



HIDRÁULICA E HIDROGEOLOGÍA DE LA RECARGA GESTIONADA DE ACUÍFEROS.

EJEMPLOS DE IMPLEMENTACIÓN



Dr. Enrique Fernández Escalante (Tragsa I+D+i, IAH MAR Commission)

Madrid, 12 de marzo de 2018





*Sello Valdivia (4000 aC– 1800 dC)
Ícono que representa a un sistema de riego .*



*Bajo la tierra, donde habitan los seres de la noche,
fluyen corrientes de agua dulce a la espera de la sed.
Pero de nada sirve sino se cuenta con el trazo de su
recorrido posible.*

(Fuente, Museo Mindalae)

Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas o acuíferos albergan casi un 96% del agua dulce de nuestro planeta; este agua subterránea es mucho más abundante que el agua de la superficie terrestre (lagos o ríos)



La **explotación de las aguas subterráneas** se realiza de forma no controlada, llevando a una '**anarquía colosal**' (Shah, 2004).../...

El **gran reto** es conseguir **encontrar fórmulas** que involucren a los usuarios de las aguas subterráneas – sobre todo en el regadío – en la **conservación y mejora de las aguas subterráneas**.

F.N.C.A.

Técnicas tradicionales de gestión hídrica en España

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

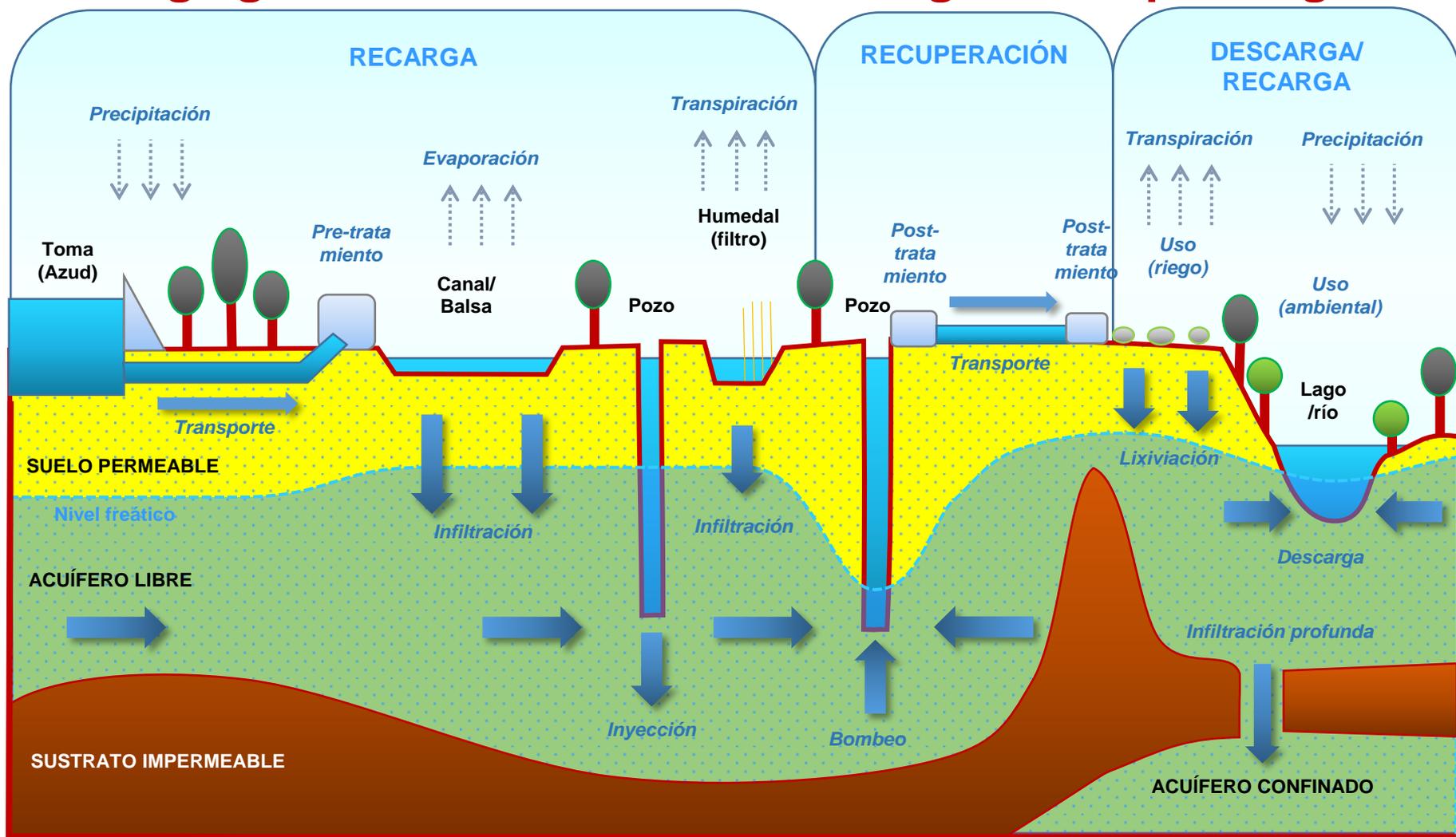
Descargas submarinas de agua dulce

Etc.



Especiales o
alternativas

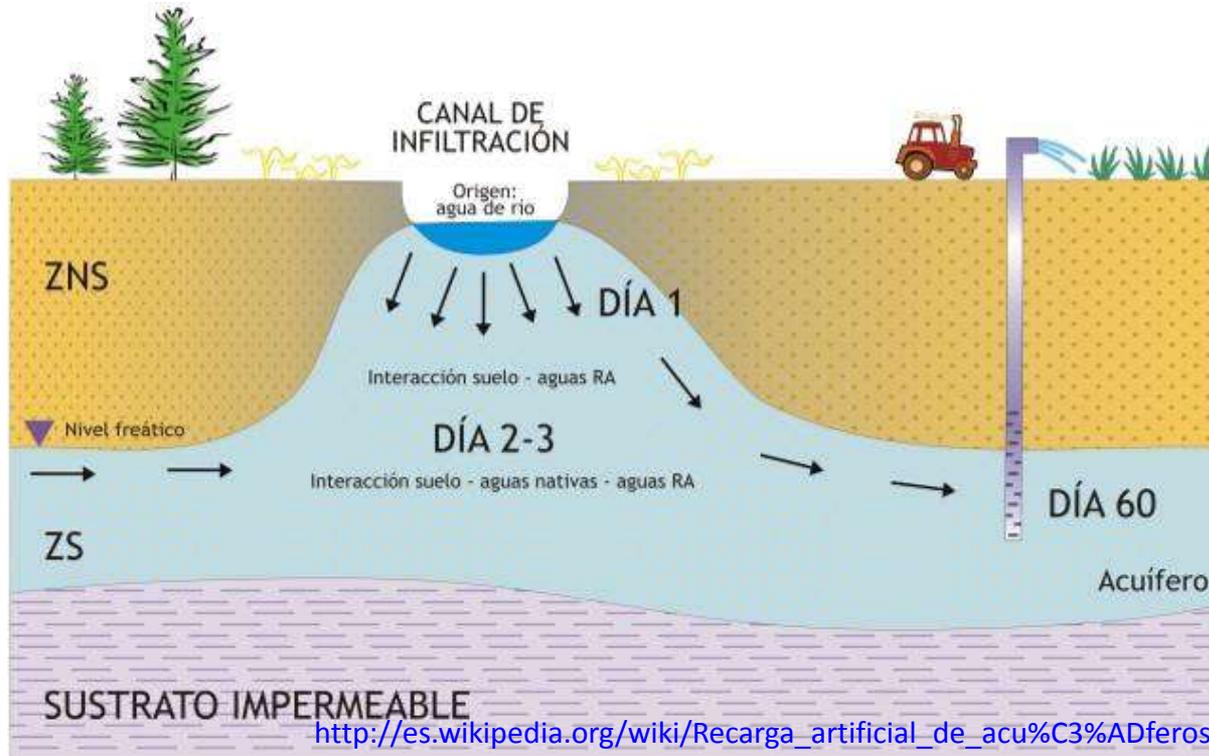
Recarga gestionada en el ciclo hidrológico. Esquema general



- La gestión hídrica debe **adaptarse a las circunstancias ambientales específicas** y globales, tales como el cambio climático
- **España cuenta con siglos de tradición** (S. XII...) aplicando medidas contra eventos climáticos extremos (inundaciones y sequías)

Recarga "artificial". Técnica de gestión hídrica y medida de adaptación al cambio climático

Definición:



http://es.wikipedia.org/wiki/Recarga_artificial_de_acu%C3%ADferos

¿En qué consiste la Recarga de Acuíferos?

Se trata de un método de gestión hídrica que permite introducir agua en acuíferos subterráneos. El origen del agua destinada a este fin puede ser muy diverso, en general procede de ríos, si bien puede ser originaria de depuradoras, desaladoras, etc. Una vez almacenada en los acuíferos, puede ser extraída para distintos usos (abastecimiento, riego, etc.) servir de barrera contra la intrusión marina y contaminación, u otros usos especificados más adelante.

Esta técnica es considerada una *Driving Force* o actividad capacitada para provocar un impacto (positivo o negativo) sobre la cantidad y la calidad de las masas de agua.



PERFIL TIPO DE UN DISPOSITIVO DE RECARGA ARTIFICIAL (CANAL) EN "CONTROL LATERAL" EN UNA ZONA REGABLE

Hidráulica e hidrogeología:

Un hito tras Darcy: *Green and Ampt, 1911*

La infiltración a través de un suelo saturado en agua está determinada por la ecuación de Green-and-Ampt (*Green and Ampt, 1911*), que es una adaptación de la ecuación de Darcy para suelos saturados.

$$V_i = K \frac{H_w + L_f + h_{we}}{L_f}$$

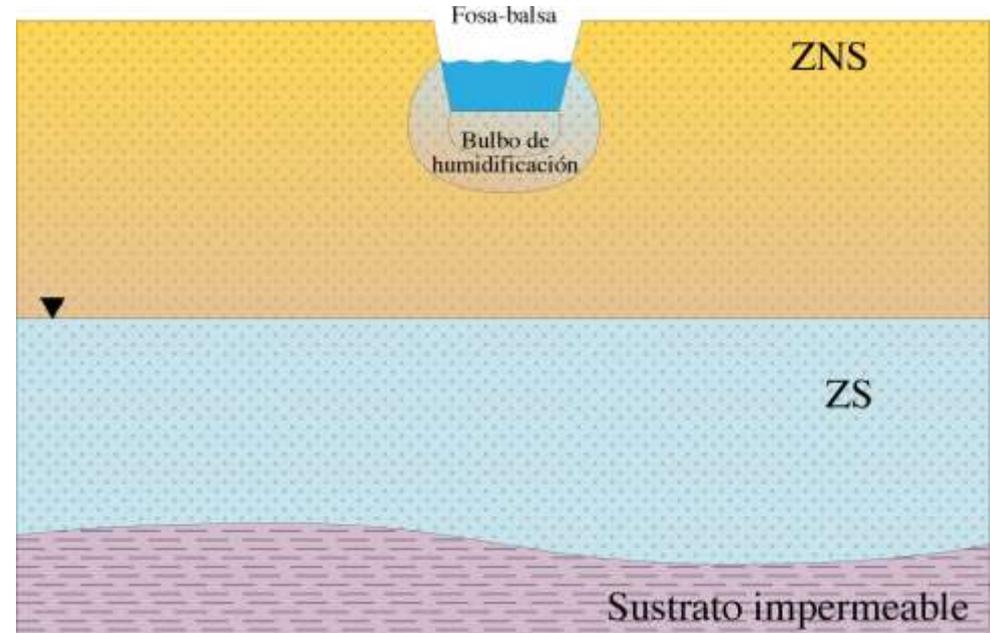
- V_i es la tasa de infiltración.
- K es la conductividad hidráulica de la zona humedecida.
- H_w es la profundidad del agua con respecto al suelo.
- L_f es la profundidad del frente del bulbo de humidificación.
- h_{we} es la **capacidad de succión capilar o presión negativa en el frente del bulbo de humidificación.**

