 
 ■ Pozo/sondeo

# Uso agrario

Distribución de recursos entre los diversos usos



Abastecimiento
  Agrario
  Industrial
  Energía

El 79% de la superficie de olivar regada con agua subterránea, utiliza una dotación inferior a 2000 m<sup>3</sup>/Ha año, mientras que en agua superficial este porcentaje es solo del 40%

Superficies de cultivo en la DHG	
Tipo de cultivo	Superficie
Total superficie en secano (Ha)	1.784.087
Total superficie en regadío (Ha)	845.986
<b>Total superficie en cultivo* (Ha)</b>	<b>2.971.291</b>

El 24,73 % restante del consumo total, correspondiente a 321.232 Ha (38 % de la superficie de riego) tiene origen subterráneo con una dotación anual media de 2588 m<sup>3</sup>/Ha, En el caso del agua subterránea, en su mayor parte se aplica a regadío de olivar por goteo 197.066 Ha, con una dotación anual media de 1837 m<sup>3</sup>/Ha. En el caso del agua superficial, los cultivos y modalidades corresponden a una gama más plural de cultivos intensivos y extensivos, con dotaciones netas más elevadas y sistemas menos eficientes.

El 74,77 % del consumo total tiene origen superficial, respondiendo a las necesidades de 517.172 Ha de cultivo (61,1 % de la superficie de riego), con una dotación anual media de 4789 m<sup>3</sup>/Ha.

# Uso agrario

Huella hídrica de la Agricultura en la DHG (Hm3/año)

2005	UA	VW1	VW2	HH
Agricultura	5336	456	1807	4005

UA = Agua Azul (65%, 3468 Hm3/año) + Agua Verde (35%, 1868 Hm3/año)

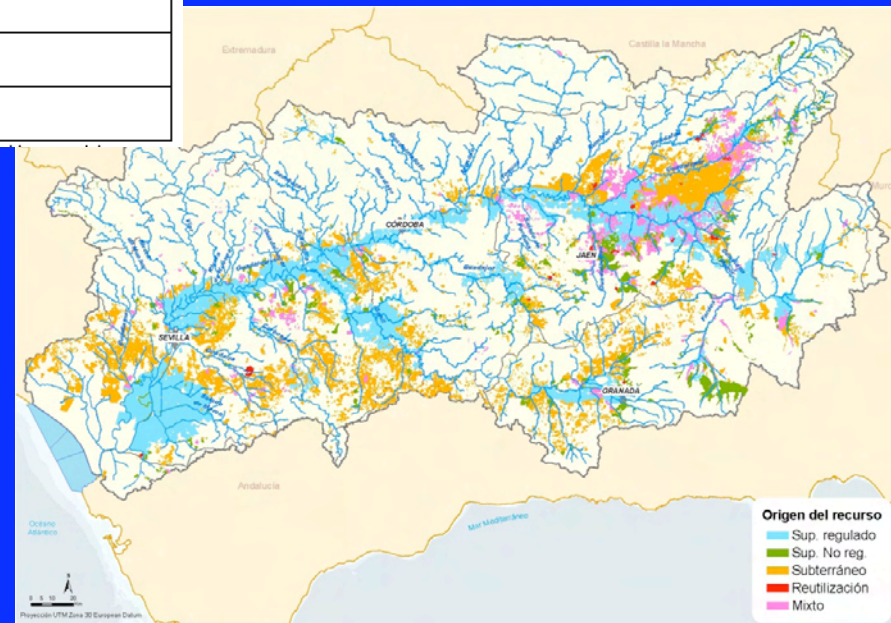
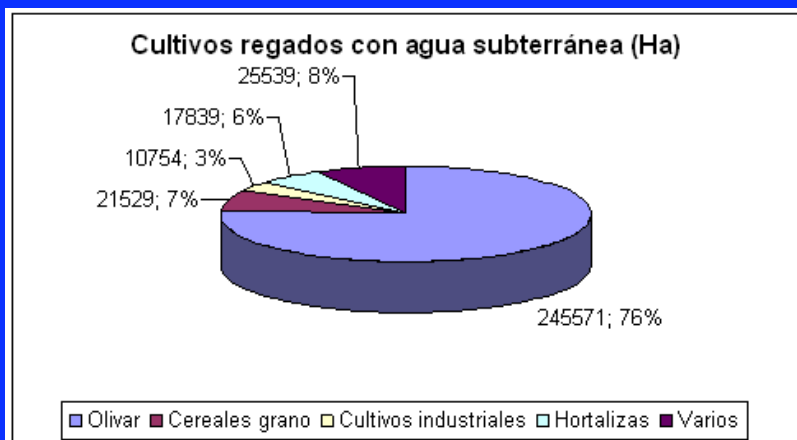
VW1 = Agua importada

