



## **Gestione Sostenibile delle risorse idriche in Val di Cornia come laboratorio di soluzioni innovative**

***IMPIANTI DI RICARICA DELLE FALDE IN CONDIZIONI CONTROLLATE  
dalla progettazione alla realizzazione e ordinaria operatività***

20 Febbraio 2020  
Suvereto (LI)

# **Progettazione di impianti di ricarica delle falde in condizioni controllate**

Rudy Rossetto

Istituto di Scienze della Vita – Scuola Superiore Sant'Anna



Sant'Anna  
Scuola Universitaria Superiore Pisa



# Pressioni sulla risorsa idrica

Bacino del Mediterraneo (fine questo secolo):

- incremento delle attività antropiche (max in aree costiere)
- cambiamenti climatici (proiezioni *Int. Pan. Clim. Chan.*):  $T > 3^{\circ}\text{C}$

$P < 10\%$

- Deterioramento della risorsa idrica sotterranea è già una realtà (sovrasfruttamento per scopi industriali/idropotabili/irrigui  
sovrasfruttamento in aree costiere-salinizzazione)





# Risorse convenzionali vs. non convenzionali

Ricerca di ulteriori livelli acquiferi sfruttabili?  
Invasi?



## *Risorse non convenzionali*

Recupero acque meteoriche e riutilizzo reflui (post-trattamento)/desalinizzazione

## **RICARICA delle falde**

# Managed Aquifer Recharge

La ricarica intenzionale di un acquifero è un processo per cui il volume di acqua ordinariamente immagazzinato nel sottosuolo è incrementato ad un tasso superiore alla ricarica naturale.

Viene sfruttata la **naturale funzione di serbatoio e di trasmissione del sottosuolo.**

Il fatto che questa ricarica sia “intenzionale/controllata” (*managed*) ha l'obiettivo di assicurare una adeguata protezione della salute umana e dell'ambiente.

Il controllo la differenzia da sistemi in cui la ricarica è cosiddetta “non-intenzionale” (es.: ricarica derivante da irrigazione in eccesso).

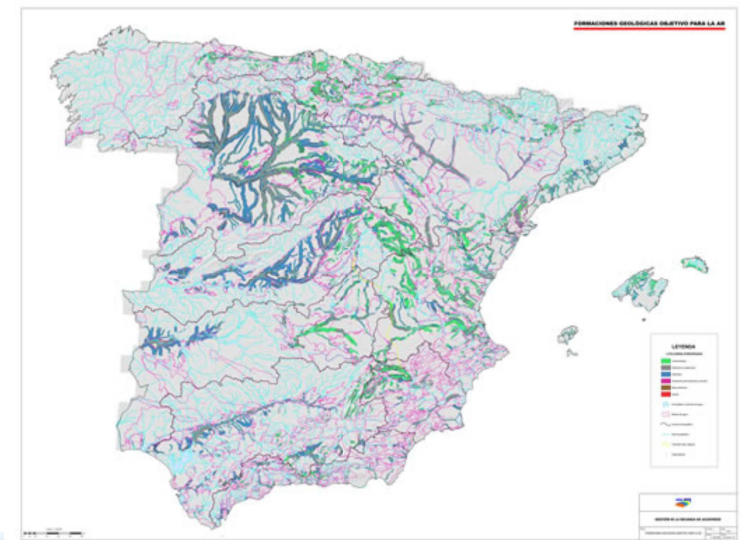




# Impianti di ricarica degli acquiferi

Tecnologia non nuova sviluppata a partire dagli anni 50 del secolo scorso.  
(Mario Canavari - Manuale di Geologia Tecnica, 1927)

Diffusa in USA, Israele, Australia, Spagna (<http://www.dina-mar.es/>)





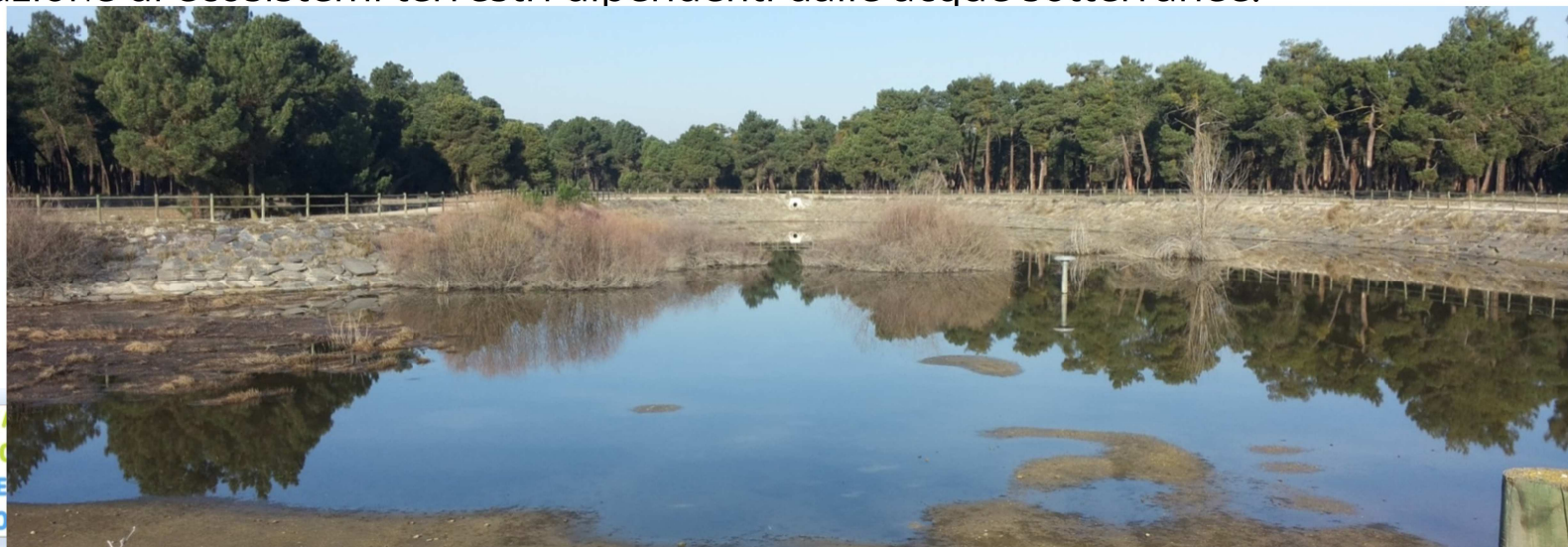
# Impianti di ricarica degli acquiferi



*Interventi di geoingegneria ambientale in cui si ricaricano gli acquiferi con aliquote di acqua provenienti da corsi d'acqua, invasi - o acque non convenzionali.*

