



Trabajando por el medio ambiente,
apostando por el desarrollo

12 y 13 de noviembre 2010. San Lorenzo de El Escorial (Madrid)

**CÓMO PALIAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO DESDE LOS ACUÍFEROS
MEDIANTE SU USO SOSTENIBLE Y LA GESTIÓN DE SU RECARGA.
ALGUNAS EXPERIENCIAS Y PROYECTOS DE *MAR-NET*.**



FERNÁNDEZ ESCALANTE, Enrique

Fac. de CC. Geológicas. Univ. Complutense de Madrid

TRAGSA I+D+i

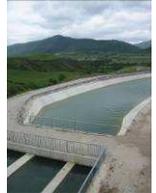
Coordinador de habla hispana de la red de trabajo *MAR-NET*

LA GESTIÓN HÍDRICA EN ESPAÑA. *Overlook*

TÉCNICAS:

Convencionales

- ALMACENAMIENTO EN EMBALSES
- EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
- TRASVASES INTERCUENCAS



No
convencionales

- REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE
- DESALACIÓN



- GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS (MAR)
TÉCNICAS PALIATIVAS



- Disminución de la escorrentía en bosques y en áreas urbanizadas
- Trampas de escorrentía

Ahorro

Eficiencia de las conducciones

Descenso de la evaporación en los embalses

Descargas submarinas de agua dulce

Etc.

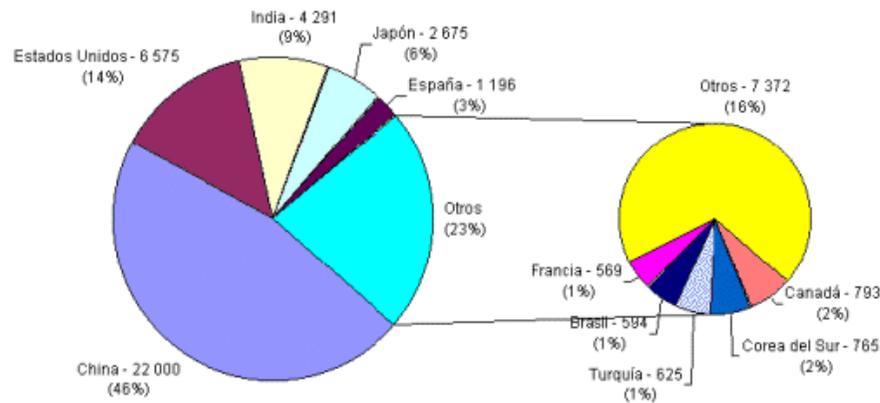


Especiales o
alternativas

TÉCNICAS CONVENCIONALES

ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL

- España es el quinto país del mundo en capacidad de embalsamiento (IUCN, 2000).
- La capacidad excede los **53.000 hm³** (2005).



EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

- El consumo de aguas subterráneas ronda los **6.000 hm³/año**.
- **80 %** destinado al **regadío**.



TÉCNICAS NO CONVENCIONALES

**Consumo de agua en España:
>28.000 hm³/año.**

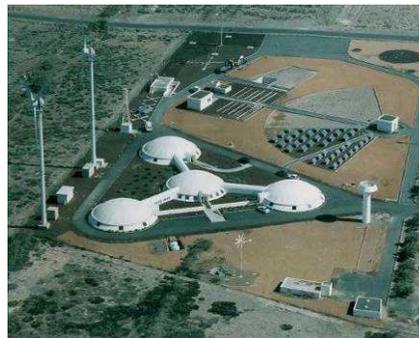
REUSE AND RECYCLING

- Volumen de agua depurada:
400 hm³/año (2008).



DESALACIÓN

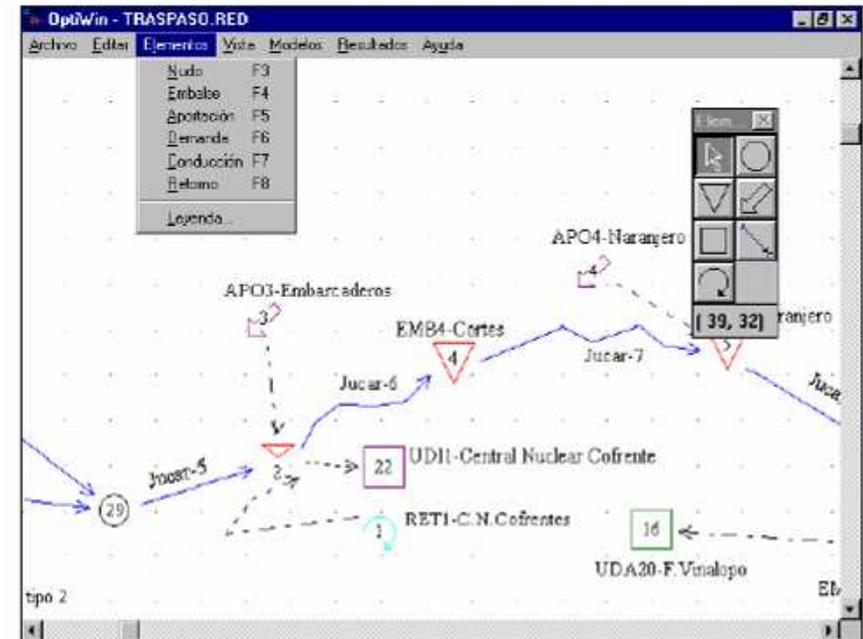
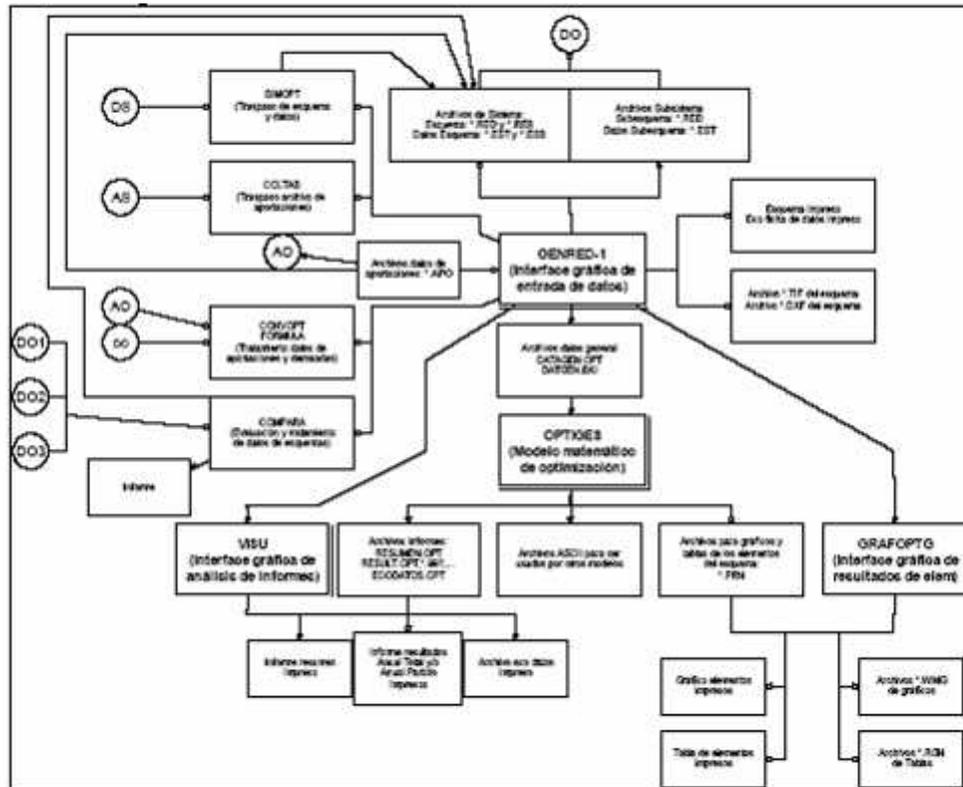
- 4^o país en producción de agua desalada: **1,5 hm³/día.**
- **900** plantas desaladoras.