La ecuación no considera el aire disuelto, por lo que el resultado queda subestimado. *Bouwer et al, 1999*, proponen los siguientes valores (por experiencias en infiltrómetros):

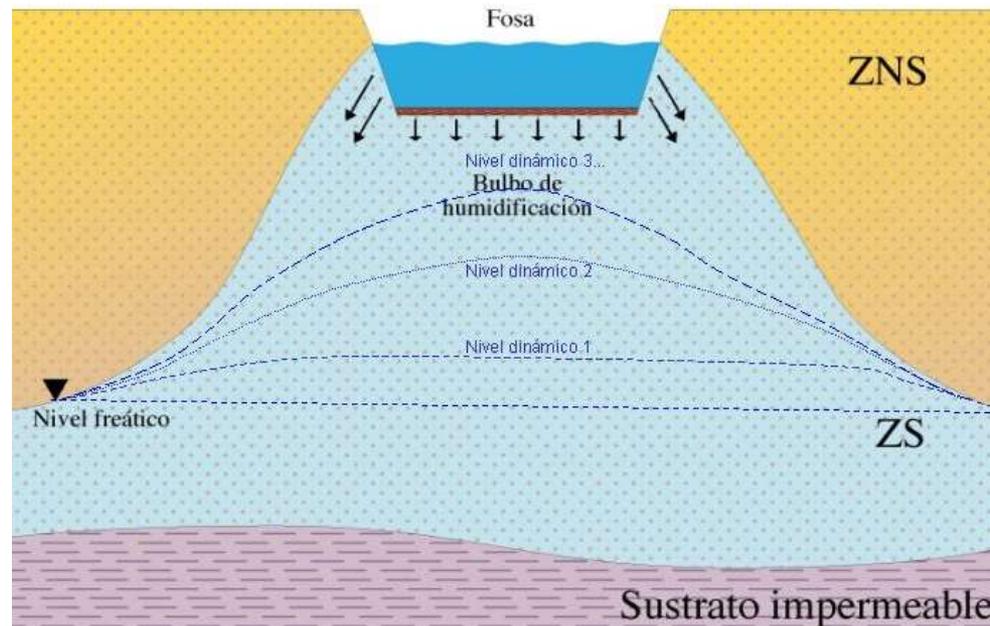
- Arenas gruesas: -5
- Arenas de grano medio: -10
- Arenas de grano medio fino: -15
- Arenas y limos- limos arenosos: -25
- Limos: -35
- Arcillas estratificadas: -35
- Arcillas dispersas: -100

Conceptos técnicos de R.A. superficial

Fase 1. Formación y avance del bulbo de infiltración



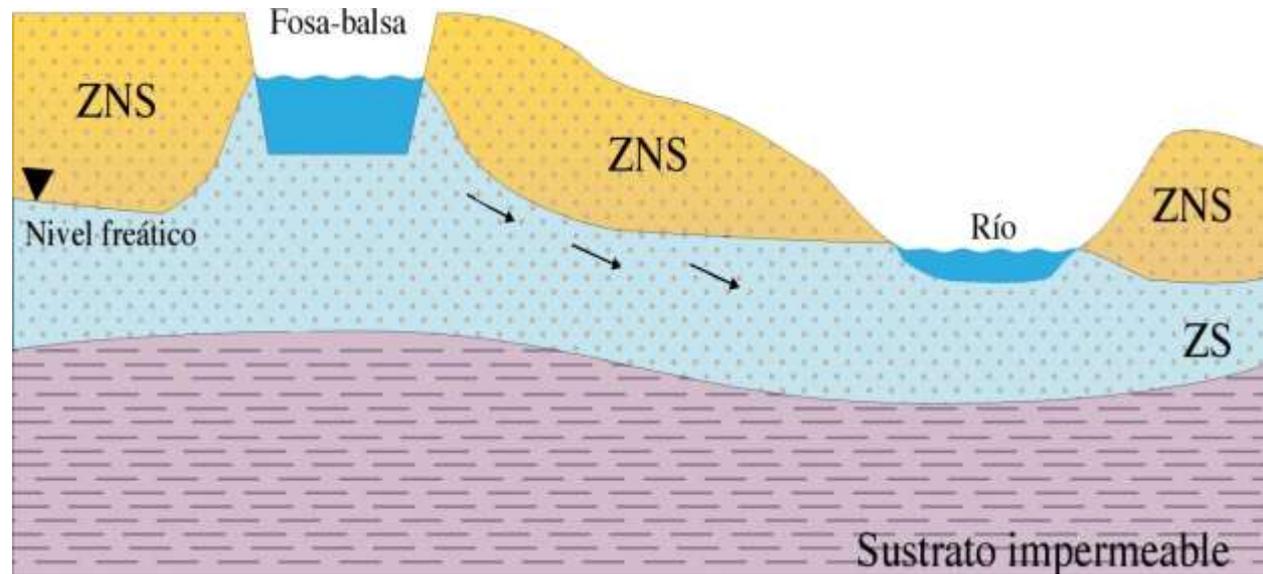
Fase 2. Abombamiento de la superficie piezométrica



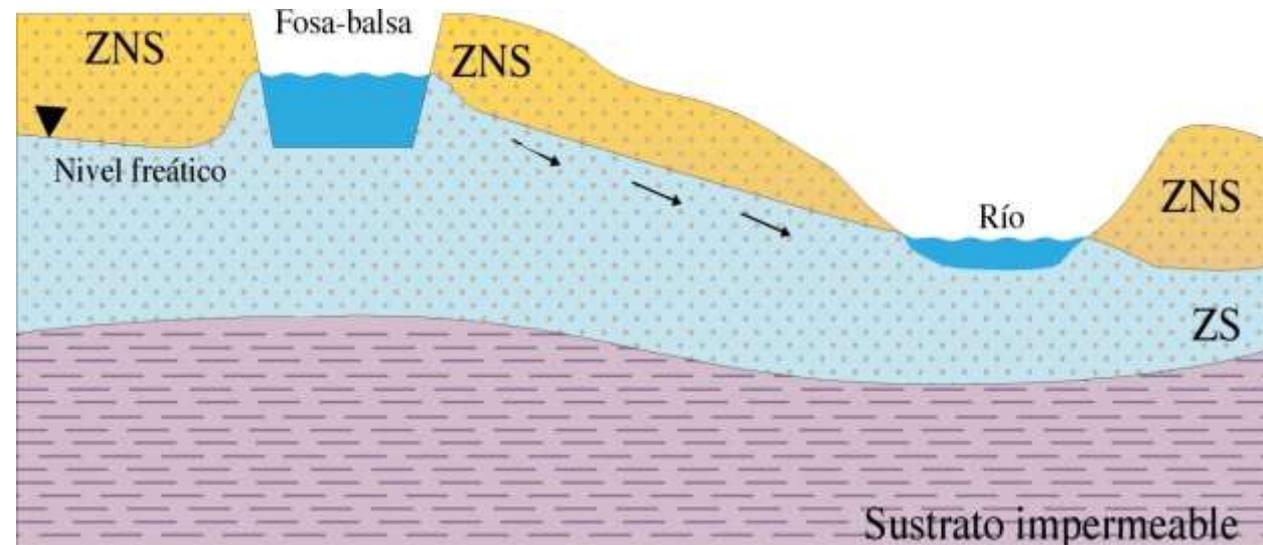
Fase 3. Recarga en régimen estable

Fase 4. Desaparición de la cresta de agua al cesar la AR

3-Control vertical



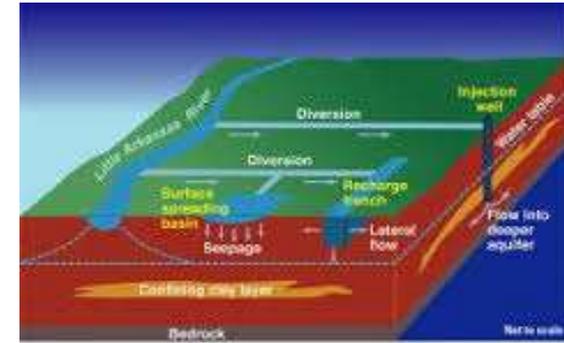
4-Control lateral $\Delta S=0$



Conceptos y elementos clave

Safe yield

- Concepto técnico y filosófico
- Originario de Phoenix
- $i=e$ $\Delta S=0$ (Ambos!)



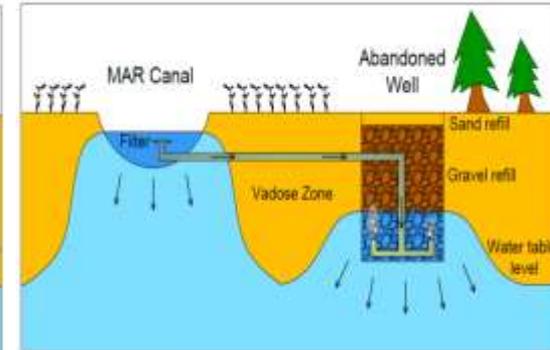
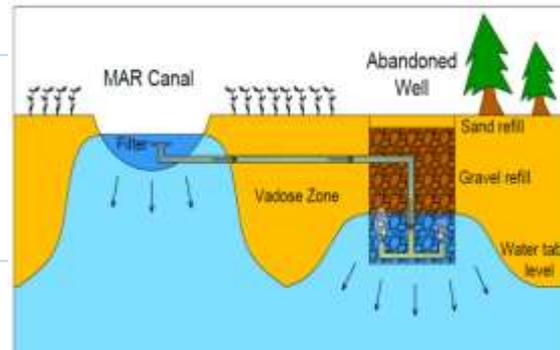
Multifuncionalidad

- Diversificación de tomas/orígenes
- Permite aplicar la máxima: *"dilution as a solution to pollution"*



Soluciones tecnológicas

- Solución a casos concretos
- 73 S.M.A.R.T.S. publicados, e.g: *"Do not close a well, reuse it"*



Driving force

“How to best MAR Water ?”

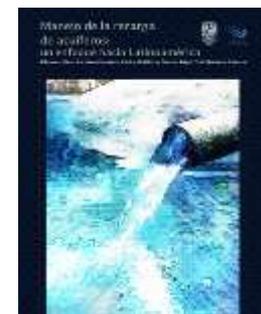
- 25 tipos de dispositivos inventariados (MARSOL, 2016)
- Importante difundir criterios de obra y mejores prácticas



<http://www.marsol.eu/35-0-Results.html>

Inventario de tipologías 1

#	SISTEMA	TIPO DE DISPOSITIVO	ICONO	FIGURA	FOTO	LEYENDA
1	CANALES	BALSAS DE INFILTRACIÓN / HUMEDALES				Humedal artificial para la recarga del Sanchos, Coca, Segovia. Foto: DINA-MAR
2		CANALES Y ZANJAS DE INFILTRACIÓN				Canal de recarga artificial de la Cubeta de Santibáste, Segovia, Spain, operativa desde 2002. Foto: DINA-MAR.
3		DISPERSIÓN CABALLONES TÉCNICAS DE TRATAMIENTO BUEOVACUÍFERO				Caballones en el fondo de una balza de infiltración, California. Foto: D. Peyton
4		CAMPOS DE INFILTRACIÓN (MUNDACIÓN Y DIFUSIÓN CONTROLADA)				Campo de infiltración de Omsel (Namibia). Foto: G. Tredoux.
5		RECARGA ACCIDENTAL POR RETORNIOS DE RIEGO				Recarga artificial por retornos de riego, Extremadura, España.
6		DIGUES DE RETENCIÓN Y REPRESAS				Dique de recarga artificial en cabecera de cuencas, Alicante. Foto: DINA-MAR
7		DIGUES PERMEABLES				Dique permeable en Huesca, España. Foto: Tragsatec.
8		SERPENTEOS / LEVEES				Serpentoes en el río Santa Ana, Condado de Orange, California. Foto: A. Hutchinson.
9		ESCARIFICACIÓN LECHO				Escarificación del lecho del río Besòs, Barcelona. Foto: J. Armentar.
10		DIGUES SUBSUPERFICIALES/SUBTERRÁNEOS				Dique subsuperficial (embalse de arena) en Kiyul, Kenia. Foto: Sander de Haas.
11		DIGUES PERFORADOS				Dique perforado, Lanjarón, Granada, España. Foto: Tragsatec.



