



CEGAFEST

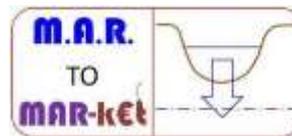
La gestión de la recarga artificial de acuíferos en el marco del desarrollo sostenible.
Comarca del Carracillo



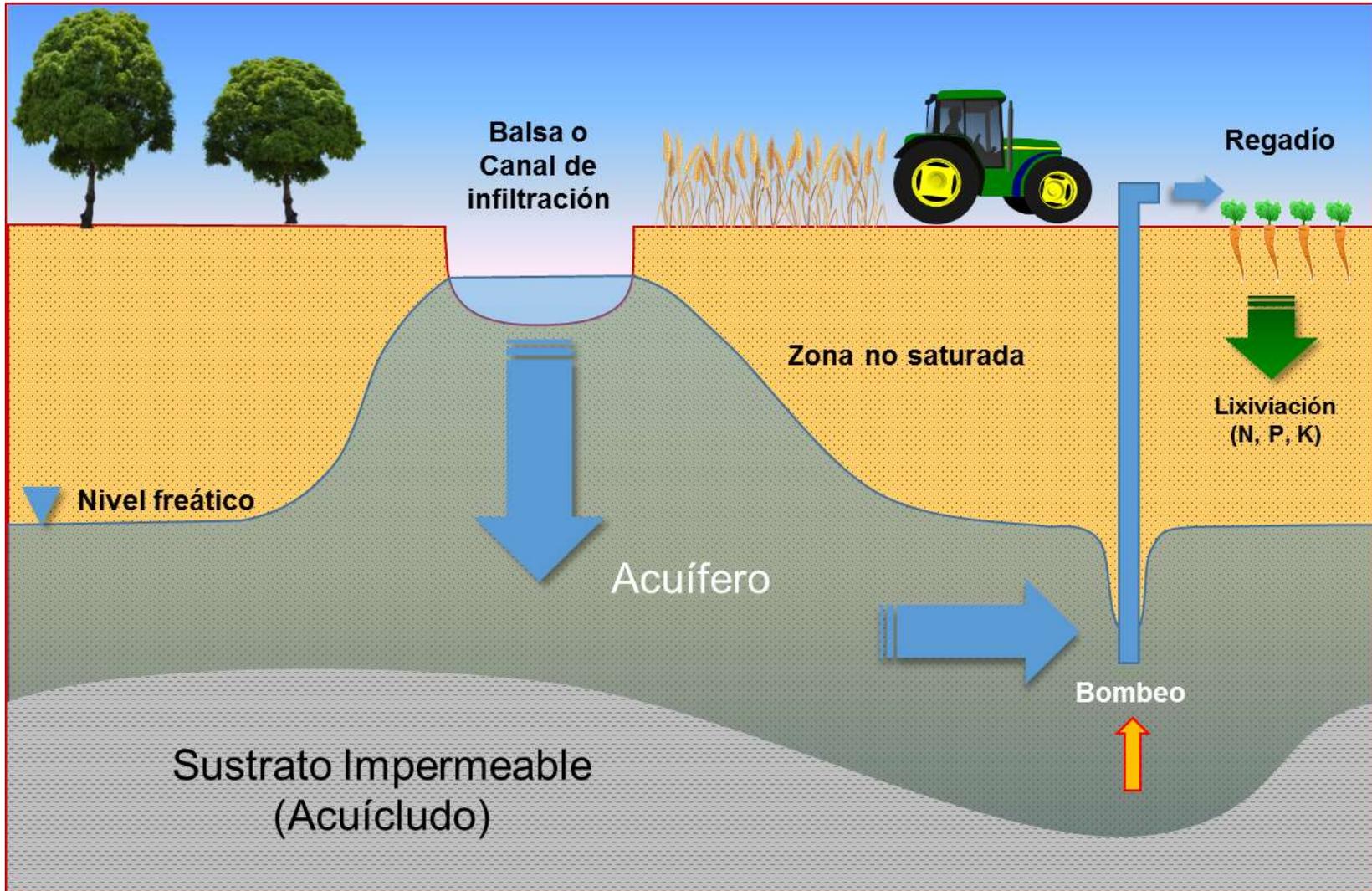
Cuéllar, 15 de Julio de 2017

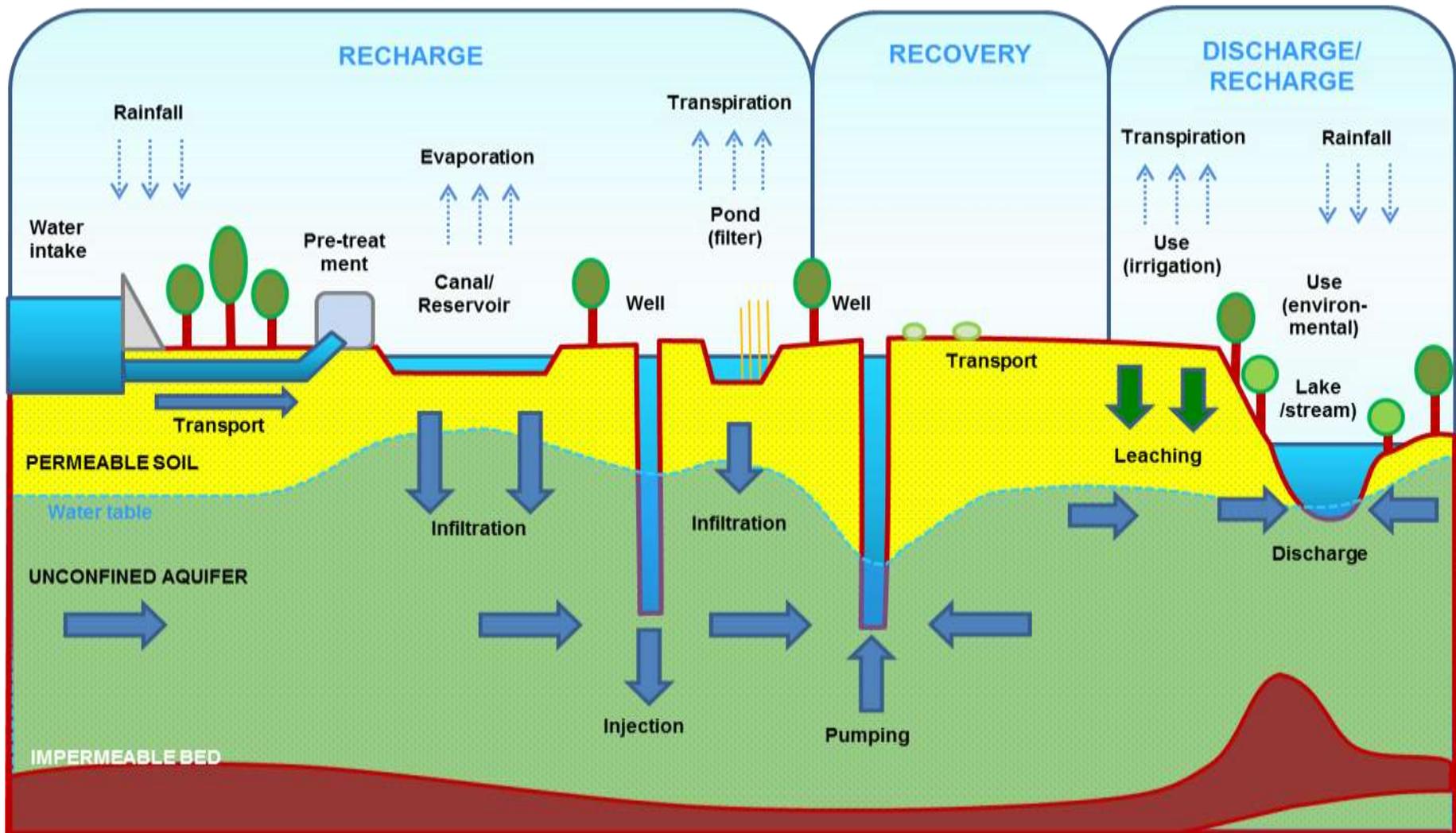
Dr. Enrique Fernández Escalante (hidrogeólogo)