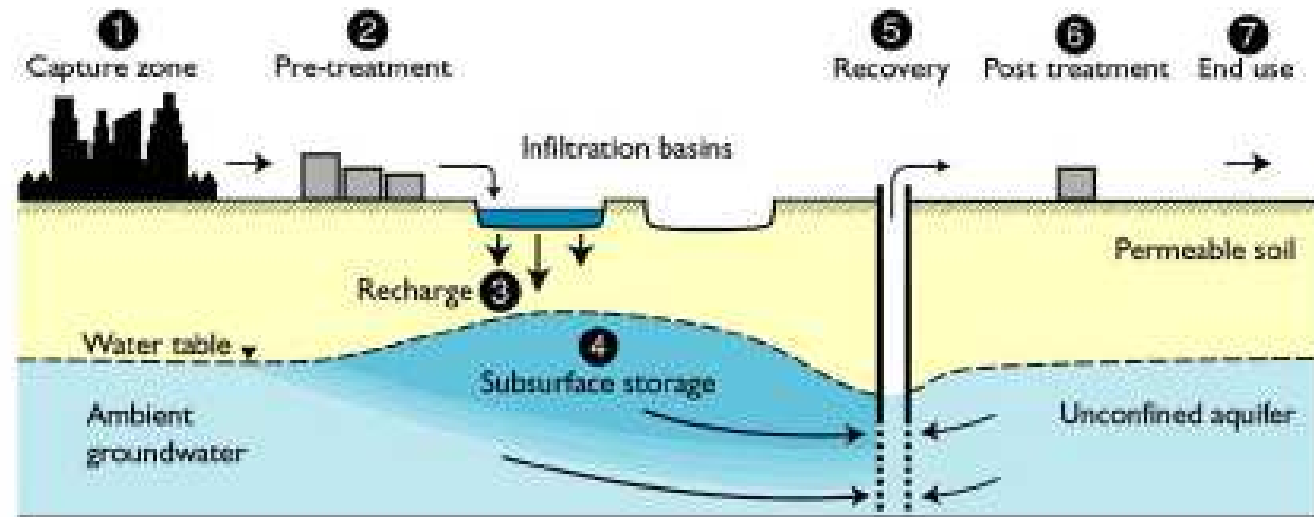
## Potenziali utilizzi:

- Immagazzinamento di acqua per vari utilizzi in periodi di criticità;
- Contrastare l'abbassamento creato da emungimenti;
- Controllo di fenomeni di subsidenza;
- Contrasto a fenomeni di intrusione salina;
- Vivificazione di ecosistemi terrestri dipendenti dalle acque sotterranee.

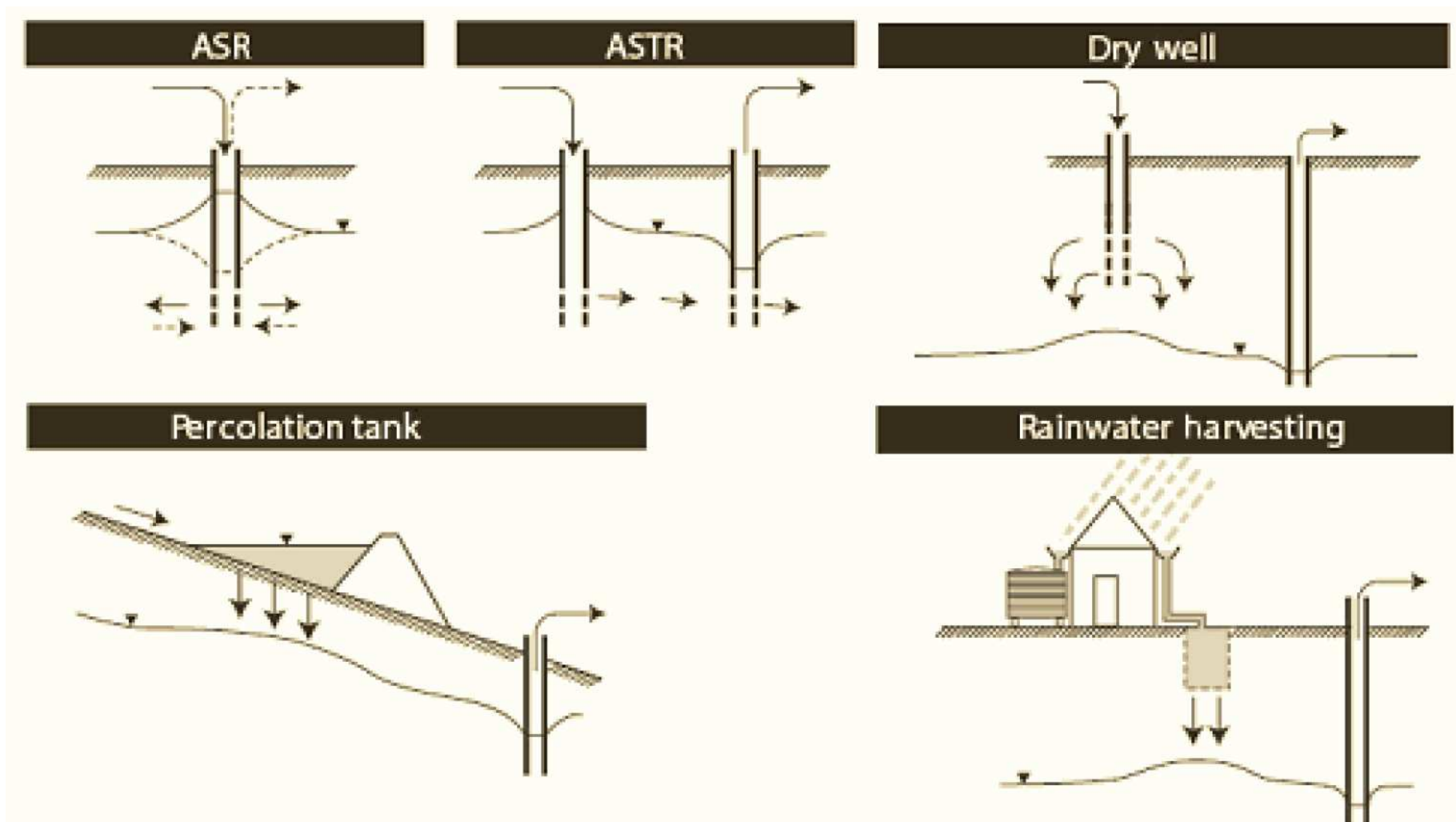


# Componenti di un impianto MAR

- 1) Zona di cattura
- 2) (eventuale) pre-trattamento
- 3) Sistema di ricarica
- 4) Acquifero
- 5) Sistema di emungimento/recupero
- 6) Post-trattamento
- 7) Utilizzatori finali