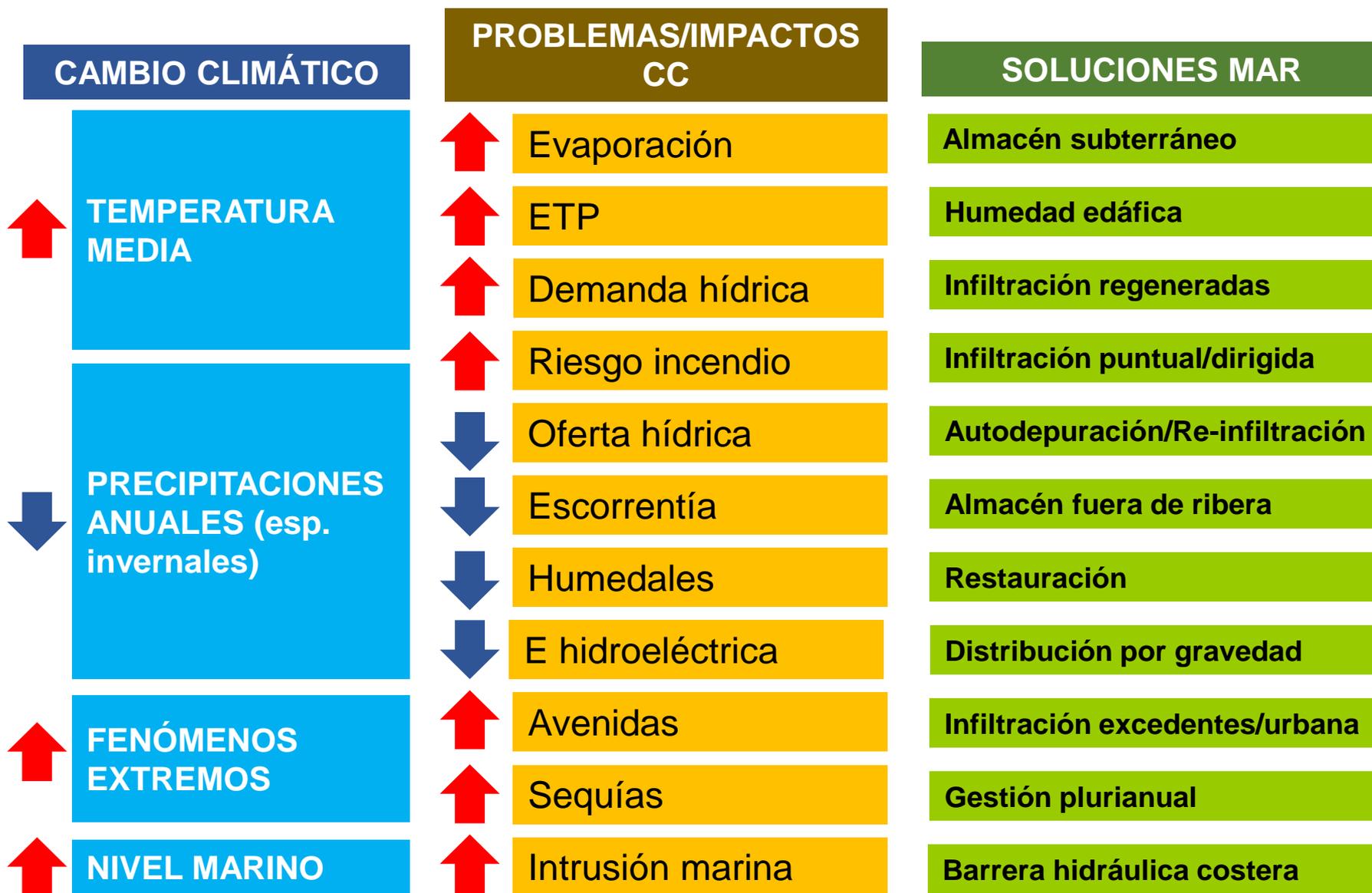
https://www.imt.a.gov.mx/biblioteca/libros_html/manejo-recarga-acuiferos-ehl.pdf

Inventario de tipologías 2

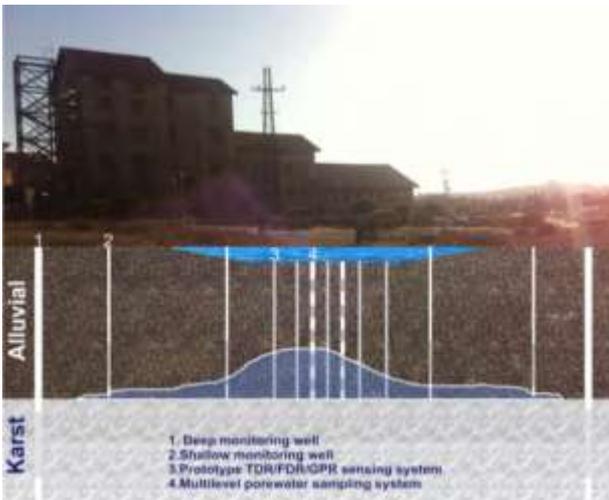
12		QANATS (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)			Qanat de Carbonero el Mayor. Segovia. Foto: E.F. Escalante.
13		POZOS ABIERTOS DE INFILTRACIÓN			Pozo abierto de infiltración. Arizona, USA. Foto: DINA-MAR
14		POZOS PROFUNDOS Y MINISONDEOS			Pozo de recarga artificial. Cornellá, Barcelona. Foto: DINA-MAR
15	POZOS	SONDEOS			Sondeo para MAR (ASR) en Adelaide. Foto: P. Dillon.
16		DOLINAS, COLAPSOS...			Colapso cárstico "El Hundimiento". Alicante, España. Foto: DINA-MAR
17		ASR			Dispositivo ASR en Scottsdale, Arizona. Foto: DINA-MAR
18		ASTR			Dispositivo ASTR en California.
19		BANCOS FILTRANTES EN LECHOS DE RÍOS (RBF)			Sistema RBF para MAR en Eritrea. Foto: A. Twinhof.
20	FILTRACIÓN	FILTRACIÓN INTERDUNAR			Filtración interdunar cieca de Amsterdam, Holanda. Foto: Allus.
21		RIEGO SUBTERRÁNEO			Riego subterráneo en Andalucía. Foto: Tragsa.
22	LLUVIA	CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN IMPRODUCTIVO			Captación de lluvia en improductivo para MAR.
23		RECARGA ACCIDENTAL CONDUCCIONES Y ALCANTARILLADO			Recarga artificial desde el alcantarillado en España. Foto: Tragsa
24	SUDS	SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE			SUDS. Gomeznarro, Madrid. Foto: E.F. Escalante.



M.A.R. como medida de adaptación al cambio climático



¿ M.A.R., hucha o fondo de pensiones ante la sequía?



fondo de pensiones

1. Patrimonio económico que carece de personalidad jurídica, formado por los activos provenientes del ahorro acumulado de un grupo de personas, y que se crea con el objetivo exclusivo de dar cumplimiento a un plan de pensiones. Tiene como finalidad pagar prestaciones o rentas vitalicias a los individuos que participan en el fondo una vez tienen la edad de jubilación. Invierte sus recursos en activos de renta fija o variable, además de en activos inmobiliarios.

fondo de maniobra

fondo de pensiones de renta mixta

Experiencias

Global MAR inventory (IGRAC...)

The screenshot displays the GGIS (Global Groundwater Information System) web interface. On the left, the 'Layers' panel shows the 'Managed Aquifer Recharge Portal' with logos for INOWAS, DEMEAU, and IGRAC. Below this is a 'Catalog' section for the 'Global Managed Aquifer Recharge (MAR) inventory', which includes a 'Main MAR type' section with several unchecked options and 'Active layers' with a checked 'Main MAR type' and a legend for spreading methods: Spreading Methods (yellow dot), Induced Bank Filtration (blue dot), Well, Shaft & Borehole Recharge (green dot), In-Channel Modification (red dot), and Rainwater & Run-off Harvesting (purple dot). The main map area shows a world map with numerous colored dots representing MAR inventory points. Five red stars are placed on the map, labeled with numbers 1 through 5, indicating specific locations of interest. The map also shows country names and a scale bar at the bottom. The GGIS logo and 'GLOBAL GROUNDWATER INFORMATION SYSTEM' text are visible in the top right corner of the map area.

<http://www.un-igrac.org/theme/managed-aquifer-recharge>
<http://www.un-igrac.org/global-groundwater-information-system-ggis>

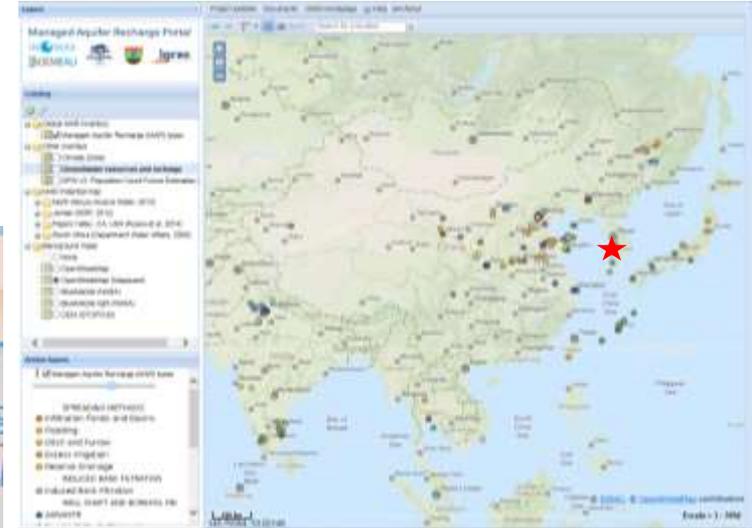
© IGRAC, © OpenStreetMap contributors
Escala = 1 : 126M