Dr. Jon San Sebastián Sauto (biólogo)

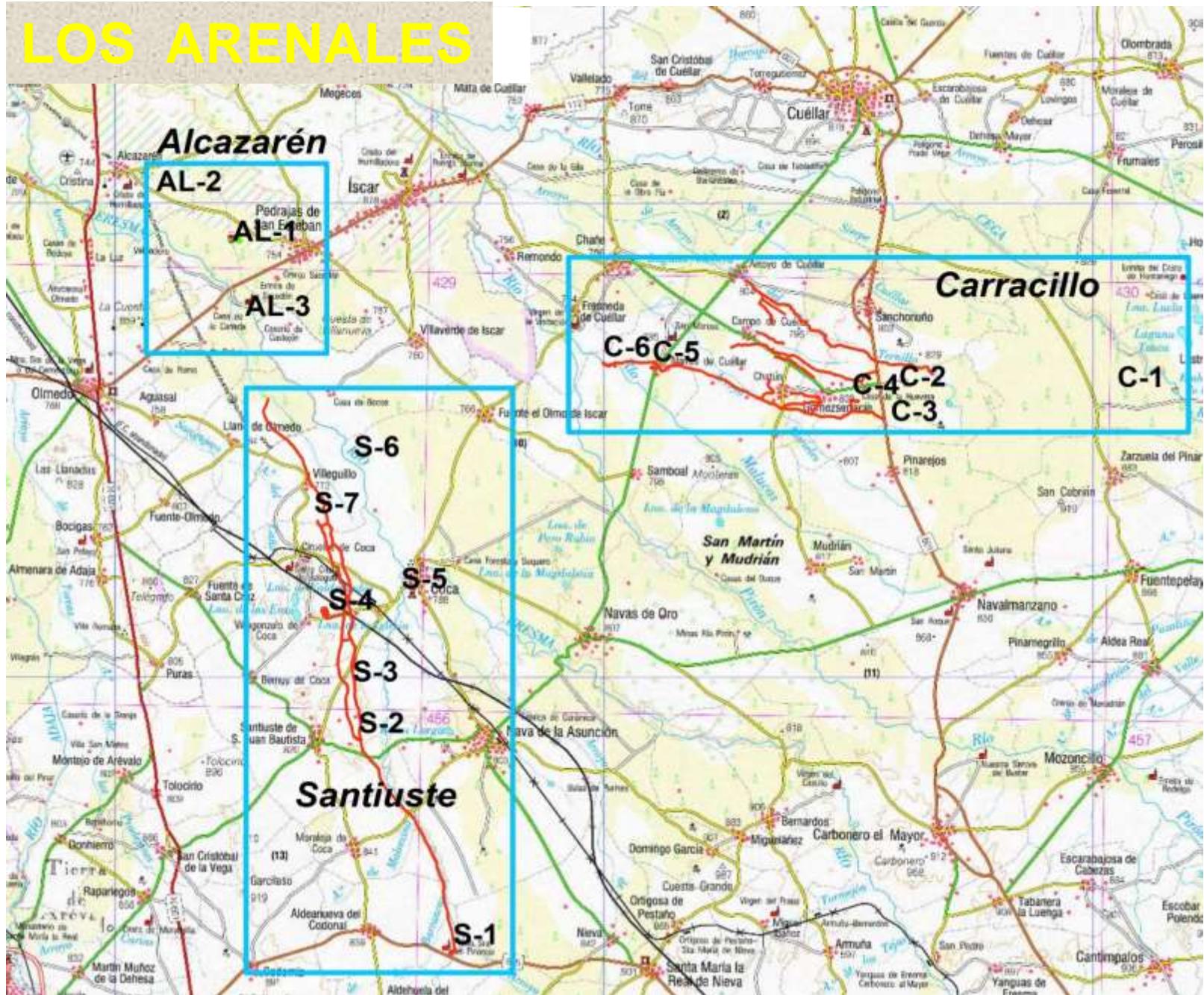


2 RECARGA EN CANALES Y BALSAS (USO AGRÍCOLA)



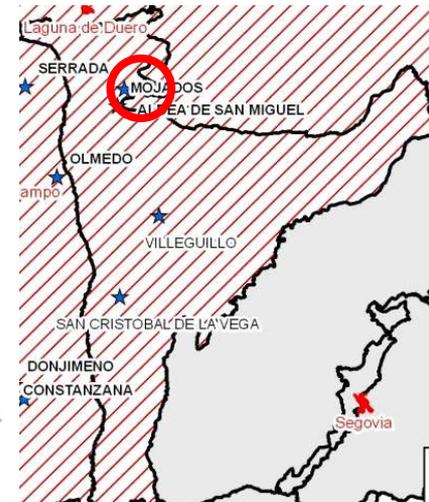
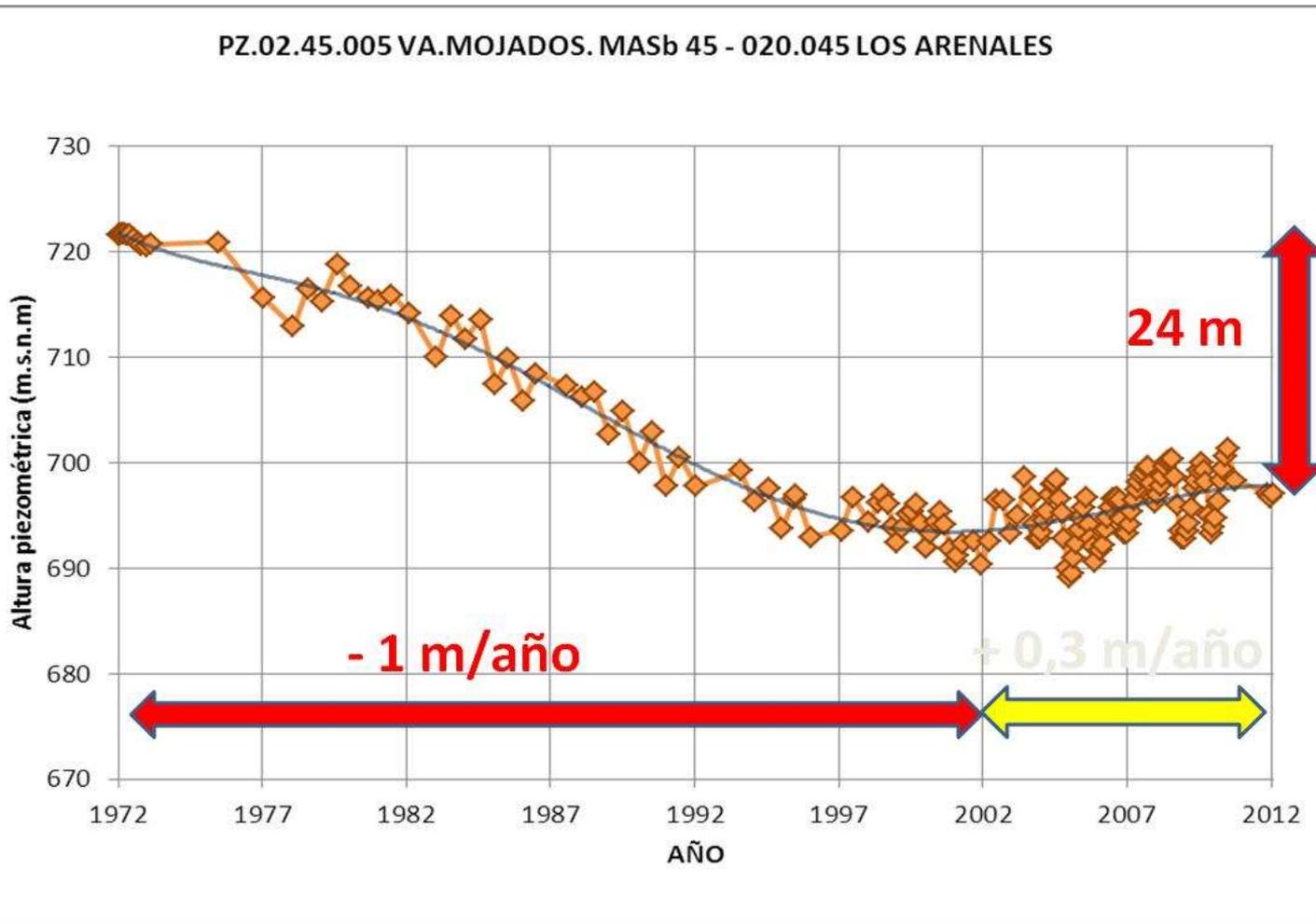


LOS ARENALES



+ **SAT-MAR en LA MORAÑA. Parado en la actualidad**

5 LOS ARENALES. EVOLUCIÓN DEL NIVEL FREÁTICO (WTF)



EL CARRACILLO



- MAR en el Carracillo:**
- 14 años
 - 40.7 km de canal
 - 5 balsas de infiltración
 - 1 RBF
 - 2 humedales artificiales

1. ACUÍFERO COMO TUBERÍA Y HUCHA DE AGUA
2. DEPÓSITOS SUPERFICIALES
3. ABASTECIMIENTO. *FISHBACK PIPELINES*
4. POZOS COMO CELDAS DE GESTIÓN
5. REUSO ELEMENTOS PRE-EXISTENTES