Gestión hídrica integral.

Esquemas topológicos

Aquatool (UPV)



El sistema distingue nudos con y sin capacidad de almacenamiento, canales, demandas, entradas hidrológicas, **elementos de retorno (escasos)**...

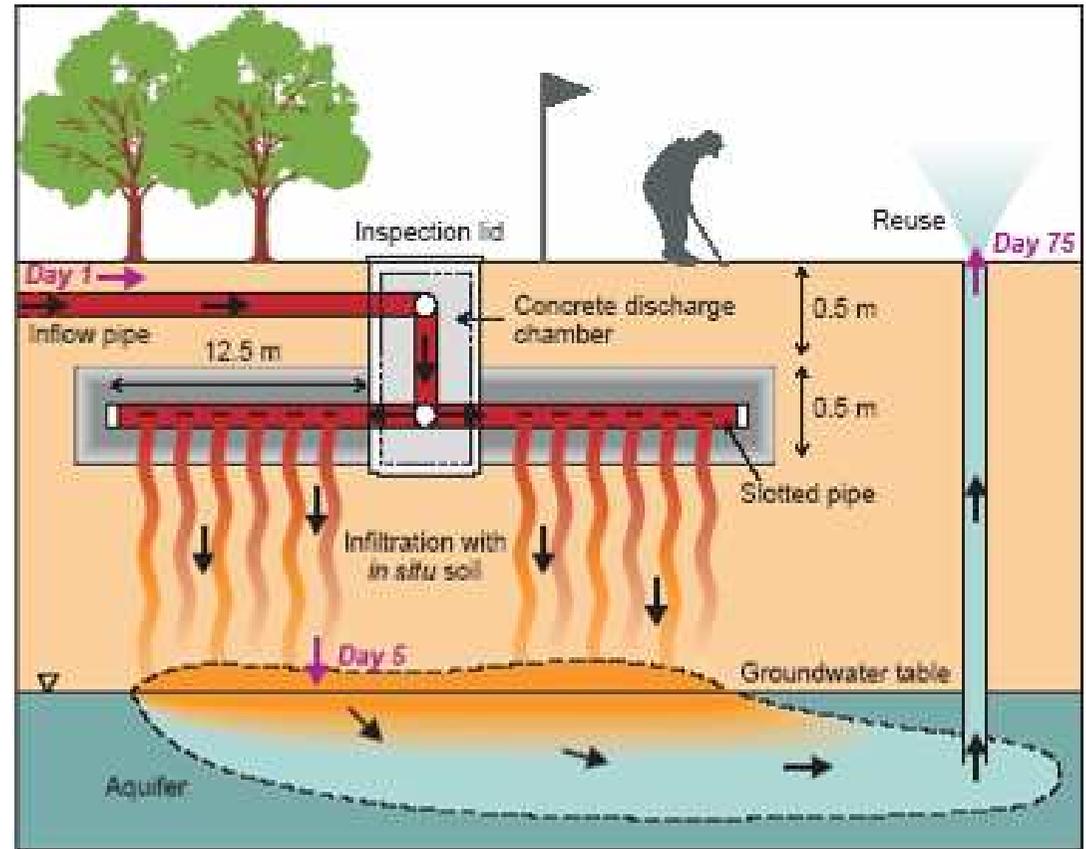
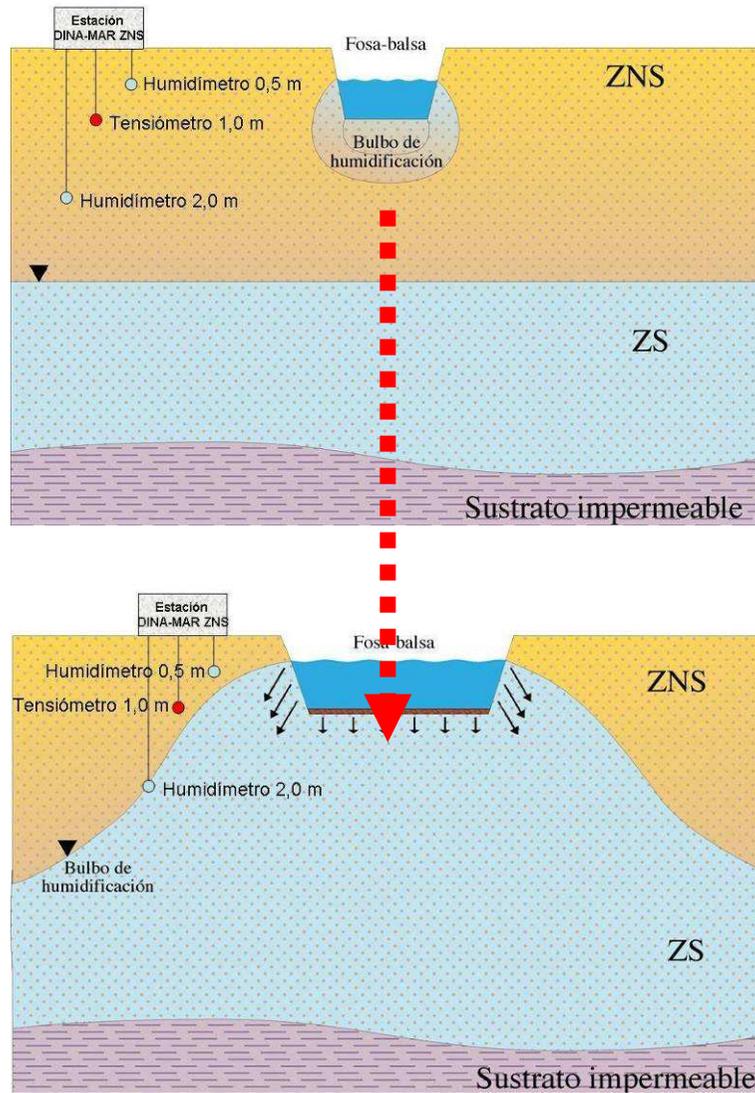
Managed Aquifer Recharge (MAR)

Introducción



- La recarga artificial de acuíferos (MAR) se ha convertido en una **herramienta de gestión hídrica** económica y de **gran efectividad** con respecto a las grandes obras hidráulicas.
- En España se encuentra todavía en un **estadio incipiente o experimental**.
- El Anejo 2 de la Directiva 2000/60/CE y su documento guía del análisis de presiones e impactos, el **informe IMPRESS (CEE, 2002)**, incluye la **recarga artificial** como una actividad o ***Driving Force***.
- **Resultados “esperanzadores”**.