VW2 = Agua exportada

HH = Huella hídrica Agricultura

Fuente: [M.M.Aldaya et al. 2010. Análisis de la Huella Hídrica de la Cuenca del Guadalquivir](#)

Origen del recurso	Demanda actual (Hm3/año)	Demanda tendencial a 2015 (Hm3/año)	Demanda tendencial a 2015 corregida con aplicación del Programa de Medidas del Plan Hidrológico (Hm3/año)
<b>Regulada</b>	2128,44	2241,53	2007,16
<b>No regulada</b>	347,86	338,25	291,49
<b>Subterránea</b>	831,34	801,02	782,05 <sup>s</sup>
<b>Residual</b>	16,62	7,58	15,46
<b>Total</b>	<b>3324,26</b>	<b>3388,38</b>	<b>3096,17</b>



# Uso industrial y otros usos

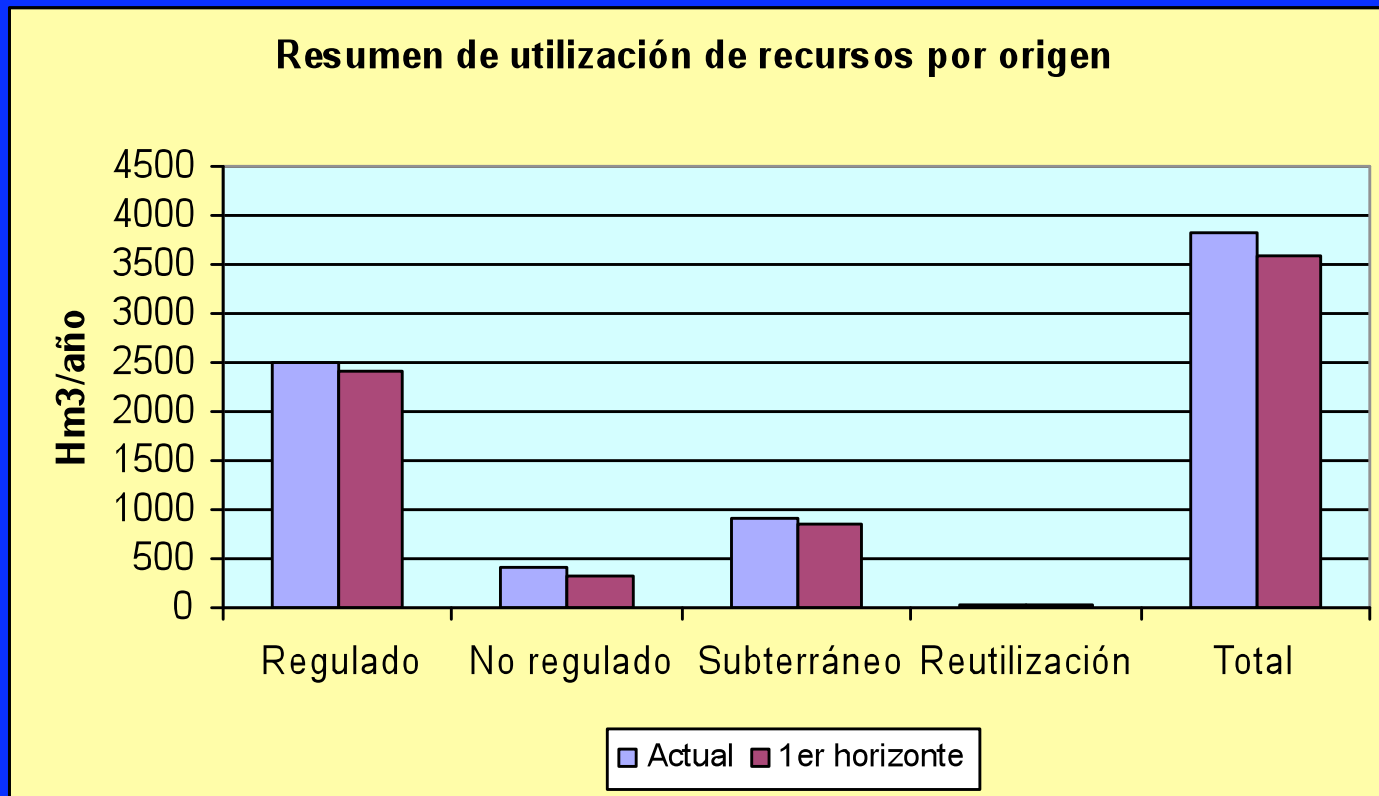
<b>Origen del recurso</b>	<b>Demanda actual</b>	<b>Demanda 2015</b>
	<b>Hm<sup>3</sup>/año</b>	<b>Hm<sup>3</sup>/año</b>
<b>Superficial regulado</b>	24,7	29,7
<b>Subterráneo</b>	11,1	13,7
<b>Total</b>	35,8	43,4

