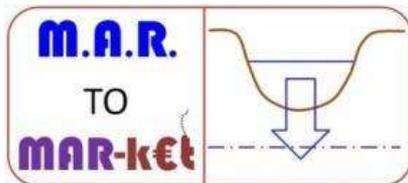
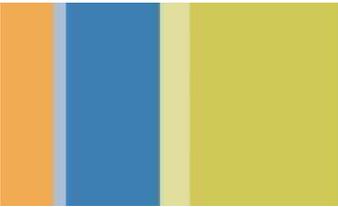


# Gestión de la recarga y recomendaciones prácticas ¿Cómo manejarlo?

Dr. Enrique Fernández Escalante  
Dr. Jon San Sebastián Sauto



\*<http://www.marsol.eu>



# INTRODUCCIÓN

**-Soluciones Tecnológicas obtenidas de la experiencia de MAR en Los Arenales**

**- Recomendaciones:**

- constructivas**
- operativas / prácticas**
- medioambientales**



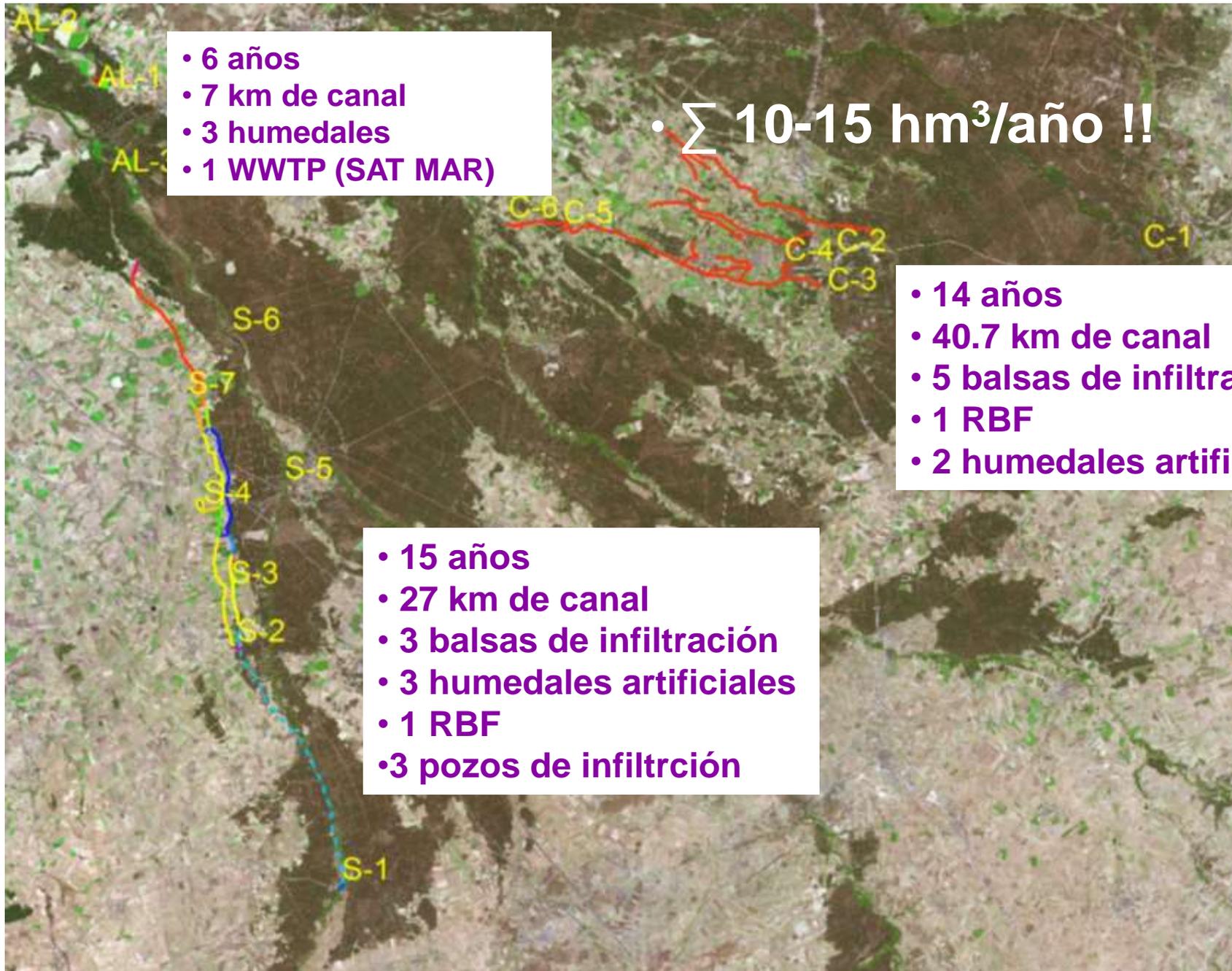
**- Cabe avanzar la importancia de los “usuarios finales” en la gestión (elemento clave en Los Arenales)**

# LOS ARENALES



4- SAT-MAR en LA MORANA. Parado en la actualidad

SMARTS



- 6 años
- 7 km de canal
- 3 humedales
- 1 WWTP (SAT MAR)

•  $\Sigma$  10-15 hm<sup>3</sup>/año !!

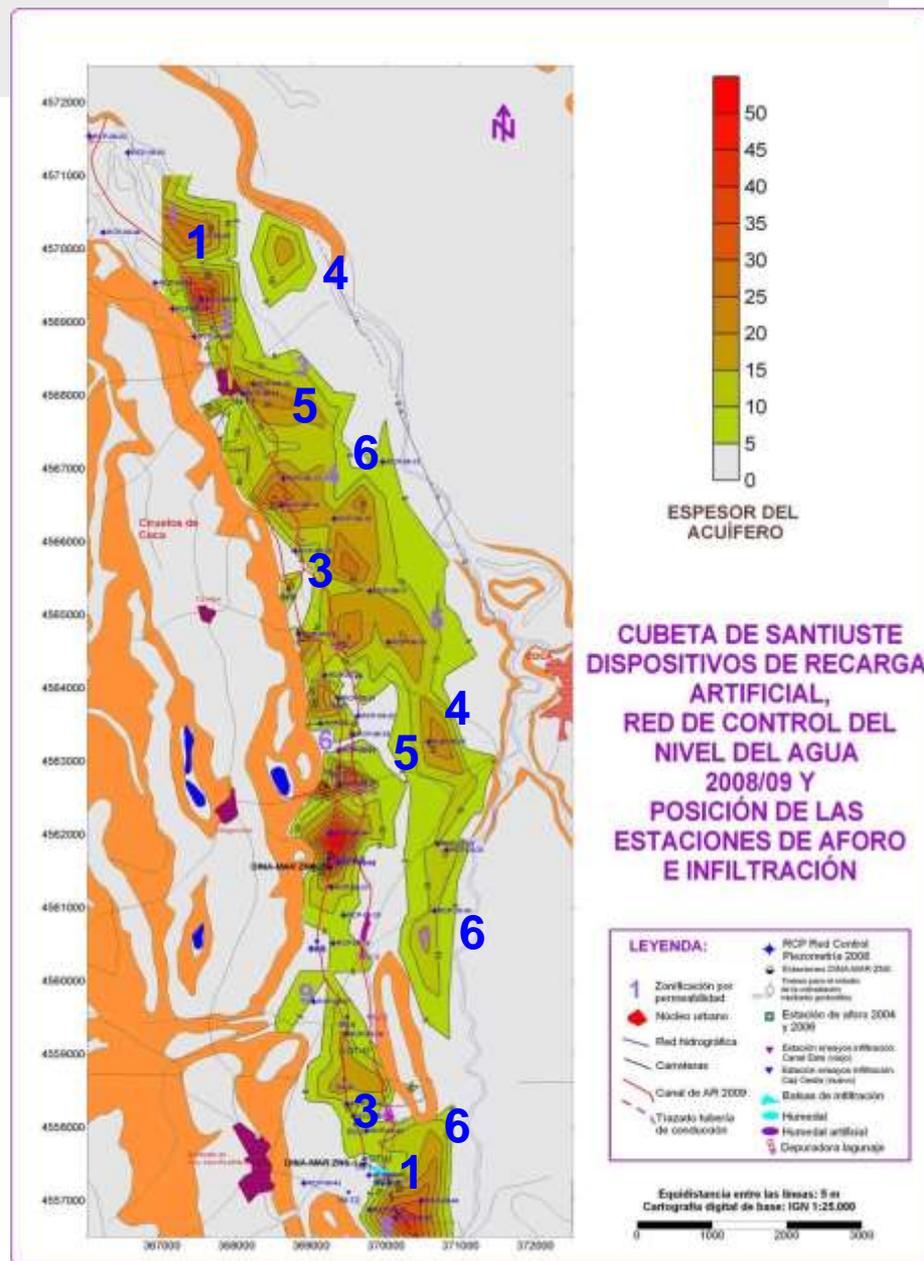
- 14 años
- 40.7 km de canal
- 5 balsas de infiltración
- 1 RBF
- 2 humedales artificiales