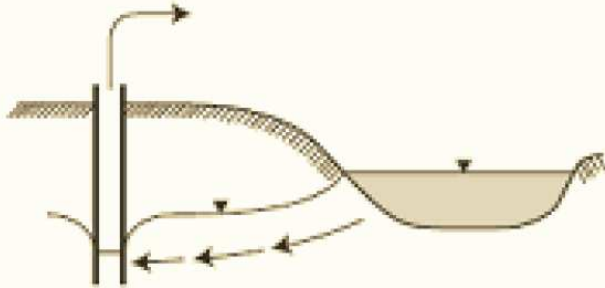
# Tipologie di impianti MAR



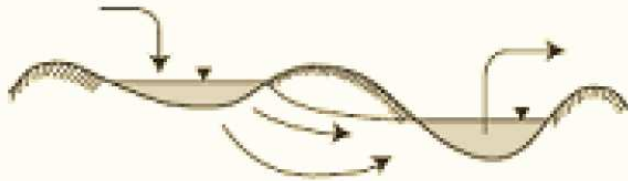


# Tipologie di impianti MAR

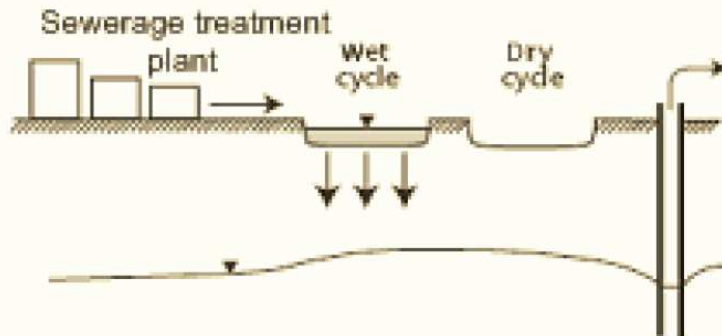
Bank filtration



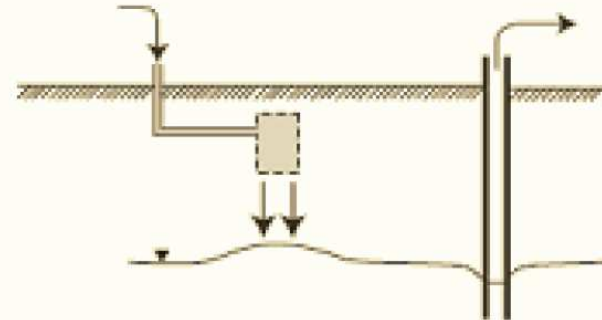
Dune filtration



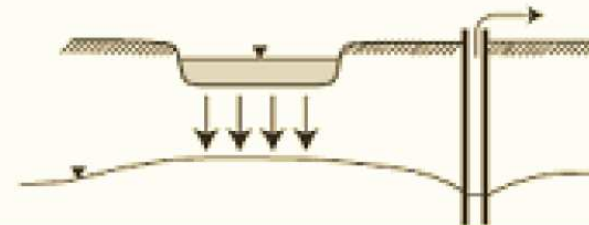
Soil Aquifer Treatment



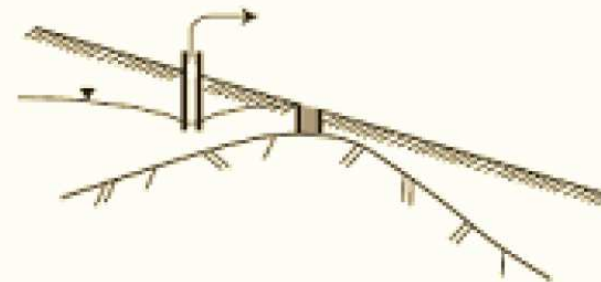
Infiltration gallery



Infiltration pond



Underground dam

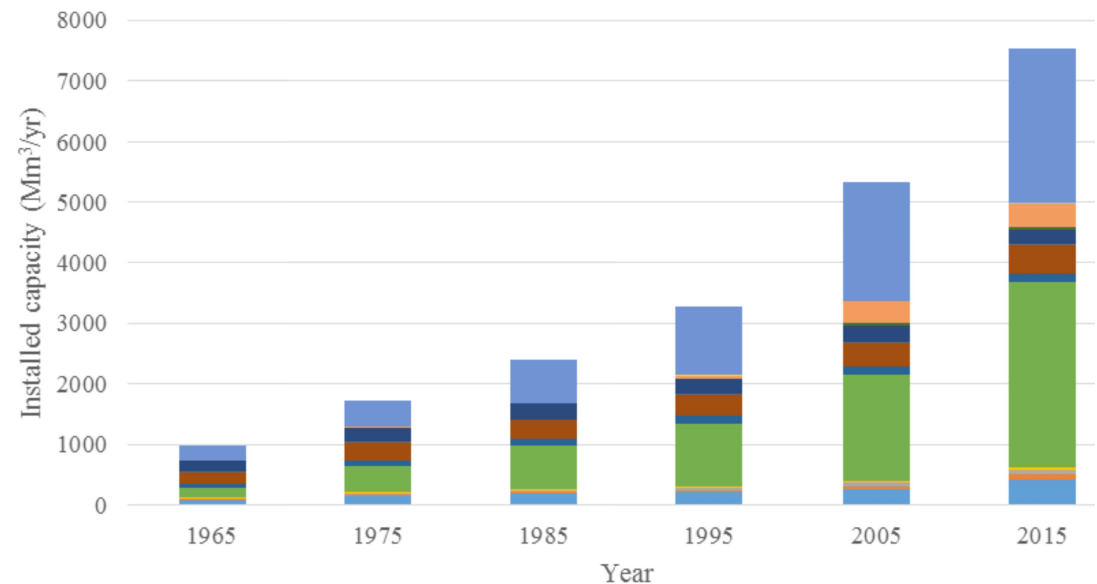
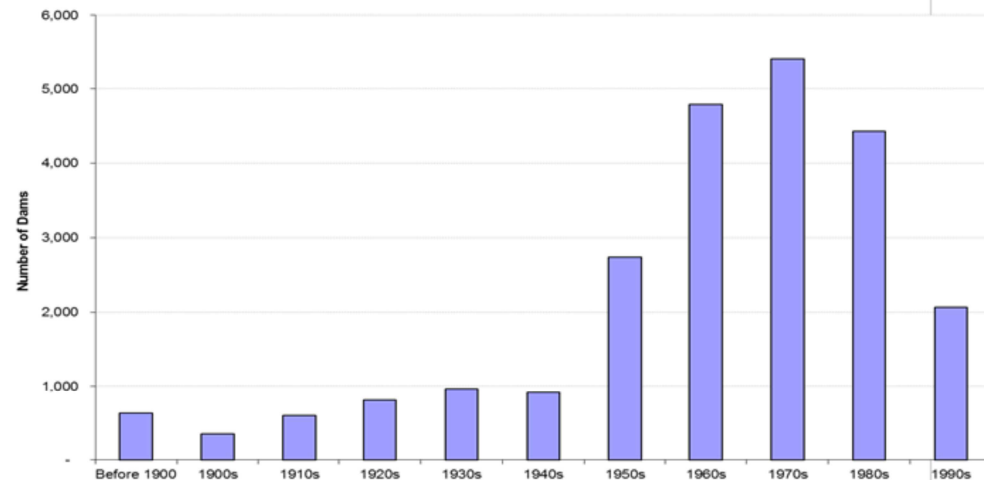


# MAR – global scale

## Sixty Years of Global Progress in Managed Aquifer Recharge

P. Dillon<sup>1\*</sup>, P. Stuyfzand<sup>2</sup>, T. Grischek<sup>3</sup>, M. Lluria<sup>4</sup>, R.D.G. Pyne<sup>5</sup>, R.C. Jain<sup>6</sup>, J. Bear<sup>7</sup>, J. Schwarz<sup>8</sup>, Weiping Wang<sup>9</sup>, E. Fernandez<sup>10</sup>, C. Stefan<sup>10</sup>, M. Pettanati<sup>11</sup>, J. van der Gun<sup>12</sup>, C. Sprenger<sup>13</sup>, G. Massmann<sup>14</sup>, B.R. Scanlon<sup>15</sup>, J. Xanke<sup>16</sup>, P. Jokela<sup>17</sup>, Y. Zheng<sup>18</sup>, R. Rossetto<sup>19</sup>, M. Shamrukh<sup>20</sup>, P. Pavelic<sup>21</sup>, E. Murray<sup>22</sup>, A. Ross<sup>23</sup>, J.P. Bonilla Valverde<sup>24</sup>, A. Palma Nava<sup>25</sup>, N. Ansems<sup>26</sup>, K. Posavec<sup>27</sup>, K. Ha<sup>28</sup>, R. Martin<sup>29</sup>, M. Sapiano<sup>30</sup>