¿QUÉ ES LA GESTIÓN DE LA RECARGA?



Antecedentes históricos

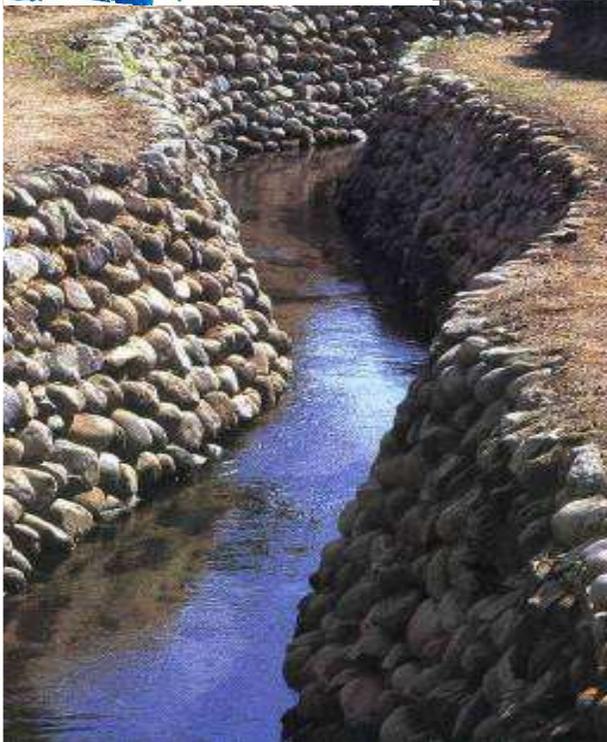
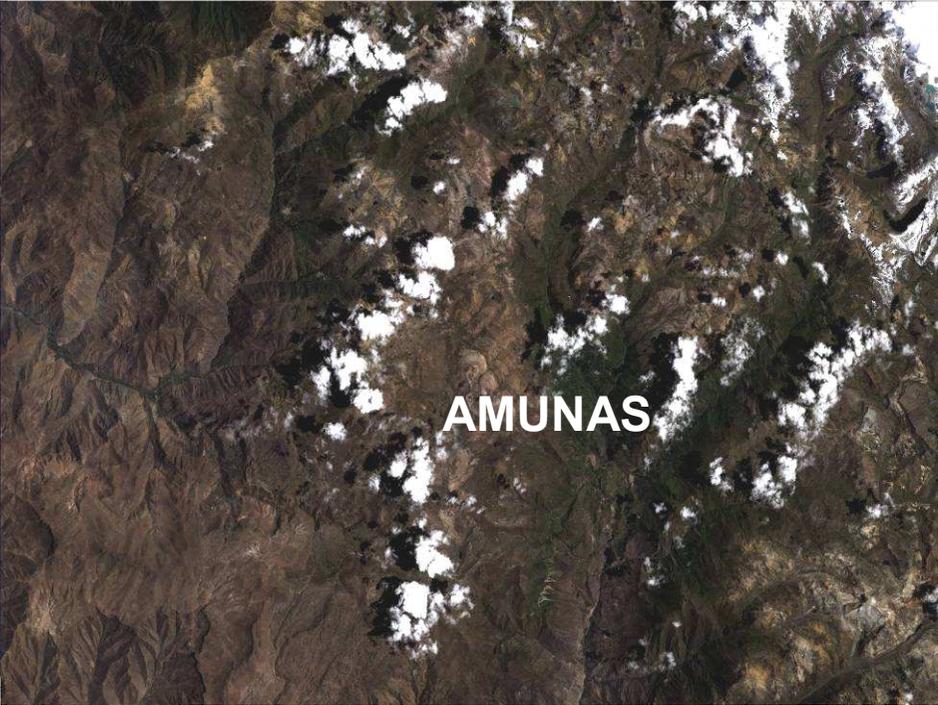
Las acequias de careo

Alpujarras, P.N. Sierra Nevada



- MAR desde el siglo XII
- 14 acequias de careo para MAR bien preservadas (125 km)





Qanats (Irán...)



Utilidades de la técnica MAR:



- **Almacenar agua en los acuíferos**, especialmente en zonas de **escasa disponibilidad superficial** o **sin posibilidad de otras formas** de embalsamiento
- **Suavizar fluctuaciones** en la demanda y **reducir el descenso** del nivel del agua por sobrebombeo
- Utilización del **acuífero como embalse regulador**, almacén y red de distribución dentro de un sistema integrado
- Reducir las **pérdidas por evaporación** respecto a presas y balsas
- **Compensación de la pérdida de recarga natural** en un acuífero por actividades humanas
- Evitar que las aguas de inferior **calidad** del acuífero se desplacen hacia captaciones de buena calidad. **Suavizar diferencias cualitativas**
- **Regeneración hídrica** elementos clave (humedales)
- **Barrera** para la intrusión marina
- Prevenir **problemas geotécnicos**
- **Evacuación y depuración** de aguas residuales urbanas (**reutilización**)
- Integración de actividades lesivas en el marco del **desarrollo sostenible**.
- **Mejora económica** zonas deprimidas.
- Intervención en el **control desertización**, acarcavamiento, erosión de suelos, etc.