- 15 años
- 27 km de canal
- 3 balsas de infiltración
- 3 humedales artificiales
- 1 RBF
- 3 pozos de infiltración

# CUBETA DE SANTIUSTE



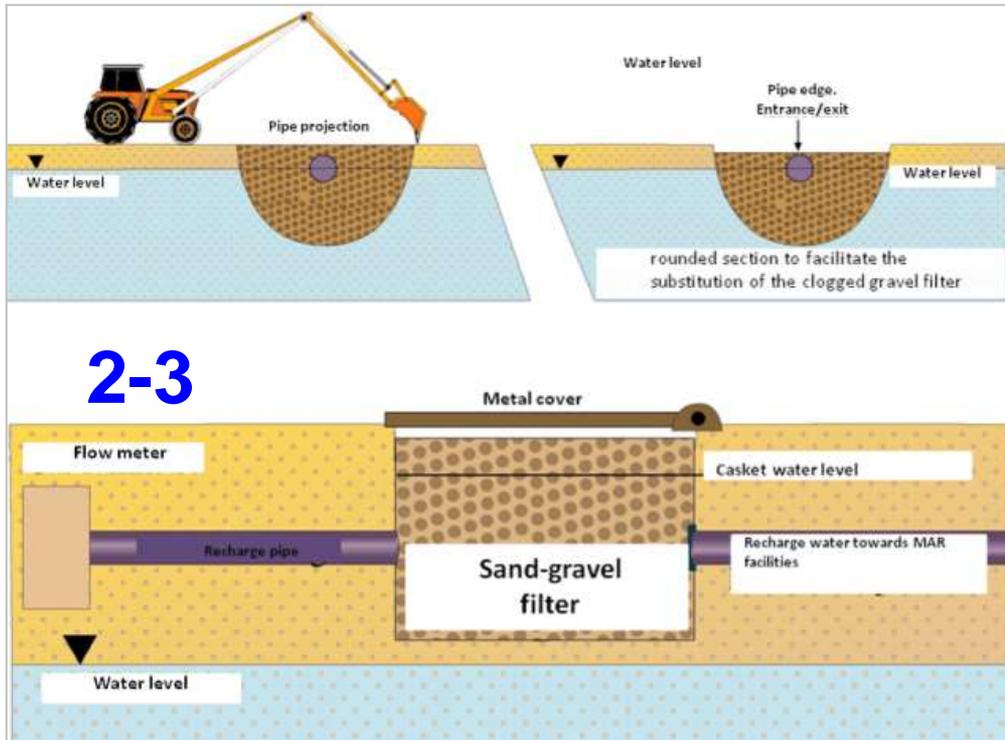
1. USO DE ESTE SECTOR DEL ACUÍFERO COMO “HUCHA” Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
2. USO DE POZOS COMO DEPÓSITOS EN ZONAS DE BAJA PERMEABILIDAD Y CELDAS DE GESTIÓN
3. POZOS COLECTIVOS EN ZONAS MUY PRODUCTIVAS
4. ALIVIADEROS
5. BUEN EJEMPLO DE ASOCIACIÓN COMO FORTALEZA



# PRE-TRATAMIENTO



1. Embalse con diseño específico
2. Filtración del agua
3. Filtros intermedios
4. Control del pH mediante “inertes”



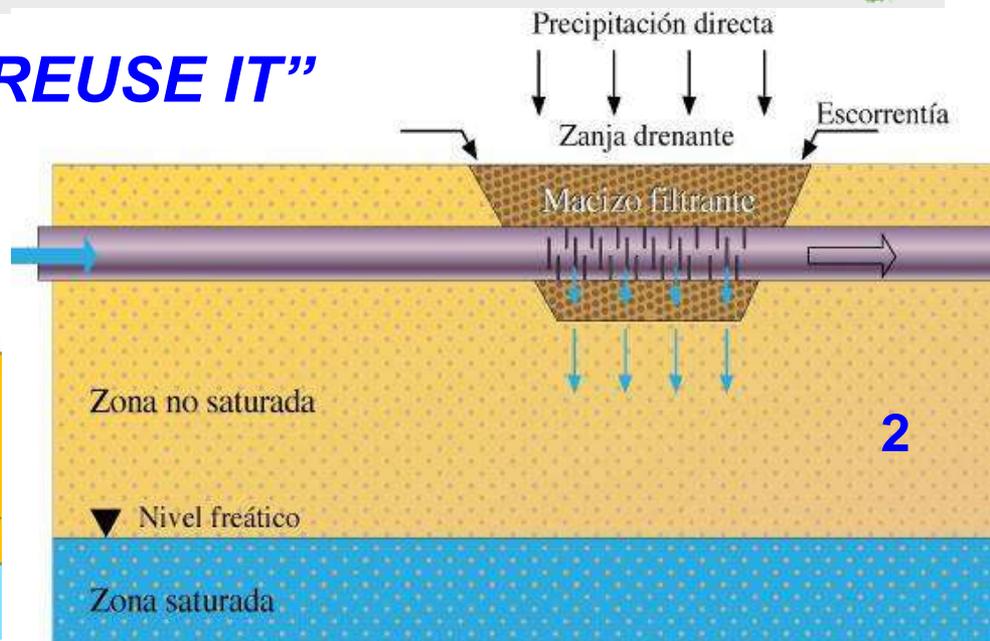
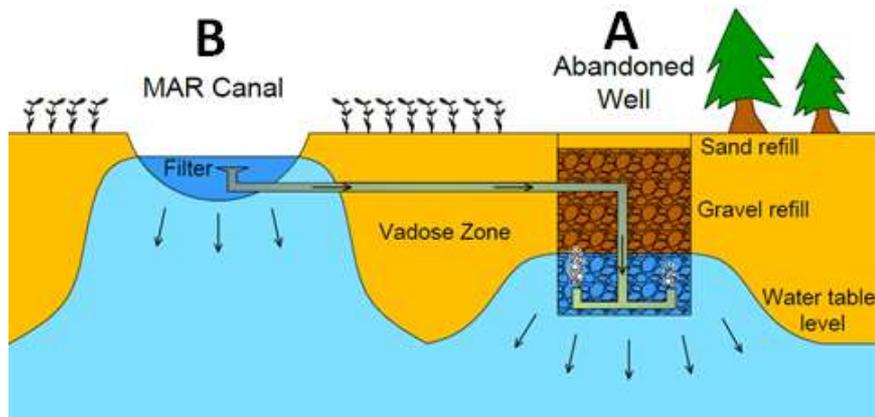
2-3