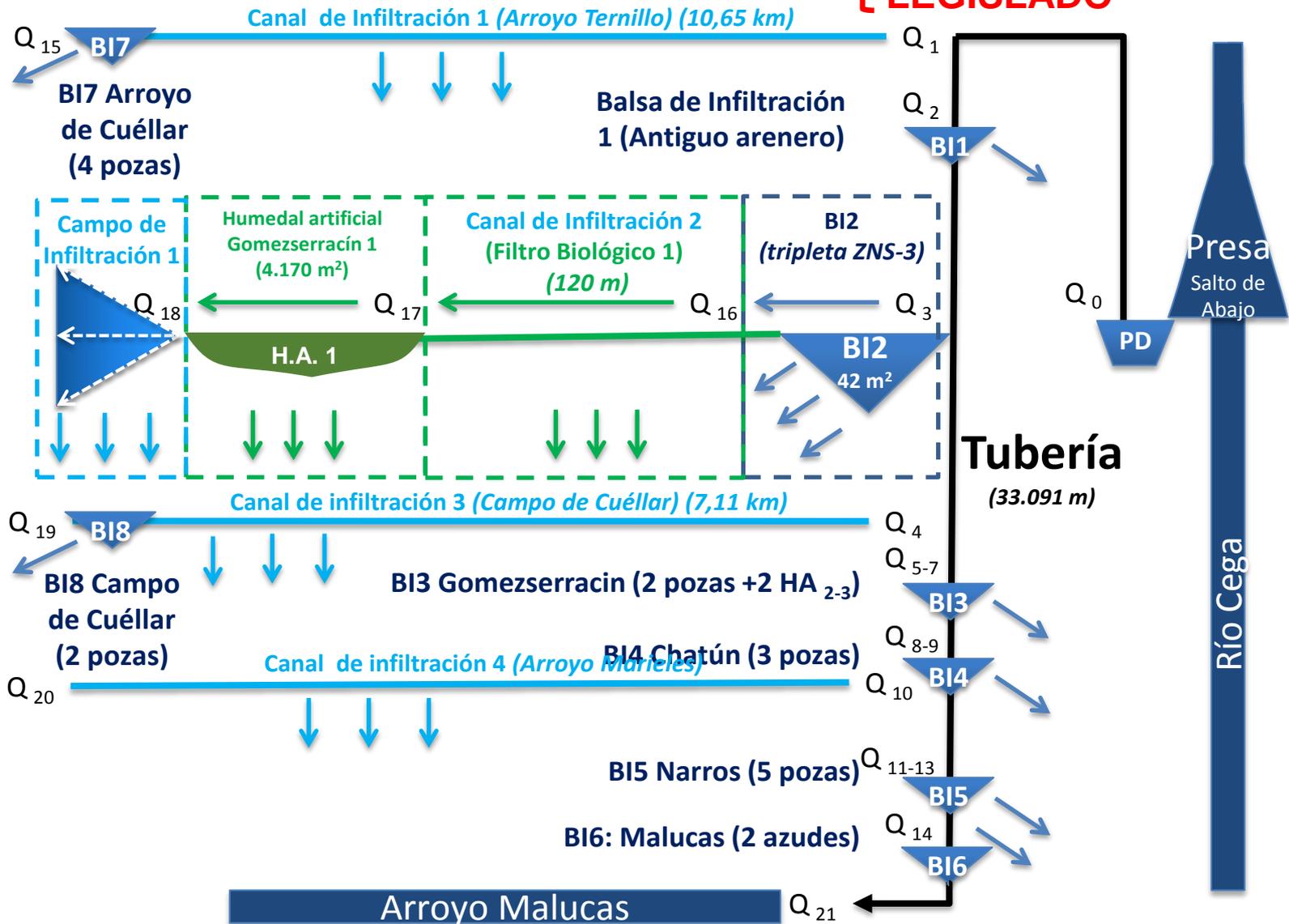


**SISTEMA PASIVO
INTERMITENTE
REGULADO
LEGISLADO**

Los Arenales Acuífero Sur (+22,4 hm³)

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

PROCESOS



■ CONCESIÓN:

■ DERIVACIÓN DEL RÍO CEGA PARA LA RECARGA GESTIONADA

- Aprobada el 29/01/1999 la concesión a la Comunidad de Regantes, para la derivación de aguas del río Cega, destinadas a la recarga artificial del acuífero en la zona regable (aprox. 2800 ha)

CARACTERÍSTICAS ORIGINALES DE LA CONCESIÓN:

- Max. Volumen anual derivable: 22,4 hm³
- Max. Caudal instantáneo: 1370 l/s
- Periodo derivación: 1 enero- 30 abril
- Caudal mínimo circulante en el Cega: 6898 l/s.

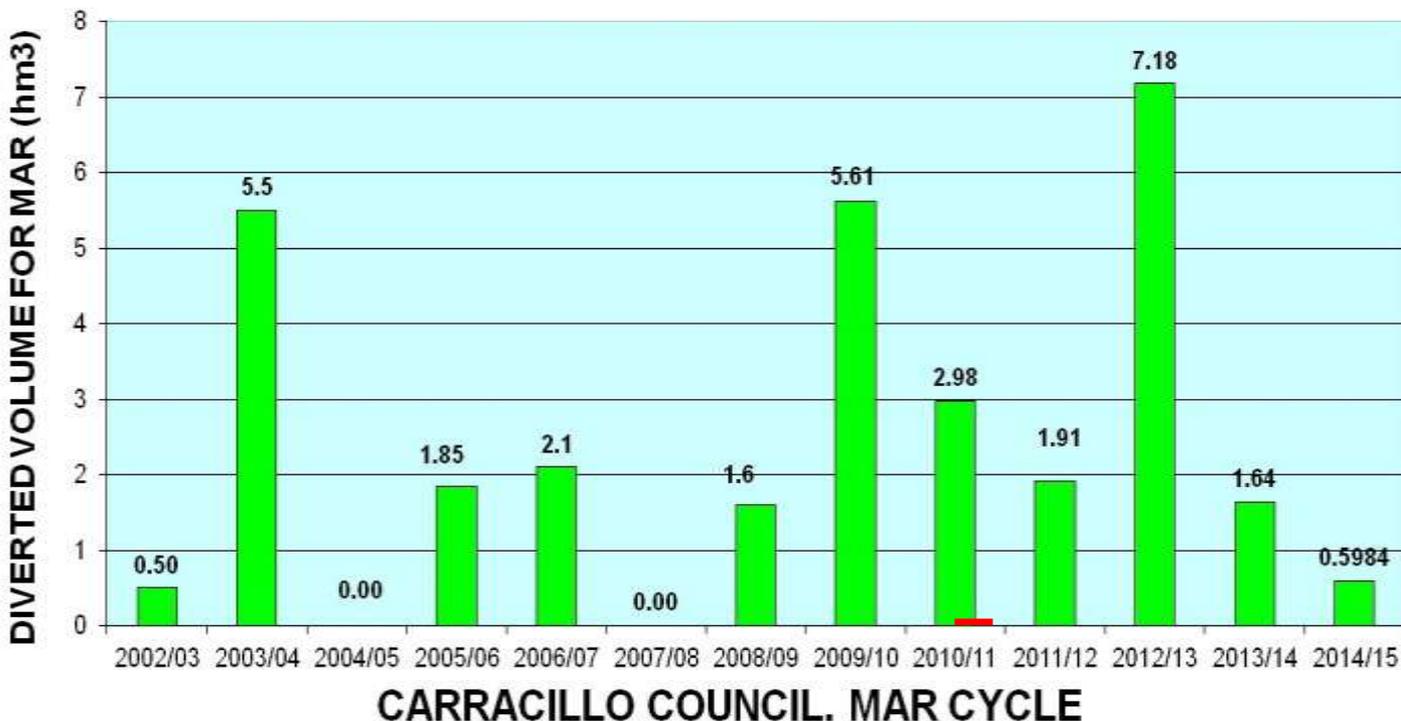
MEDIDAS DE CONTROL:

- Sistema de compuertas móviles en el azud de derivación para asegurar el caudal mínimo circulante
- Limitador de caudal máximo derivable a la conducción en la toma
- Instalación de caudalímetro/contador en la conducción



HISTORIAL DE DERIVACIONES

VOLUME DIVERTED FROM CEGA RIVER FOR MAR (hm³)



De 0,00 a 7,18 hm³

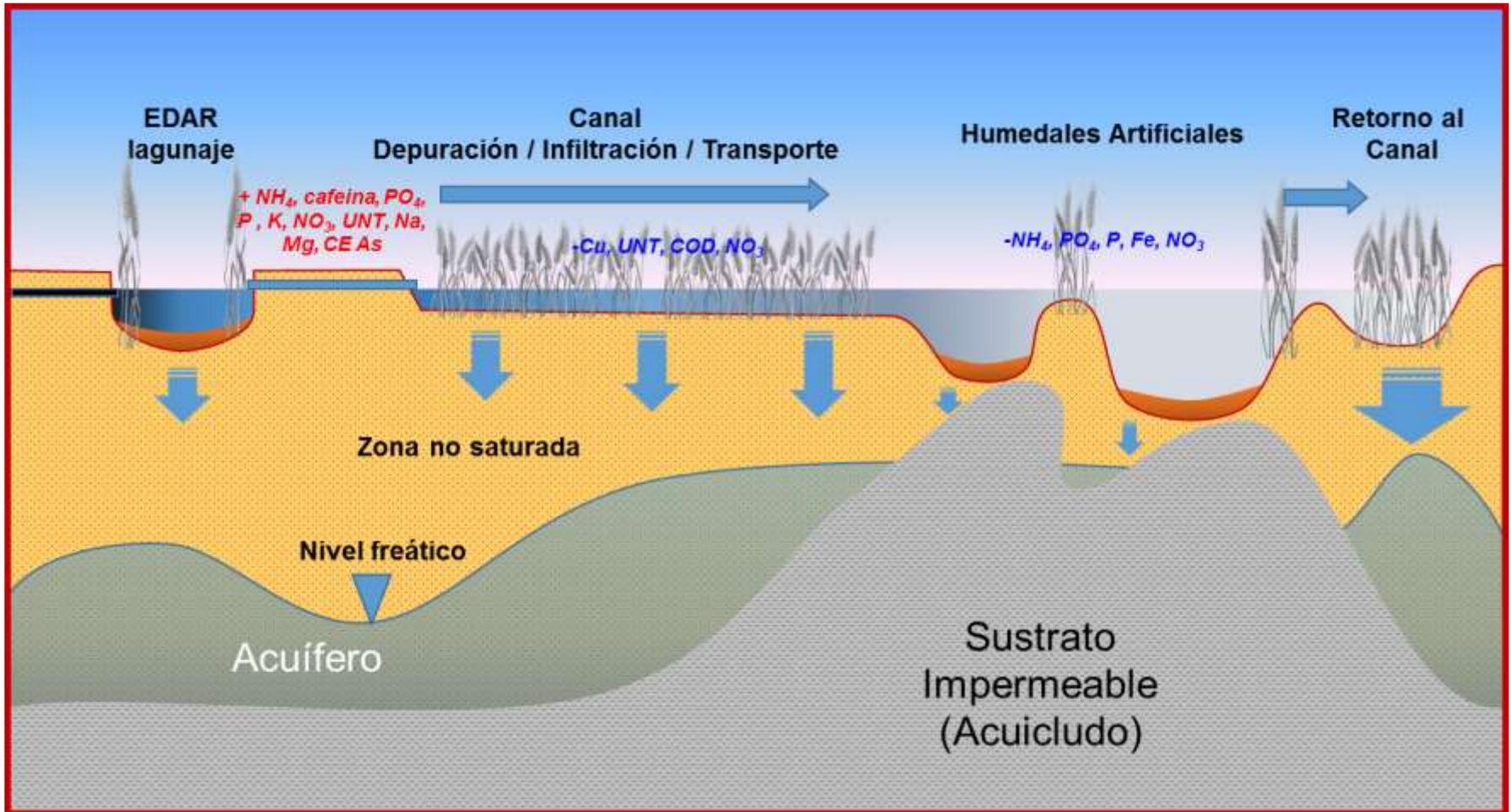
Qe = 2,42 hm³/año





■ POR FACTORES DEL MEDIO:

- > ATMÓSFERA
- > **AGUAS SUBTERRÁNEAS** (cantidad y calidad)
- ➔ > **AGUAS SUPERFICIALES** (arroyos y humedales)
- > **SUELO** (colmatación y biodepuración)
- ➔ > **VEGETACIÓN** (corredores)
- ➔ > **FAUNA** (hábitats)
- > PROCESOS ECOLÓGICOS
- > PAISAJE
- > PATRIMONIO
- ➔ > **SOCIOECONOMÍA** (Desarrollo rural)



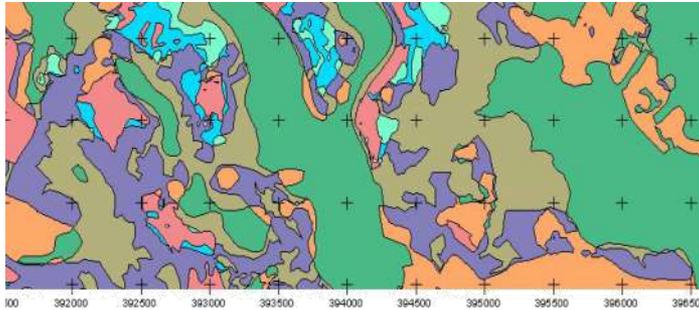
Estación	pH	POR [mV]	OD [ppm]	CE [uS/cm]	STD [ppm]	Salinidad [PSU]	UNT	T ^a [°C]
EV-2 (Canal antes EDAR)	7	247	3,62	197	99	0,11	8,2	6,11
EDAR (efluente)	7	60	0,65	720	359	0,4	57,4	7,12
EV-2b (CANAL)	8	103,2	4,72	207	104	0,11	11,1	6,36
EV-3 (H. A. Sanchón 2-a)	8	180	4,2	237	118	0,13	8,4	6,8

■ 3 Humedales artificiales y canales:

- > **Aumentan** Potencial Redox (POR), Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Totales Disueltos (STD) y la temperatura (t^a).
- > **Disminuyen** la turbidez (UNT) y el oxígeno disuelto (TOD).
- > **Sedimentación en fondo** y **autodepuración** biológica en la columna.

