

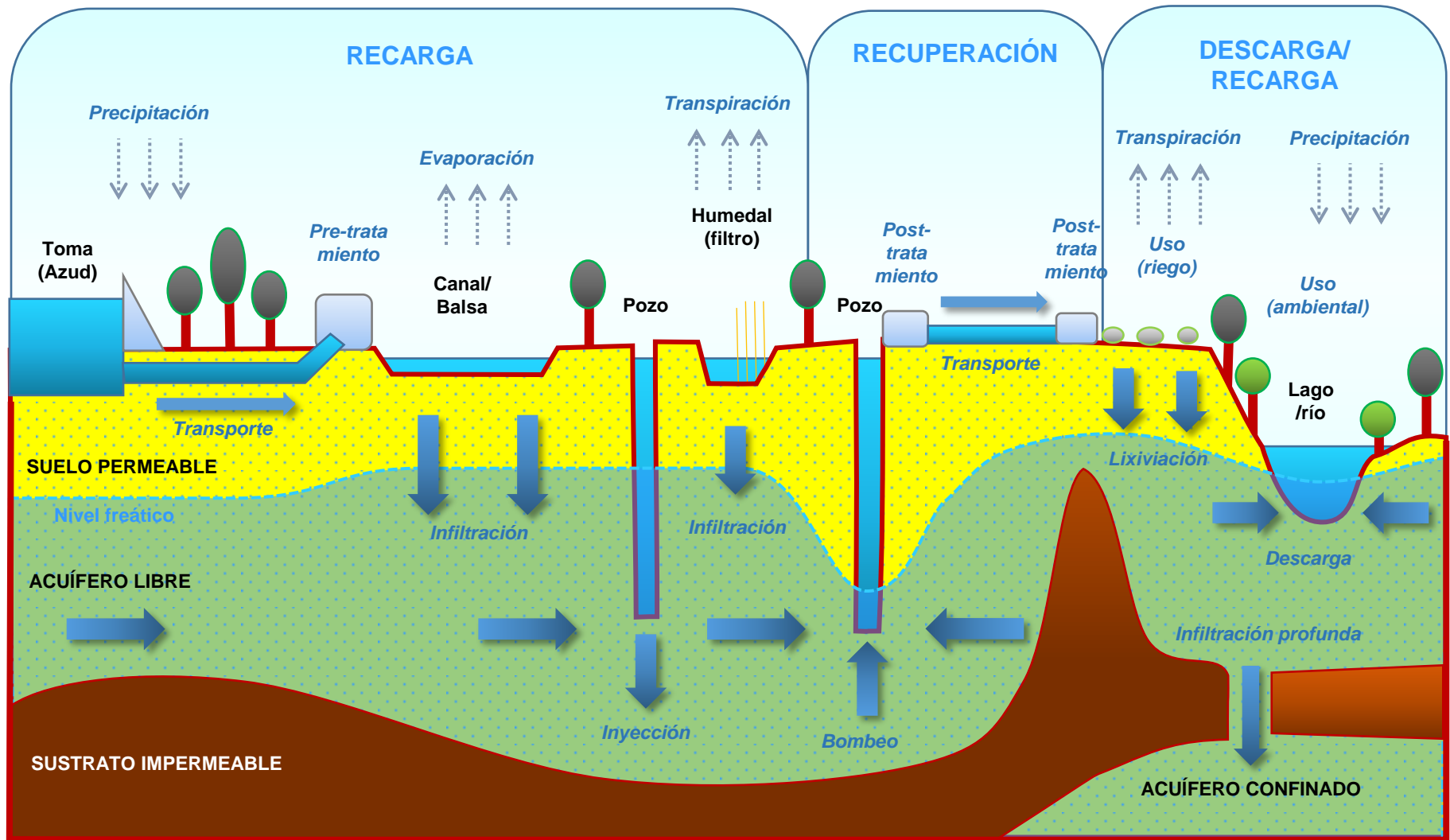
Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?

Jon San Sebastián Sauto
Dr. CC Biológicas

Enrique Fdez. Escalante
Dr. CC Geológicas

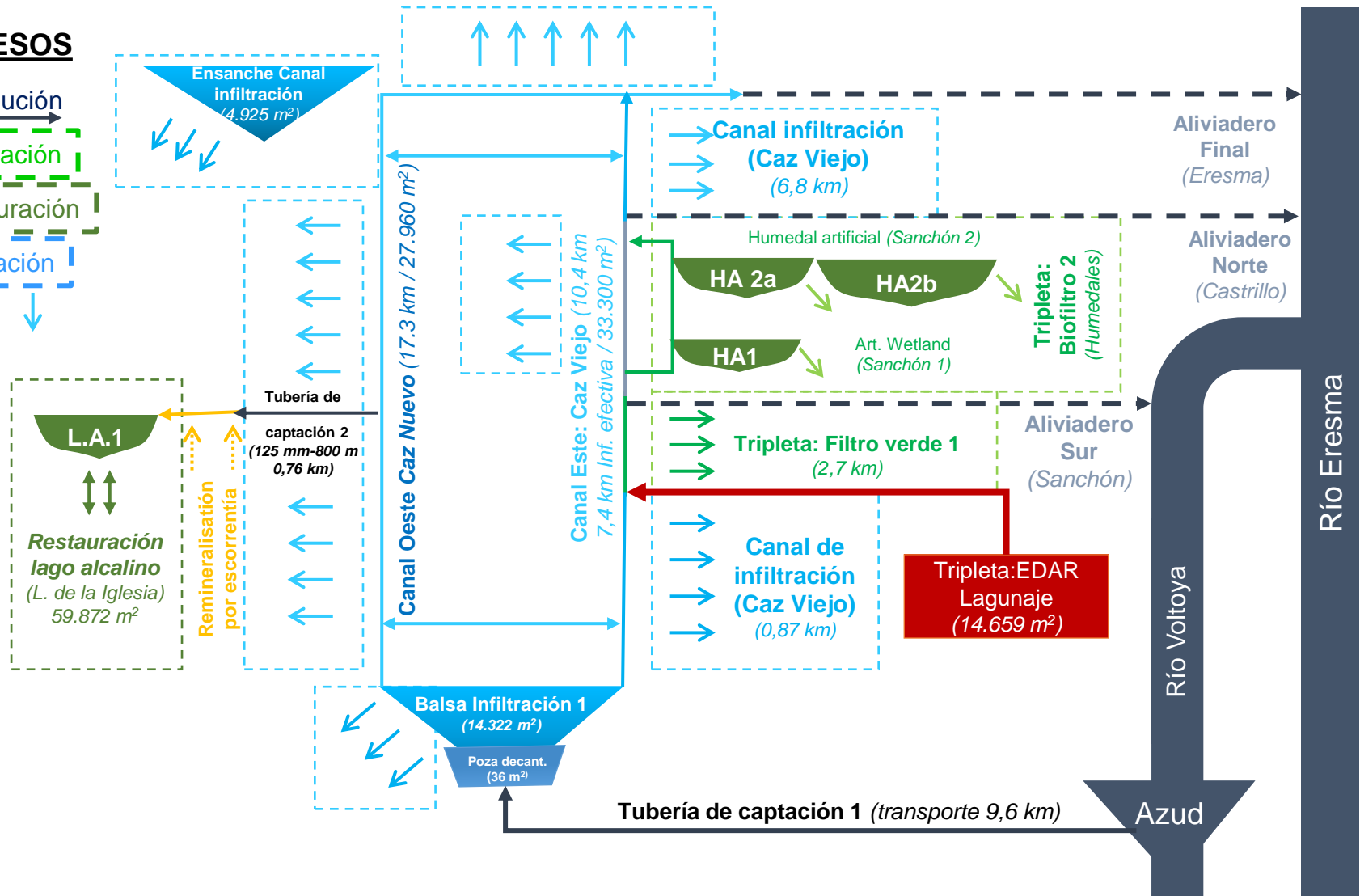


Cuéllar, 28 de Marzo de 2017



Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?