SMARTS

4

# RECARGA INVISIBLE

1. "DO NOT CLOSE A WELL, REUSE IT"
2. RECARGA IN ITINERE



# GESTIÓN PERSONALIZADA



1. CONTROL MANUAL. PREVENCIÓN SITUACIONES EXTREMAS
2. MINIMIZAR LA COLMATACIÓN QUÍMICA

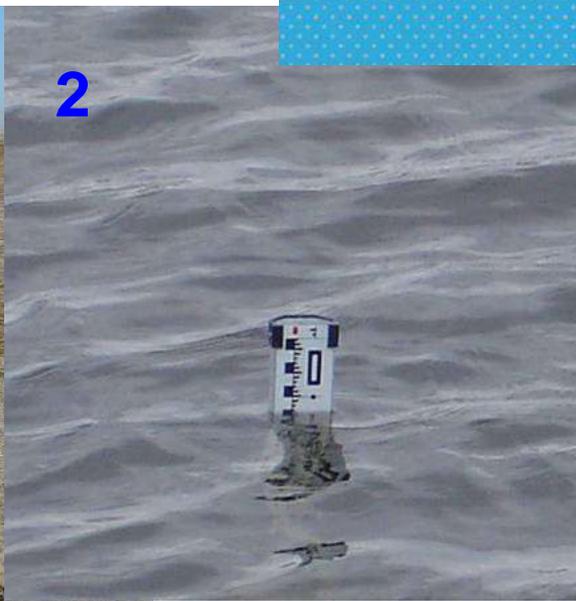
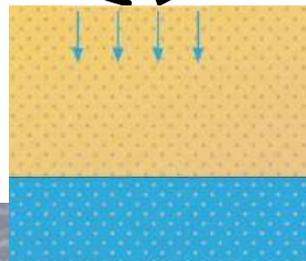
SISTEMA PASIVO  
INTERMITENTE  
REGULADO



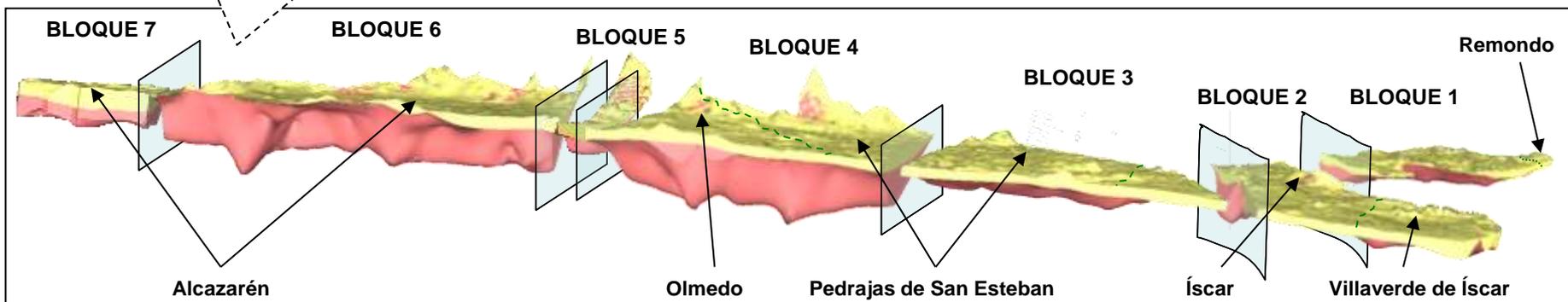
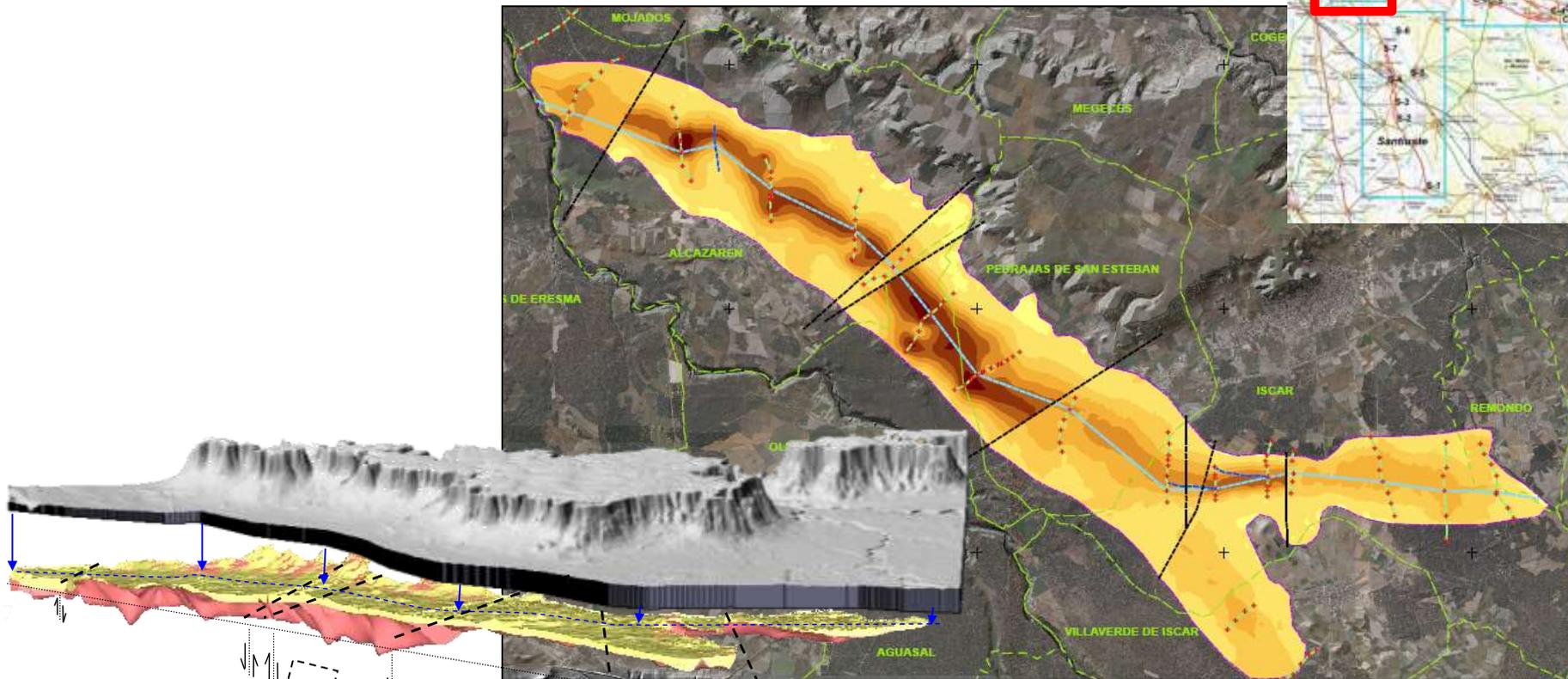
# SATs...



