

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y AMBIENTALES  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ  
CURSOS DE POSTGRADO  
LECCIÓN INAUGURAL

LA ERA ANTROPOCENA Y SU INFLUENCIA EN LA  
POLÍTICA DEL AGUA

CÁDIZ, 14 DE ENERO DE 2013

Por:

M. Ramón Llamas , de la REAL ACADEMIA DE CIENCIAS  
Director

OBSERVATORIO DEL AGUA DE LA FUNDACIÓN BOTÍN

e-mail: [mramonllamas@gmail.com](mailto:mramonllamas@gmail.com)



OBSERVATORIO DEL AGUA  
WATER OBSERVATORY

# ÍNDICE

1. Introducción
2. El concepto de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)
3. El necesario equilibrio entre los valores utilitarios e intangibles
4. Los impulsores del cambio:
  - a) La globalización
  - b) Tecnología de membranas
  - c) La revolución silenciosa y el uso intensivo de las aguas subterráneas
  - d) La tecnología de la información
  - e) La urbanización
  - f) Otros
5. Las peculiaridades de España
  - a) El rápido cambio socio-político
  - b) Los conflictos por el agua
  - c) El nuevo lema de "más dinero y cuidado de la naturaleza por gota"
  - d) ¿En busca de un Pacto del Agua?
6. Conclusiones
- ▶ Referencias

# 1. INTRODUCCIÓN

- ▶ Nuestra época debe ser definida como la era del Antropoceno, debido a los grandes cambios que las actividades humanas están causando en el medio ambiente.
- ▶ No estamos en una época de cambios sino en un cambio de época.
- ▶ Este proceso general tiene un significado claro en la política mundial del agua, como se muestra en la situación española.

## 2. PARADIGMAS DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH) (I)

- ▶ La buena gestión de los recursos hídricos requiere una gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).
- ▶ La definición de la GIRH puede variar, pero la mayoría de ellos consideran que se requiere un equilibrio entre los datos de las ciencias naturales y los que proceden de las ciencias sociales.

## 2. PARADIGMAS DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH) (II)

- ▶ Otros consideran que este equilibrio es necesario entre los valores utilitarios y los valores “intangibles” de los recursos hídricos.
- ▶ Los primeros se refieren principalmente a los usos del agua humanos (el agua urbana, el riego y los usos industriales).
- ▶ Los segundos están, por lo general, relacionados con el contexto cultural, social o religioso de los habitantes de la región.

### 3. EL NECESARIO EQUILIBRIO ENTRE LOS VALORES UTILITARIOS Y LOS INTANGIBLES (I)

- ▶ Los valores utilitarios suelen ser "metrificables", pueden ser cuantificados. Por ejemplo, los volúmenes de agua, dinero o puestos de trabajo.
- ▶ Los valores intangibles no son, por lo general, fáciles de cuantificar.
- ▶ Esto significa que ambos tipos de valores: metrificables y no metrificables tienen que ser considerados en una buena gobernabilidad del agua.

### 3. EL NECESARIO EQUILIBRIO ENTRE LOS VALORES UTILITARIOS Y LOS INTANGIBLES (II)

#### THE SPANISH EXAMPLE

#### WATER UTILITARIAN VALUES “METRIFICATION”

#### Blue water consumptive uses and socio-economic values associated

Activity	Consumptive use (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	GDP (10 <sup>9</sup> Euro)	Workforce (%)
Agriculture & livestock	15 (75%)	25 (3%) (*)	4
Industry	1 (5%)	160 (16%)	17
Urban Uses	3 (12%)	5 (0.5%)	1
Services (excl. Tourism)	0.5 (4%)	600 (60%)	67
Tourism and Golf courses	0.5 (4%)	110 (11%)	11
Bottled waters	0.1 (–%)	3 (0.2%)	0.1
TOTAL	20 (100%)	900 (100%)	100

(\*) From this value about 60% is agricultural, 35% livestock and 5% forestry and fisheries

### 3. EL NECESARIO EQUILIBRIO ENTRE LOS VALORES UTILITARIOS Y LOS INTANGIBLES (III)

- ▶ En muchos países existe un "HYDROCENTRISMO".
- ▶ Se da excesiva importancia al agua como recurso económico.
- ▶ Gran influencia de los lobbies de los agricultores.



## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (I)

### a) Globalización

- ▶ La globalización ha permitido un aumento significativo en el comercio internacional de alimentos (agua virtual).
- ▶ El comercio internacional permite que las regiones con escasez de agua puedan importar “agua virtual” (por lo general en forma de alimentos o fibras) de los países ricos en agua.
- ▶ El comercio de agua virtual hacia los países con escasez de agua es sólo una pequeña fracción (probablemente menos del 20%) de todo el comercio de agua virtual.