PROCESOS



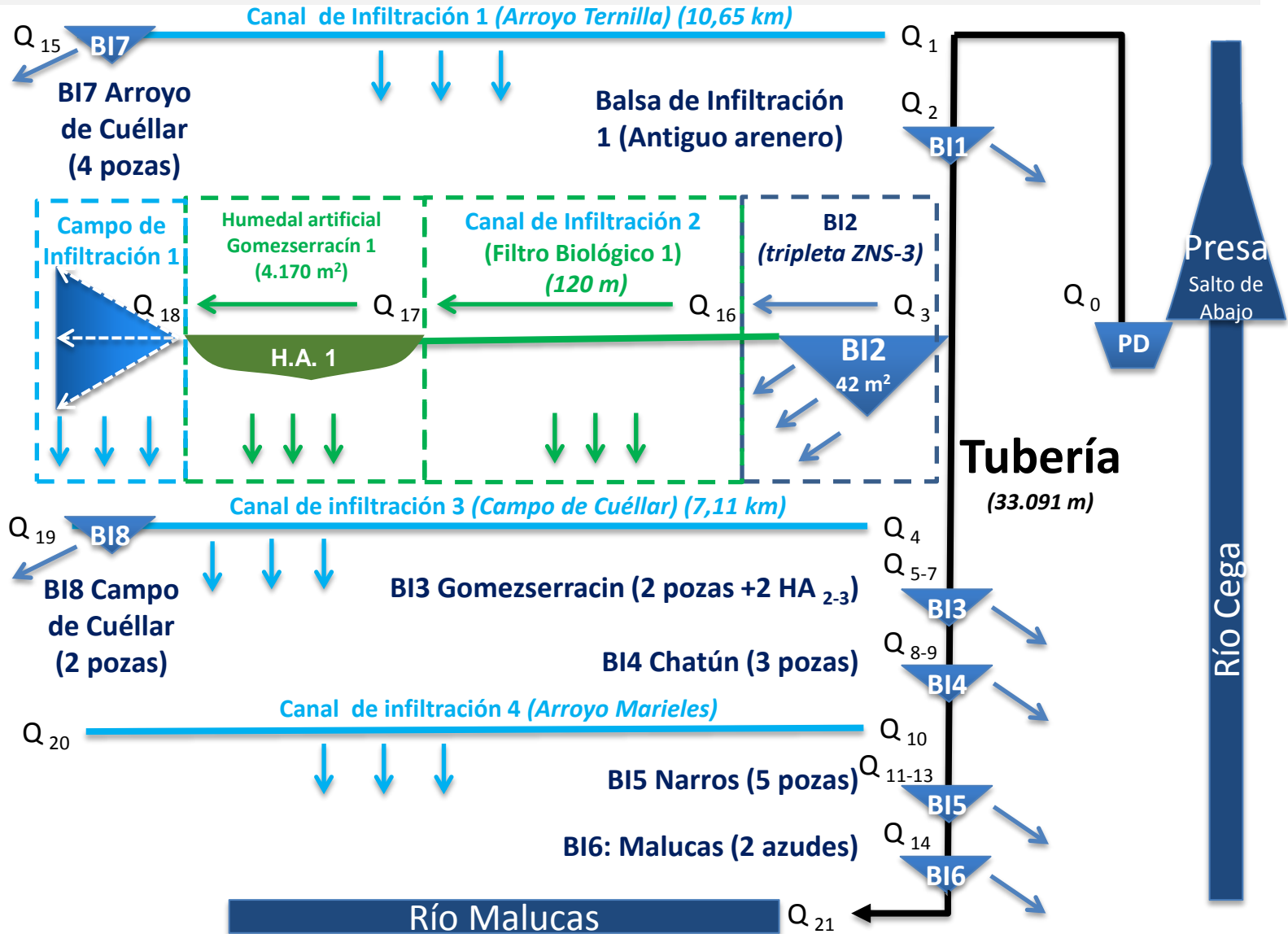
Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?

3

ESQUEMA DE EL CARRACILLO

Los Arenales Acuífero Sur
(+22,4 hm³)