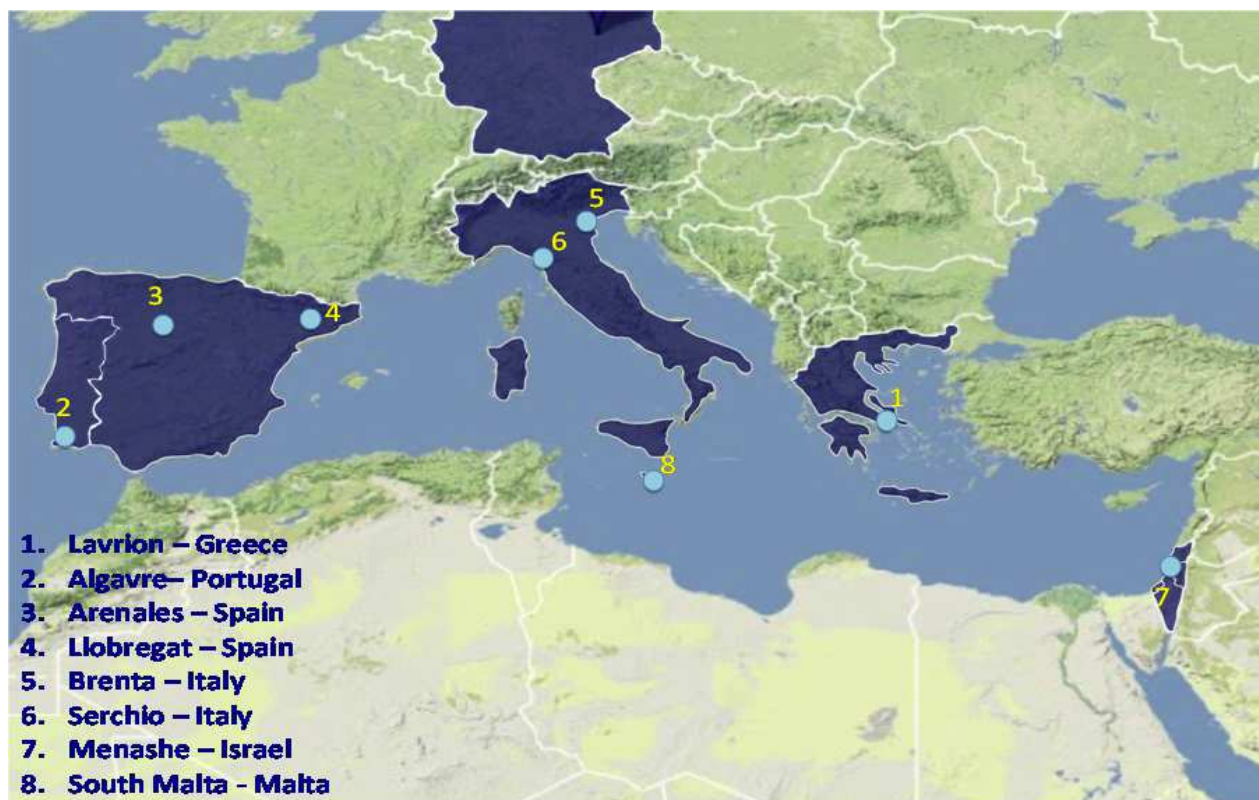
Commissioning of Large Dams, by Decade, 20th Century



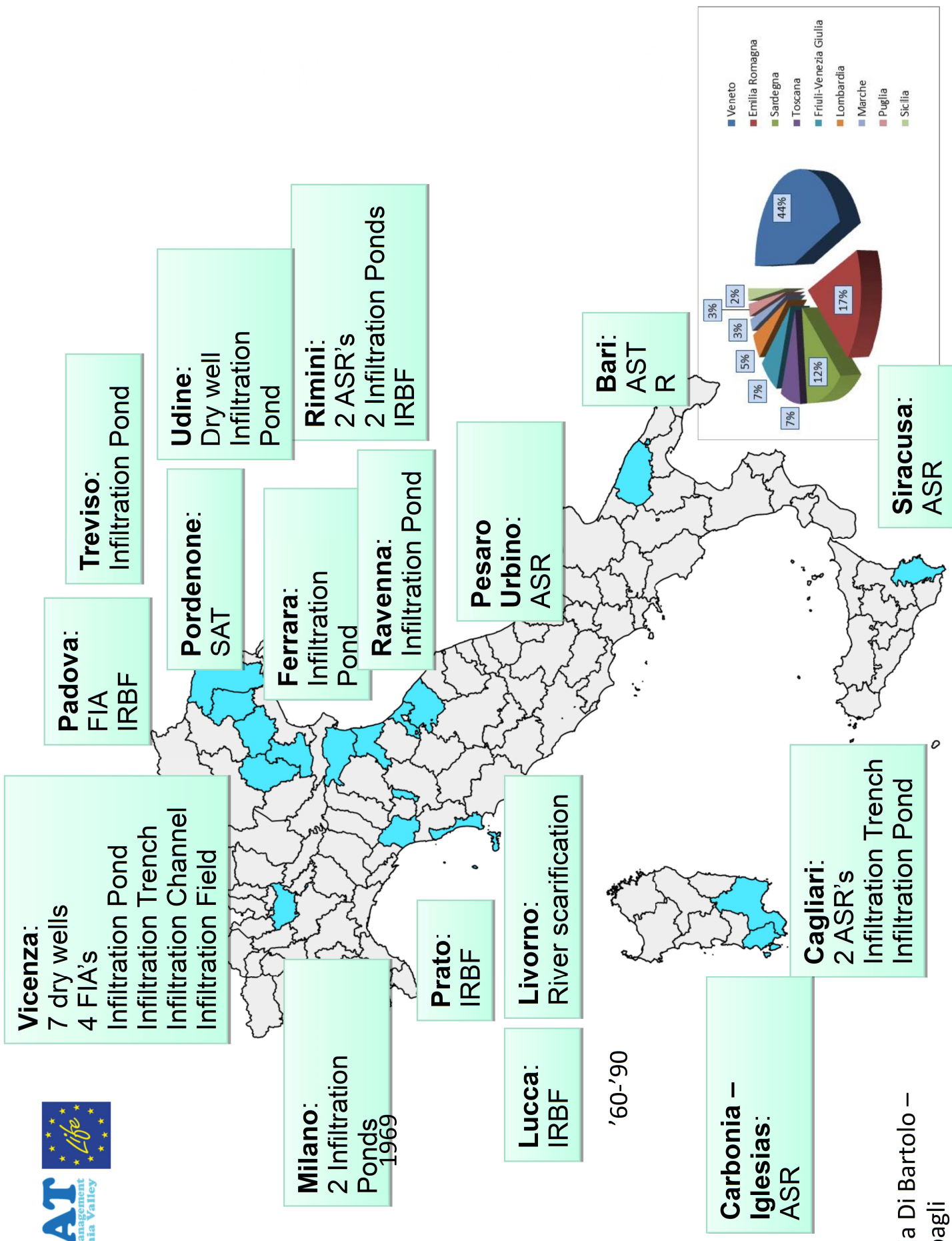
# MARSOL:

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

- 21 Partners
- 36 months, starting 12/2013

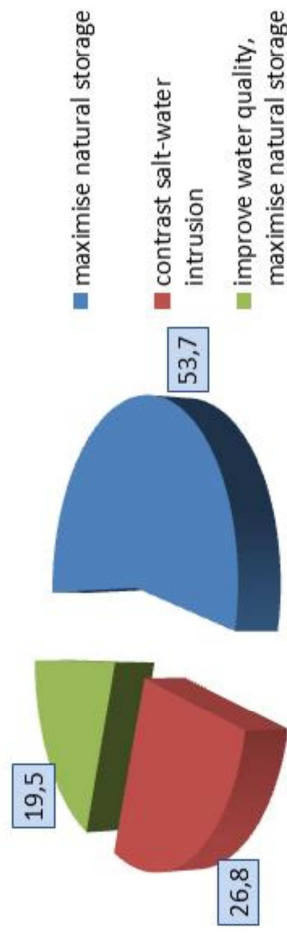
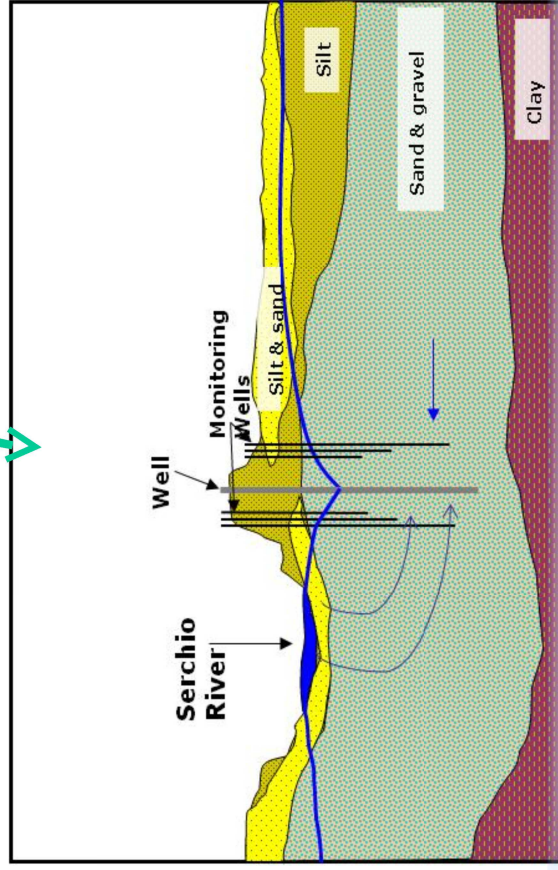
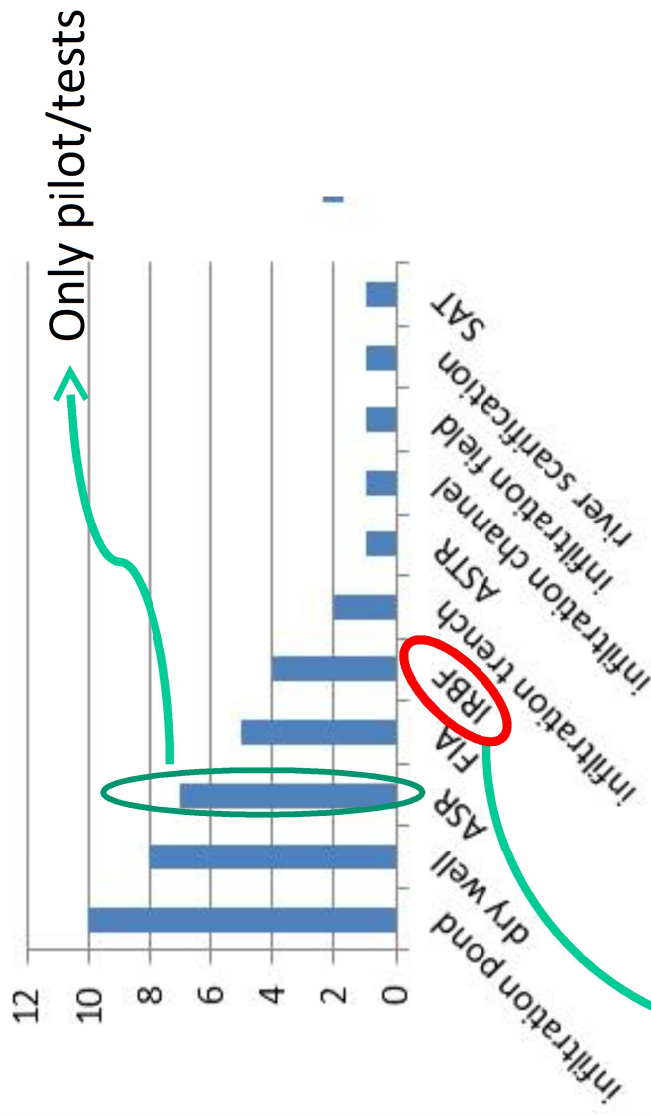






Credits: Silvia Di Bartolo –  
Alessio Barbagli

# MAIN TYPES OF ARTIFICIAL RECHARGE





# RECENT YEARS/1

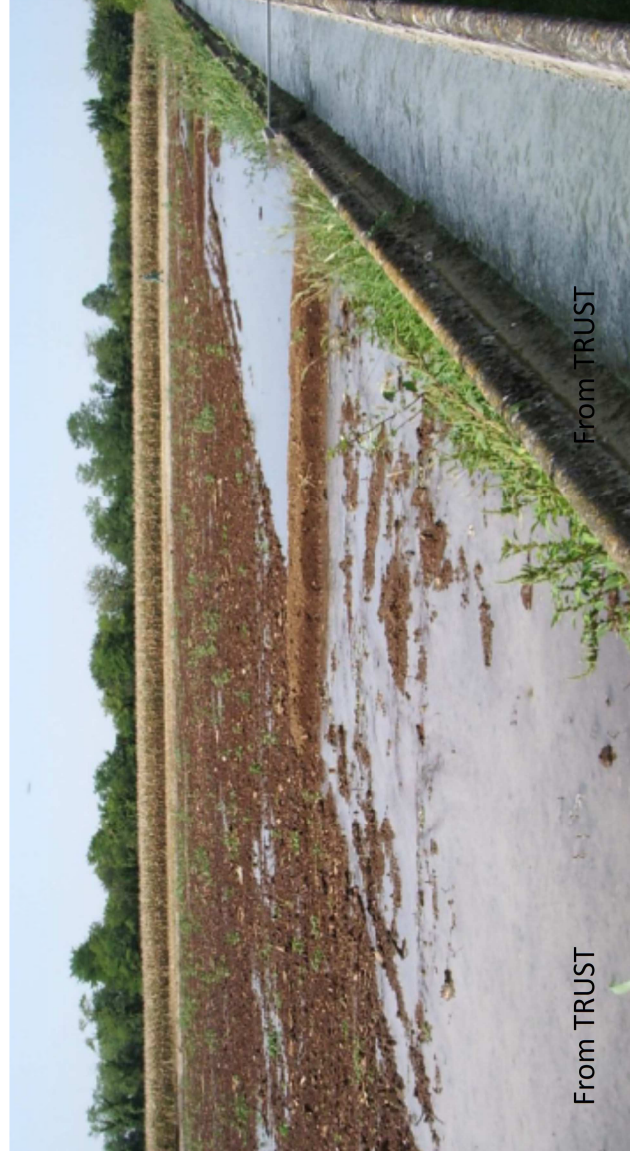
Some projects on aquifer recharge were co-financed by the European Commission mainly through the LIFE program.