<https://ggis.un-igrac.org/ggis-viewer/viewer/globalmar/public/default>

Ejemplo 1: SAT-MAR y escorrentía para uso agrícola, Daejeon, Corea del Sur



MAR integrada con los invernaderos



Monitoreo escorrentía y recarga



시스템 조

양수
주입
단공
분리



SAT-MAR y escorrentía para uso agrícola. Daejeon, Corea del Sur

Instrumentación avanzada



Monitoreo escorrentía y recarga



Retención colmatación física *low cost*



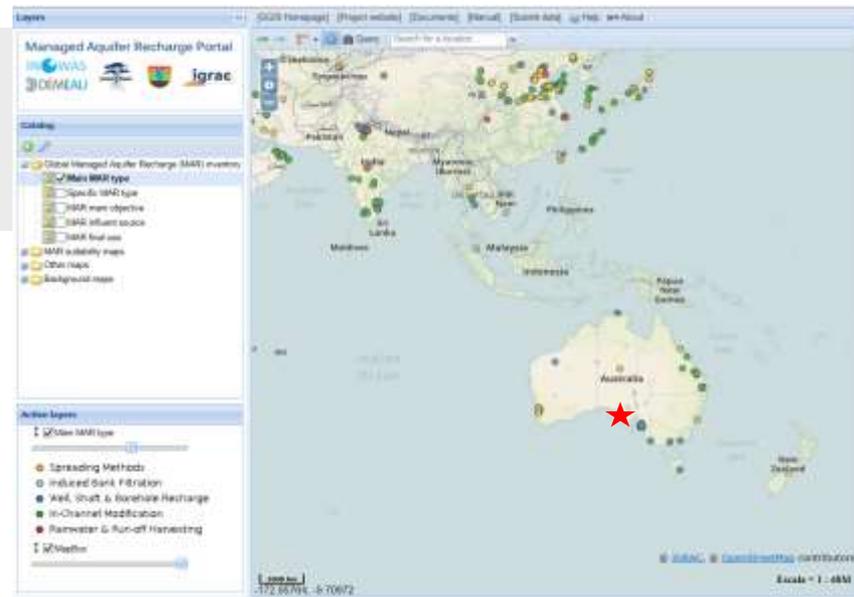
Toma en canal esorrentía
Conexión SAT-MAR
Retorno riego
Uso excedentes
Equipamiento dual bombeo-recarga



Ejemplo 2: SAT-MAR / ASR ADELAIDA (AUSTRALIA) Acuífero replenishment



Planta tratamiento SAT-MAR



Combinación recarga acuífero libre y confinado



Balsas: infiltración superficial

SAT-MAR / ASR
ADELAIDA (AUSTRALIA)
Acuifer replenishment



ASR-inyección profunda



Utilización usos medioambientales



Ejemplo 3: SISTEMA INTERMITENTE DE DETENCIÓN-INFILTRACIÓN, MEDENINE (TÚNEZ) (D-I)



SISTEMA INTERMITENTE DE
DETENCIÓN-INFILTRACIÓN, MEDENINE (TÚNEZ) (D-I)
Incremento almacenamiento en subalveo de los *wadis* y acuífero

Sistema combinado:
“check dam-pozo de infiltración”



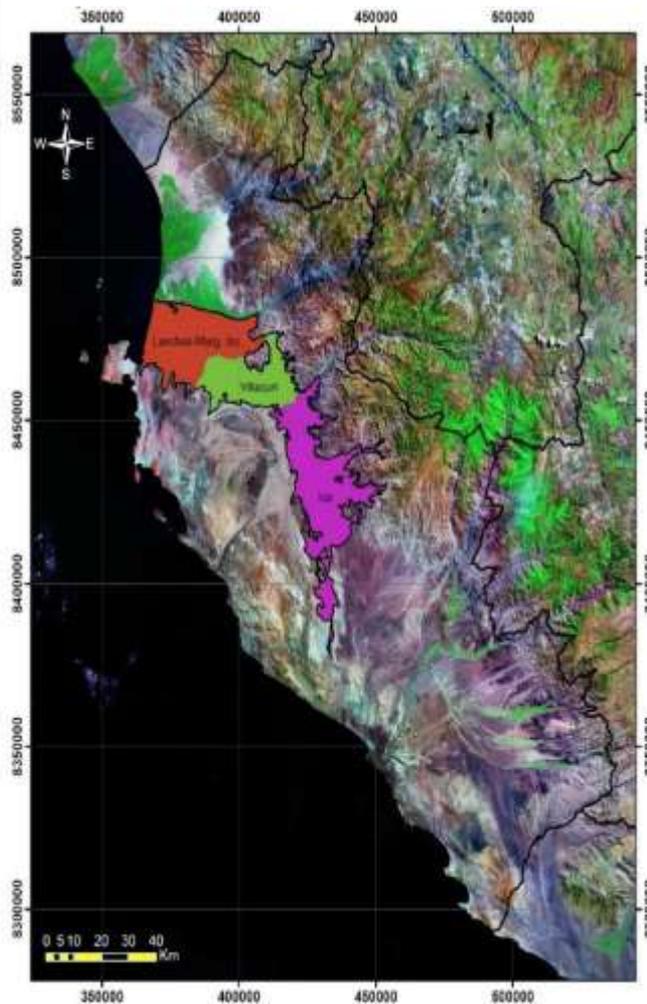
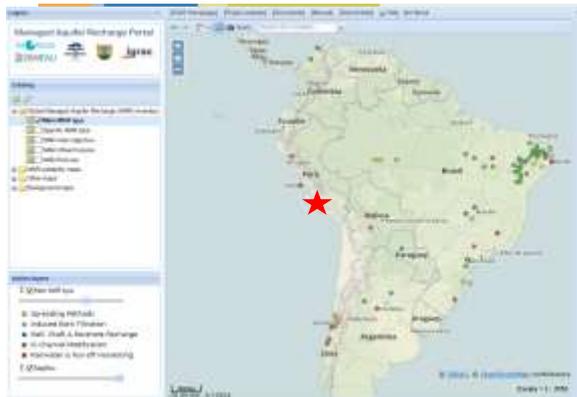
SISTEMA INTERMITENTE DE DETENCIÓN-INFILTRACIÓN, MEDENINE (TÚNEZ) (D-I)

Incremento almacenamiento en subálveo de los *wadis* y en el acuífero

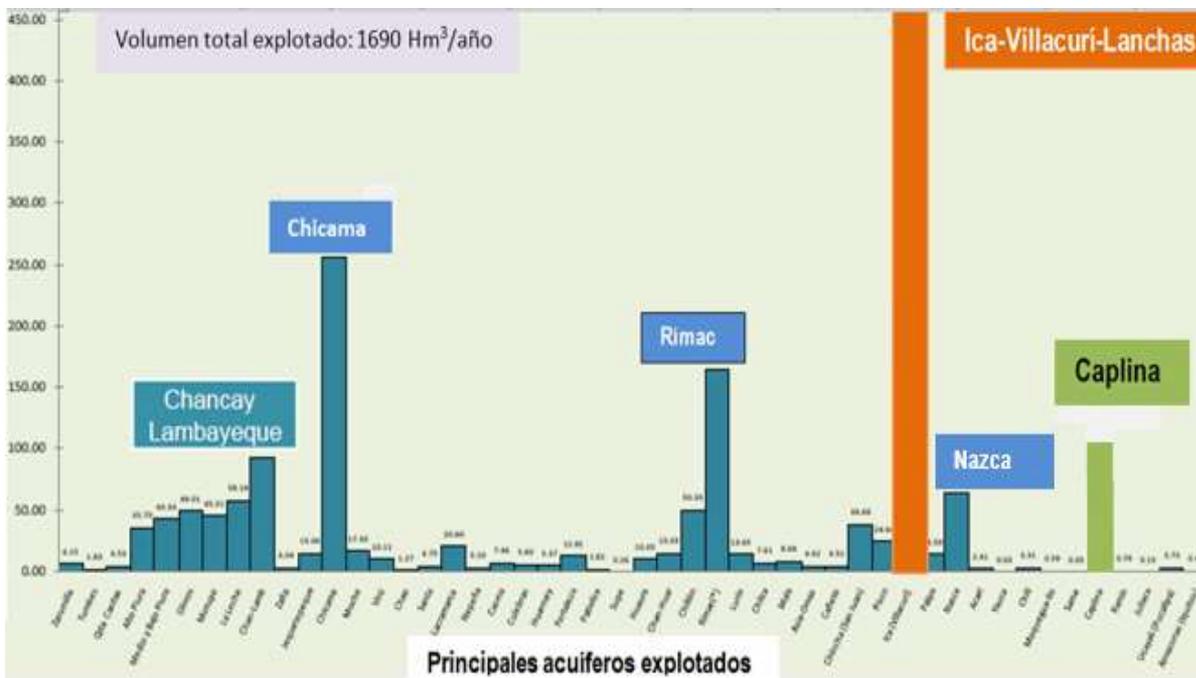
Filtros reactivos biológicos
Protección brocal pozo



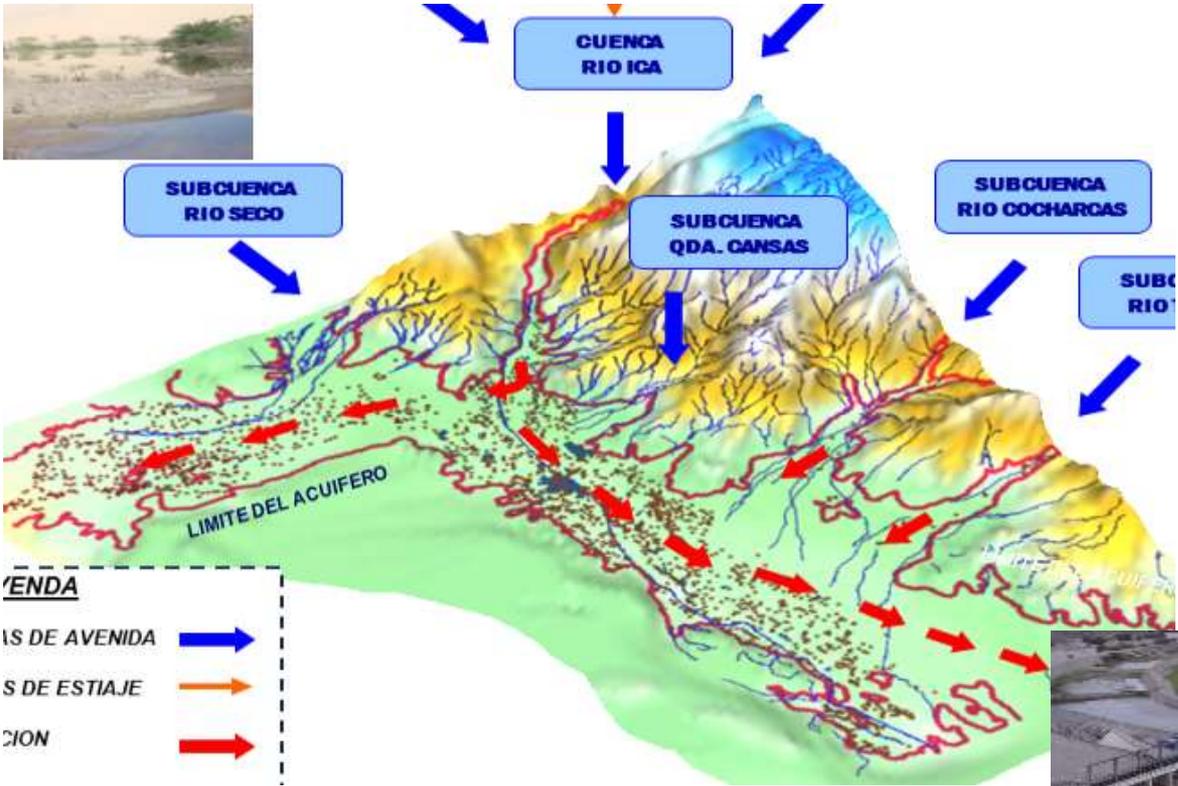
Ejemplo 4. SISTEMA DE DETENCIÓN-INFILTRACIÓN EN ICA, PERÚ (D-I)