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



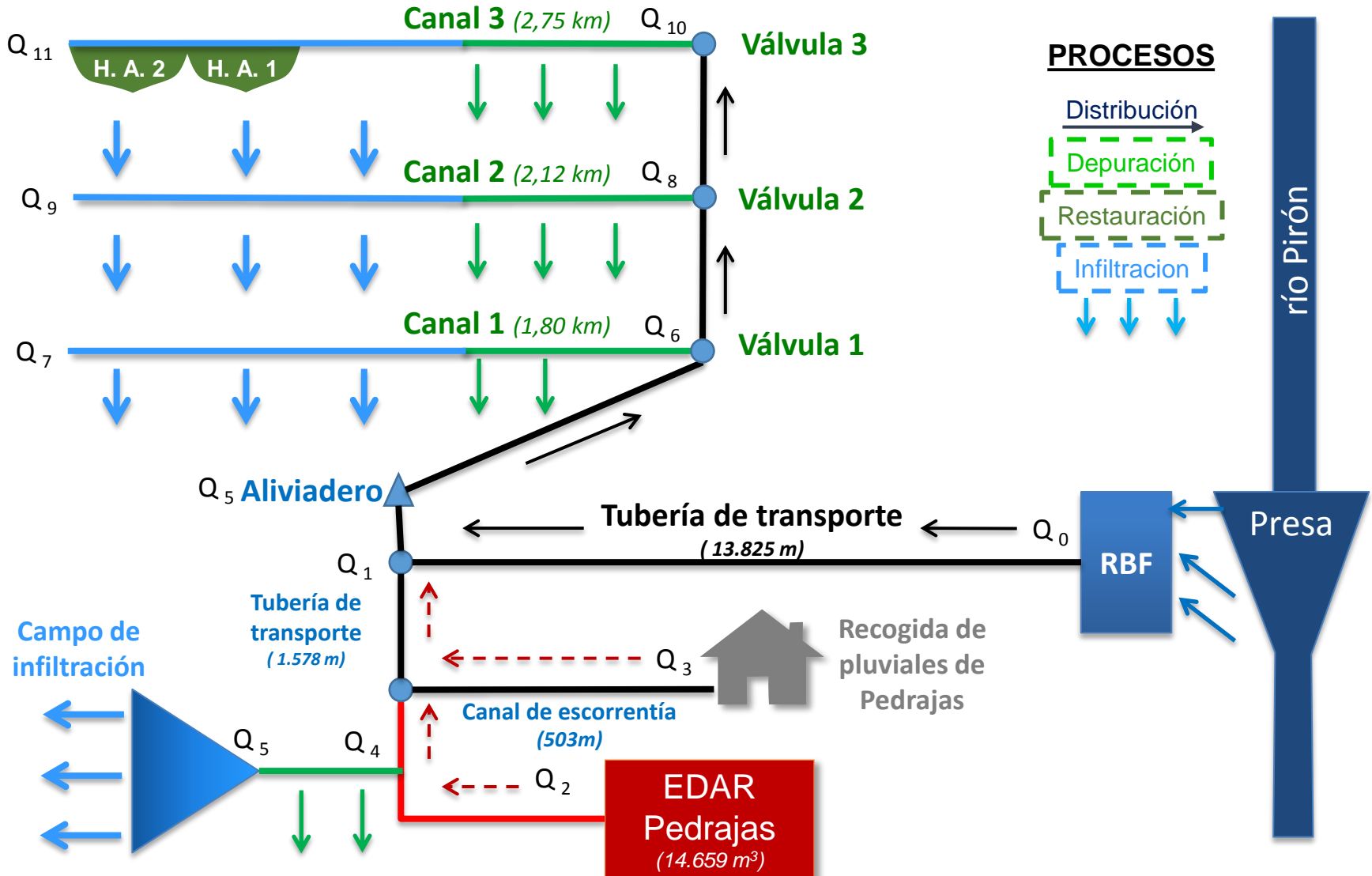
PROCESOS



Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?

4

ESQUEMA DE ALCAZARÉN

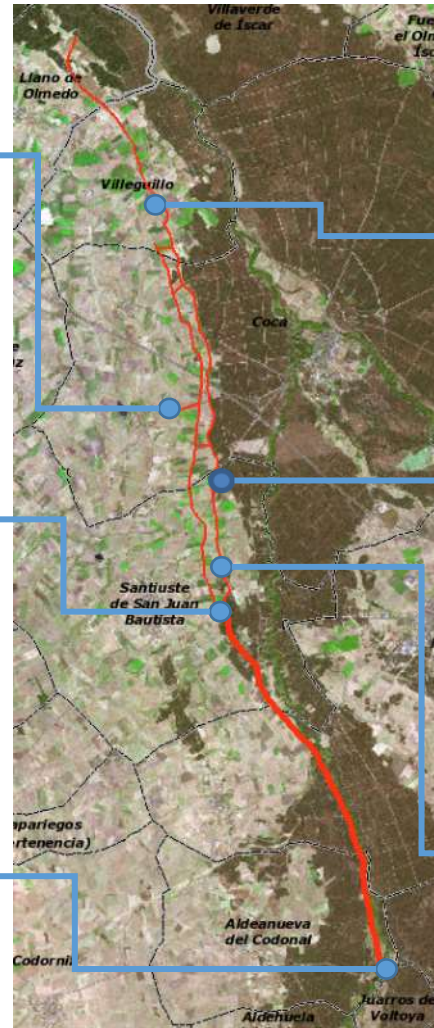


Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?

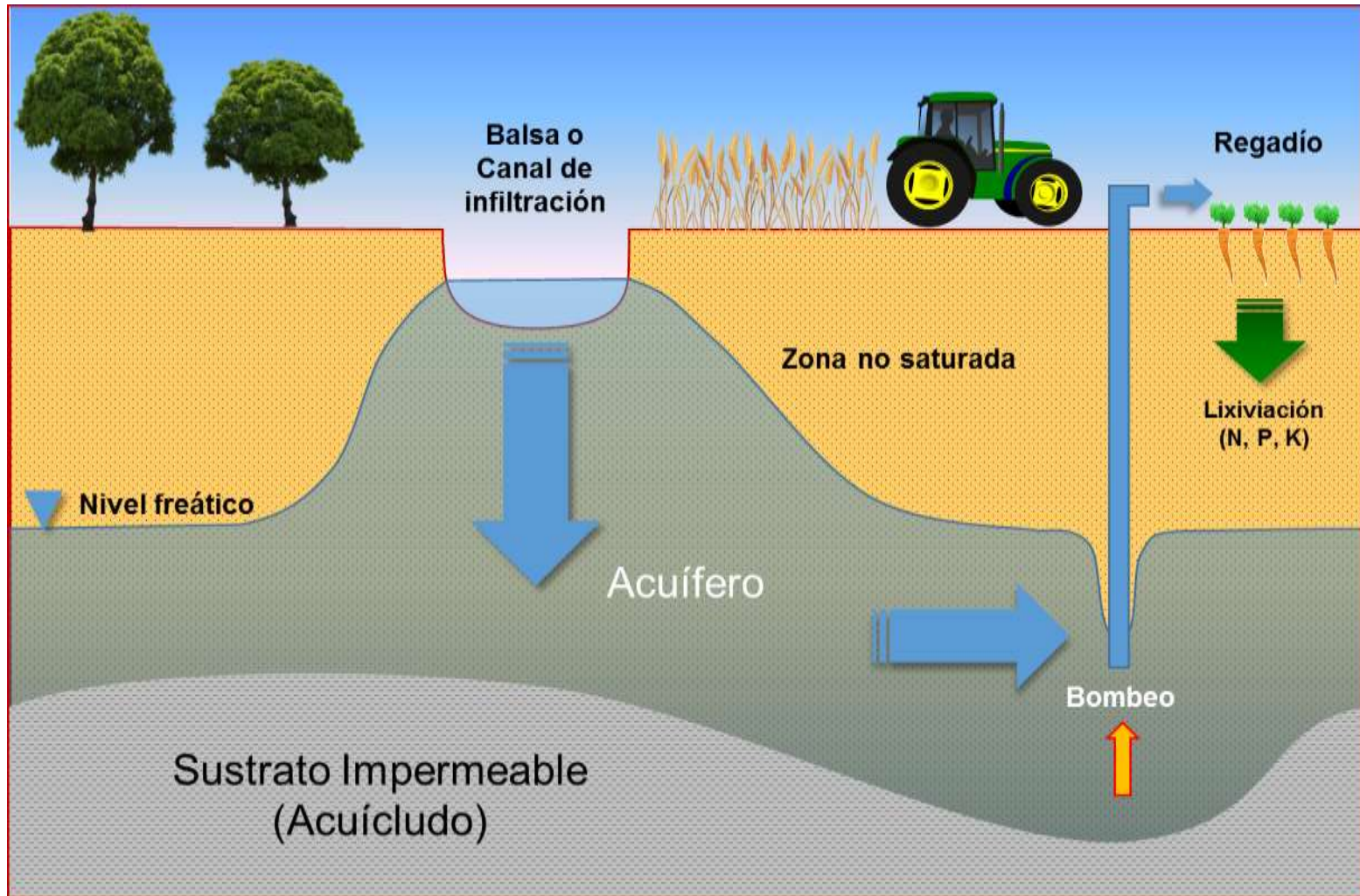


■ POR FACTORES DEL MEDIO:

- > 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)



7 RECARGA EN CANALES Y BALSAS (USO AGRÍCOLA)



Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?