## Otros usos

Consideramos en este apartado aquellos otros usos que no suponen una demanda consuntiva significativa en el ámbito de la DHG: la producción de energía, la acuicultura, los usos recreativos y las actividades de baño y ocio. En ninguno de estos casos es relevante ni significativa la utilización del agua subterránea.



# Resumen de utilización de recursos por origen



# Otros aspectos del regadío con agua subterránea

- El coste del agua subterránea en riegos es, en general y en promedio, en la DHG, superior al del agua superficial, la amortización, los costes de mantenimiento y el alto precio de la energía explican esta diferencia. Los resultados de las estimaciones son muy cambiantes en el tiempo, y así, en el Informe de Artículo 5 de la DMA remitido a la CE en 2005, la estimación, para el agua subterránea, era de 0,1614 €/m<sup>3</sup> y para el agua superficial de 0,1278 €/m<sup>3</sup>, siendo la componente de coste medio de riego en parcela de 0,0683 €/m<sup>3</sup>, aunque en el caso de goteo llega a 0,096 €/m<sup>3</sup>. Resultados de 2005 daban para la DHG, costes en alta del agua subterránea de 0,15 €/m<sup>3</sup> y 0,034 €/m<sup>3</sup> para el agua superficial, lo que representaría en costes totales 0,22 €/m<sup>3</sup> y 0,11 €/m<sup>3</sup> respectivamente, resultados que se confirman con datos directos. Con datos posteriores, pero para riegos de Andalucía, la CAP da una cifra de 0,14 €. El superior coste del riego con agua subterránea da lugar a que se limite en la práctica a cultivos que tengan una rentabilidad alta, y consiguientemente a que se considere que es no solo más eficiente desde el punto de vista de las dotaciones brutas, próximas a las netas, sino también desde el punto de vista de la mayor productividad del m<sup>3</sup> de agua aplicado.

-

# Costes riego Guadalquivir (\*)

Datos de encuestas y trabajos utilizados para el Informe de Artículo 5 DMA

Agua superficial (0,01 €/m3)	Coste	Tarifa	Coste repercutido
Distrib.CCRR	3,35	3,35	100%
Moderniz. CCRR 8% superficie	0,61	0,29	47%
Riego en parcela	6,83	6,83	100 %
<b>Subtotal en baja</b>	<b>10,79</b>	<b>10,47</b>	<b>97%</b>
Suministro en alta ( media usos consuntivos)	1,99	1,78	89,6%
<b>Total agua riego (integ)</b>	<b>12,78</b>	<b>12,25</b>	<b>95,9%</b>

Guadalquivir alta+baja	Costes total cént/m3	Tarifa total cént/m3	Cobertura (¿?) Costes (**)	Consumo Hm3	Coste Total mil €
Superficial	12,78	12,25	95,9%	2.572	328.654
Subterránea (1)	16,14	16,14	100,0%	794	128.237
Media Riego	13,57	13,17	97,0%	3.366	456.891

(\*) Incluye G-B

(\*\*) Con las subvenciones no imputadas

Fuente: Informe Art 5 CHG y elaboración propia

(“coste del agua subterránea”+ “costes en parcela”)

(¿...?)