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (II)

### a) Globalización

- ▶ El comercio de agua virtual está impulsado principalmente por las “ventajas comparativas” y no por la escasez de agua regional.
- ▶ La importancia del agua generalmente está exagerada.
- ▶ Hoy los conceptos tradicionales de autosuficiencia hídrica o de autosuficiencia alimentaria pueden ser engañosos.

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (III)

### a) Globalización. Comercio de agua virtual

- ▶ La huella hídrica (HH) indica la cantidad de agua (azul y verde) que un ser humano o un grupo colectivo consume para satisfacer todas sus necesidades (alrededor del 90% para alimentos y fibras).
- ▶ La HH es un indicador de uso consuntivo del agua nacional o importada.

dieta vegetariana ~ 800 m<sup>3</sup>/año

dieta de carne ~ 1.500 m<sup>3</sup>/año

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (IV)

### a) Globalización. Comercio de agua virtual

Total Water resources	1 10.000 km <sup>3</sup> /year
Green Water	70.000 km <sup>3</sup> /year
Blue Water	40.000 km <sup>3</sup> /year

Human needs

<u>diet</u>	<u>population</u>	<u>km<sup>3</sup>/year (blue + green)</u>
Vegetarian	7.000.10 <sup>6</sup>	~6.000
Readmeat	7.000.10 <sup>6</sup>	~12.000
Vegetarian	10.000.10 <sup>6</sup>	~8.000
Readmeat	10.000.10 <sup>6</sup>	~15.000

*BETWEEN 5–13% OF TOTAL WATER RESOURCES*

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (V)

### a) Globalización. Comercio de agua virtual

- ▶ La seguridad alimentaria está hoy más relacionada con la capacidad económica del país que con la escasez de agua.
- ▶ Algunos problemas relacionados con:
  - 1) Las normas de la OMC: a) los monopolios ocultos y b) la amenaza de embargo político.
  - 2) Los cambios sociales necesarios o la carencia de infraestructura en el país importador.

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (VI)

### b) La Tecnología de membranas

- ▶ Estos avances han reducido drásticamente el coste de desalinizar el agua salobre o agua de mar y también las aguas residuales urbanas e industriales.
- ▶ El coste de agua de mar desalinizada no es menos de EE.UU \$  $0.5/\text{m}^3$  para las grandes plantas de desalinización, si trabajan a tiempo completo.
- ▶ Los costes de capital son del orden del 50%. Si el uso de la planta es menor, el coste real de agua aumentará proporcionalmente.
- ▶ El coste de plantas desalinizadoras en Singapur e Israel es del orden de \$  $0.5/\text{m}^3$ . En España, probablemente es el doble.

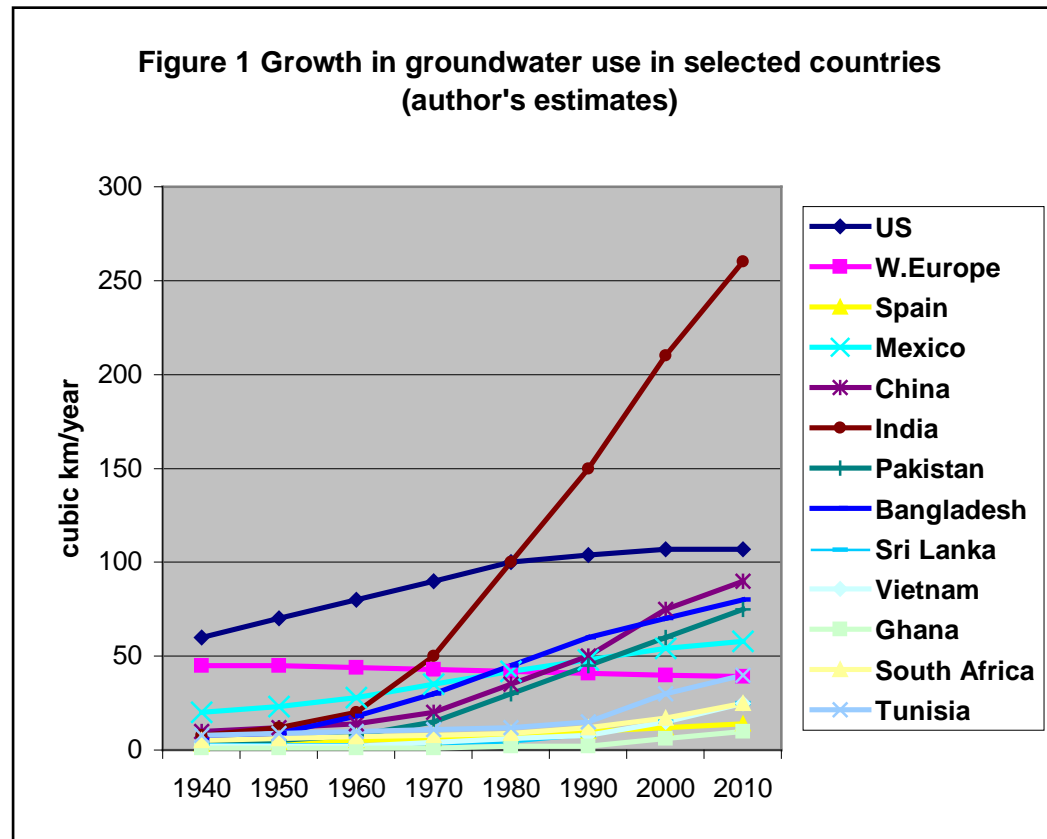
## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (VII)

c) La revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas.