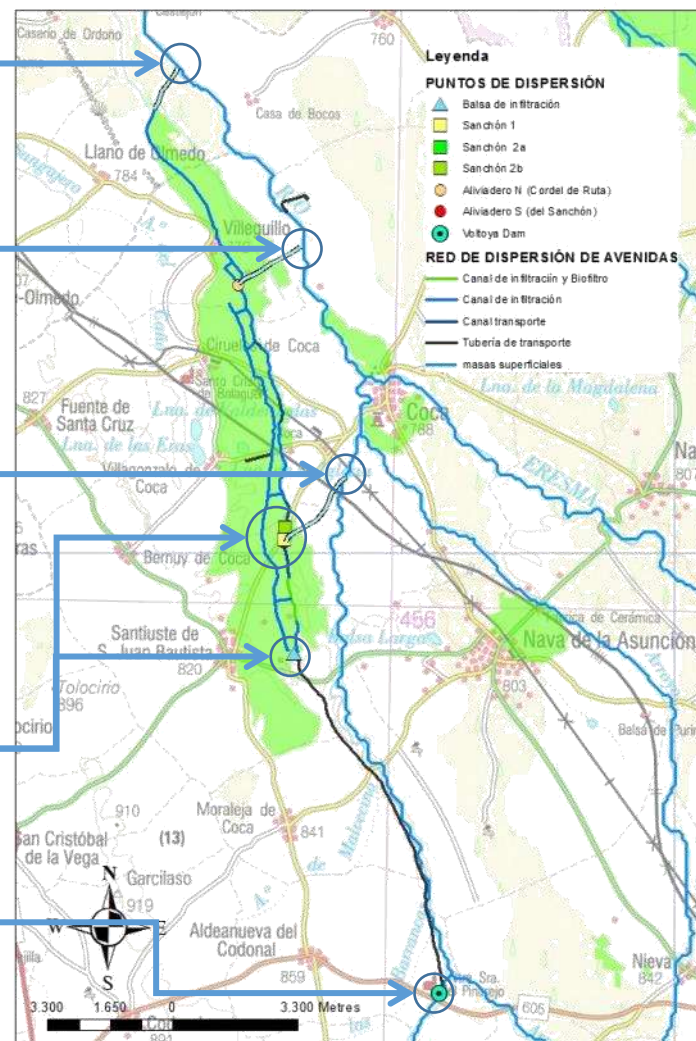
Fin del canal al Eresma
(27 km aguas abajo)

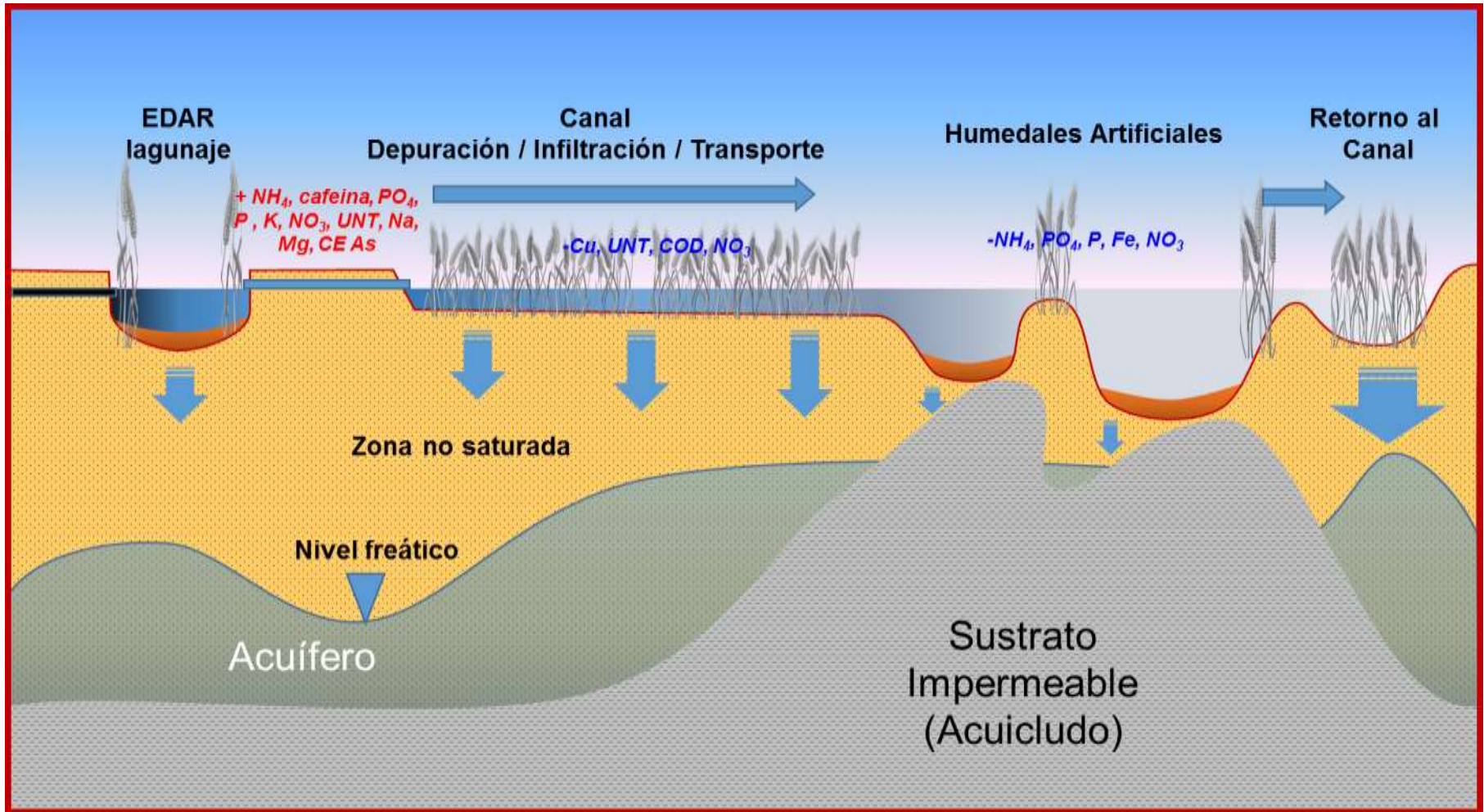
Aliviadero Norte al Eresma
(21 km aguas abajo)