**-TRUST** (*Tool for regional - scale assessment of groundwater storage improvement in adaptation to climate change*, LIFE07 ENV/IT/000475; Marsala 2014);

**-AQUOR** (*Implementation of a water saving and artificial recharging participated strategy for the quantitative groundwater layer rebalance of the upper Vicenza's plain - LIFE 2010 ENV/IT/380*; Mezzalana et al. 2014);

**-WARBO** (*Water re-born - artificial recharge: innovative technologies for the sustainable management of water resources*, LIFE10 ENV/IT/000394; 2014).



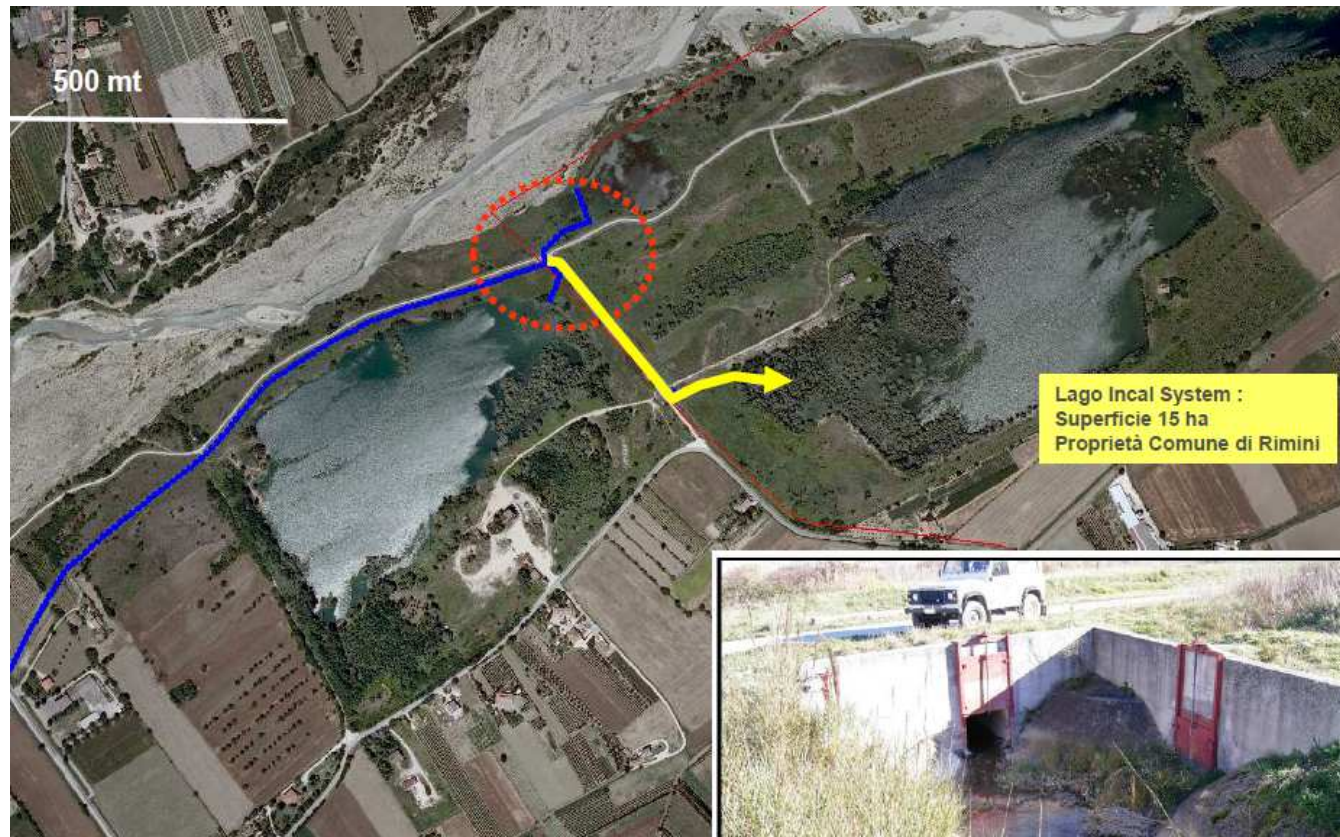


# RECENT YEARS/2

In 2014, the Regional Authority of Emilia Romagna started a MAR pilot on the Marecchia River fan using a **recharge basin (old quarry)** to alleviate water scarcity in the Rimini area as results of drought periods (Severi et al. 2014).