- ▶ El uso mundial de las aguas subterráneas se ha incrementado drásticamente durante el último medio siglo: 100 a 1000 km<sup>3</sup>/año.
- ▶ La India es el principal usuario de las aguas subterráneas: más de 250 km<sup>3</sup>/año y 20 millones de pozos de agua.
- ▶ En España, sólo 7 km<sup>3</sup>/año y 0,5 millones de pozos de agua.
- ▶ La gestión del agua subterránea suele ser caótica en la mayoría de los países.

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (VIII)

c) La revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas.



From 100 Km<sup>3</sup>/year

to

1.000 Km<sup>3</sup>/year

in 50 years

Source: Shah (2004 and 2009)



## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (IX)

c) La revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas.

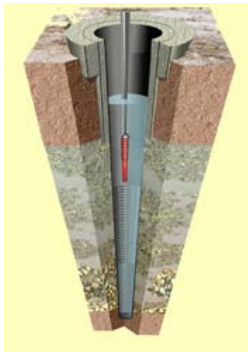
- ▶ Los principales impulsores de esta “revolución silenciosa” han sido:
  - a) La mejora de la tecnología de perforación
  - b) La bomba de turbina
  - c) La Hidrogeología como ciencia confiable

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (X)

c) La revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas.



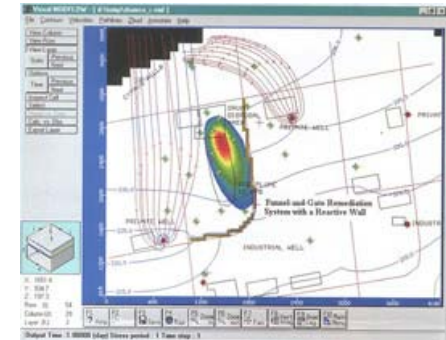
From the dug-well  
to the deep borehole.



From the water wheel  
to the pump.



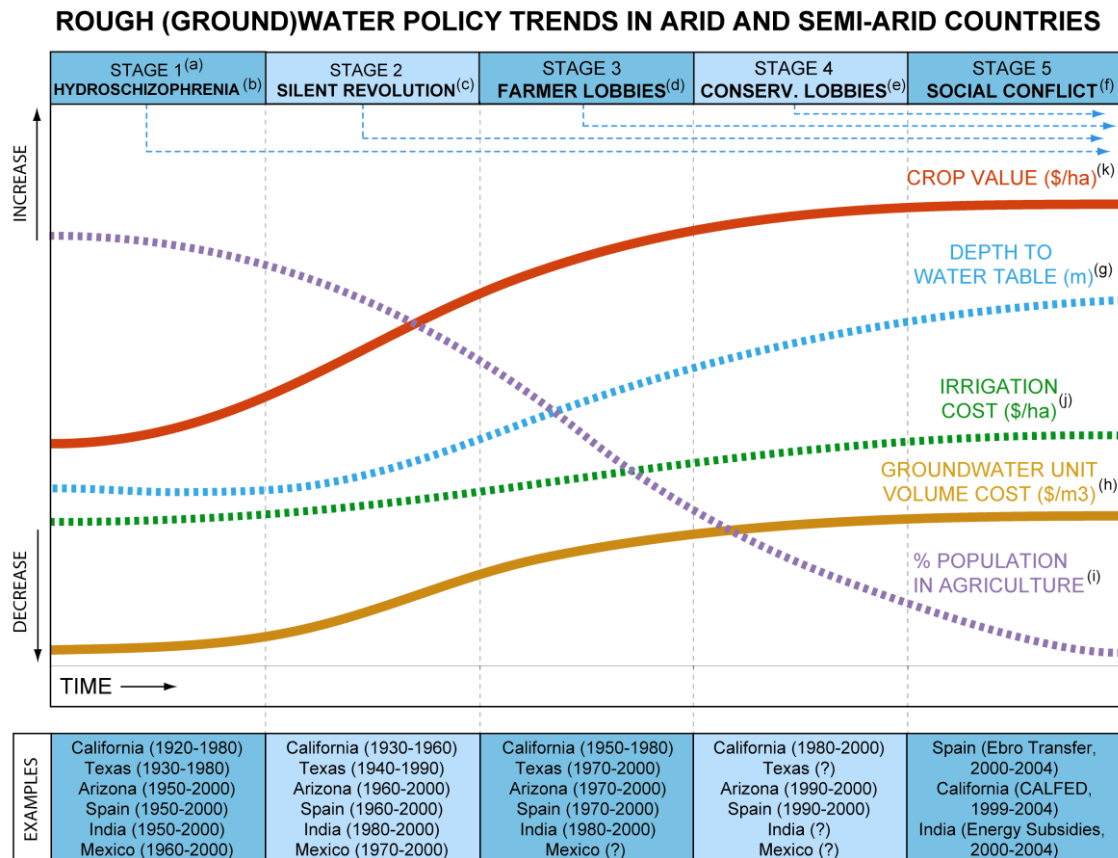
From the water-witches  
to Hydrogeology.



## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (XI)

c) La revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas.

The five (six) stages in groundwater silent revolution



#### 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (XII)

c) La revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas.

- ▶ La “revolución silenciosa” ha producido estupendos beneficios sociales y económicos para los agricultores.
- ▶ Pero también algunos problemas especialmente ecológicos.
- ▶ En España ha sido la causa del Trasvase Tajo–Segura y del debate sobre el Trasvase del Ebro. “Todavía sin resolver”.

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (XIII)

### d) La Tecnología de la información.

- ▶ Los grandes avances en la tecnología de la información han tenido también una gran influencia en los cambios de paradigmas.
- ▶ Internet –y sobre todo los teléfonos móviles– han introducido nuevas dimensiones en la forma de informar.
- ▶ Transparencia Internacional–España ha hecho un análisis de la Transparencia de los Organismos de Cuenca.

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (XIV)

d) La Tecnología de la información.

► Esto va a facilitar:

- a) Transparencia en los datos hidrológicos y económicos.
- b) Responsabilidad de los administradores del agua y de los usuarios.
- c) La participación de partes interesadas en la gestión del agua.

## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (XV)

### e) La Urbanización.

- ▶ En todo el mundo hay una tendencia de la emigración desde las zonas rurales a las urbanas. Esto es especialmente relevante en los países en desarrollo.
- ▶ Esta nueva situación tiene ventajas y desventajas con la política del agua. En relación con el agua, los problemas están relacionados principalmente con la necesidad de aumentar el suministro de agua a las nuevas megaciudades .
- ▶ Esto puede requerir la construcción de grandes infraestructuras para la importación de agua desde lugares remotos.



## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (XVI)

### e) La Urbanización.

- ▶ El abastecimiento urbano de agua constituye, por lo general, sólo una pequeña fracción del agua azul que se consume en el riego.
- ▶ En muchos casos la solución puede estar en comprar el agua para el abastecimiento urbano de los agricultores de cosechas de bajo valor, que se pueden conseguir mediante la importación de los países ricos en agua.
- ▶ Esto demuestra la importancia del comercio de agua virtual y la necesidad de una mejor regulación de la OMC.
- ▶ El agua de mar de plantas desalinizadoras puede ser una buena solución. Por ejemplo, Singapur, Israel, Islas Canarias, Barcelona, y otros.



## 4. LOS IMPULSORES DEL CAMBIO (XVII)

### f) Otros.

- ▶ ***“Los recursos naturales son limitados, pero el ingenio humano no tiene límites”***
- ▶ Hay muchas áreas de investigación prometedoras, que es probable que faciliten más la solución de los problemas de agua en el futuro. Se ha considerado más prudente contar sólo con los avances que ya están disponibles y son relativamente baratos.

## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (I)

### a) El cambio socio-político rápido

- ▶ España ha experimentado en el último medio siglo, cambios muy relevantes en su situación social, económica y política.
- a) La población casi se ha duplicado. De 25 millones a casi 50 millones.
- b) El Producto Interno Bruto per cápita ha aumentado de 300 a 30.000 dólares (cien veces). Lo mismo que en Singapur.
- c) La población rural ha disminuido del 40% a menos del 4%.

## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (II)

### a) El cambio socio-político rápido

- ▶ El régimen político ha cambiado de una dictadura moderada a una democracia casi madura.
- ▶ El valor relativo de la agricultura en el PIB ha disminuido del 20% a menos del 4%.
- ▶ Ahora los empleos en Turismo son casi cuatro veces los de la agricultura y su valor económico también es cuatro veces el del sector agrícola.

## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (III)

### b) Los conflictos del agua

- ▶ Los problemas del agua han sido frecuentemente utilizados por los políticos como un arma política para ganar votos en las próximas elecciones.



## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (IV)

### b) Los conflictos del agua



**SARAGOSSA, Oct 2002**

CLAMOROUS SOCIAL  
CONFLICTS IN SPAIN



**BRUSSELS, Sep 2001**



**VALENCIA, May 2003**

## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (V)

### b) Los conflictos del agua

- ▶ Esta situación dificulta la planificación a medio y largo plazo.

## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (VI)

c) El nuevo lema debería ser de “MÁS DINERO Y CUIDADO DE LA NATURALEZA POR GOTA”

- ▶ No hay un traje que vaya bien a todos los países.
- ▶ Las soluciones deben ser trajes a medida, de acuerdo con la situación hidrológica, económica y política de cada país.
- ▶ La mayoría de los esfuerzos sobre los recursos hídricos de las organizaciones internacionales se han dirigido a los problemas de los países menos desarrollados (de uno a dos mil millones de personas).
- ▶ En estos países el problema principal no es la escasez de agua, sino la pobreza extrema.

## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (VII)

c) El nuevo lema debería ser de “MÁS DINERO Y CUIDADO DE LA NATURALEZA POR GOTA”

- ▶ Es importante prestar más atención a los países industrializados y emergentes (de cinco a seis mil millones de personas).
- ▶ En estos países el lema debería ser “más dinero y cuidado de la naturaleza por gota”.



## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (VIII)

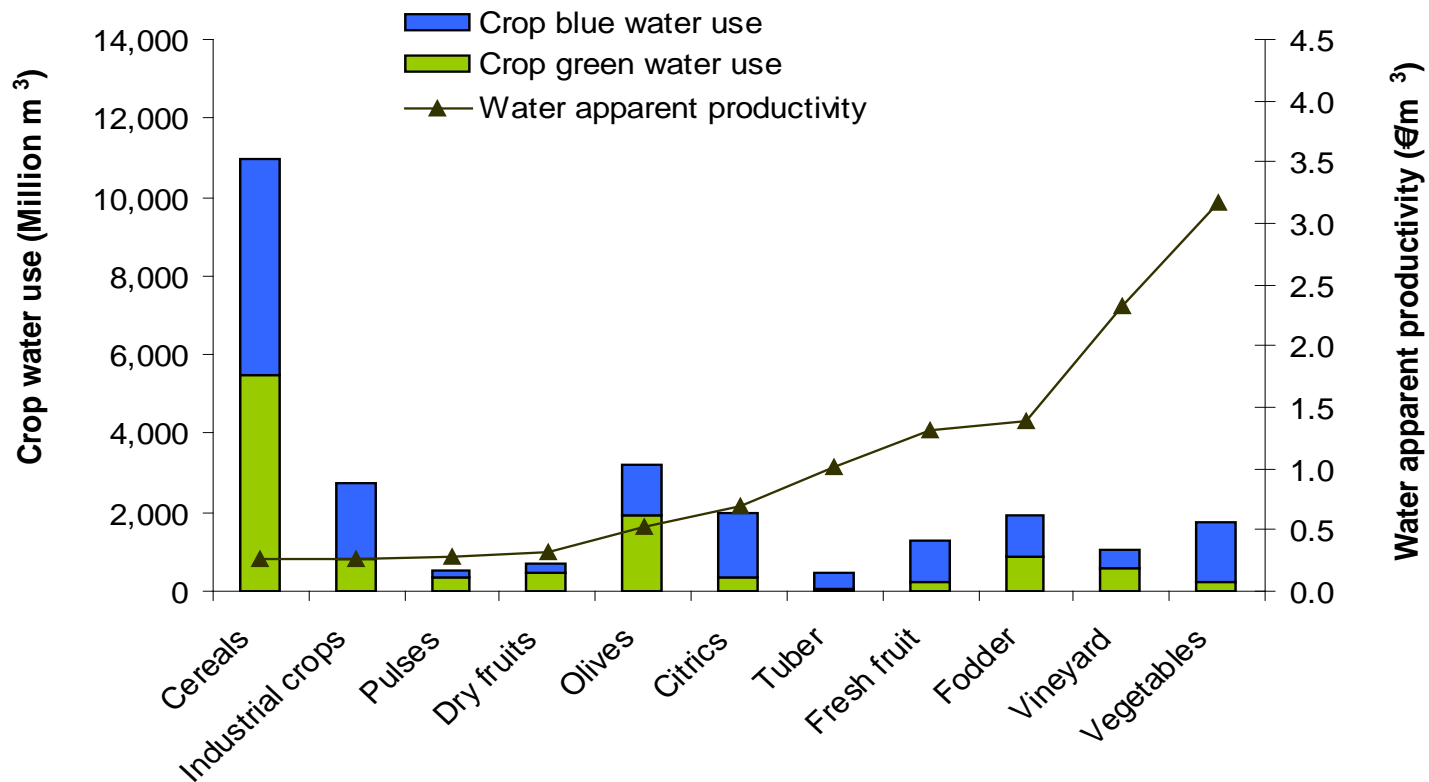
c) El nuevo lema debería ser de “MÁS DINERO Y CUIDADO DE LA NATURALEZA POR GOTA”

- ▶ Es necesario trabajar con los agricultores (poderosos grupos de presión) para encontrar una solución a “ganar-ganar” (WIN-WIN).
- ▶ Los avances tecnológicos actuales y futuros van a facilitar esa opción.

## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (IX)

### c) El nuevo lema debería ser de “MÁS DINERO Y CUIDADO DE LA NATURALEZA POR GOTA”

WATER APPARENT PRODUCTIVITY AND BLUE AND GREEN WATER FOOTPRINT OF CROP PRODUCTION IN SPANISH AGRICULTURE (AVERAGE YEAR) (AFTER GARRIDO, ET AL., 2010).



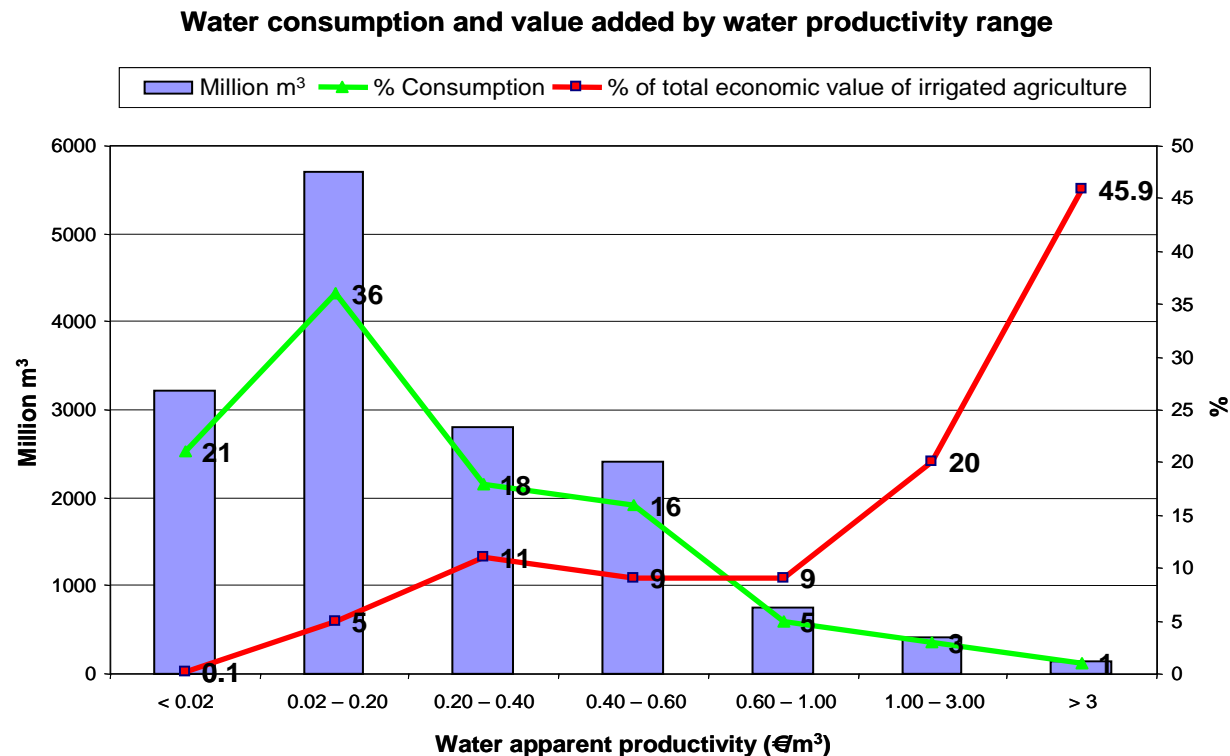
## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (X)