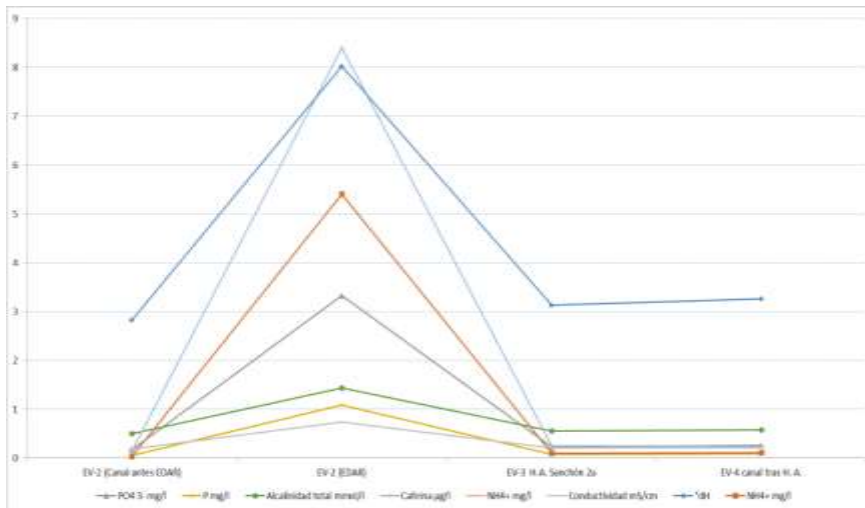
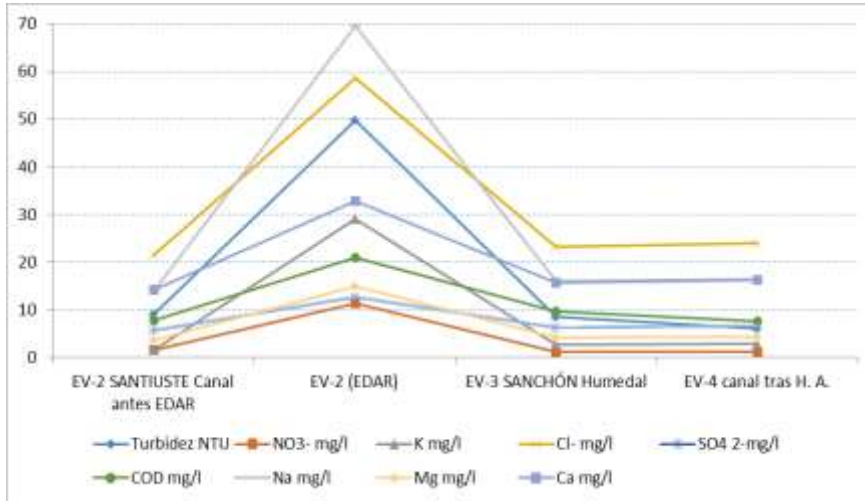
Aliviadero Sur al Voltoya
(14,5 km aguas abajo)

Áreas de almacén: 19.822 m²
(B. Infiltración, 3 Humedales artificiales)

Toma en Voltoya (1 m³/s; 9,8 km tubería)





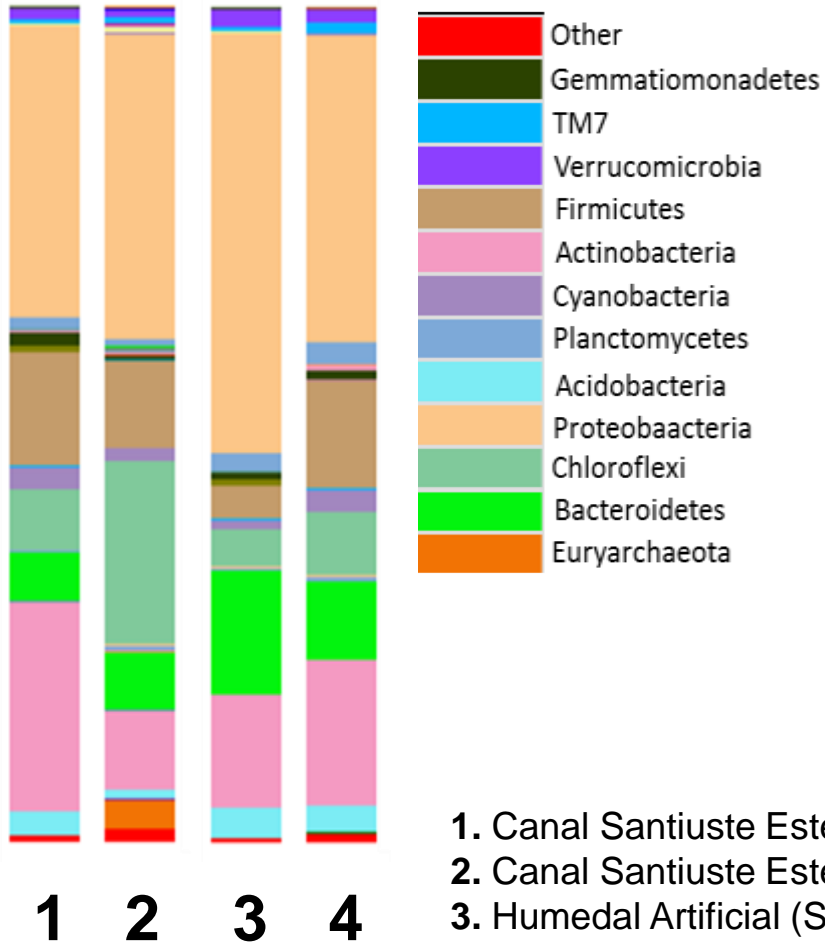


- **Longitud de infiltración:** 1.129 m.
- **Longitud de depuración:** 1.577 m.
- **Condiciones lólicas:** Calado bajo, velocidad flujo alta y desarrollo vegetal en todo el cauce (**corredores biológicos**).
- **Recuperación** por dilución in itinere y fijación por plantas : fitoplancton, fitobentos, macrófitos (musgos, algas filamentosas, carófitos) y helófitos (*Typha*, *Phragmites*).
- **3 parámetros con disminución significativa en el canal** (Cu, Turbidez y Carbono Orgánico Disuelto) respecto a los humedales.
- **4 parámetros con menor concentración en Humedales** (Fe, P, Fosfatos y Amonio) que en canal.

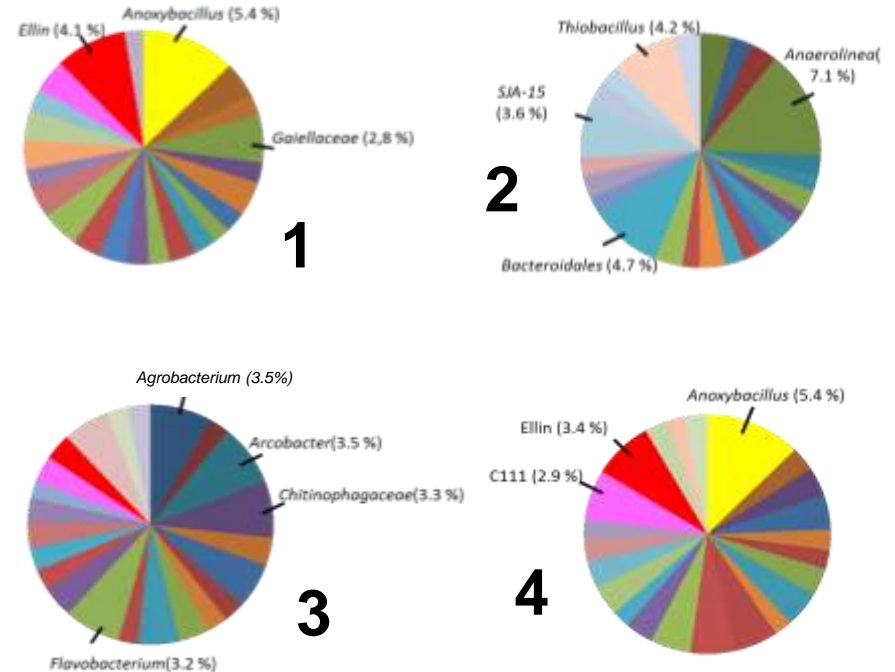
Estación	pH	POR [mV]	OD [ppm]	CE [uS/cm]	STD [ppm]	Salinidad [PSU]	UNT	T ^a [°C]
EV-2 (Canal antes EDAR)	7	247	3,62	197	99	0,11	8,2	6,11
EDAR (efluente)	7	60	0,65	720	359	0,4	57,4	7,12
EV-2b (CANAL)	8	103,2	4,72	207	104	0,11	11,1	6,36
EV-3 (H. A. Sanchón 2-a)	8	180	4,2	237	118	0,13	8,4	6,8