- 1- INFILTRACIÓN MÁXIMA CON 200 L/s
- 2- ESPESOR AGUA EN BALSAS MENOR DE 140 cm



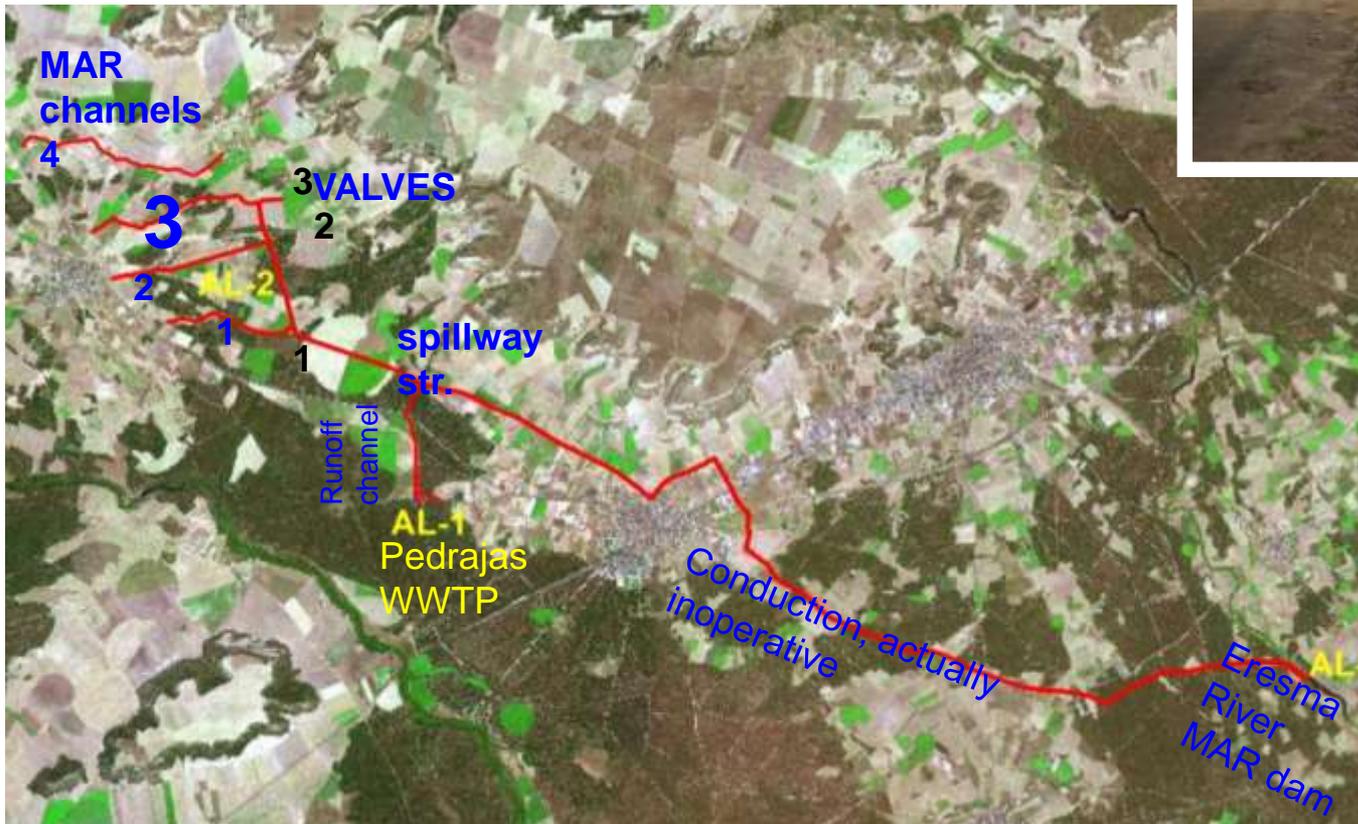
# ALCAZARÉN SAT-MAR



# SOLUCIONES TECNOLÓGICAS. ALCAZARÉN SAT-MAR



1. CANALES CRUZAN FALLAS
2. SEIS PIEZÓMETROS DE CONTROL



Alcazarén MAR facilities on orthophoto



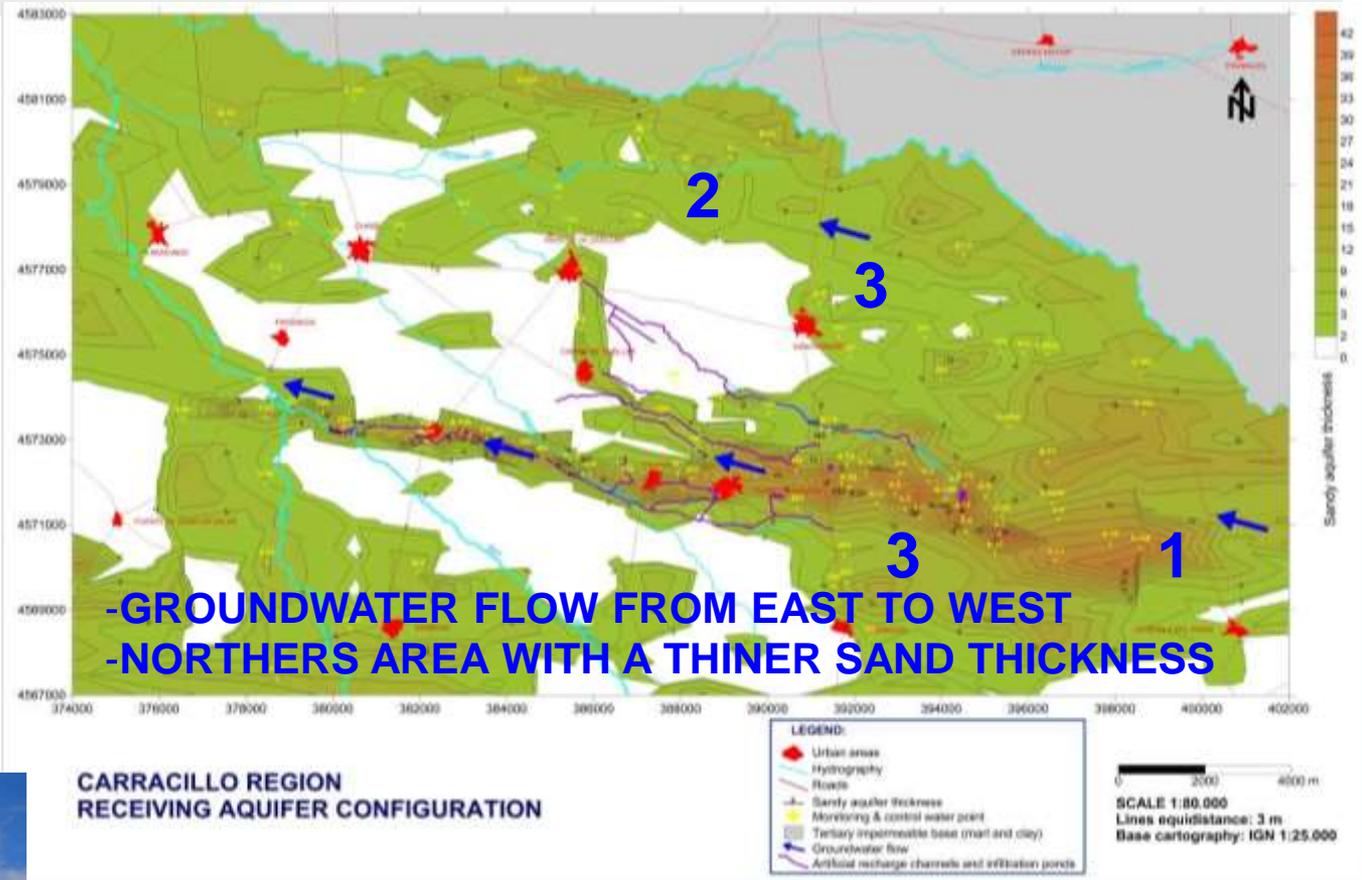
# SOLUCIONES TECNOLÓGICAS. ALCAZARÉN SAT-MAR



1. ALIVIADEROS
2. CANALES TERMINAN EN VIEJOS ARENEROS USADOS COMO BALSAS DE INFILTRACIÓN



# SOLUCIONES TECNOLÓGICAS. EL CARRACILLO

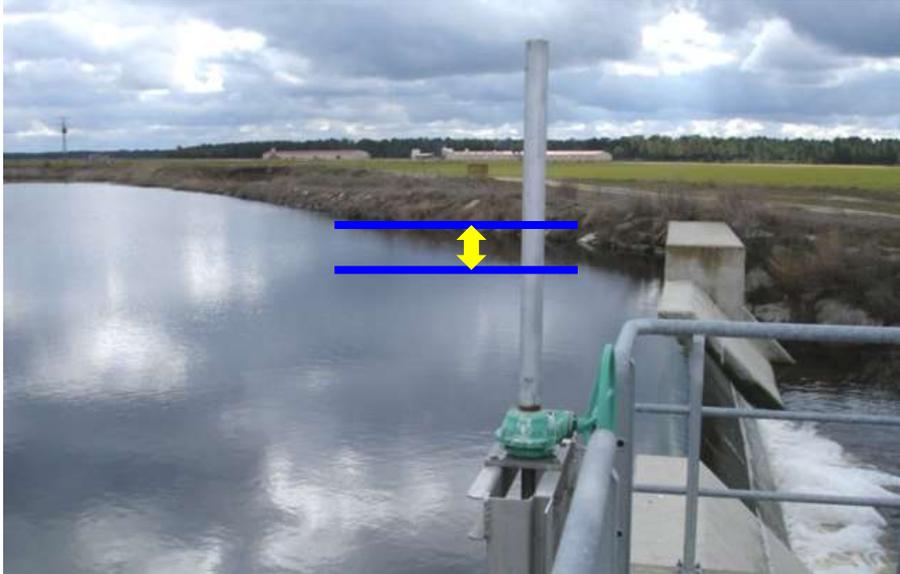


**-GROUNDWATER FLOW FROM EAST TO WEST  
-NORTHERS AREA WITH A THINER SAND THICKNESS**

1. ACUÍFERO COMO TUBERÍA Y HUCHA DE AGUA
2. DEPÓSITOS SUPERFICIALES
3. DRENAJES. *FISHBACK PIPELINES*
4. POZOS COMO CELDAS DE GESTIÓN



# SUPER-SOLUCIÓN TECNOLÓGICA



**1- NIVEL DE BASE CONTROLADO MEDIANTE UNA PRESA**

**- ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA EN MÁS DE 100 POZOS CON UN AHORRO ENERGÉTICO VALORADO EN 3.000 € (HASTA UN 46%)**



# SANTIUSTE

## MARSOL. Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought

FP7. Inno-demo call 2013. GA: 619.120



Para que determine el nivel de base del acuífero

[www.marsol.eu/](http://www.marsol.eu/)

## Demostrando la técnica de la recarga gestionada de acuíferos como una solución para la escasez de agua y la sequía



Balsa de infiltración en zona agrícola

### WP5 "DEMO Site 3: ARENALES, Santiuste, Castilla y León.

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada en una zona regable desarrollada, con objeto de alcanzar soluciones tecnológicas avanzadas mediante la I+D+i.

#### TAREAS

- 1: Área de ejecución
- 2: Canales, tuberías y conductos
- 3: Estudios de rehabilitación porosos
- 4: Estudios sobre SAT-AMAR
- 5: Humedales artificiales



Socios participantes:



### WP 13. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y BENCHMARKING

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada (o MAR) en los "demo sites", con objeto de proporcionar nuevas soluciones técnicas mediante la permanente I+D y comunicación.

#### TAREAS:

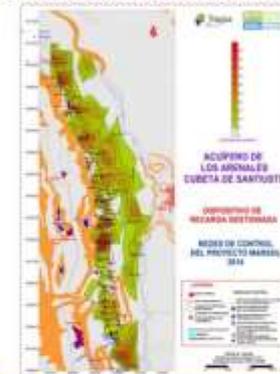
- 1: Soluciones tecnológicas
- 2: Técnicas de recarga y parámetros técnicos
- 3: Directrices de implementación MAR
- 4: Benchmarking (adopción, evolución y agrupamiento)



Socios:



### EL ACUÍFERO. REDES DE CONTROL MARSOL Y DISPOSITIVOS MAR



Nombre	Coordenadas	Descripción	Estado
ACUÍFERO DE LOS ARENALES			
CUBETA DE SANTIUSTE			
DISPOSITIVO DE RECARGA DESTINADA			
REDES DE CONTROL DEL PROYECTO MARSOL			

## SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PROPUESTAS:

BINOMIOS PROBLEMA-SOLUCIÓN

INSTALACIONES DE LA CUBETA DE SANTIUSTE  
PROBLEMAS OPERATIVOS DETECTADOS

CUBETA DE SANTIUSTE. TÉCNICAS SAT Y DISEÑOS ESTRUCTURALES ADOPTADOS

## SOL. TECNOLÓGICAS EN DESARROLLO:

### Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
  - Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