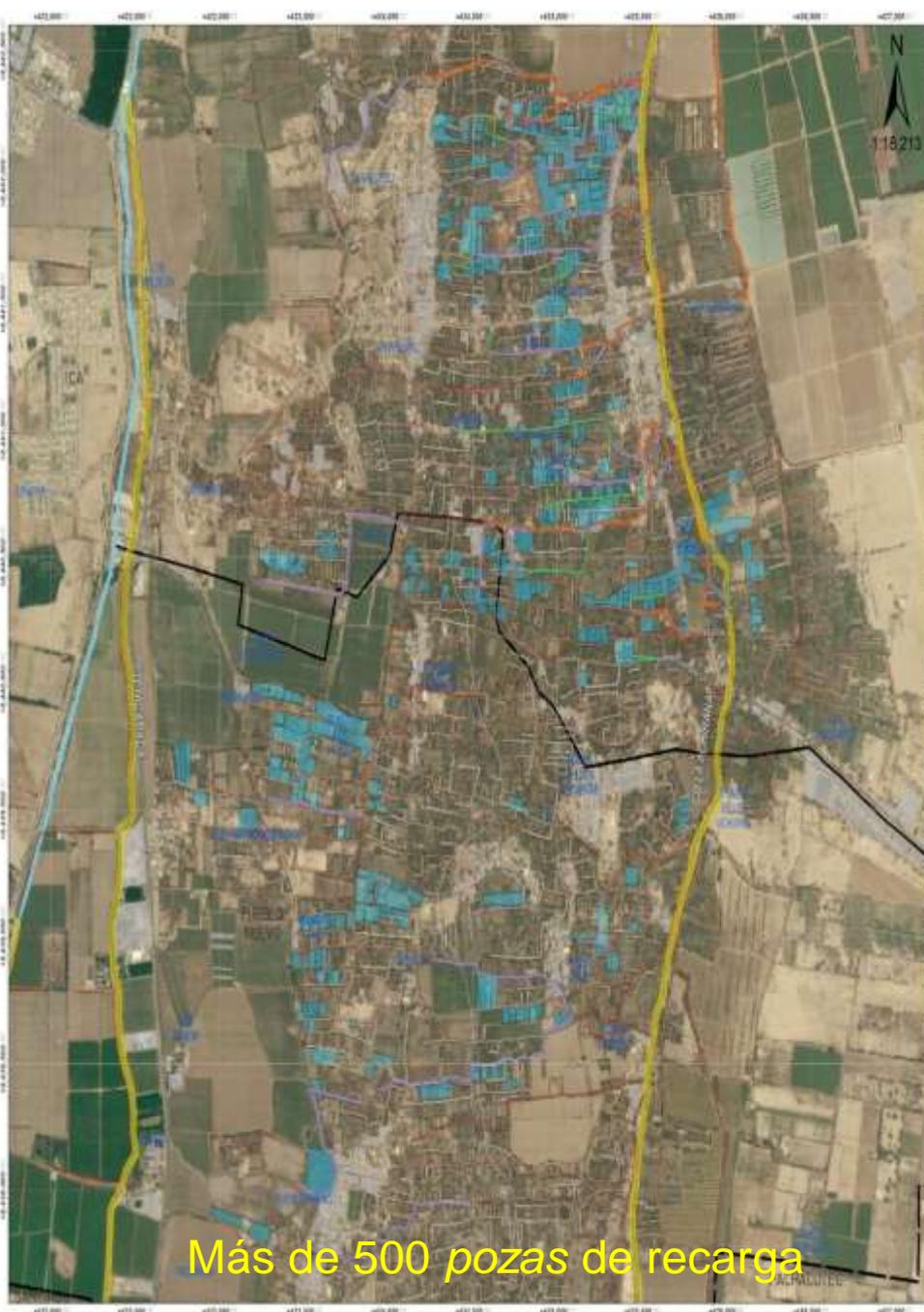


Más de 500 pozas de recarga en el acuífero de Ica (Ica-Villacurí-Lanchas)

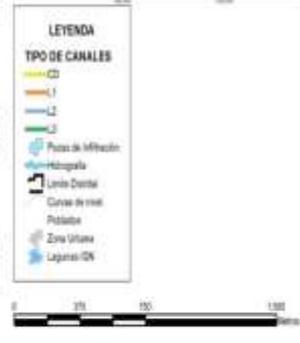


Sistema de detención/retención-infiltración, Ica, Perú





Más de 500 *pozas* de recarga



**PLANO DE UBICACIÓN DE POZAS DE INFILTRACIÓN:
III - SUB SECTOR DE RIEGO LA ACHIRANA**

Plano: Ubicación del Área de Estudio

Intero	Barrio	Parroquia	Departamento
Intero U-01	San Agustín	San Agustín	San Agustín
Intero U-01	San Agustín	San Agustín	San Agustín

U-01



Pozas de decantación



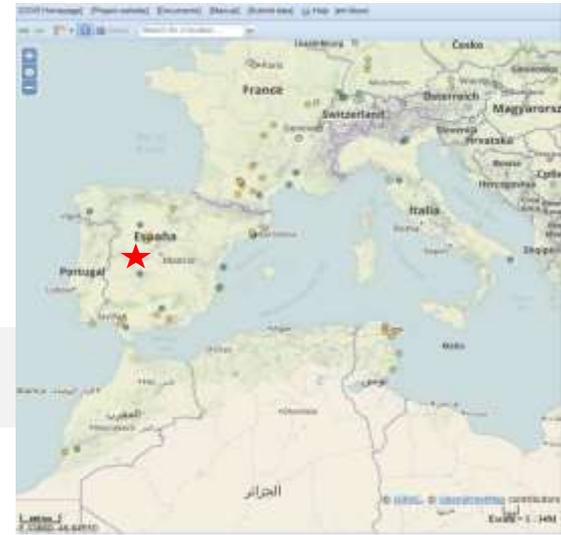
e infiltración



ESQUEMA DE GESTIÓN HÍDRICA INTEGRADA

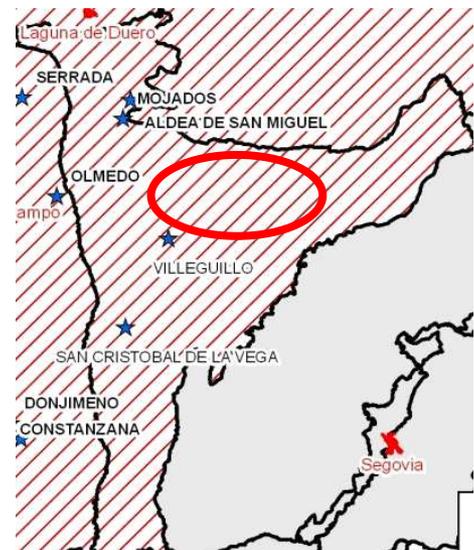
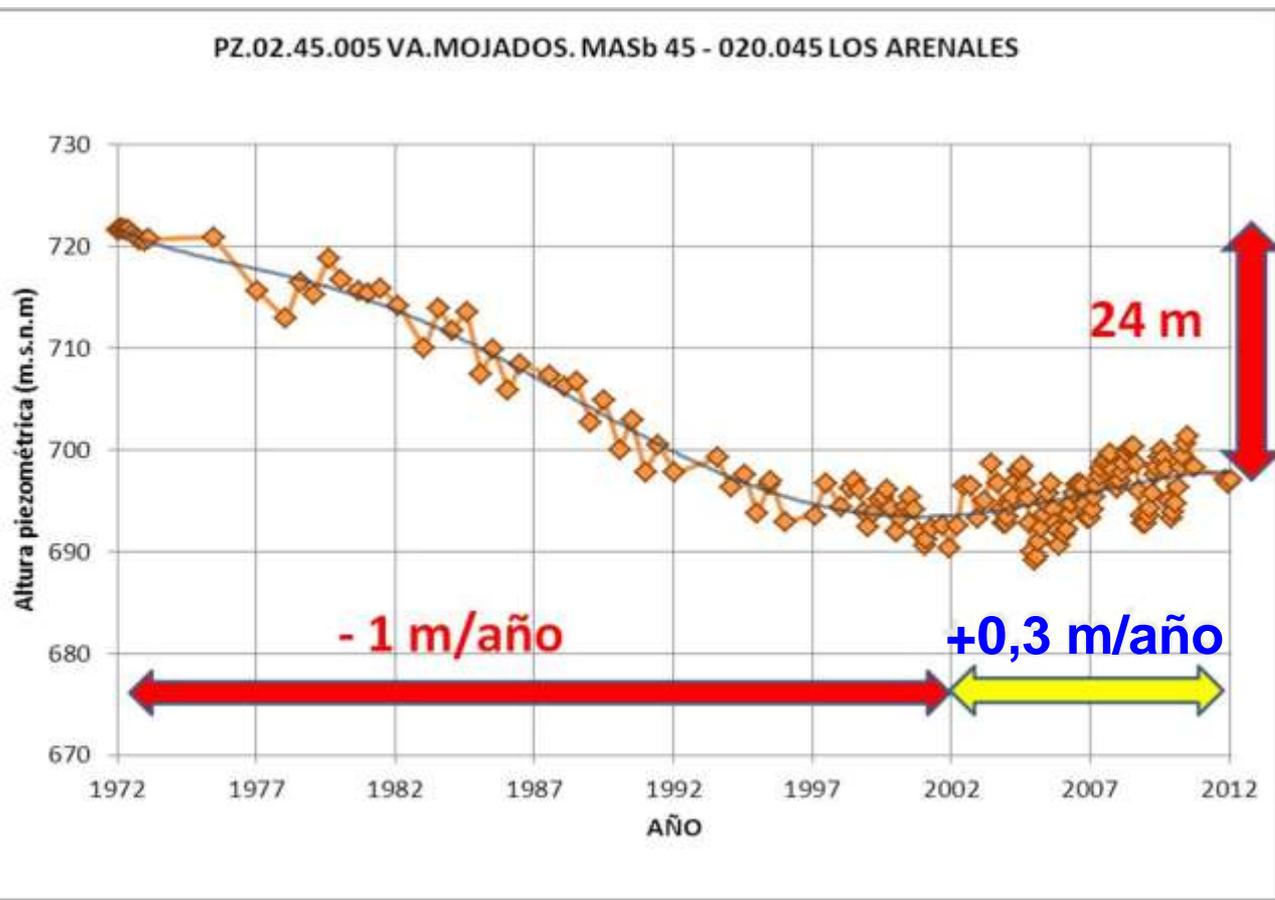
AFIANZAMIENTO HÍDRICO VALLE DE ICA

Ejemplo 5. SISTEMA DE RECARGA INTERMITENTE EN EL CARRACILLO, SEGOVIA (ESPAÑA)