Inconvenientes de la AR:



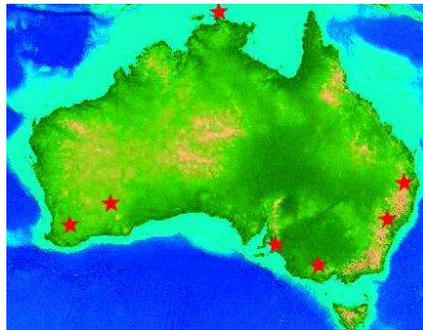
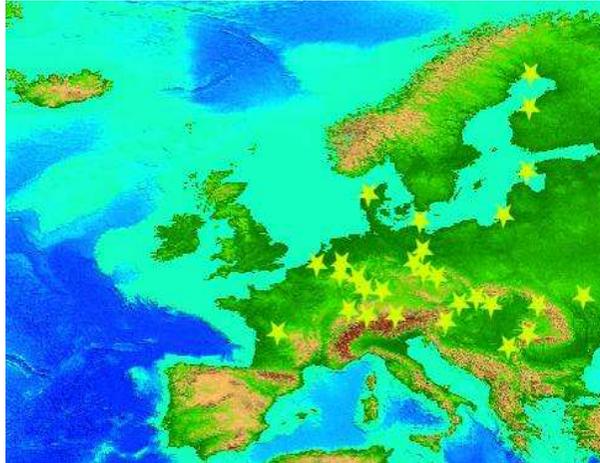
- 1. **Grado de conocimiento incipiente de su potencial**
- 2. **Visión** principalmente **hidráulica** de la política de gestión hídrica en el país. p.e. el PAIH del MIMAM alude a la AR en la cuenca del Duero como “*técnicas especiales*”
- 3. **Escasez y falta de continuidad en las experiencias.** Las operaciones van cobrando importancia creciente. Ej MAPA, 2002/03
- 4. **Escasa dedicación** en las publicaciones de gestión hídrica del país (ej. LBAS, LBAE, etc.).
- 5. Precisa detallados **estudios técnicos.**

Origen del agua

- Ríos, canales, arroyos perennes/intermitentes.
- Embalses y presas.
- Aguas de escorrentía urbana.
- Aguas residuales/tratadas.
- Retornos de riegos (azarbes).
- Recarga accidental.
- Etc.



Dispositivos y experiencias



- **Europa.** Al menos 50 dispositivos y experiencias en 18 países. Dusseldorf depende en un 100% de las aguas de MAR, así como Budapest. Berlín en un 75%, etc.
- **N. América:** 56 instalaciones operativas de ASR/MAR en USA. Unas 100 en fase de construcción.
- **África:** Las experiencias más extendidas han sido llevadas a cabo en Israel, República Surafricana, Namibia...
- En **Asia** algunas de las experiencias más destacables son la desarrolladas en Tailandia, Taiwán, Kuwait y la Unión India, donde hay catalogadas unas 1000 experiencias.
- En **Israel** existen dos proyectos que aprovechan aguas de inundaciones para recargar los acuíferos.
- **Australia:** En la actualidad existen al menos cinco programas en desarrollo comandados por CSIRO y CGS, con más de 7 dispositivos operativos.

MAR EN ESPAÑA

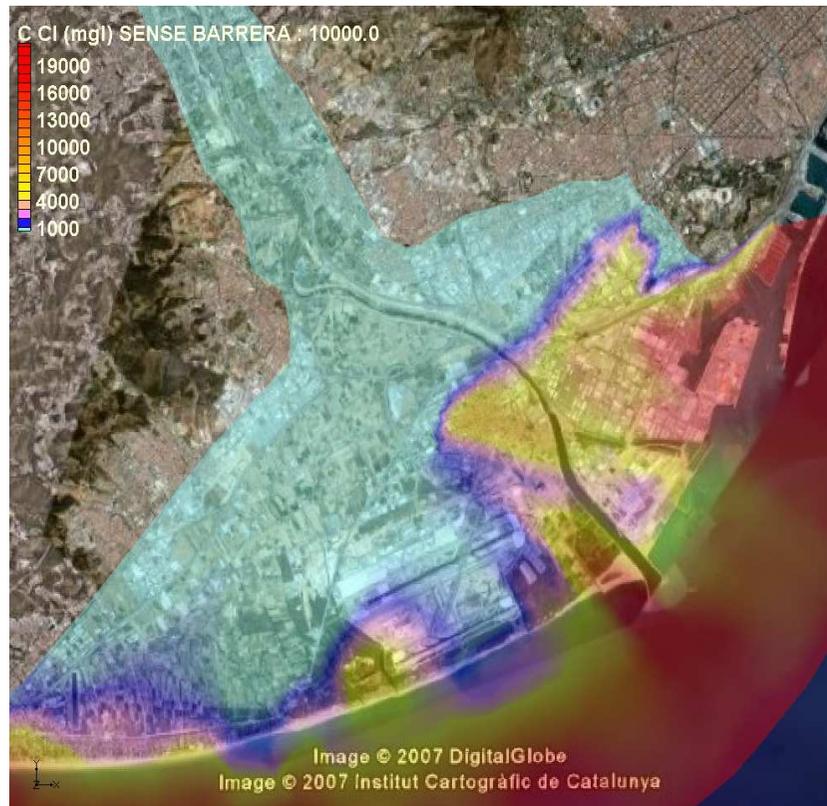
- **MAR Volumen en España: 380 hm³/año (2009, DINA-MAR)**

**Al menos 28
MAR experiencias**

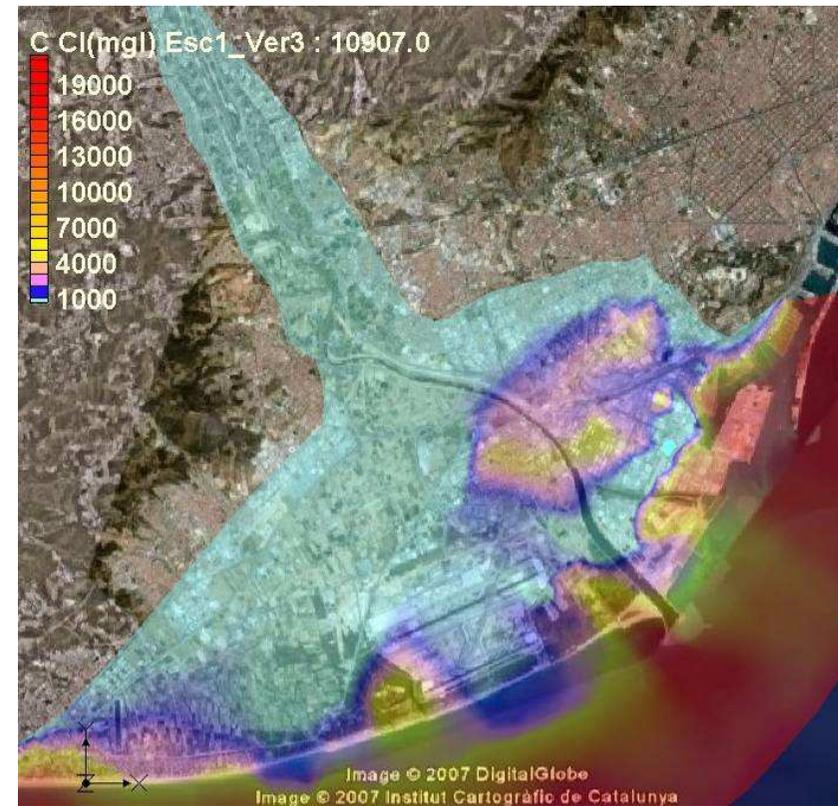


Barrera hidráulica para combatir la intrusión marina

Barrera hidráulica positiva mediante la inyección de agua tratada a través de sondeos.