  - Control del pH del agua (lechos de piedra caliza)
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de ±140 cm de compacta el fondo
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Evitar el batido del agua para reducir la entrada de aire al acuífero
- Labrado balsas: distancia caballos: 80 cm

### De gestión:

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Zanjas drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "desuelgue" al acuífero profundo



"TRIPLETA" DE SANTIUSTE: DEPURADORA-BIOFILTRO- HUMEDAL ARTIFICIAL (2 km)

Control del nivel del agua en balsa

Uso de la tecnología de relleno para detectar pozos calificados

Solución tecnológica de relleno de pozos para evitar el batido del agua

Labrado de zanjas en balsa

Reutilización de un pozo de drenaje de los canales (Evitar el desuelgue)

NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO" (conexión al canal de recarga mediante tubería y relleno de grava)



This initiative takes place in the framework of "FP7-2013-2013 MARSOL (GA 619.120). Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought (MARSOL)" with the support of the European Commission, however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Más info en: <http://www.dina-mares>

La destrucción de esta placa está penada por la Ley

## Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
  - Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
  - Control del ph del agua (lechos de piedra caliza)
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de  $\pm 140$  cm de compacta el fondo
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Evitar el batido del agua para reducir la entrada de aire al acuífero
- Labrado balsas: distancia caballones: 80 cm

## De gestión:

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Zanjas drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo



"TRIPLETA" DE SANTIUSTE: DEPURADORA-BIOFILTRO- HUMEDAL ARTIFICIAL (2 km)



Control del nivel del agua en balsas



Uso de la termografía de infrarrojos para detectar procesos colmatantes



Solución tecnológica en los dispositivos de parada para evitar el batido del agua



Labrado de caballones en balsas



**NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO"**  
(conexión al canal de recarga mediante tubería y relleno de grava)



Solución tecnológica de diseño de los canales (taludes e infiltración máxima)



# MARSOL. Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought

FP7. Inno-demo call 2013. GA: 619.120

## mostrando la técnica de la recarga gestionada de acuíferos como una solución para la escasez de agua y la sequía



<http://www.marsol.eu/>

### WP5 "DEMO Site 3: ARENALES, Carracillo, Castilla y León.

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada en una zona regable ampliamente desarrollada, con objeto de alcanzar soluciones tecnológicas avanzadas mediante la I+D+i.