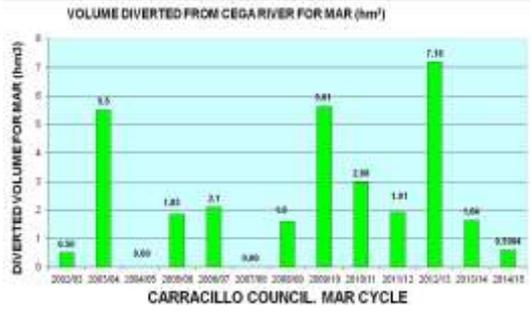
LOS ARENALES. EVOLUCIÓN DEL NIVEL FREÁTICO

PZ.02.45.005 VA.MOJADOS. MASb 45 - 020.045 LOS ARENALES



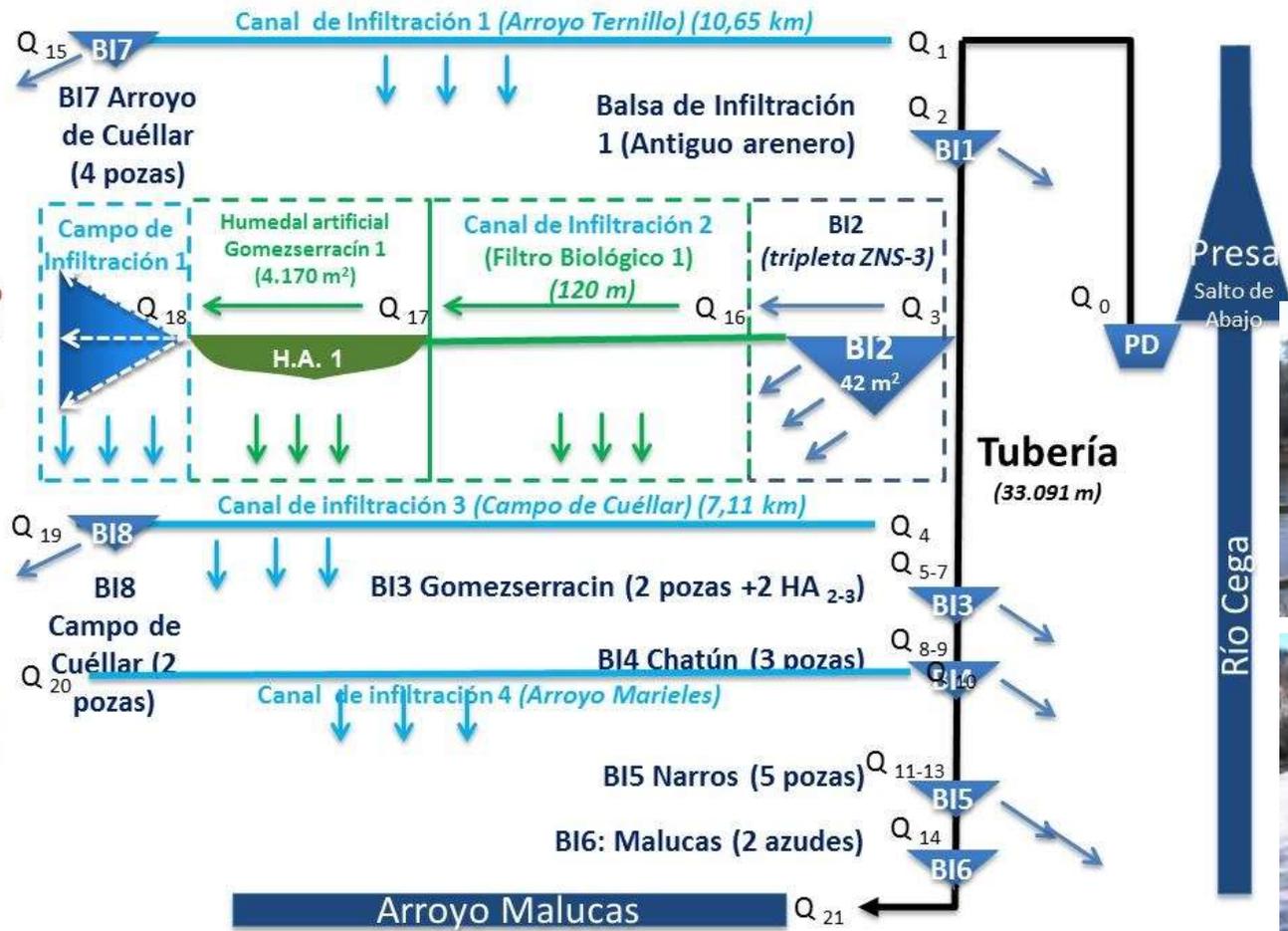
Esquema M.A.R. de El Carracillo

**SISTEMA PASIVO
INTERMITENTE
REGULADO
LEGISLADO
INTEGRADO**



Los Arenales Acuífero Sur
(+22,4 hm³)

Tratamiento de aguas in itinere 1
Salida Canal 1 (290 m)



De 0,00 a 7,18 hm³
 $Q_e = 2,42 \text{ hm}^3 / \text{año}$

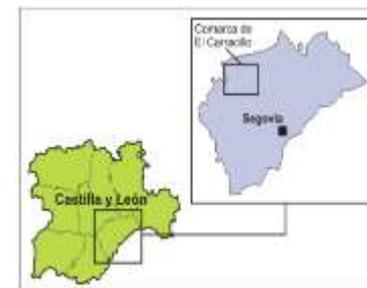


Socioeconomía: recarga para riego (El Carracillo)

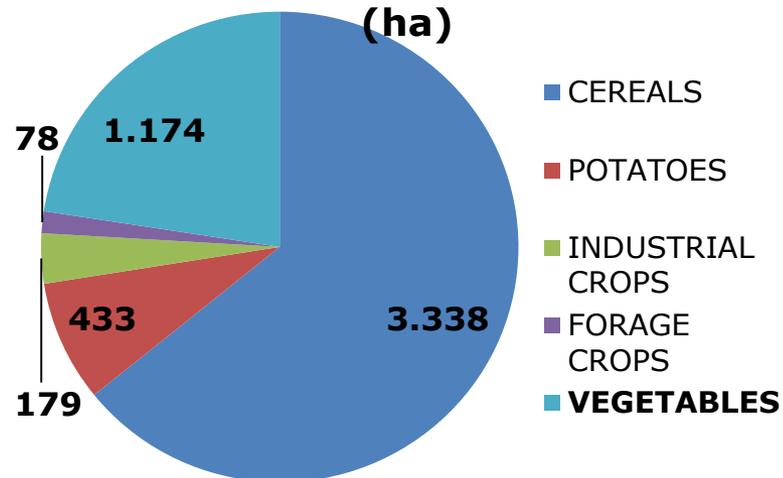
FUERZA MOTRIZ de la economía local

- 3.500 / 7.586 ha
- N° de regantes: 713
- 80% de la producción de vegetales de Segovia y 30% de Castilla y León
- Extracciones del acuífero (valor medio): 8 hm³/año

24% del riego procede de agua recargada



DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ha)



Producciones duplicadas mediante riego en varios cultivos

Socioeconomía: desarrollo rural (El Carracillo)

• CONSUMO DE AGUA:

- Cantidad de agua recargada: 31,5 hm³ en 13 años ~ $Q_{em}=2,4$ hm³/año

• COSTE:

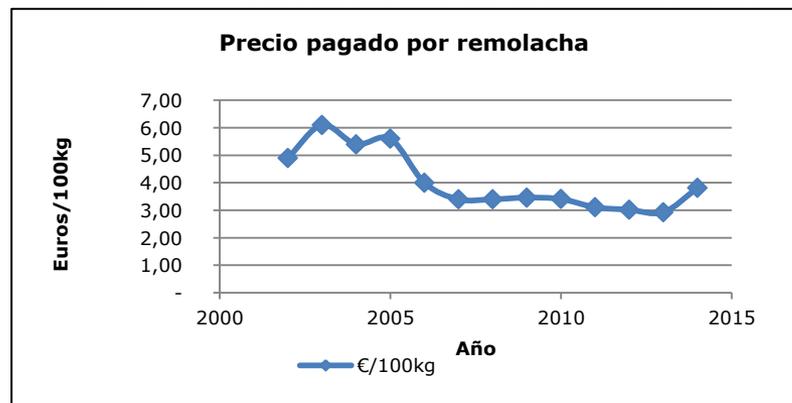
- Coste total obras: 5.274.000 €
- Coste unitario (€/m³): 0,167 € (13 años)

• EMPLEO:

- 700 empleos directos y 3.000 indirectos
- Empleo X3 respecto al resto de CyL
- 2,4 empleos/km² en sector agrario (frente a 0,7)
- 2,7 empleos/km² en sector industrial (frente a 0,8)

• POBLACIÓN:

- Aumento de la población en un 6% desde 2000 (Chañe 28% desde 2002)
- Descenso de precios contrarrestado por aumento de producción



INDICADORES EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA M.A.R.

1-Evolución del nº de publicaciones

2-Porcentaje del uso de GW

3-Crecimiento de la actividad

Years	1970s	1980s	1990s	2000s	2010-2017
Number of papers	3	5	36	140	319

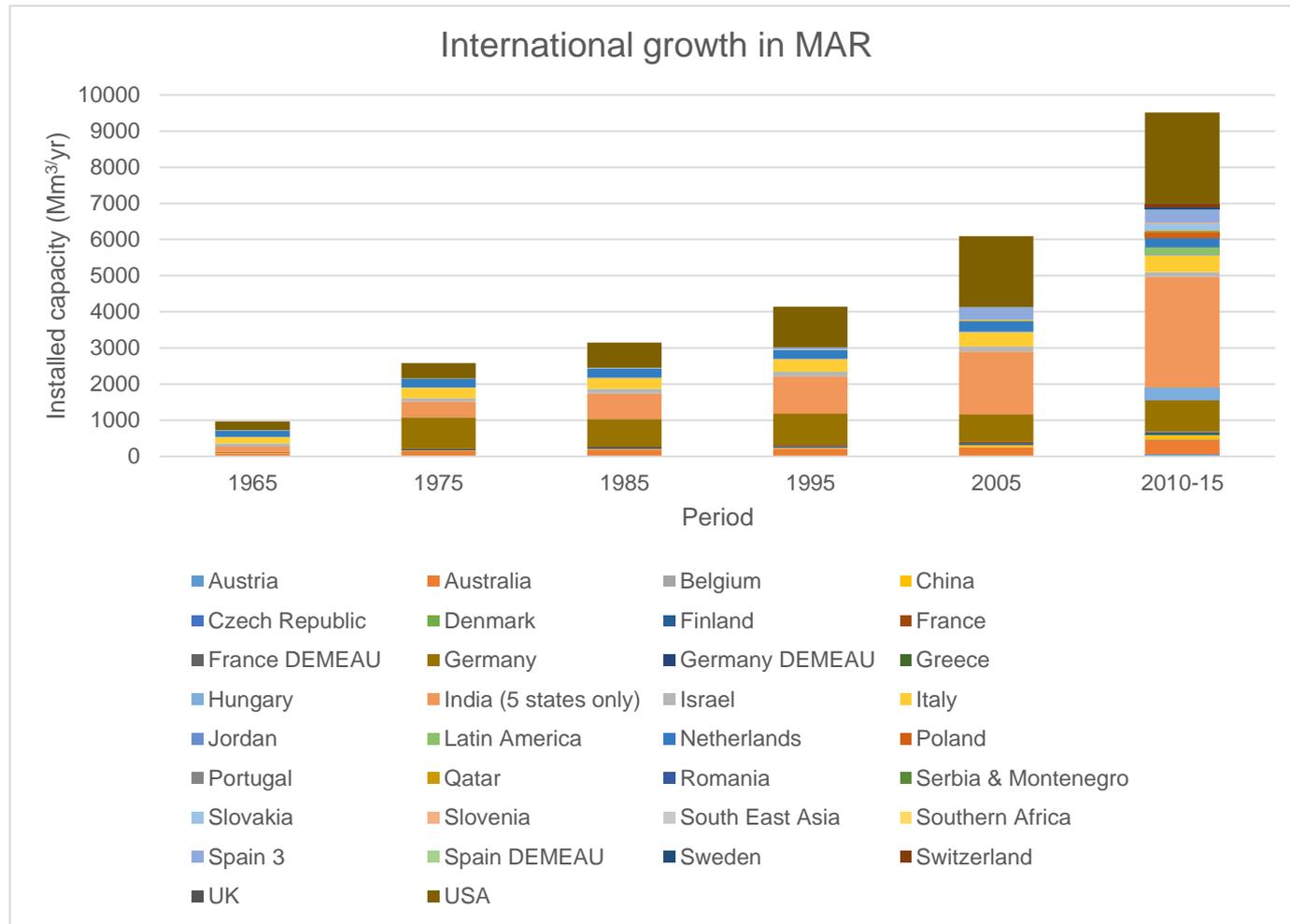
Indicative number of peer reviewed journal papers published in the field of MAR by decade