About 2 Mm<sup>3</sup> recharged during the experimental phase

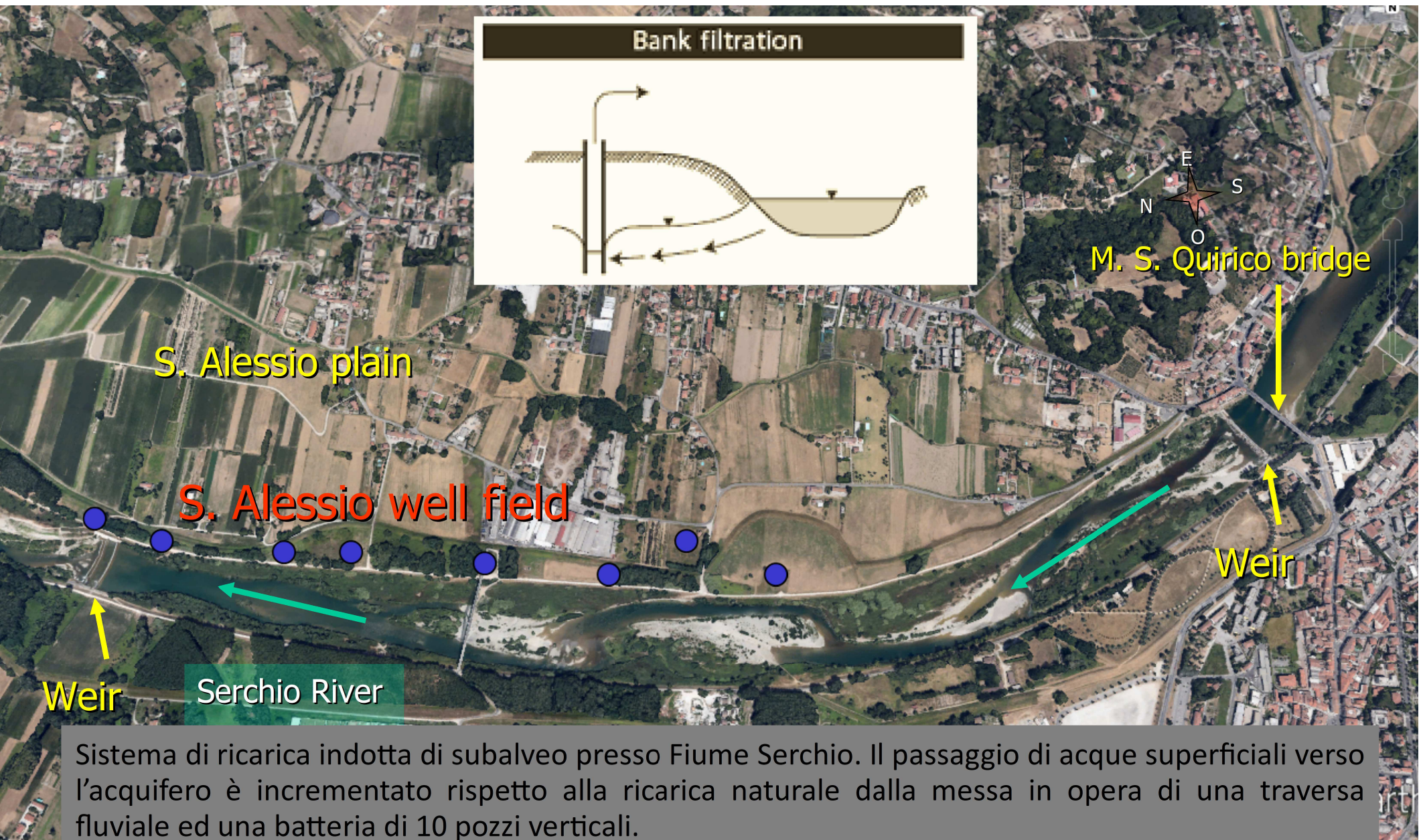
Less than 100k € investment.



From Regione Emilia Romagna



# RECENT YEARS/3



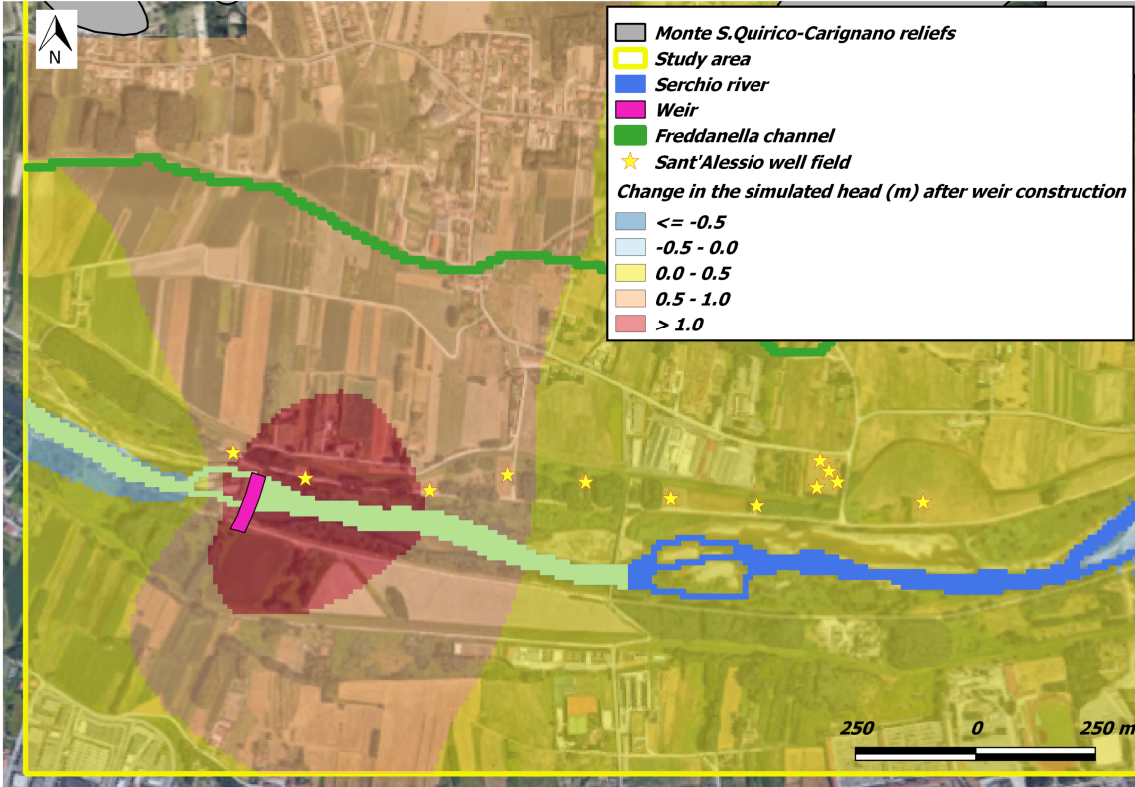




# Effect of the downstream weir



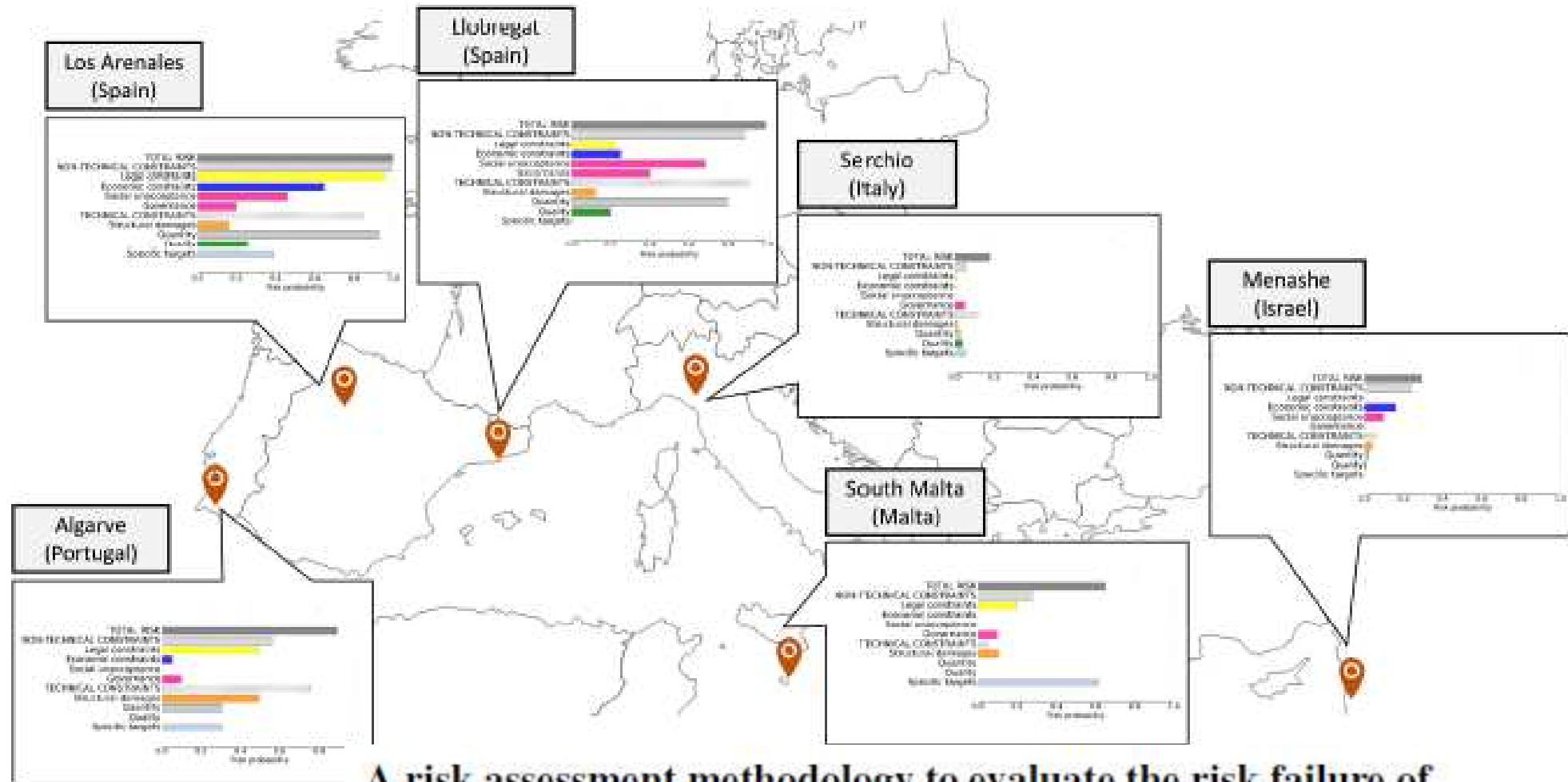
Net aquifer recharge (m <sup>3</sup> /s)			
	r		
Net aquifer recharge (m <sup>3</sup> /s)			