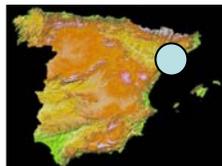


SIN barrera hidráulica

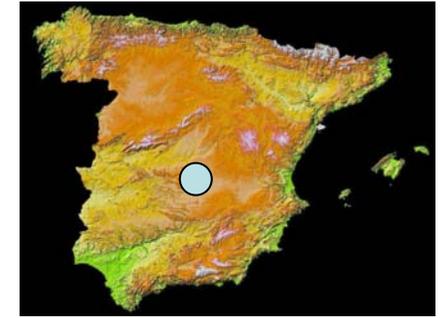


CON barrera hidráulica

Modelo de simulación de la evolución de cloruros en el acuífero
Horizonte 2036



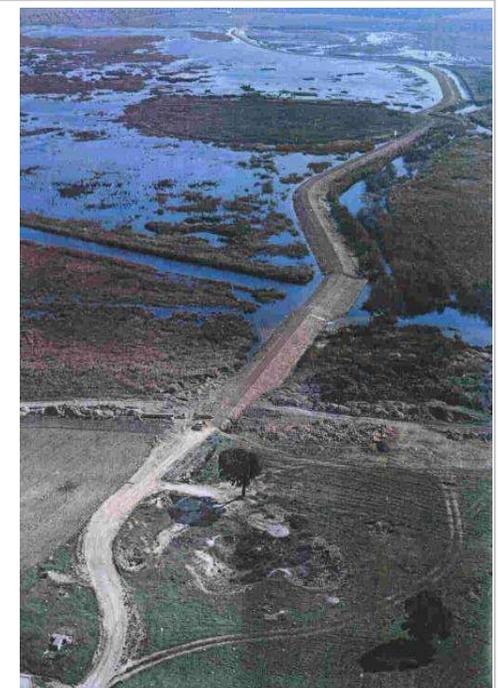
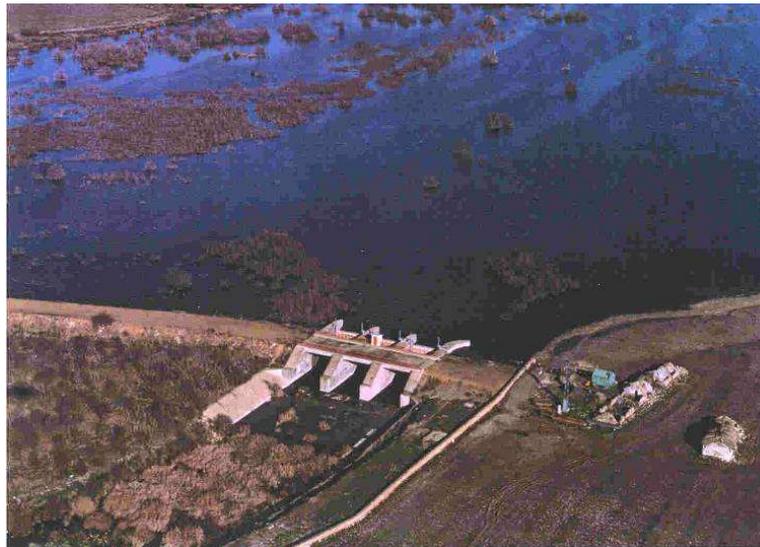
Regeneración hídrica de humedales. Tablas de Daimiel



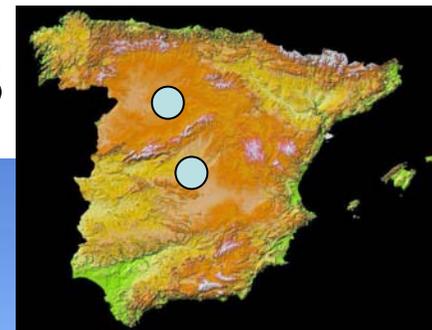
8 MAR boreholes:



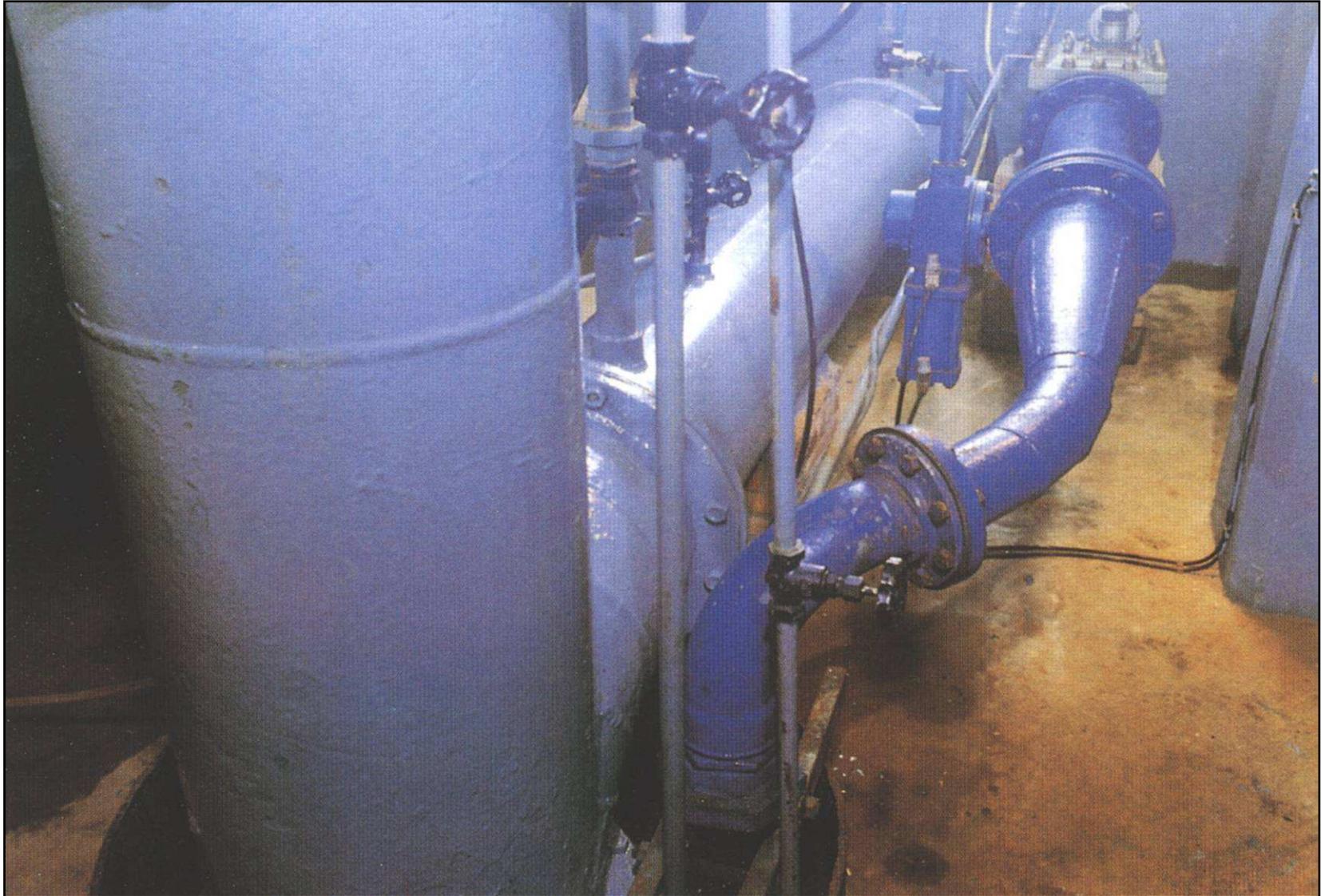
2 dispositivos hidráulicos



Utilización usos medioambientales



MAR para abastecimiento urbano



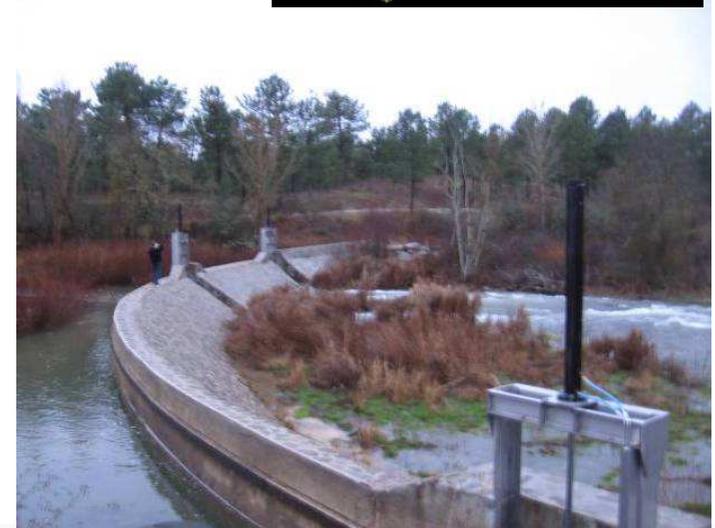
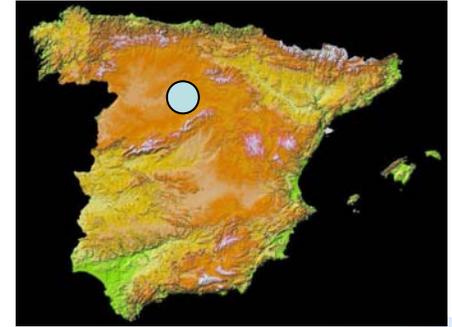
MAR y regadío. Santiuste



- 7 años de operatividad
- 27 km de canal
- 5 balsas de infiltración
- 3 humedales artificiales
- 3 pozos de infiltración

MAR y regadío El Carracillo

- 40,7 km de canal
- 3 balsas de infiltración
- 1 RBF
- 1 humedal artificial



Otros



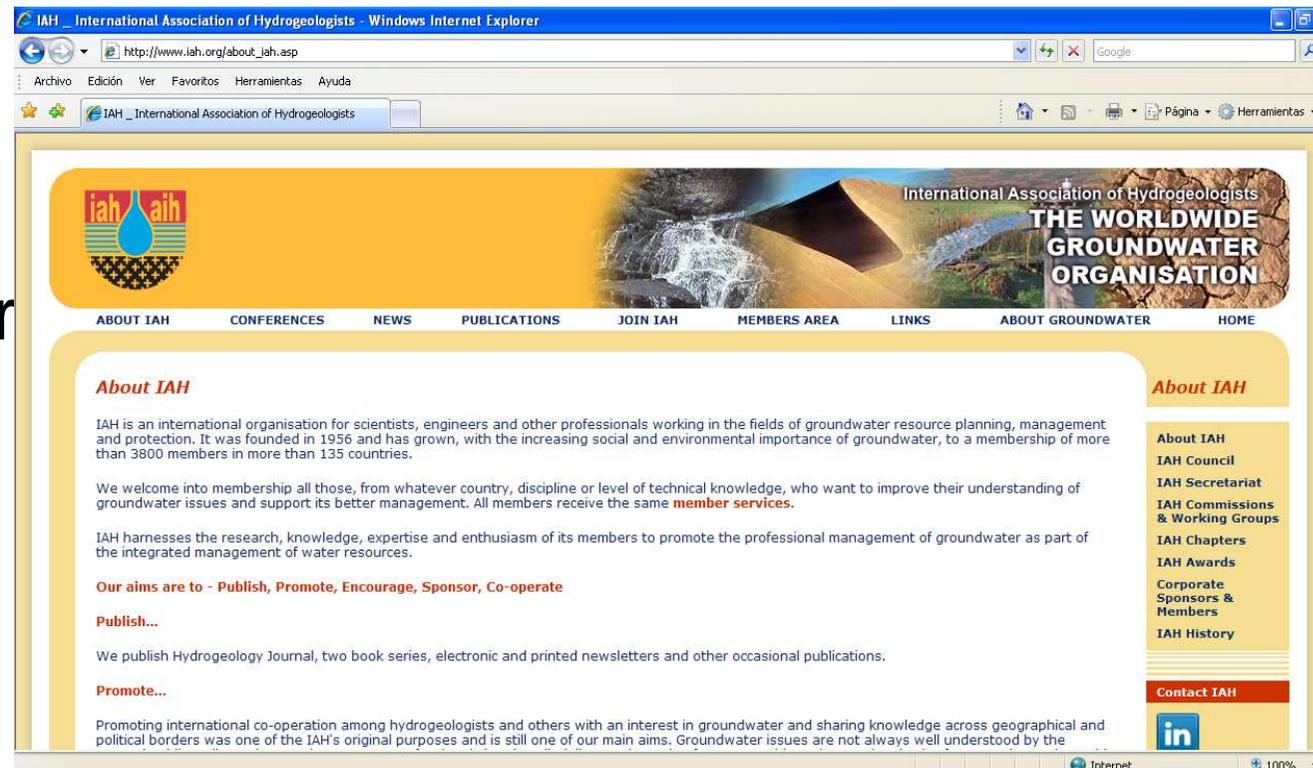
video1

video2

IAH (*International Hydrogeologist Association*)



- Asociación sin ánimo de lucro
 - Publicar
 - Promover
 - Fomentar
 - Esponsorizar
 - Cooperar