### c) El nuevo lema debería ser de “MÁS DINERO Y CUIDADO DE LA NATURALEZA POR GOTA”

#### IRRIGATED AGRICULTURE IN SPAIN

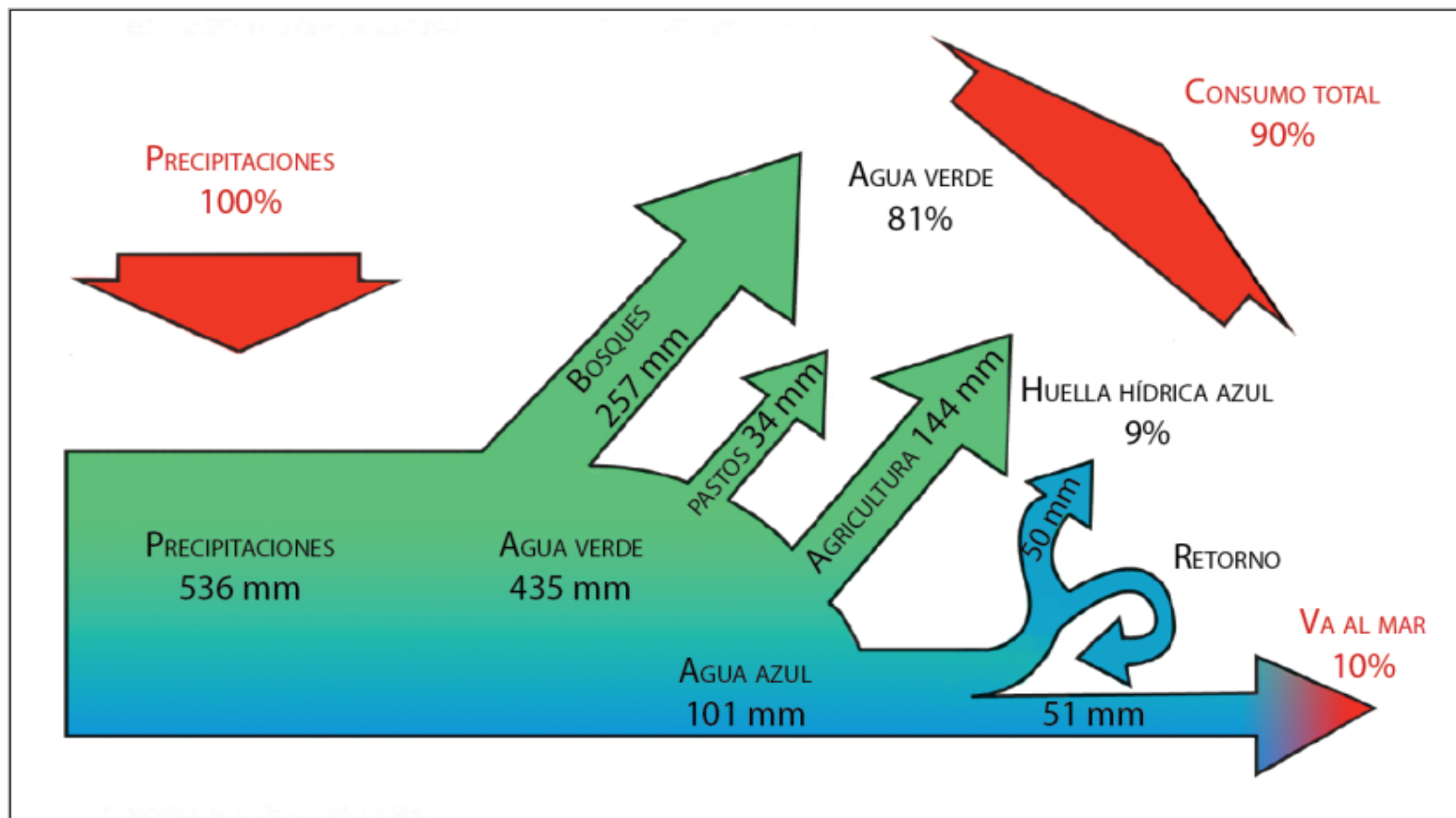
BLUE WATER CONSUMPTION ( $10^6 \text{ M}^3$ ), % OF BLUE WATER CONSUMPTION, AND % OF TOTAL ECONOMIC VALUE OF IRRIGATED AGRICULTURE VERSUS WATER APPARENT PRODUCTIVITY ( $\text{€}/\text{M}^3$ ) (AFTER ALDAYA ET AL., 2008).

( $\text{€}/$



## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (XI)

Hay que considerar: agua verde, agua azul, agua virtual, necesidades humanas y de los ecosistemas. El Guadalquivir.



## 5. PECULIARIDADES DE ESPAÑA (XII)

### d) En busca de un “Pacto del Agua”

- ▶ Recientemente, hace dos años –algunos políticos españoles relevantes– abogan por la necesidad de un Pacto del Agua entre los principales partidos políticos.
- ▶ ¿Es sincera la propuesta?
- ▶ ESPEREMOS QUE SÍ.

## 6. CONCLUSIONES (I)

- ▶ Los avances de la ciencia y de la tecnología pueden ayudar a resolver muchos de los problemas o conflictos relacionados con la escasez de agua y la comida.
- ▶ Sin embargo, la solución tecnológica no es suficiente.
- ▶ Los principales obstáculos para la aplicación de estos avances son de naturaleza ética. Están relacionados con una mezcla de ignorancia, la deformación profesional, negligencia, falta de solidaridad, y corrupción.

## 6. CONCLUSIONES (II)

- ▶ Probablemente la acción más relevante para la solución de los problemas mundiales actuales sería lograr una regulación internacional para el comercio de alimentos más eficaz, justa y equitativa.
- ▶ Dentro de España, las acciones más relevantes serían las siguientes:
  - a) Aumentar la transparencia.
  - b) Informar adecuadamente a los políticos y al gran público.
  - c) Lograr un Pacto del Agua.