#### TAREAS

- 1: Área de ejecución
- 2: Canales, tuberías y conducciones
- 3: Estudios de climatación pasiva
- 4: Estudios sobre SAT-MAR
- 5: Humedales artificiales



#### Socios participantes:



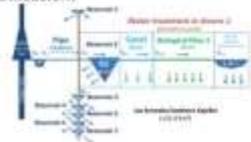
### WP 13. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y BENCHMARKING

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada (o MAR) en los "demo sites", con objeto de proporcionar nuevas soluciones técnicas mediante la permanente investigación y comunicación.

#### TAREAS:

- 1: Soluciones tecnológicas
- 2: Técnicas de recarga
- 3: Parámetros técnicos
- 4: Directrices de implementación de la técnica MAR
- 5: Benchmarking (adopción, evolución y agrupamiento)

#### Socios:



#### SITUACIÓN

Bajo el sector oriental de la comarca de "El Carracillo" se encuentra situado el acuífero cuaternario superficial, entre los ríos Cega y Pisuerga. Los diferentes dispositivos de recarga gestionada se concentran en los sectores oriental y sur.

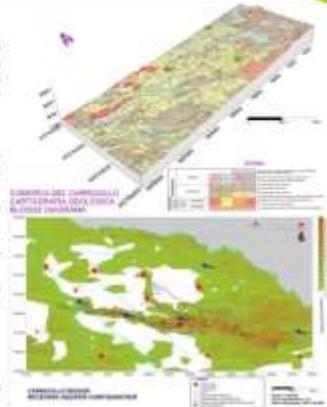
#### EL ACUÍFERO

Se trata de un acuífero Cuaternario de espesor inferior a 30 m y de gran permeabilidad (arenas sobre un sustrato impermeable). Se han diferenciado dos zonas, denominadas "zona almacén" y "paleoforma".

- La "zona almacén" se encuentra en el sector oriental del acuífero. Posee una alta capacidad de almacenamiento de agua.
- La "paleoforma" se sitúa en el sector occidental, bajo una zona regada. Es alargada y estrecha, y está sometida a fuertes extracciones en verano.

#### OBJETIVOS PRINCIPALES

- Estudiar el funcionamiento hidrológico general
- Mejorar la eficiencia hídrica y energética de la agricultura mediante soluciones tecnológicas



## SOLUCIONES TECNOLÓGICAS:

### De diseño:

#### FACTORES EN ESTUDIO PARA LA CONSOLIDACIÓN DEL REGADÍO EN LA ZONA NORTE

Almacenamiento más profundo al sur y más somero al norte

#### CONTROL DEL NIVEL DE BASE DEL ACUÍFERO (PRESA): EL NIVEL DE BASE DEL RÍO INFLUYE EN EL NIVEL DE BASE DE LOS POZOS

Si el nivel del agua está cerca de dos metros por encima del "natural"... ¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo de más de 100 pozos para riego?

#### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Control del pH del agua (lechos de piedra caliza)

#### EFICIENCIA POZOS ENTERRADOS CONECTADOS:

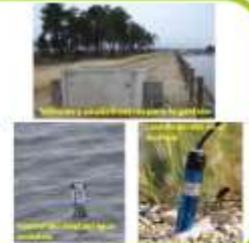
NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO"

- Orografía de la zona y presencia de la zona almacén
- Traslase bajo tubo desde el río Cega hasta el acuífero cuaternario
- Existencia de un punto geográfico alto próximo a los dos sectores
- Línea eléctrica cercana
- Segmentación de las tarifas eléctricas



### Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de 1140 cm de agua provoca que su propio peso compacte las arenas del medio receptor
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Labrado balsas: distancia caballos: 80 cm



### De gestión:

- Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Aljibes (en zonas con escaso espesor de arenas) y depósitos elevados
- Zanjias drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo



### Corolario SATs

**Agua de recarga (cantidad)**

- Cálculo de la cantidad de agua que se puede infiltrar
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento
- Cálculo de la capacidad de infiltración
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento
- Cálculo de la capacidad de infiltración
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento

**Agua de recarga (calidad)**

- Cálculo de la calidad del agua que se puede infiltrar
- Cálculo de la calidad del agua que se puede almacenar
- Cálculo de la calidad del agua que se puede infiltrar
- Cálculo de la calidad del agua que se puede almacenar
- Cálculo de la calidad del agua que se puede infiltrar
- Cálculo de la calidad del agua que se puede almacenar

**Medio receptor (suelo y acuífero)**

- Caracterización del medio receptor
- Caracterización del acuífero
- Caracterización del suelo
- Caracterización del acuífero
- Caracterización del suelo
- Caracterización del acuífero

**Criterios y códigos de gestión / buenas prácticas**

- Criterios de gestión
- Códigos de gestión
- Buenas prácticas
- Criterios de gestión
- Códigos de gestión
- Buenas prácticas



This initiative takes place in the framework of FP7 2007-2013 MARSOL (GA 619.120). Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought (MARSOL) with the support of the European Commission. However it reflects the views of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Más Info en: <http://www.dina-mar.es>

La destrucción de esta placa está penada por la Ley

## De diseño:

### FACTORES EN ESTUDIO PARA LA CONSOLIDACIÓN DEL REGADÍO EN LA ZONA NORTE

Almacenamiento más profundo al sur y más somero al norte

- Orografía de la zona y presencia de la zona almacén
- Trasvase bajo tubo desde el río Cega hasta el acuífero cuaternario
- Existencia de un punto geográfico alto próximo a los dos sectores
- Línea eléctrica cercana
- Segmentación de las tarifas eléctricas

### CONTROL DEL NIVEL DE BASE DEL ACUÍFERO (PRESA): EL NIVEL DE BASE DEL RÍO INFLUYE EN EL NIVEL DE BASE DE LOS POZOS

Si el nivel del agua está cerca de dos metros por encima del "natural"...

¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo de más de 100 pozos para riego?

### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Control del ph del agua (lechos de piedra caliza)

### EFICIENCIA POZOS ENTERRADOS CONECTADOS:

NO CIERRES UN POZO: "REUTILÍZALO"



Lecho de piedra caliza



Presa que controla el nivel de base del acuífero

## De gestión:

### -Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Aljibes (en zonas con escaso espesor de arenas) y depósitos elevados
- Zanjas drenantes y conducciones enterradas en "raspa de pescado"
- Uso del pozo como almacén (zonas menos permeables)
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro de usuarios
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo



Pozo como sistema de explotación y almacenamiento



# Operativas:

- Se debe pretratar el agua, evitar batirla y mantener los dispositivos
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y aliviaderos
- Profundidad de alerta recomendada: 1,5 m
- Profundidades por encima de  $\pm 140$  cm de agua provoca que su propio peso compacte las arenas del medio receptor
- Gestión supeditada a meteorología (lluvias y heladas)
- Tasas de infiltración más altas con caudales en torno a 200 l/s
- Labrado balsas: distancia caballones: 80 cm



Válvulas y caudalímetros para la gestión



Control del nivel del agua en balsas



Control del agua en el acuífero

## Agua de recarga (cantidad)

- Almacenamiento de agua en áreas de superficie
- Control de calidad de las aguas de recarga
- Evitar operaciones durante ciclos de heladas
- Empleo de sistemas de recarga
- Control de calidad en origen
- Limpieza y mantenimiento
- Empleo BGV