# Costes en parcela

Media: 6,83 cent €/m3

## Por Ha

Sistema de Riego	Sur-cos	Asper-sión	Goteo
<b>COSTES FIJOS</b>	<b>0,0</b>	<b>71,9</b>	<b>254,3</b>
Amortización (€/ha-año)	0,0	45,0	145,3
Interés (€/ha-año)	0,0	13,5	43,6
Mantenimiento (€/ha-año)	0,0	13,5	65,4
<b>COSTES VARIABLES</b>	<b>197,1</b>	<b>236,3</b>	<b>135,0</b>
Energía (€/ha y año)	0,0	67,4	78,7
Mano de obra (€/ha y año)	197,1	168,9	56,3
<b>TOTAL RIEGO</b>	<b>197,1</b>	<b>308,2</b>	<b>393,3</b>

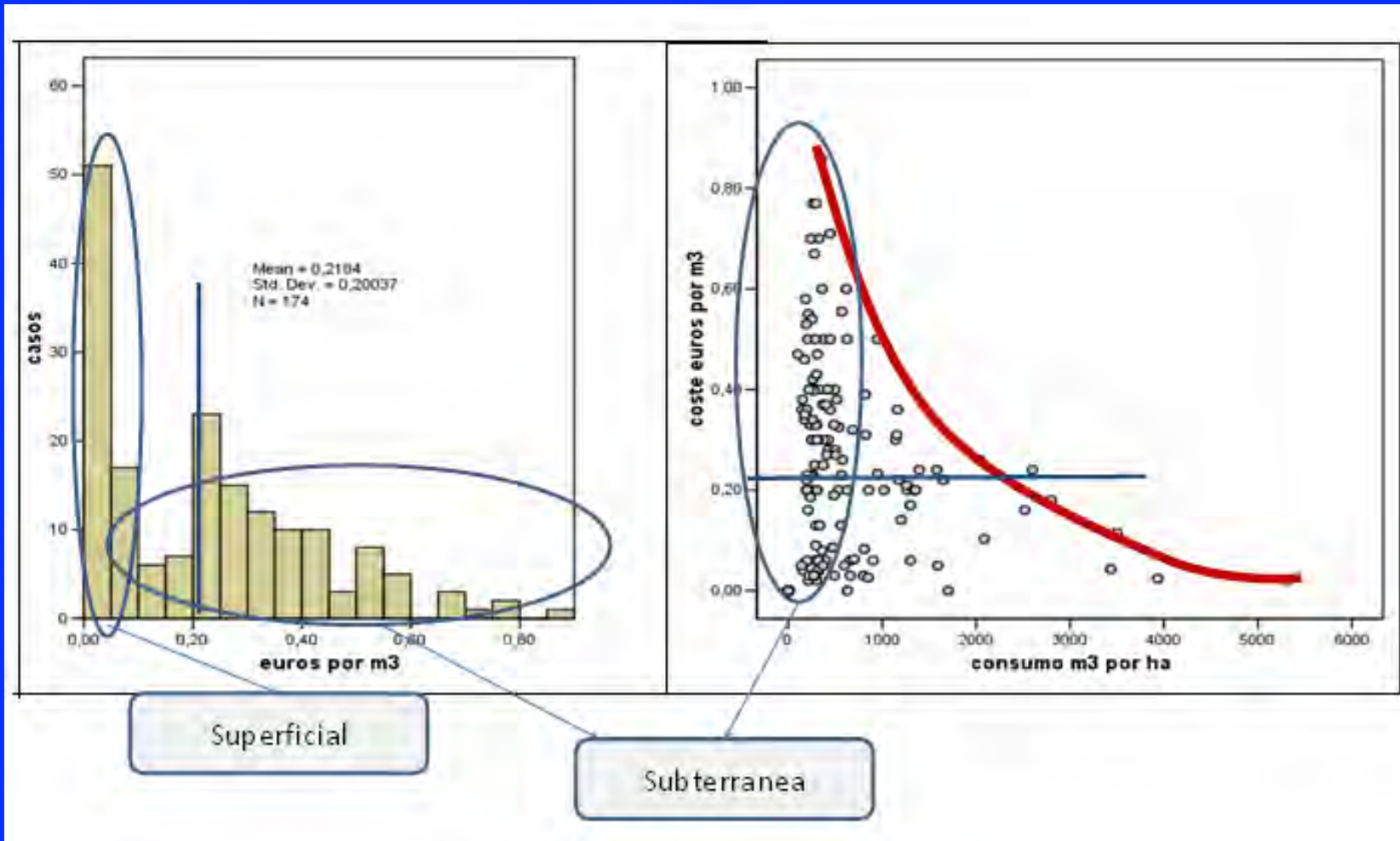
(€/Ha)