- **Tres parámetros con disminución significativa en el canal** (Cu, Turbidez y Carbono Orgánico Disuelto) respecto a los humedales

- **Cuatro parámetros con menor concentración en humedales** (Fe, P, Fosfatos y Amonio) que en canal.



Mapa 3. ISOÁREAS.

■ Cultivos
■ Pinar poco denso / IP < 2 m.

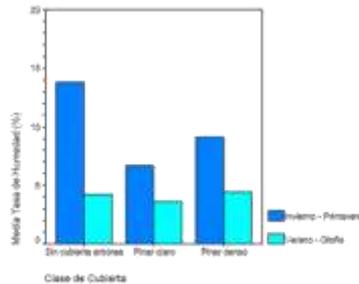
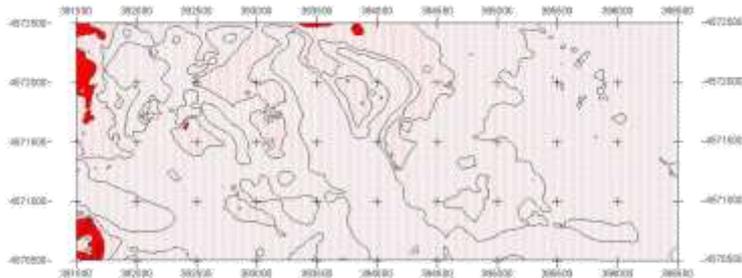


Figura 8. Valores medios de la Tasa de Humedad (%) del suelo por Período del Año y Tipo de Cubierta.



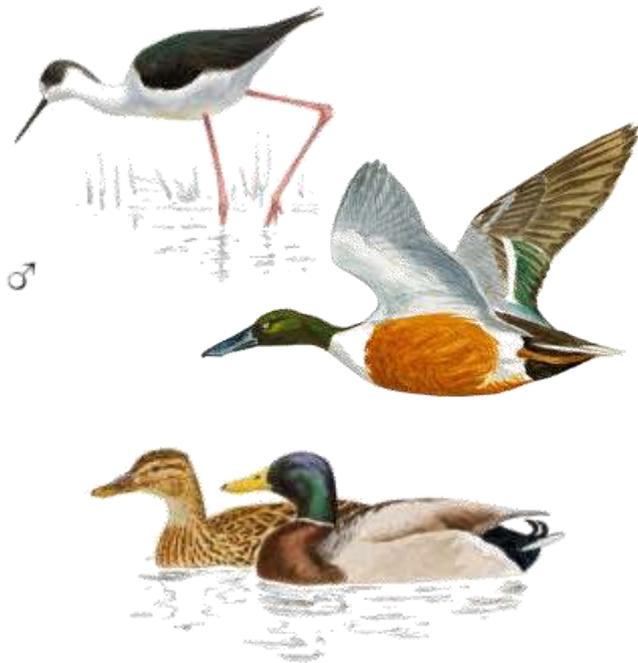
Mapa 4. RIESGO DE AFECCIÓN.

■ Riesgo Muy Alto
■ Riesgo Alto
■ Riesgo Moderado-Bajo

- Alto grado de **relación entre la estructura del pinar y la profundidad del suelo** no saturado de agua
 - > Agua en superficie = **Ausencia** de pinar
 - > Humedad intermedia = **mejores rodales**
- El **85 % de la superficie** presenta **niveles freáticos profundos**, por lo que la posibilidad de **afección de las recargas gestionadas es poco probable**
- El **10% de la zona forestal**, (pinar alto, estructurado, productor) presenta el **mejor desarrollo** en altura y forma por la conexión de su raíz pivotante con el agua capilar
- Posibles **afecciones** en pinares productivos:
 - > **Fase de recarga:** Anegamiento, entorno a dispositivos de recarga que podría derivar en **cambio de vegetación**
 - > **Fase de bombeo:** Entorno a pozos, por posible **desconexión con agua subterránea**
- Hipótesis de un **año hidrológico desfavorable**, con **mínimas lluvias:** la formación **pinares naturales (85%) no se ve afectada** de forma trascendente.

Sin afección constatada a los pinares

- Hasta 25 especies de aves en 3 muestreos
- Media de 12,6 especies
- Azulón, cigüeñuela y pato cuchara presente en los 3 inventarios.



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	2007	2012	2015	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	2007	2012	2015
Aguilucho cenizo	<i>Circus pygargus</i>			X	Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	X		
Ánade real	<i>Anas platyrhynchos</i>	X	X	X	Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>			X
Ánade friso	<i>Anas strepera</i>		X	X	L. cascadeña	<i>Motacilla cinerea</i>			X
Ánade rabudo	<i>Anas acuta</i>	X			Milano negro	<i>Milvus migrans</i>		X	X
Ánade silbón	<i>Anas penelope</i>	X			Pato colorado	<i>Netta rufina</i>	X		
Andarríos chico	<i>Actitis hypoleucos</i>		X		Pato cuchara	<i>Anas clypeata</i>	X	X	X
Avefría	<i>Vanellus vanellus</i>	X		X	Polla de agua	<i>Gallinula chloropus</i>	X		
Avoceta	<i>Recurvirostra avosetta</i>		X		Tarro blanco	<i>Tadorna tadorna</i>	X		X
Cerceta carretona	<i>Anas querquedula</i>			X	Tórtola común	<i>Streptopelia turtur</i>		X	
Cerceta común	<i>Anas creca</i>	X			Triguero	<i>Miliaria calandra</i>		X	X
Chorlitejo	<i>Charadrius spp.</i>		X		Zampullín chico	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	X		X
Cigüeñuela	<i>Himantopus himantopus</i>	X	X	X	Zampullín cuellinegro	<i>Podiceps nigricollis</i>		X	
Focha común	<i>Fulica atra</i>	X		X			13	11	14