## Agua de recarga (calidad)

- Preservación: Criterios de selección origen agua de recarga, Filtración y descalcificación agua AR, etc. (membranas, líneas de tiempo, filtros, espumas, etc.)
- Tratamiento: sistemas y estructuras de descalcificación y remoción
- Disipación (calcificación)
- Diseño y preservación (obras de embalsamiento, canales, etc.)
- Diseño físico de acuíferos o canales, empleo de plantas
- Dirección sobre líneas de agua
- Pretratamiento tipo DBP (Disinfectante by Product): Cl, LO, H2O2, resina UV, etc.
- Limpieza y gestión de aguas AR (plantas de agua en periodo crítico)
- BGV
- Evitar dirección agua AR: vientos, canales, estructuras, etc., calidad agua.
- Descalcificación por electrolysis, cemento, distancia entre inyección-extracción, etc.
- Sistema de agua: fuente de agua, estado natural del agua, tratamiento, agua de recarga, agua de recarga de la parte cubierta y limpieza/renovación de agua
- Almacenamiento con la atmósfera (el calor)
- Los filtros y filtros de agua para la eliminación de calcio (cloro, bicarbonato, sulfato, sulfato, sulfato, sulfato, etc.)
- Evitar el agua de recarga
- Descalcificación: "inversión"
- Riego de la tierra cuando profundidad de infiltración bombe
- Evitar la infiltración natural: recarga pasiva y bombeo en zonas salinas

## Medio receptor (suelo y acuífero)

- Pretratamiento del agua de recarga
- Estado actual del suelo y el acuífero
- Características
- Empleo de sistemas de agua que permitan la limpieza de las zonas de recarga y el agua de recarga
- Bombeo inverso en zonas de recarga
- Inyección de agua de recarga en el acuífero (Bombeo Inverso)
- Lavado inverso (backwashing) en plantas de membranas y filtros
- Selección de técnicas de limpieza (jet)
- Dirección de agua de recarga en pozos de recarga (mantenimiento regular y control de pozos y fondo) y calidad (empleo de agua de calidad)
- Selección de limpieza con la mayor calidad posible
- Bombeo inverso del agua de recarga



## Criterios / códigos de gestión / buenas prácticas

- Parámetros de gestión y recomendaciones:
- Dirección del partido y lugar más idoneo
  - Instalación MAR "separada"
  - Control caudal de entrada y su velocidad
  - Seguimiento del perímetro de las aguas durante el ciclo de recarga
  - Empleo de dispositivos de protección física y pasivos
  - Adoptar con prioridad las BTP
  - Programa de limpieza y control
  - Protocolo específico de control de la calcificación
  - Protocolo de los aspectos hidrodinámicos en el aspecto y tiempo
  - Sistema integral-todas las actividades están interrelacionadas
- Código de Buenas Prácticas SAR:
- Ubicación en el terreno
  - Intervención agrícola en gestión
  - Instalación de dispositivos y mantenimiento al tiempo

1. Modificado de Ferrández Escalante, 2005

Corolario SATs



# MARSOL. Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought

FP7. Inno-demo call 2013. GA: 619.120

## Mostrando la técnica de la recarga gestionada de acuíferos como una solución ante la escasez de agua y la sequía



Mapa del acuífero de Pedraja-Alcaraz (L3-D)

### WP5. Lugar demostrativo 3: ARENALES, Área de Alcaraz-Pedraja, Castilla y León

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada en una zona regable ampliamente desarrollada, con el fin de alcanzar soluciones tecnológicas avanzadas mediante la I+D+i.

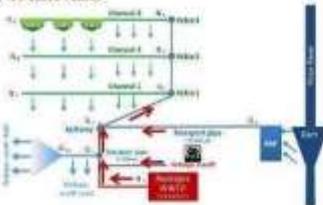


Socios participantes:



### WP 13. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y BENCHMARKING

El objetivo principal es demostrar la eficiencia de la técnica de la recarga gestionada (o MAR) en los "demo sites", con objeto de proporcionar nuevas soluciones técnicas mediante la permanente investigación y comunicación con los agentes locales y el estudio comparado de casos reales.



Socios:



### SITUACIÓN

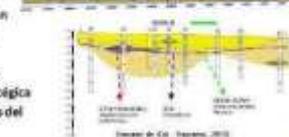
Bajo el sector oriental de la comarca de "El Carraclico" se encuentra situado el Acuífero cuaternario superficial al pie de los "cerros testigo" de Calzas del Páramo que delimita el acuífero de Los Arenales en este sector. La actuación comprende territorio de los T.M: Alcaraz, Pedraja de San Esteban, Iscar, Olmedo y Villaverde de Iscar.

### EL ACUÍFERO

Se trata de un acuífero Plio-cuaternario asociado a otro terciario de espesor inferior a 30 m y de gran permeabilidad (arenas sobre un sustrato impermeable). Se han diferenciado dos zonas, N.O. y S.E. con distinto grado de explotación. La capacidad de almacenamiento de agua es alta y superable mediante técnicas de recarga artificial o gestionada.

### OBJETIVOS PRINCIPALES

- Diseñar soluciones tecnológicas que permitan mejorar la eficiencia hídrica y energética en el sector.
- Fomentar la relación entre la agro-industria y la recarga del acuífero, como reserva estratégica futura capaz de paliar los efectos adversos del cambio climático.



## SOLUCIONES TECNOLÓGICAS:

### De diseño:

#### FACTORES EN ESTUDIO PARA FOMENTAR EL REGADÍO:

- Almacenamiento más profundo al sur este y más abundante en el sector noroeste
- Diversificación de las fuentes de toma
- Canales de recarga a través y recargan las discontinuidades estructurales tales como fallas.

Si el nivel del agua, gracias a la recarga, está cerca de dos metros por encima del "natural"... ¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo más de 100 pozos para riego? Superior al 30%.

- Orografía de la zona y presencia de la zona aluvial
- Travesa bajo tubo desde el río Pisu hasta el acuífero cuaternario
- Uso de elementos preexistentes como balsas de infiltración (arneros)
- Empleo de regadío solar/técnicas alternativas
- Segmentación de las tarifas eléctricas.

#### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Minimizar la carga orgánica mediante filtros reactivos con materiales naturales abundantes en la zona
- Reducir la acumulación de carga orgánica mediante aditivos durante los periodos de limpieza y mantenimiento
- Evitar el batido de las aguas y el aumento de aire en el agua de recarga mediante ramblas en el circuito de recarga.



Lanzas de recarga por infiltración en campo de labor



Asfáltico sistema de infiltración con balsas de infiltración

### De gestión:

#### Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Instalación de válvulas para la gestión manual del caudal circulante en las conducciones
- Uso de pozos como almacén en zonas de menor permeabilidad
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro detallado de usuarios, agrupación o asociación para la defensa de sus intereses y relación con la agroindustria
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo.



Colección de agua en cisterna



Medidores para poder controlar caudales y proceso de infiltración



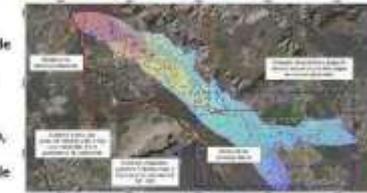
Control sobre excedentes

### Operativas:

- Se debe pretratar el agua de escorrentía y post-tratar el agua de la depuradora mediante filtros (buenos resultados con tests de filtros reactivos), evitar barilla y mantener los dispositivos limpios de materia orgánica
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y uso de los aliviaderos existentes
- Gestión simplificada a meteorología, en especial precipitaciones
- Gestionar debidamente las aguas de sus tres fuentes de origen (depuradora, escorrentía, fluvial).