LA VOZ DEL AGUA SUBTERRÁNEA

<http://www.iah.org>

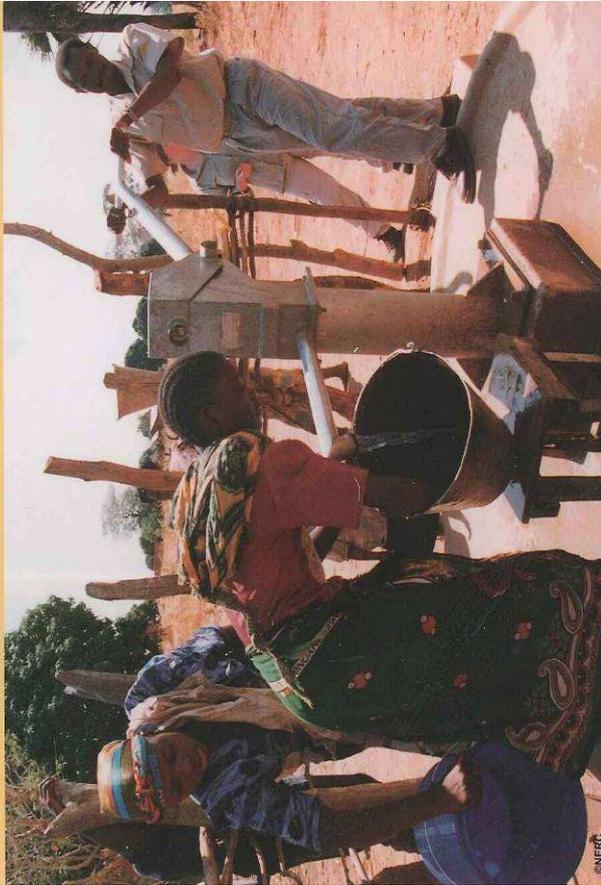


International Association of Hydrogeologists
**THE WORLDWIDE
 GROUNDWATER
 ORGANISATION**



planetearth
 Earth Sciences for Society

GROUNDWATER FOR LIFE AND LIVELIHOODS: A TREASURE OF PLANET EARTH



The mission of the professional community

Supporting the MDGs

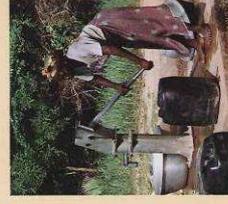
IAH has long promoted membership in lower-income countries by a tiered fee structure and sponsored membership cross-subsidised by individual members and national chapters in the higher-income countries. Recognising the importance of groundwater in development, IAH founded the Burdon Network in 1985 to ensure that the needs of lower-income countries were fully taken into account in our congresses, publications and work programme.



IAH – lower income & sponsored membership (of a total membership of 3900)

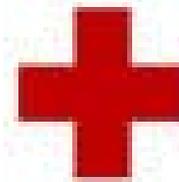
REGION	Low income full members	Low income full members	Sponsored members
Asia	6	143	29
Eastern Europe	217	98	19
Latin America & Caribbean	67	120	29
North Africa & Middle East	17	50	4
Sub-Saharan Africa	8	114	82
TOTAL	315	525	163

Many of the countries striving to reach the MDGs are highly dependent on groundwater, but at the same time lacking in hydrogeological skills and knowledge. In 2004 IAH decided that its voluntary and charitable work would give priority to Sub-Saharan Africa from 2005-2015 – with the specific objective of strengthening professional networks and provision of information and publications, and by closer cooperation with UNICEF and the international NGOs working in water supply and sanitation programmes.



The Burdon Network is IAH's mechanism for providing this support. The network is increasing access to technical references and resources for many hydrogeologists at the sharp end of water supply provision, and also improving networking and lesson learning within and between countries. Recent (2007) activities have included a free book distribution scheme across Africa, facilitating the start up of national IAH chapters in Ethiopia and Uganda, supporting various other meetings, a quarterly groundwater newsletter for Africa, and the collation and peer review of groundwater research from across the continent into a new 600 page publication. New initiatives (2008) include support to MSc programmes across sub-Saharan Africa, trying to improve access to grey literature and web resources, and supporting a major international conference in Uganda on groundwater response to climate change.

IAH. *Reading*, julio de 2010



Cruz Roja

PROPUESTA PARA ESTABLECER UNA RED DE
TRABAJO ENTRE LA UNESCO Y EL GRUPO
DE GESTIÓN DE LA RECARGA DE LA
ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE
HIDROGEÓLOGOS (IAH)



“Gestión del almacenamiento de agua subterránea en reservorios para el desarrollo sostenible”, una iniciativa de la UNESCO-IHP y la IAH.

- La gestión de la recarga de acuíferos se plantea como una técnica para el logro de los *Millenium Development Goals (MDG)* de la ONU en materia de abastecimiento de agua.
- Todo ello en el contexto de una **base científica**, de gestión hídrica integrada a escala de cuenca, **para que el abastecimiento sea medioambientalmente sostenible y socialmente aceptable**, en aras de facilitar el desarrollo socio-económico.



FUNCIONES DE LA RED DE TRABAJO

- **Apoyo técnico y asesoramiento** a la investigación...
- Recopilación y difusión de resultados de investigaciones y experiencias.
- **Formación** y aumento de capacidades.
- Contactar con medios de **financiación**.
- Contribución al logro de los **Millenium Development Goals (MDG) de la ONU** en materia de abastecimiento de agua.
- Revisar el progreso del estado de la técnica en materia de MAR y difundir su efectividad mediante **proyectos demostrativos** que permitan el desarrollo de capacidades.

MAR-NET



www.dina-mar.es



MAR-NET

UNA RED EN EL MARCO DEL GRUPO DE TRABAJO DE GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS DE LA UNESCO Y LA AIH

¿Qué es la gestión de la recarga de acuíferos?

La gestión de la recarga de acuíferos, tradicionalmente conocida como "recarga artificial" o en su acrónimo en inglés "MAR" (*Managed Aquifer Recharge, opción elegida por criterios de homogeneidad internacional*), es una técnica para almacenar agua en los acuíferos o filtrarla a través de formaciones permeables, en general los aluviones de los ríos, con objeto de aumentar el volumen almacenado y mejorar su calidad. Se trata de una técnica importante para el desarrollo sostenible de los recursos de agua subterránea en el planeta.

Objetivos de MAR-NET

- Facilitar el uso de la gestión de la recarga de acuíferos con objeto de suministrar agua de buena calidad a las comunidades, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas en materia de abastecimiento de agua.
- Desarrollar esta actividad sobre una base científica, que contemple la gestión hídrica integral en aras del desarrollo sostenible y que pueda constituir un motor para el desarrollo socio-económico de todas las poblaciones.

MAR-NET surge del Grupo de Trabajo de Gestión de la Recarga de Acuíferos (MAR) de la Asociación Internacional de hidrogeólogos (AIH) con el apoyo del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO. Promueve el avance científico y el desarrollo de conocimientos para la planificación y gestión hídrica efectiva y experta, que garantice el éxito de las inversiones y la difusión de conocimientos y experiencias.