Fuente: Informe Art 5 CHG y elaboración propia

## Por m3

Sistema de Riego	Sur-cos	Asper-sión	Got
<b>COSTES FIJOS</b> (0,01€/m3)	<b>0,00</b>	<b>1,59</b>	<b>6,26</b>
Amortización	0,00	1,00	3,58
Interés	0,00	0,30	1,07
Mantenimiento	0,00	0,30	1,61
<b>COSTES VARIABLES</b> (0,01€/m3)	<b>3,97</b>	<b>5,24</b>	<b>3,32</b>
Energía	0,00	1,49	1,94
Mano de obra	3,97	3,74	1,39
<b>TOTAL RIEGO</b> (0,01€/m3)	<b>3,97</b>	<b>6,83</b>	<b>9,59</b>

# Datos encuesta olivar Jaen



# Coste medio del agua por origen del recurso (en Andalucía)

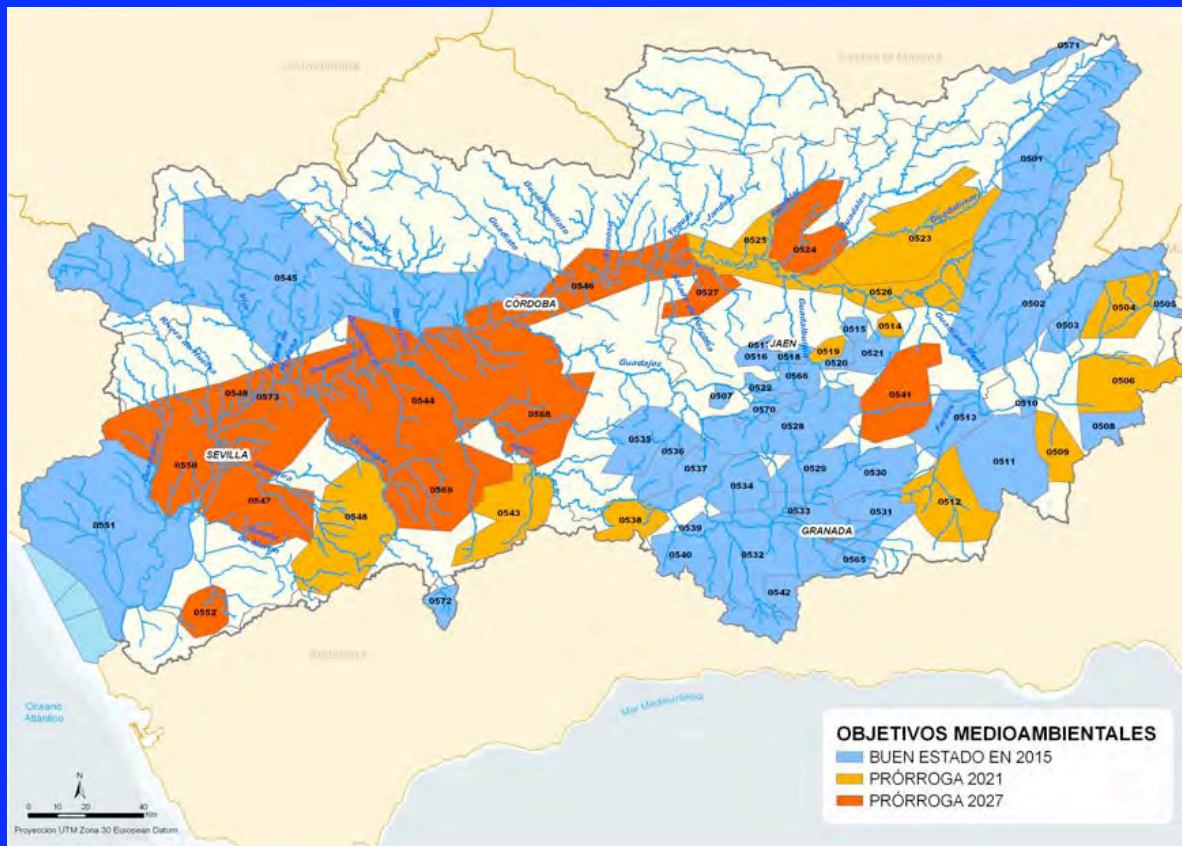
Tabla 2.2. Coste medio del agua por origen del recurso