- **3 Humedales artificiales:** Sanchón 1 (1664 m²), Sanchón 2-a (2418 m²) y Sanchón 2-b (15740 m²).
- **Infiltración muy reducida** por margas en casi todo el vaso.
- **Condiciones lénticas:** Calado medio, velocidad flujo muy baja, separación en columna de agua y vegetación freatófila en riberas.
- **Aumentan** Potencial Redox (POR), Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Totales Disueltos (STD) y la temperatura (t^a).
- **Disminuyen** la turbidez (UNT) y el oxígeno disuelto (OD).
- **Sedimentación** en fondo y **autodepuración** biológica en la columna.

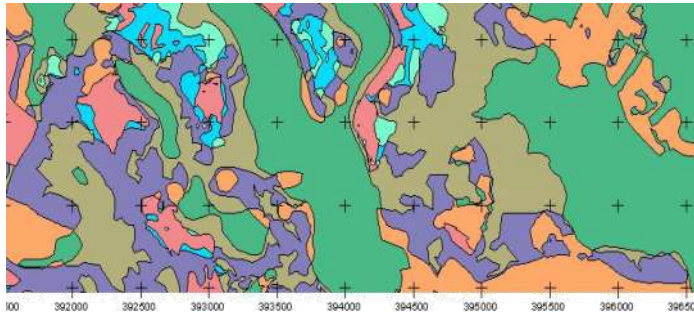
NIVEL PHILLUM



NIVEL GÉNERO



1. Canal Santiuste Este antes EDAR (*Proteobacteria + Actinobacteria*)
2. Canal Santiuste Este después EDAR (*+ Chloroflexi-Actinobacteria + anaerobios*)
3. Humedal Artificial (Sanchón 1b) (*++ Proteobacteria + Bacteroidetes + nutrientes*)
4. Canal paralelo a Sanchón (*- Proteobacteria + Actinobacteria; recuperación*)



Mapa 3. ISOÁREAS.

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

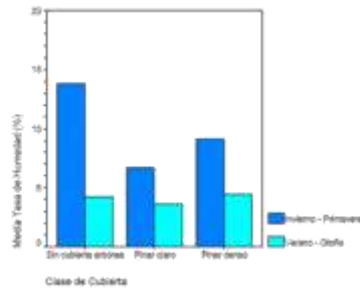
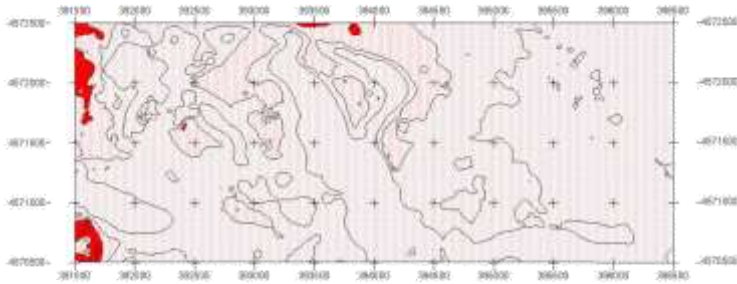


Figura 8. Valores medios de la Tasa de Humedad (%) del suelo por Período del Año y Tipo de Cobertura.

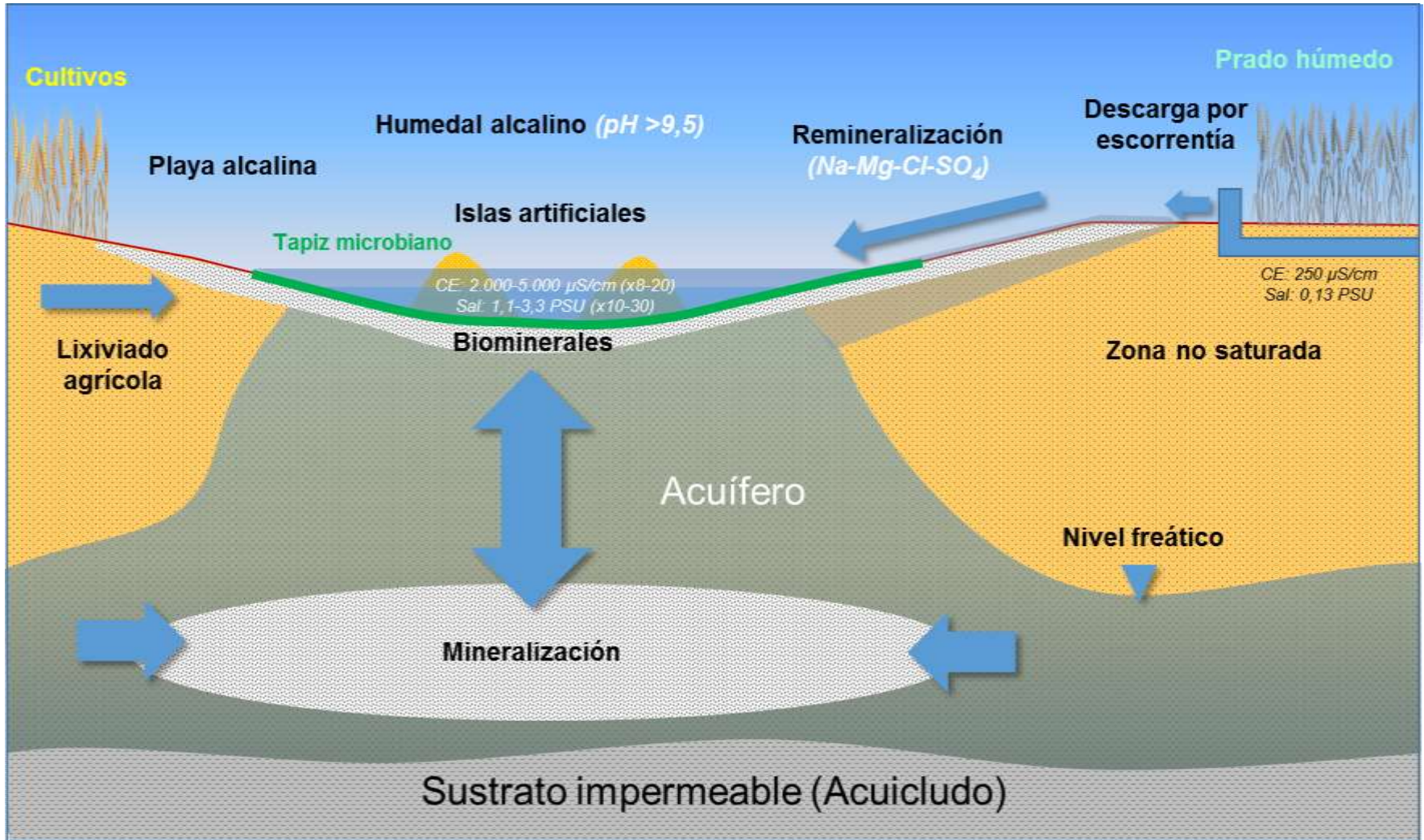


Mapa 4. RIESGO DE AFECCIÓN.