Presa para aumentar la recarga de los acuíferos en áreas forestales

Actividades de MAR-NET

La red de trabajo pretende:

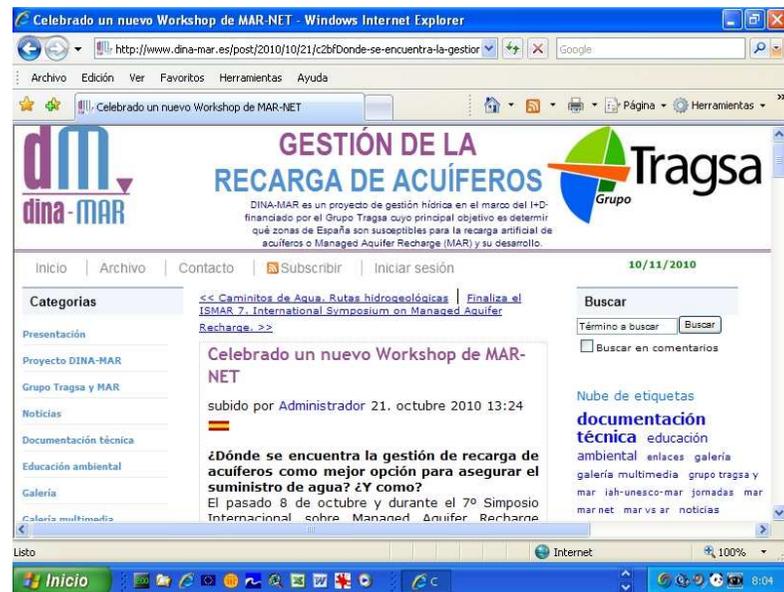
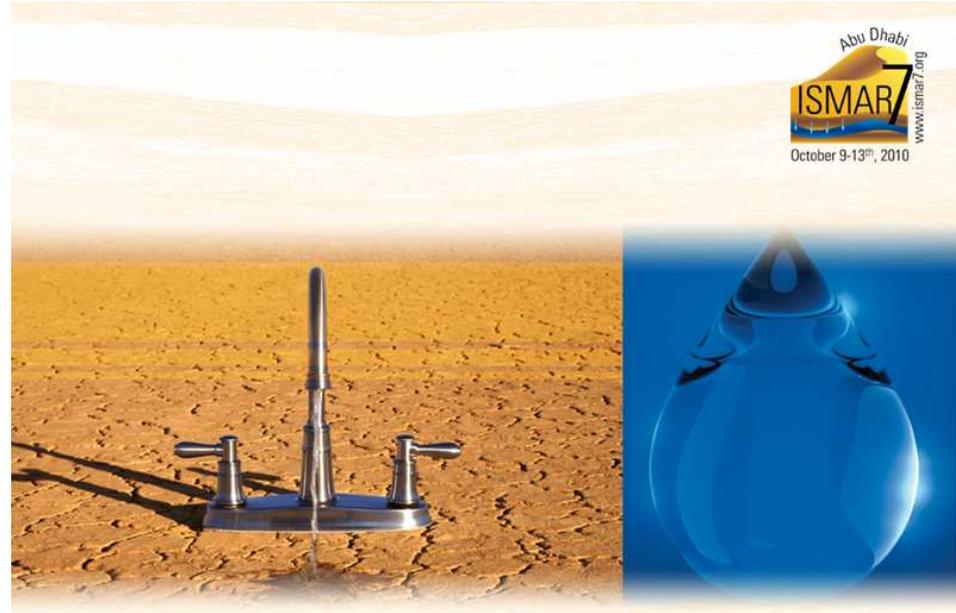
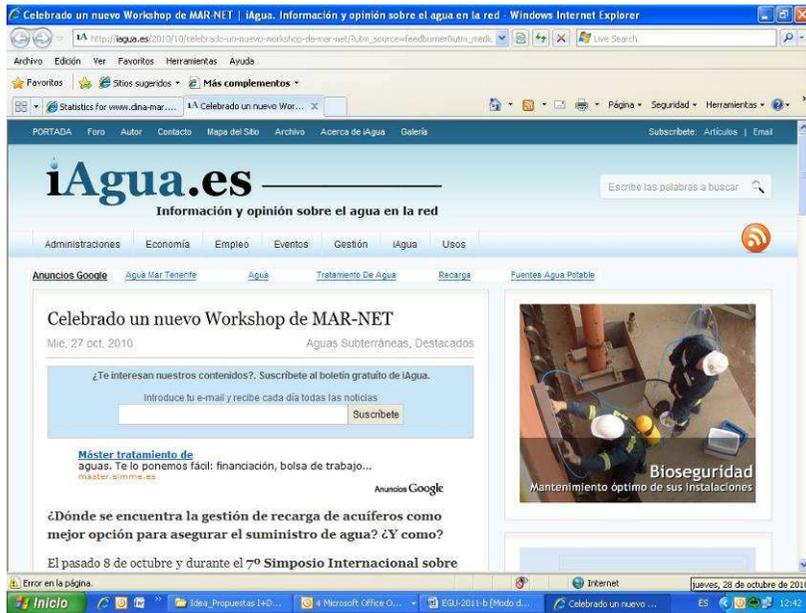
- Fomentar y coordinar la investigación con objeto de demostrar que los recursos de agua potable pueden ser incrementados, mejorados y protegidos en amplias zonas del mundo, empleando para ello variadas técnicas de gestión de la recarga (MAR) con un baremo coste-beneficio alto, que sean social y medioambientalmente idóneas en los esquemas de gestión integral de las distintas cuencas hidrográficas.
- Recopilar y facilitar la difusión de experiencias y resultados de investigaciones, incluyendo proyectos y obras de desarrollo local, y buscar, siempre que sea posible, canales para vincular experiencias actuales con iniciativas futuras.
- Contribuir en la formación de los hidrogestores a todas las escalas, que les dote de habilidades para la adecuada implementación de dispositivos de gestión de la recarga de acuíferos mediante su asistencia y participación en talleres de trabajo, congresos, etc., especialmente los ISMAR o simposios internacionales especializados en la técnica MAR.



Balsa de infiltración de un dispositivo MAR para regadío

- Conectar con organismos de financiación, gobiernos, ONGs y el sector privado, facilitando información y asesoramiento para inversiones en proyectos demostrativos nacionales y/o internacionales.
- Monitorizar el progreso de la gestión de la recarga (MAR) en distintos proyectos demostrativos, como técnica que contribuye a incrementar los recursos hídricos y difundir los resultados sobre su efectividad, sea cual sea.

MAR-NET Workshop. Abu Dhabi, oct. 2010



Presentación de proyectos...