Mayor biodiversidad

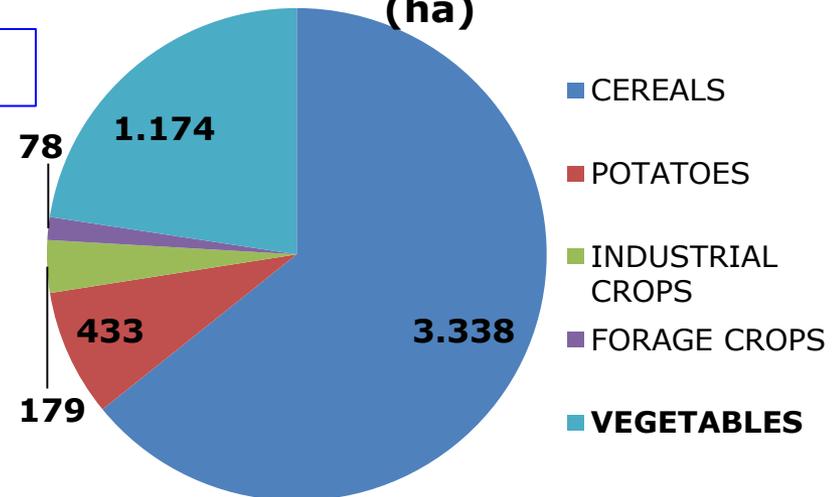
DRIVING FORCE de la economía local

- 3,500 / 7.586 ha
- Nº 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
- 314.3 m³/ha de 1,318 m³/ha extraídos

23,8% del riego procede de agua recargada



DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ha)



- Producciones duplicadas mediante riego en varios cultivos (no sin esfuerzo)

Cantidad de agua recargada: 31,47 hm³ (13 años) ~ Qem=2,42 hm³ / año

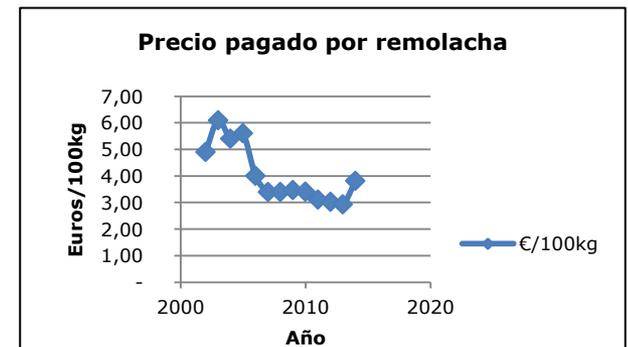
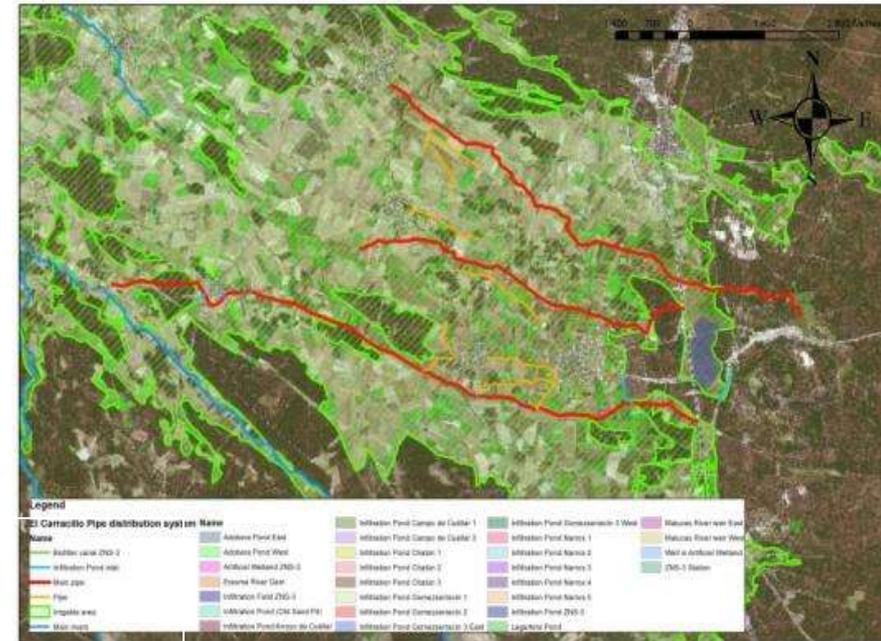
Agua de recarga procesada: 24,18 m³/ha (13 años)

- Coste total obras: 5,273,999 €
- Coste unitario (€/Ha): 684.93 €/ha
- Coste unitario₂ (€/m³): 0.167 € (13 años)

- 700 empleos directos y 3.000 indirectos
- Empleo X3 respecto al resto de CyL

- 2,38 empleos/km² en sector agrario frente a 0,67)
- 2,71 empleos/km² en sector industrial frente a 0,81

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



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 climatización pasiva
- 4: Estudios sobre SAT-MAR
- 5: Humedales artificiales



Socios participantes:



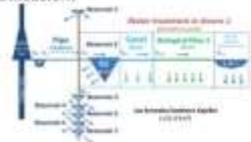
WP 13. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y BENCHMARKING

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 Párida. Los diferentes dispositivos de recarga gestionada se concentran en los sectores oriental y sur.