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

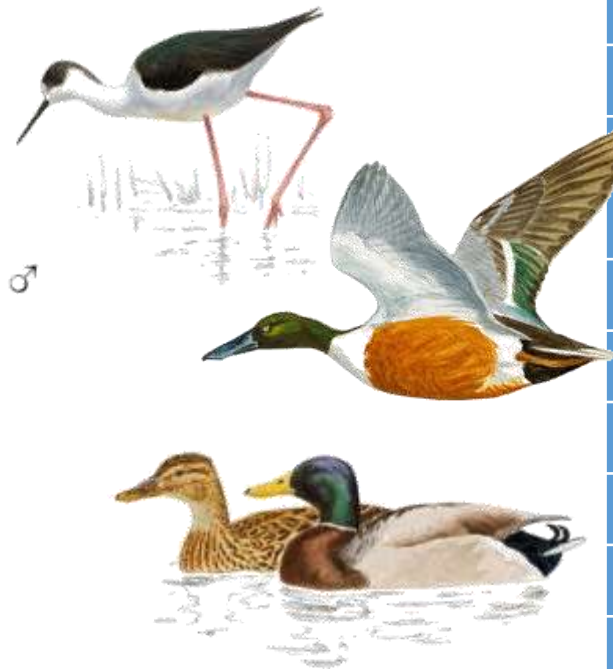
- Alto grado de **relación entre la estructura del pinar y la profundidad del suelo** no saturado de agua.
 - > Agua en superficie = Ausencia de pinar.
 - > Humedad intermedia = mejores rodales.
- A escala local, la posición en **altura y pendiente** es el factor más determinante del % humedad del suelo.
 - > Áreas deprimidas = humedad superior todo el año.
 - > Zonas de cima de duna o llanura = Humedad inferior en período seco.
- El **85 % de la superficie** presenta **niveles freáticos profundos** desconectada del agua subterránea, por lo que la posibilidad de **afección de las recarga 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 con especies más adaptadas a la mayor humedad del suelo.
 - > **Fase de bombeo:** Entorno a pozos, por los conos de descenso piezométrico provocados, se podría llegar a muerte por estrés hídrico por desconexión con agua subterránea.
- Hipótesis de un **año hidrológico desfavorable**, con **mínimas lluvias**. En este escenario, la formación vegetal más valiosa ecológicamente, **pinares naturales** (85%), **no se ve afectada** de forma trascendente por las **actuaciones de recarga/bombeo** proyectadas.

14 RESTAURACIÓN: LAGUNA ALCALINA (REMINERALIZACIÓN)

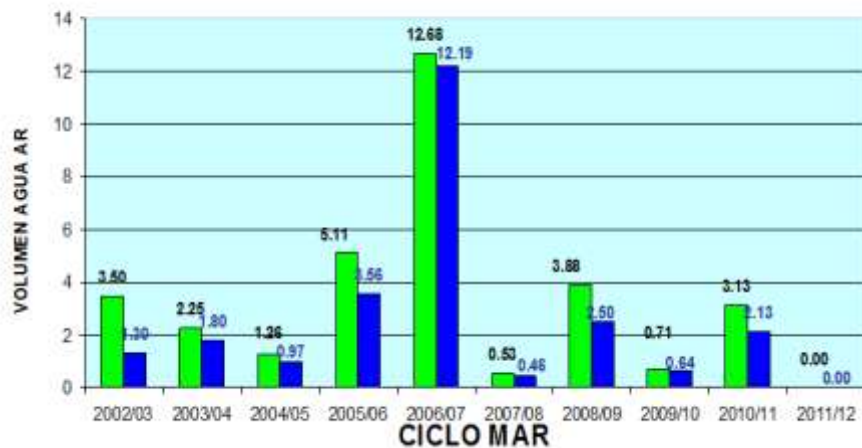
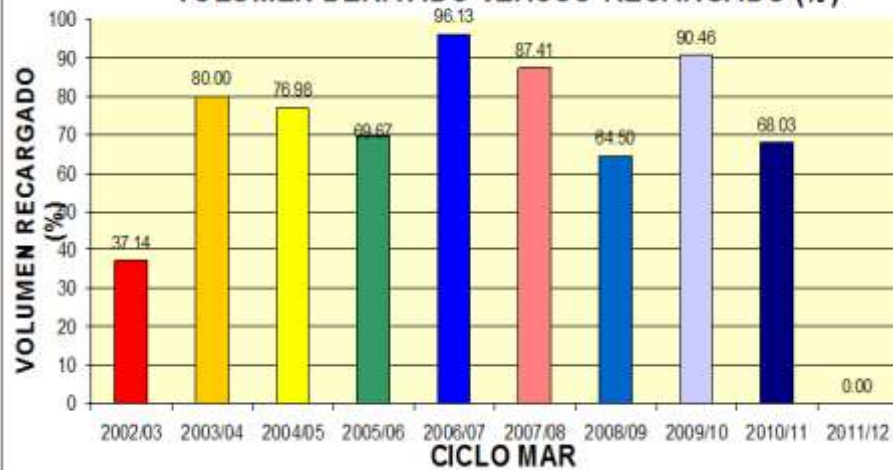


Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?

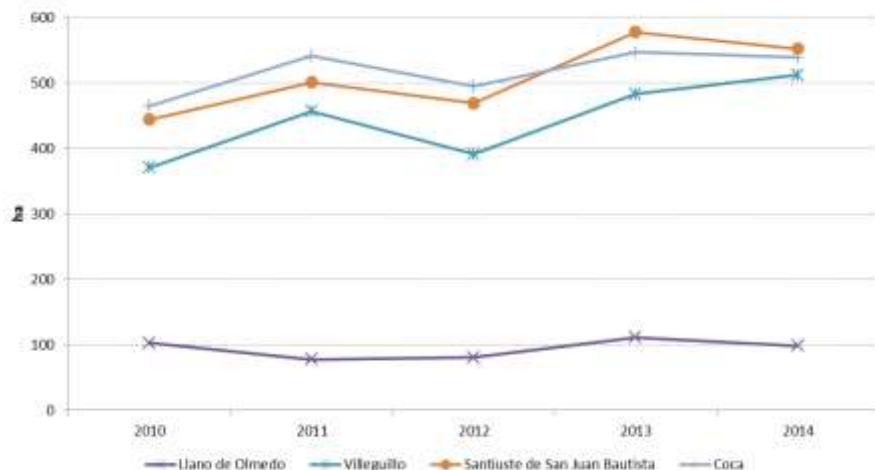
- Hasta 25 especies de aves en 3 muestreos,
- Media de 12,6 especies.
- Azulón, cigüeñuela y pato cuchara presente en los 3 inventarios.