Origen del agua	Coste agua (€/m <sup>3</sup> )		Incremento
	Año 1997	Año 2008	
Superficial	0,04	0,059	47%
Subterránea	0,09	0,137	52%
Reutilizada	—	0,206	
Desalada	—	0,393	

Fuente: Agenda del Regadío Andaluz 2009. Documento en preparación. Consejería de Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía).



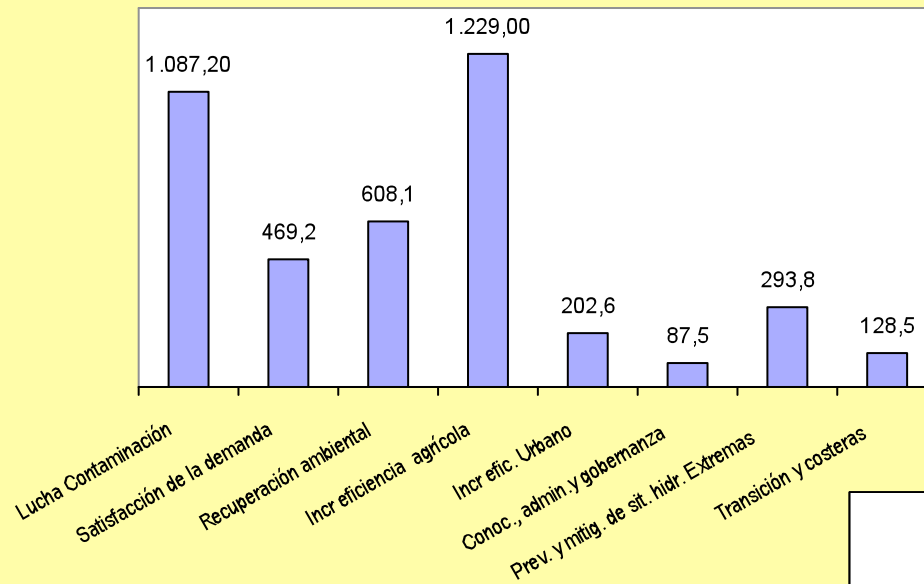
# Objetivos de la Planificación Hidrológica para las aguas subterráneas en la DHG



De las 60 masas de agua subterránea, 35 deben llegar al buen estado en el año 2015, y para otras 25 se establecen prórrogas en la PPHDHG (13 al año 2021 y 12 al 2027). No se ha considerado necesario establecer Objetivos menos rigurosos en ninguna. En la figura se muestran estos OMA de las masas de agua subterránea.

# Programa de Medidas

Inversiones PdM ( M€)



Presupuesto explotación y mantenimiento (M€/año)

- Contaminación puntual
- Contaminación difusa
- Satisfacción de la demanda
- Recuperación ambiental
- Incr eficiencia agrícola
- Incr efic. Urbano
- Conoc., admin.y gobernanza
- Recuperación de costes
- Prev. y mitig. de sit. hidr. Extremas
- Transición y costeras