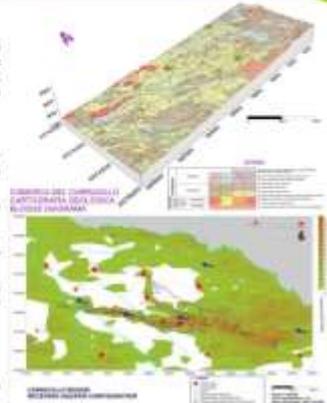
EL ACUÍFERO

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)

- Caracterización de la zona de captación
- Cálculo de la capacidad de infiltración
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento
- Cálculo de la capacidad de explotación
- Cálculo de la capacidad de explotación

Agua de recarga (calidad)

- Caracterización de la zona de captación
- Cálculo de la capacidad de infiltración
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento
- Cálculo de la capacidad de explotación
- Cálculo de la capacidad de explotación

Medio receptor (suelo y acuífero)

- Caracterización del medio receptor
- Cálculo de la capacidad de infiltración
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento
- Cálculo de la capacidad de explotación
- Cálculo de la capacidad de explotación

Criterios y códigos de gestión / buenas prácticas

- Cálculo de la capacidad de infiltración
- Cálculo de la capacidad de almacenamiento
- Cálculo de la capacidad de explotación
- Cálculo de la capacidad de explotación
- Cálculo de la capacidad de explotación



This initiative takes place in the framework of FP7 295-2011 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

CONCLUSIONES (1)

1. Sector con buenos ejemplos prácticos de distribución de recursos
2. Mayor garantía de suministro con menor dependencia climática
3. Dependencia regulatoria / concesional > conflictos de intereses
4. Mejoras en la eficiencia técnica y energética mediante MAR
5. M.A.R. facilitador del crecimiento económico:
 1. Efecto positivo en la creación de empleo
 2. Disminución despoblación rural
 3. Mayores rendimientos agrícolas contrarrestando caídas de precios
 4. Ahorro energético en bombeo cercano al 36%
6. Actividad multiescala, de individuales a agroindustrias
7. Mejora de calidad del agua: Disminución de COD (3%), Cu (68%) y turbidez (34%) en canal respecto al agua de entrada. No se han detectado incrementos de arsénico o nitritos
8. Laminación de avenidas: Aliviaderos + capacidad extra por balsas, canales y humedales
9. Fomento de biodiversidad: Uso contrastado de hasta 25 especies de aves en humedales artificiales y canales. Vegetación acuática en canales y humedales (corredores biológicos)

CONCLUSIONES (2)



9. **Protección de endemismos:** Especies de alto valor de la Laguna de la Iglesia (pH 9) con la Comunidad Arctodiaptomion con *Arctodiaptomus salinus* y *Cletocamptus retrogressus* (Crustacea), además de Cyanobacterias, diatomeas, ostrácodos (Crustacea)...
10. **Creación de elementos socio-culturales:** Las láminas de agua de balsas, lagunas y humedales han generado en su entorno áreas de interés paisajístico y recreativo.
11. **Huella hídrica elevada**
12. **Ejemplos SAT (Biodepuración pasiva)**
13. **Colmatación física y gaseosa en dispositivos MAR**
14. **Conveniente pretratamiento del agua (decantación...)**
15. **Cooperación de los usuarios finales**, protagonistas de la experiencia
16. **Marco de colaboración:** Ayuntamientos, CCRR, empresas públicas y privadas, CH Duero, investigadores... **Buenas relaciones > buenos resultados**
17. **Faltan afecciones por ser evaluadas, efectos diferidos y a largo plazo**



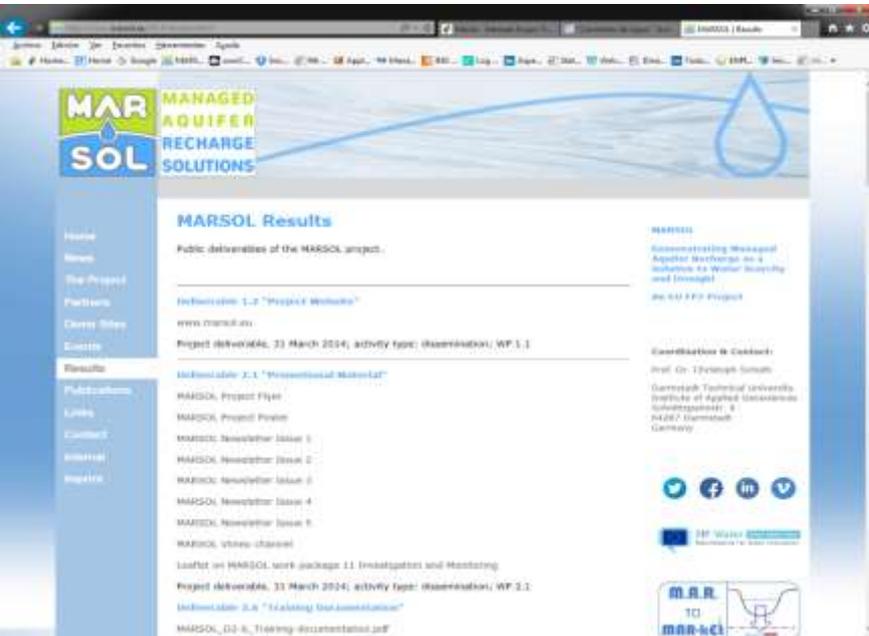
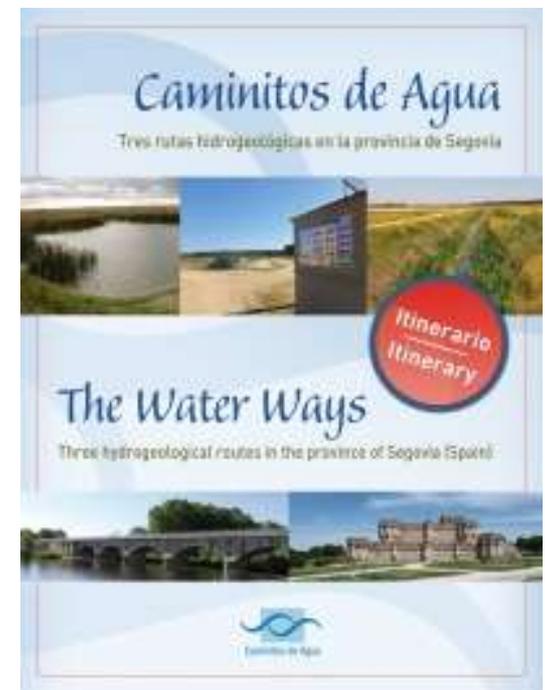
Los “pros” son mayores que los “contras”

VIDEO



http://www.dina-mar.es/videos/MARenales-Film_v7.6.mp4

Libros en:
www.dina-mar.es
www.marsol.eu





Contacto

Dr. Enrique Fernández Escalante
I+D+i (TRAGSA)
E-mail efernan6@tragsa.es
Tel. 913226106

MUCHAS GRACIAS 15/07/2017