2	porcentaje del uso de GW (hm ³ /año)	MAR como porcentaje del uso de GW (%)
	2010	2010-15
Country/Region		
Hungary	370	90,5
Slovakia	360	48,9
Finland	280	23,2
Qatar	260	16,9
Netherlands	1,6	16,4
Germany	5,83	14,9
Switzerland	790	12,7
Sweden	350	12,6
Israel	1,25	10,7
Australia	4,96	8,3
Spain	5,7	6,7
Czech Republic	380	5,8
Poland	2,59	5,5
Austria	1,12	5
Slovenia	190	5
Italy	10,4	4,4
Jordan	640	3,1
USA	112	2,3

3	Crecimiento actividad MAR desde 1965 a 2012 (%)
	Country/Region
Country/Region	growth
Finland	9.3%
Qatar	8.4%
India (5 states only)	6.6%
USA	5.1%
Southern Africa	5.1%
Australia	3.6%
China	3.6%
Jordan	3.5%
Italy	2.0%
Spain	10.9%
France	1.0%
Israel	0.9%
Netherlands	0.8%

Dillon et al,
(en prensa)

Evolución del grado de implantación



- Vol. M.A.R. 9,9 km³ en 34 países que representan un 42% de las extracciones totales
- 1% de las extracciones GW globales (2,4% para los 34 países estudiados)
- 7 ‰ de la recarga natural

(Dillon et al, 2017–en prensa-)

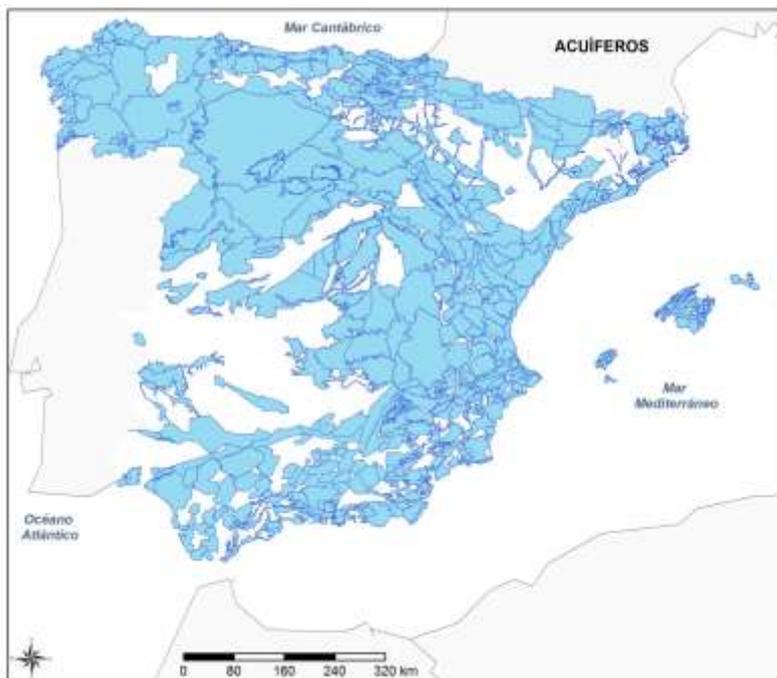
Potencial de la recarga gestionada en España:

E.g. Potencial de almacenamiento de GW en España Vs. Nicaragua

ESPAÑA:

- **Acuíferos: 34,85% de su superficie total**
- Infiltración máx. acuíferos: 180 km³
- Equiv. **26 %** de la precipitación total
- Superficie acuíferos: 176.000 km²
- Retornos riego: 17%

(LBAE, 2000)



Zonas MAR: 67.000 km²
16,7 % superficie (excl. Canarias)

NICARAGUA:

- **Acuíferos: 7,44% de su superficie total**
- Infiltración máx. acuíferos: 37,23 km³
- Equiv. **12,3 %** de la precipitación total
- Superficie acuíferos: 9.680 km²
- Retornos riego: 17%

(PNRH, 2017)



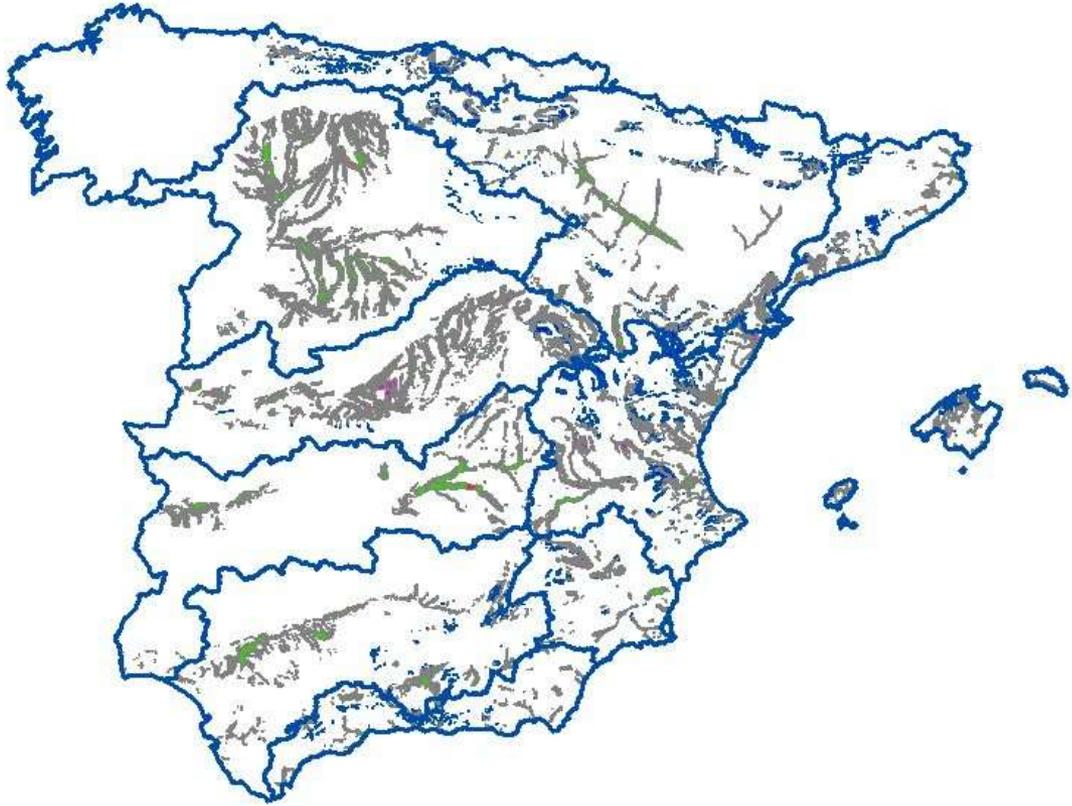
M.A.R. map: pendiente

Tabla de Contenidos

- Layers
 - CUENCAS HIDRÓGRAFICAS
 - LÍMITES ADMINISTRATIVOS
 - DISPOSITIVOS DE RECARGA
 - INVERSION MEDIA
 - MAPA LITOSTRATIGRÁFICO
 - HIDROLOGÍA
 - AGUA
 - USO DEL TERRITORIO
 - PIEZOMETRÍA
 - LÍMITE ZONAS P. SUPERFICIAL
 - PIEZOMETRÍA SUPERFICIAL
 - < 25
 - 25 - 50
 - 50 - 150
 - 150 - 200
 - LÍMITE ZONAS P. PROFUNDA
 - PIEZOMETRÍA PROFUNDA
 - > 200
 - ALTITUD
 - LÍMITE DE ZONAS
 - RANGO ALTITUDINAL
 - 0 - 20
 - 20 - 1500
 - > 1500
 - INTERVALOS DE PENDIENTE
 - LÍMITE DE ZONAS
 - PENDIENTE
 - 0-10%
 - 10-20%
 - 20-30%
 - 30-40%
 - 40-50%
 - >50%
 - MASAS FORESTALES (MFE50)
 - SUBCUENCAS EXCEDENTE HÍDRICO
 - PRECIPITACIÓN
 - ZONAS INTRUSIÓN MARINA
 - AREAS PRÓXIMAS DEPURADORAS
 - DEPURADORAS LAGUNAJE
 - ZONAS SUSCEPTIBLES RECARGA
 - CONTAMINACIÓN NITRATOS

.../... Potencial MAR en España

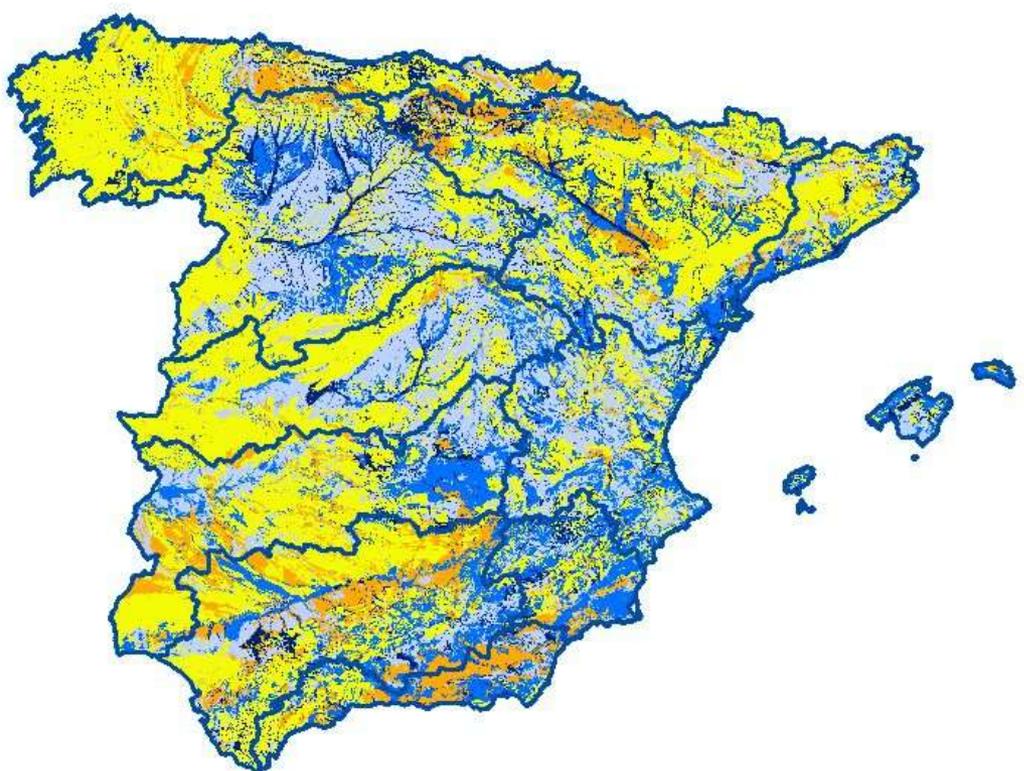
PIEZOMETRÍA



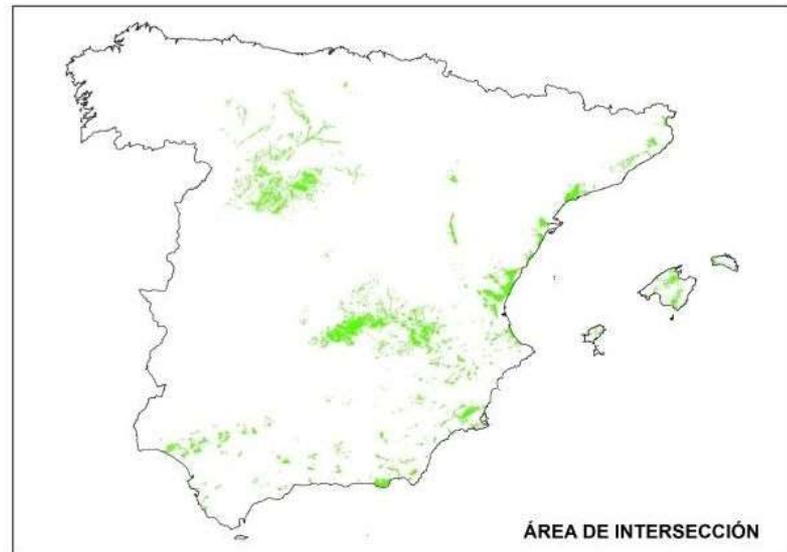
http://sig3.tragsatec.es/visor_dina-mar/