Identificación de zonas con alto grado de escorrentía. En las zonas de alto grado de escorrentía.



Mapa de las zonas (agua fluvial) en el río Pisu - Tragsa, 2012

Con el apoyo de:



Acción de Política Agraria Común

This initiative takes place under the framework of "FP7-GW-2007-MAR2001" (GA 619.120), Demonstrating Managed Aquifer Recharge as a Solution to Water Scarcity and Drought (MARSOL) with the support of the European Commission, however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



<http://www.marsol.eu/>

Más info en: <http://www.dina-mar.es>

La destrucción de esta placa está penada por la Ley

## De diseño:

### FACTORES EN ESTUDIO PARA FOMENTAR EL REGADÍO:

- Almacenamiento más profundo al sureste y más abundante en el sector noroeste
- Diversificación de las fuentes de toma
- Canales de recarga atraviesan y recargan las discontinuidades estructurales tales como fallas.

Si el nivel del agua, gracias a la recarga, está cerca de dos metros por encima del "natural"... ¿cuál es el ahorro de energía en el bombeo de más de 100 pozos para riego? **Superior al 30%.**

- Orografía de la zona y presencia de la zona almacén
- Trasvase bajo tubo desde el río Pirón hasta el acuífero cuaternario
- Uso de elementos preexistentes como balsas de infiltración (areneros)
- Empleo de regadío solar/técnicas alternativas
- Segmentación de las tarifas eléctricas.

### PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE RECARGA:

- Filtrado y decantación en cabecera y filtros intermedios
- Minimizar la carga orgánica mediante filtros reactivos con materiales naturales abundantes en la zona
- Reducir la acumulación de carga orgánica mediante aditivos durante los periodos de limpieza y mantenimiento
- Evitar el batido de las aguas y el aumento de aire en el agua de recarga mediante remansos en el circuito de recarga.



Canales de recarga en el lateral de los campos de labor



Antiguos areneros empleados como balsas de infiltración

## De gestión:

### Gestión a cargo de los usuarios para aumentar la efectividad

- Uso del acuífero como almacén y como "tubería"
- Instalación de válvulas para la gestión manual del caudal circulante en las conducciones
- Uso de pozos como almacén en zonas de menor permeabilidad
- Perforación de pozos en las zonas de drenaje del acuífero
- Registro detallado de usuarios, agrupación o asociación para la defensa de sus intereses y relación con la agroindustria
- Reducir efecto "descuelgue" al acuífero profundo.



Cabecera del canal 3



Aliviaderos para conducir excedentes a campos de infiltración



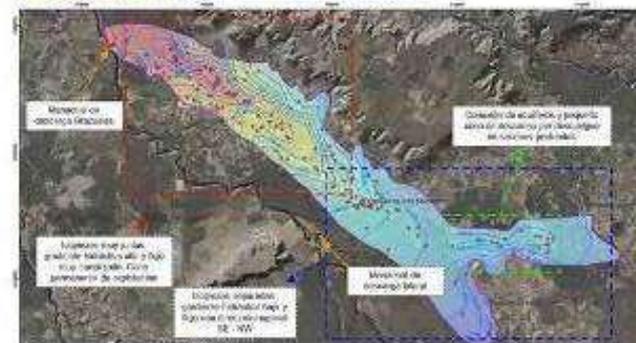
Decantador en cabecera

## Operativas:

- Se debe pretratar el agua de escorrentía y post-tratar el agua de la depuradora mediante filtros (buenos resultados con tests de filtros reactivos), evitar batirla y mantener los dispositivos limpios de materia orgánica
- Evitar desbordamientos mediante gestión de válvulas y uso de los aliviaderos existentes
- Gestión supeditada a meteorología, en especial precipitaciones
- Gestionar debidamente las aguas de sus tres fuentes de origen (depuradora, escorrentía, fluvial).



Diversificación de tomas: canal del agua de escorrentía del núcleo urbano de Pedrajas

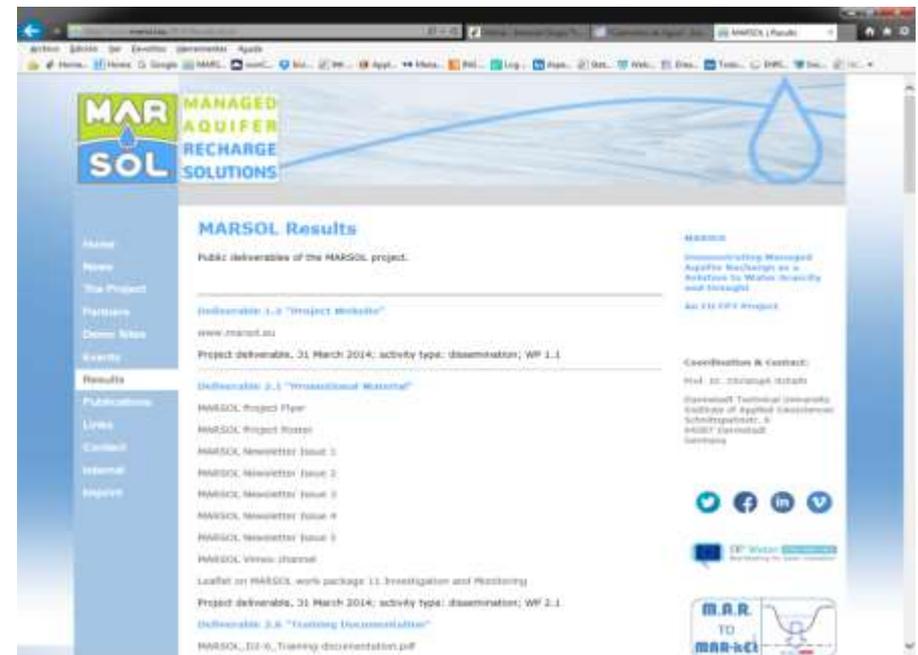
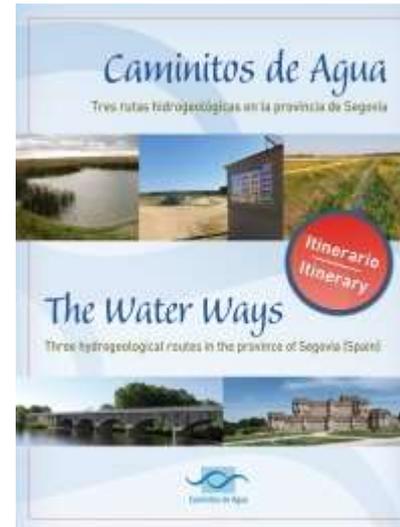


# IMPORTANCIA PERSONALIZADA:

“El Manolito de turno”



Libros en:  
[www.dina-mar.es](http://www.dina-mar.es)  
[www.marsol.eu](http://www.marsol.eu)



# VIDEO

[http://www.dina-mar.es/videos/MARenales-Film\\_v7.6.mp4](http://www.dina-mar.es/videos/MARenales-Film_v7.6.mp4)

# CONCLUSIONES



- 1. Sector con buenos ejemplos prácticos**
- 2. Mejoras en la eficiencia técnica y energética mediante MAR**
- 3. Garantía de suministro con menor dependencia climática**
- 4. Variedad de escalas, de individuales a agroindustrias**
- 5. Huella hídrica elevada**
- 6. Ejemplos SAT**
- 7. Cooperación de los usuarios finales, protagonistas de la experiencia**
- 8. Fuerte impacto por colmatación física y gaseosa**
- 9. Importante pretratamiento del agua**
- 10. Buenas relaciones para buenos resultados.**