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**



# REFERENCES (I)

- ▶ Aldaya, M.M.; Martínez-Santos, P. & Llamas, M.R. (2009b). Incorporating the water footprint and virtual water into policy: reflections from the Mancha Occidental region, Spain, *Water Resources Management*, Springer. Published on-line, July 15<sup>th</sup>, 2009.
- ▶ Allan, J.A. (2009). Written communication addressed to the Fourth Botin Foundation Water Workshop participants on September 2<sup>nd</sup>, 2009.
- ▶ Clark, C. (1967). *Population Growth and Land Use* [Spanish version: Crecimiento Demográfico y Uso de la Tierra]. Alianza Editorial, Madrid, Spain.
- ▶ Delli Priscoli, J.; Dooge, J. & Llamas, M.R. (2004). Overview. Series on Water and Ethics, Essay 1. UNESCO, Paris, France. 31 pp. ISBN 92-9220-016-X.
- ▶ Garrido, A.; Llamas, M.R.; Varela-Ortega, C.; Novo, P.; Rodríguez Casado, R. & Aldaya, M.M. (2010). *Water Footprint and virtual water trade of Spain: policy implications*. Springer Publishers.
- ▶ Giordano, M. & Vilholth, K.G. (eds.) (2007). *The Agricultural Groundwater Revolution: Opportunities and Threats to Development*. Volume 3, CABI Publication: Wallingford, UK; and Cambridge, Massachusetts, USA.
- ▶ Goklany, I.M. (2009). Have increases in population, affluence and technology worsened human and environmental well-being? *The Electronic Journal of Sustainable Development* no. 1/3.
- ▶ Hernández-Mora, N.; Llamas, M.R. & Martínez-Cortina, L. (2001). Misconceptions in Aquifer Over-Exploitation. Implications for Water Policy in Southern Europe. In: C. Dosi (ed.), *Agricultural Use of Groundwater. Towards Integration between Agricultural Policy and Water Resources Management*. Kluwer Academic Publishers: 107-125. ISBN 0-7923-6805-3.

# REFERENCES (II)

- ▶ Hoekstra, A.Y. & Chapagain, A.K. (2008). *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- ▶ Kuylensstierna, J.; Destouni, G. & Lundqvist, J. (2008). Feeding the future world – securing enough food for 10 billion people. In: *Water for Food*, the Swedish Research Council Formas: 9–21. ISBN: 978–91–540–6019–1.
- ▶ Liu, J.A.; Zehnder, J.B. & Yang, H. (2009). Global Consumptive water use for crop production. The importance of green and blue water. *Water Resources Research*, 45 W05428, 15 pp.
- ▶ Llamas, M.R. & Custodio, E. (eds.) (2003). *Intensive Use of Groundwater: Challenges and Opportunities*. Balkema Publishers, Lisse, the Netherlands. 478 pp. ISBN: 9058013905.
- ▶ Llamas, M.R. & Delli Priscoli, J. (2001). *Water and Ethics*. Papeles del Proyecto Aguas Subterráneas, Serie A (5), 99 pp. Fundación Marcelino Botín, Santander, Spain. ISBN 84–95516–14–4.
- ▶ Llamas, M.R. & Martínez–Santos, P. (2005). Intensive Groundwater Use: Silent Revolution and Potential Source of Social Conflicts. *Journal of Water Resources Planning and Management*, September/October 2005: 337–341. American Society of Civil Engineers.
- ▶ Llamas, M.R.; Martinez–Cortina, L. & Mukherji, A. (eds.) (2009). *Water Ethics*. Marcelino Botín Water Forum 2007. Taylor and Francis Group, London, UK. 353 pp.
- López–Gunn, E & Llamas, M.R. (2008). Re–thinking water scarcity: can science and technology solve the global water crisis? *Natural Resources Forum*, 32, September: 228–238.

# REFERENCES (III)

- ▶ Mukherji, A.; Villholth, K.G.; Sharma, B.R. & Wang, J. (eds.) (2009b). *Groundwater governance in the Indo-Gangetic and Yellow River basins: realities and challenges*. IAH Selected Papers on Hydrogeology, 15. CRC Press, London, UK. 325 pp.
- ▶ Rogers, P.; Llamas, M.R. & Martínez Cortina, L. (eds.) (2006). *Water Crisis: Myth or Reality?* Marcelino Botin Water Forum 2004. Taylor and Francis Group, London, UK. 333 pp.
- ▶ Salman Salman, M.A. (2004). From Marrakech through The Hague to Kyoto: has the global debate on water reached a dead end? Part one and part two". *Water International*, Vol. 27 and 28.
- ▶ Selborne, J. (2001). *UNESCO World Commission on the Ethics of Science and Technology*. 62 pp.
- ▶ Shah, T. (2008). *Taming the Anarchy? Groundwater Governance in South Asia*. Resources for Future Press, Washington, D.C., USA.
- ▶ Simon, J. (1996). *The Ultimate Resource*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- ▶ The Economist (1997). Plenty of gloom. December 20<sup>th</sup>: 21–22.
- ▶ Transparency International (2008). *Global Corruption Report: Corruption in the Water Sector*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 365 pp.
- ▶ Yang, H.; Wang, L. & Zehnder, A.J.B. (2007). Water Scarcity and food trade in the Southern and Eastern Mediterranean countries. *Food Policy*, 32: 585–605.