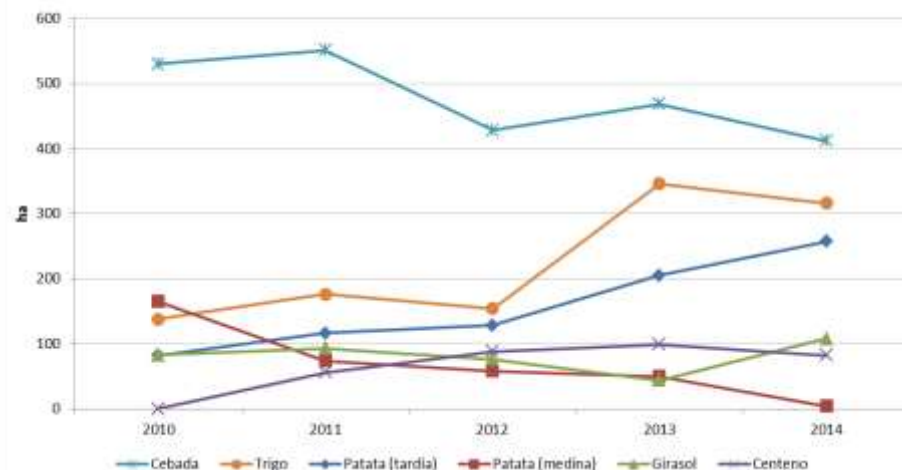
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	2007	2012	2015	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	2007	2012	2015
Águilucho cenizo	<i>Circus pygargus</i>			X	Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	X		
Ánade real	<i>Anas platyrhynchos</i>	X	X	X	Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>			X
Ánade friso	<i>Anas strepera</i>		X	X	L. cascadeña	<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
Chorlitojo	<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

VOLUMEN DERIVADO *VERSUS* RECARGADOVOLUMEN DERIVADO *VERSUS* RECARGADO (%)

Superficie regada (ha) por población en Santiuste



Superficie regada (ha) por cultivo en Santiuste



Recarga gestionada Medio Ambiente y desarrollo rural ¿Cómo afecta?



INDICADORES DE BENCHMARKING	UNIDADES	SANTIUSTE	EL CARRACILLO
CARACTERÍSTICAS			
Localización	texto	Santiuste (Segovia)	Carracillo (Segovia)
Tipo de Recarga	texto	Infiltración / Cuencas SAT	Infiltración / Cuencas SAT
Origen del agua	texto	Río / EDAR	Río
Campañas de recarga	años	12 (2002-2011; 2012-2015)	11 (2002-2004; 2005-2007;2008-2015)
EXTRACCIÓN			
Extracción anual de agua en volumen	hm ³ /año	3,24	2,4
Max agua extraíble (autorizada)	hm ³ /año	8,5	14,2
% extraída de la autorizada (media)	%	38%	20%
Tiempo operativo (media)	días	106,85	93,77
Max tiempo potencial operativo	días	182	149
Annual % of potential operational time	%	59%	63%
Tasa de extracción	m ³ /h	1.482	1.112
Tasa de extracción	L/s	412	309
Tasa de extracción potencial (técnica)	L/s	1.000	-
RECARGA			
Tasa anual de recarga	hm ³ /año	2,61	2,4
Volumen anual de recarga	%	73,29%	62,76%
Volumen total recargado	hm ³	33,98	31,16
DIMENSIONES			
Longitud de transporte (tubería)	m	13.598	46.192
Longitud de recarga (canal de infiltración)	m	25.720	17.765
Longitud de depuración (canal biofiltrante)	m	1.129	138
Longitud de restauración (canal)	m	-	-
Superficie de extracción (presa/azud)	m ²	27.778	25.803
Superficie de recarga (balsa de infiltración)	m ²	22.342	602.416
Superficie de depuración (humedal artificial)	m ²	26.066	-
Superficie de restauración (humedales)	m ²	86.654	27.838
COSTES			
Inversión total	€	3.948.079	5.273.999
Inversión anual	€/campaña	329.007	479.454
Inversión relativa	€/m ³	0,12	0,15
Coste de O&M (estimado)	€	-	-
Coste de O&M relativo (estimado)	€/m ³	0,05	0,08
Coste energético	kWh/m ³	0	0
BENEFICIOS			
Mejora en calidad del agua	texto	Disminución de la concentración en nitratos por dilución y biofiltro	-
Población afectada	habitantes	2.953	10.958
Regantes afectados	regantes	440	713
Superficie regable servida	ha	3.061	7.586
Superficie regada	ha	1.520	3.500
Aumento del nivel freático medio	m	1,47	2,3

- **Recarga subterránea para regadío** de fuente superficial en temporada de aguas altas con 10 años de recarga contrastada y ahorro en bombeo por subida del freático.
- **Distribución de recursos** por una zona regable alimentada por pozos sin coste energético por 15 km (Santiuste) y 13 km (El Carracillo) a lo largo de su zona regable respectiva.
- **Mejora de calidad del agua:** Disminución de COD (3%), Cu (68%) y turbidez (34%) en canal respecto al agua de entrada del Voltoya.
- **Biodepuración pasiva:** Producida por dilución, sedimentación y bioactividad en todos los parámetros de canal respecto a EDAR y por los datos de Fe, P, Fosfatos y Amonio en humedales (-20%) respecto al propio canal.
- **Gestión de vertidos:** El sistema de recarga absorbe el efluente de las EDAR (incluso fuera de campaña) haciéndolo circular por los biofiltros de canales y humedales.
- **Laminación de avenidas:** Aliviaderos de Sanchón y Castrillejo hacia los ríos Voltoya y Eresma respectivamente con capacidad extra en balsas y humedales.
- **Fomento de biodiversidad:** Uso contrastado de hasta 25 especies de aves en Laguna de la Iglesia y en menor medida en humedales artificiales y canales. Vegetación acuática en canales y humedales (corredores biológicos).
- **Protección de endemismos:** Especies de alto valor de la Laguna de la Iglesia (pH 9) con la Comunidad Arctodiptomion con *Arctodiptomus salinus* y *Cletocamptus retrogressus* (Crustacea), además de Cyanobacterias, diatomeas, ostrácodos (Crustacea)...
- **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.
- **Marco de colaboración:** Ayuntamientos, CCRR, empresas públicas y privadas, CH Duero, investigadores....



Contacto

Jon San Sebastián Sauto
Departamento de Estudios y Consultoría
Gerencia de Ingeniería y Arquitectura
jsss@tragsa.es
Tel. +34 91 322 66 61

Gracias por su atención