- Layers
 - CUENCAS HIDRÓGRAFICAS
 - LÍMITES ADMINISTRATIVOS
 - DISPOSITIVOS DE RECARGA
 - INVERSION MEDIA
 - MAPA LITOSTRATIGRÁFICO
 - LÍMITES DE ZONA. LITOLOGÍA
 - LITOLOGÍA
 - ALUVIAL
 - DETRÍTICO
 - EVAPORÍTICO
 - INTRUSIVO
 - KÁRSTICO
 - MASA DE AGUA
 - METAMÓRFICO
 - VOLCÁNICO
 - LÍMITES DE ZONA. PERMEABILIDAD
 - PERMEABILIDAD
 - MUY ALTA
 - ALTA
 - MEDIA
 - BAJA
 - MUY BAJA
 - MASA DE AGUA
 - HIDROLOGÍA
 - AGUA
 - USO DEL TERRITORIO
 - PIEZOMETRÍA
 - LÍMITE ZONAS P. SUPERFICIAL
 - PIEZOMETRÍA SUPERFICIAL
 - < 25
 - 25 - 50
 - 50 - 150
 - 150 - 200
 - LÍMITE ZONAS P. PROFUNDA
 - PIEZOMETRÍA PROFUNDA
 - > 200
 - ALTITUD
 - LÍMITE DE ZONAS

LITOLOGÍAS ¿S?

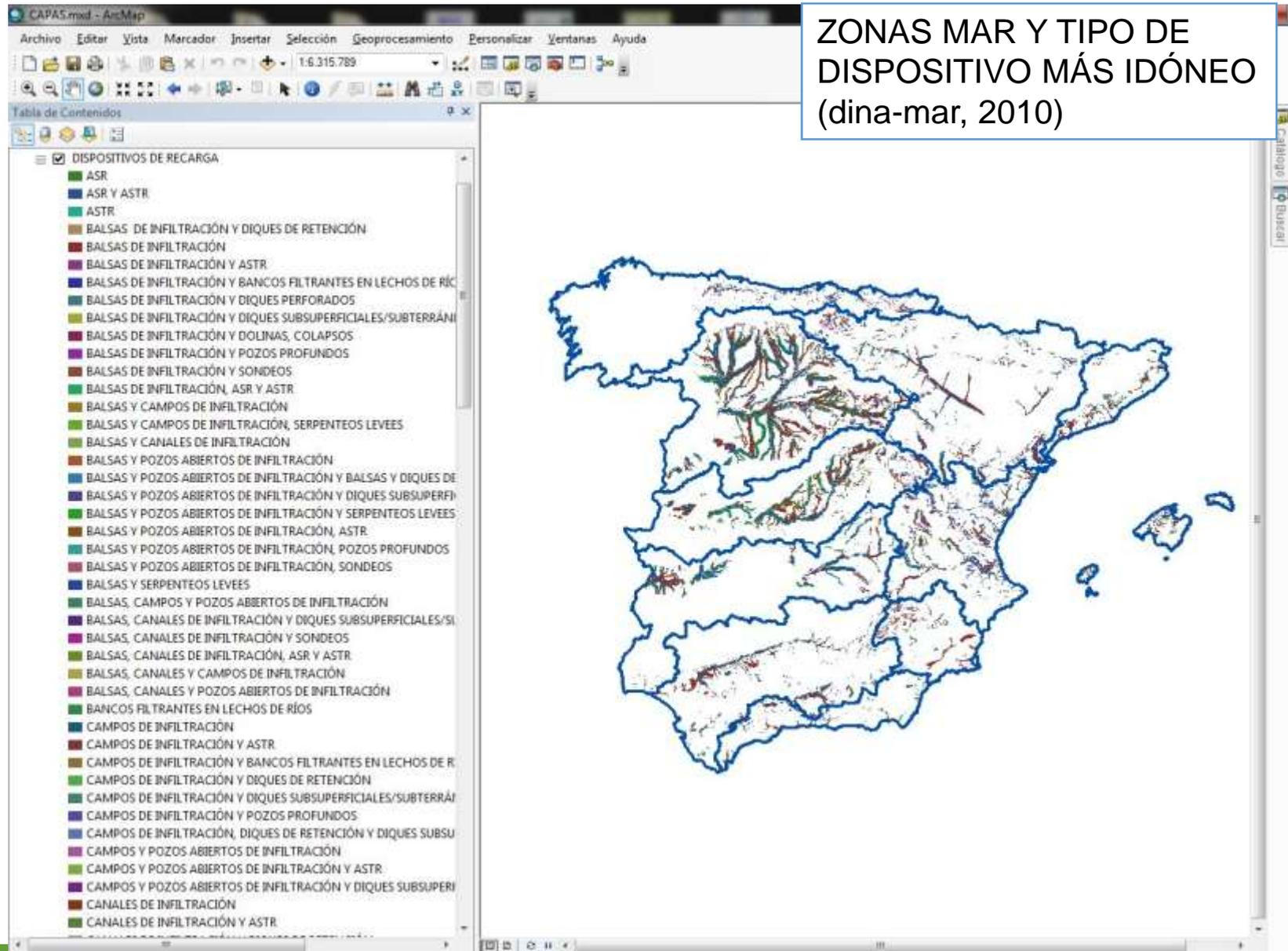


Álgebra de mapas



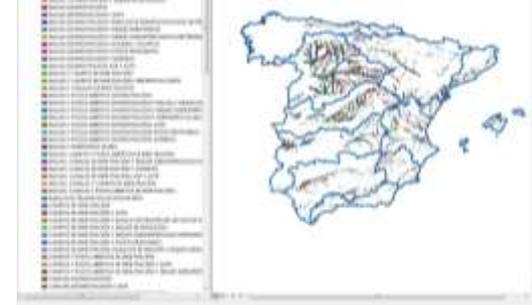
Potencial MAR en España

http://sig3.tragsatec.es/visor_dina-mar/



Potencial MAR en España.

Resultados (DINA-MAR, 2012)



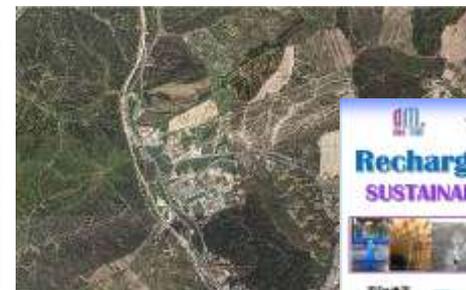
Volumen de agua almacenado en España: **53.198 hm³ en 2.745 km² (enero de 2005)**

16 % del territorio es apropiado para MAR (67.000 km²)

¿Cuánto agua podría almacenarse en las zonas MAR?

Capacidad de almacenamiento medio (estimado a partir de los mapas de piezometría del IGME): **134.000 hm³ (2 hm³/km²)**

MÁS DEL DOBLE!! DEL VOLUMEN ALMACENADO EN EMBALSES



Ventajas e inconvenientes de la recarga gestionada

VENTAJAS:

- **Gestión de recursos** hídricos conjunta y multipropósito.
- **Adaptación a CC:** Mejora de garantía de suministro con menor dependencia climática... Correlación con fenómenos extremos. Reservas estratégicas
- **Multiescala:** Aplicación para individuos o agroindustrias.
- **Talante reciclador:** Reutilización de áreas degradadas (areneros, canteras, cauces secos...).
- **Comparación con infraestructuras hidráulicas clásicas (presas, canales y balsas):** Ocupación menor de suelo, disminución del efecto barrera, menor evaporación, mayor integración, mantenimiento inferior, bajo o nulo coste energético...



INCONVENIENTES:

- **Dependencia regulatoria/concesional** > legislación española más reactiva del mundo, conflictos de intereses + CC. Futuro hacia fuentes regeneradas.
- **Colmatación** física y gaseosa en dispositivos MAR.
- **Mejoras en pretratamiento del agua:** Mejora en colectores, decantación, lagunaje, ...
- **Huella hídrica elevada** (salida de agua del sistema en productos).
- **Faltan afecciones por ser evaluadas:** Efectos diferidos y a largo plazo (Planificación a nivel de cuenca, seguimiento, sistemas de alarma, ordenación de usos).



Conclusiones

Nuevas condiciones ambientales > nuevos esquemas de PyGH
Indicadores de implantación y funcionamiento positivos (aunque muy despacio)



IAH-MAR Managing Aquifer Recharge Commission



<https://recharge.iah.org/>

IAH-MAR Managed
Aquifer Recharge



WELCOME ABOUT THE COMMISSION SYMPOSIA AND WORKSHOPS WORKING GROUPS MAR NETWORKS COLLABORATIONS

RESOURCES

Welcome



ISMAR9 Mexico City June 2016

Welcome to the website of the International Association of Hydrogeologists Commission on Managing Aquifer Recharge (IAH-MAR). Here you can discover what our **working groups** are doing and contribute to their current projects, you can connect with people and resources, get information on symposia coming up, and join our email list to stay informed of latest news. We also have sister sites in Spanish and Chinese.

Managed Aquifer Recharge

Managed aquifer recharge, also called groundwater replenishment, water banking and artificial recharge, is the purposeful recharge of water to aquifers for subsequent recovery or environmental benefit. It embraces methods such as riverbank filtration, stream bed weirs, infiltration ponds and injection wells, and uses natural water sources and appropriately treated urban stormwater, sewage and other waste waters to increase groundwater storage, protect and improve water quality, and secure drought and emergency supplies. Its growing scientific base supports its rapidly increasing use as a vital management tool in the sustainable use of the world's water resources.

**Foro técnico
Estudio de sinergias**

THE WORLDWIDE GROUNDWATER ORGANISATION

HOME SYMPOSIA WORKSHOPS-PLenaries WORKING GROUPS IAH-MAR EMAIL **RESOURCES** PUBLICATIONS LINKS CONTACTS

Contacts

IAH email list

[Click here to access the IAH Email List.](#) By clicking on this link you can join a large group of people with interests in recharge enhancement. We hope you will contribute ideas and news of interest to this scientific community, and benefit from the contributions of others to this email list.

Contact a Co-Chair

Peter Dillon
Co-Chair, IAH Commission on Managing Aquifer Recharge
CSIRO Land and Water, Australia
peter.dillon@csiro.au

Weiping Wang
Co-Chair IAH Commission on Managing Aquifer Recharge
University of Jinan, China
SU_wangwp@ujn.edu.cn

Enrique Fernandez Escalante
Co-Chair IAH Commission on Managing Aquifer Recharge
TRAGSA Group, Spain
efernan6@tragsa.es

Selected publications

Clogging Monograph

[Back to top](#)

MEDIA RELEASES

Scientists wade into Murray-Darling pipeline debate – Australia Aug 2017

JOIN OUR MAILING LIST

Register with our large email group to share information, ideas and news concerning recharge enhancement.

Join IAH-MAR email community



ASCE AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS



ISMAR 10

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
MANAGED AQUIFER RECHARGE



Madrid (Spain)
2019 May 20-24th



“M.A.R. to solve the global water crisis”

ismar10@ismar10.net

www.ismar10.net



Contacto:

Dr. Enrique Fernández Escalante
I+D+I TRAGSA
efernan6@tragsa.es
+34 913226106



MUCHAS GRACIAS

Madrid 12/03/2018



Les esperamos en Madrid, Mayo 2019