# RISK ANALYSIS



MANAGED  
AQUIFER  
RECHARGE  
SOLUTIONS



**A risk assessment methodology to evaluate the risk failure of Managed Aquifer Recharge in Mediterranean basin**

Paula Rodríguez-Escales<sup>1,2,\*</sup>, Arnau Canelles<sup>1,2,\*</sup>, Xavier Sanchez-Vila<sup>1,2</sup>, Albert Folch<sup>1,2</sup>, Daniel Kurtzman<sup>3</sup>, Rudy Rossetto<sup>4</sup>, Enrique Fernández-Escalante<sup>5</sup>, João-Paulo Lobo-Ferreira<sup>6</sup>, Manuel Sapiano<sup>7</sup>, Jon San-Sebastián<sup>5</sup>, and Christoph Schüth<sup>8</sup>



# RECENT YEARS/4

*Da un'agricoltura che impatta la risorsa acqua ad una agricoltura che ne permette la conservazione e ne migliora la qualità*

F I A  
o n r  
r f e  
e i a  
s l s  
t t  
e r  
d a  
t  
i  
o  
n



(Veneto, Italy)

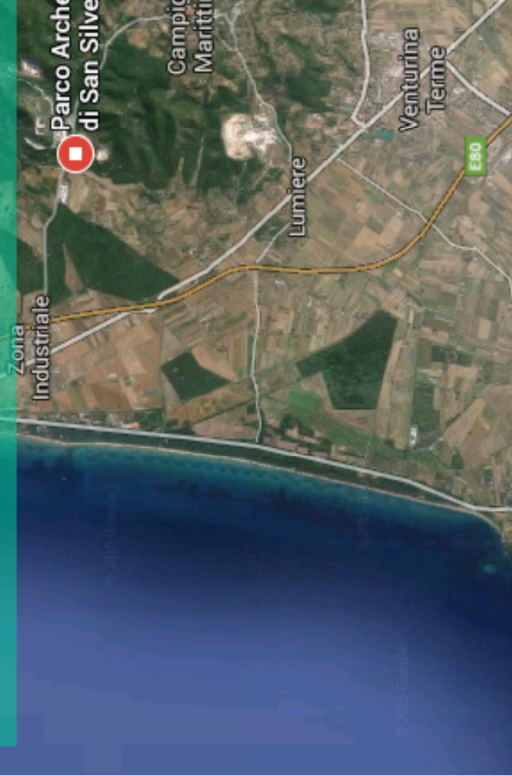




# RECENT YEARS/5

## EU LIFE REWAT 2015 -2019

sustainable WATER management in the lower Cornia valley through demand REDuction, aquifer REcharge and river REstoration



Acropoli di Populonia -  
Necropoli di San Cerbone



## PHARM - SWAP MED

Removal of PHARMaceuticals from treated wastewaters in the Soil - Water - Plant continuum in the MEDiterranean basin



Ministry Of Science  
Technology and Space of the  
State of Israel

*Ministero degli Affari Esteri  
e della Cooperazione Internazionale*

# Norme

- La ricarica controllata è permessa in Italia dal Settembre 2013, misura supplementare nei Piani di Tutela delle Acque
- Dlgs 152/2006 Art 104 **Scarichi nel sottosuolo e nelle acque sotterranee** comma 4bis

Fermo restando il divieto di cui al comma 1, l'autorità competente, al fine del raggiungimento dell'obiettivo di qualità dei corpi idrici sotterranei, può autorizzare il ravvenamento o l'accrescimento artificiale dei corpi sotterranei, nel rispetto dei criteri stabiliti con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

L'acqua impiegata può essere di provenienza superficiale o sotterranea, a condizione che l'impiego della fonte non comprometta la realizzazione degli obiettivi ambientali fissati per la fonte o per il corpo idrico sotterraneo oggetto di ravvenamento o accrescimento.

Tali misure sono riesaminate periodicamente e aggiornate quando occorre nell'ambito del Piano di tutela e del Piano di gestione.



Regolamento recante criteri per il rilascio dell'autorizzazione al ravvenamento o all'accrescimento artificiale dei corpi idrici sotterranei al fine del raggiungimento dell'obiettivo di qualità, ai sensi dell'art. 104, comma 4-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni

13-6-2016

GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

Serie generale - n. 136

## LEGGI ED ALTRI ATTI NORMATIVI

### **MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE**

DECRETO 2 maggio 2016, n. 100.

Regolamento recante criteri per il rilascio dell'autorizzazione al ravvenamento o all'accrescimento artificiale dei corpi idrici sotterranei al fine del raggiungimento dell'obiettivo di qualità, ai sensi dell'articolo 104, comma 4-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

**IL MINISTRO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO  
E DEL MARE**

Acquisita l'intesa della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano repertorio n. 232/CSR nella seduta del 17 dicembre 2015;

Udito il parere del Consiglio di Stato n. 388/2016 espresso dalla Sezione consultiva per gli atti normativi nell'adunanza del 28 gennaio 2016;

Vista la comunicazione al Presidente del Consiglio dei ministri, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, effettuata con nota 7680 del 6 aprile 2016;

**ADOTTA**  
il seguente regolamento:



# Punti salienti DM 100/2016

- Definisce un corpo idrico donatore ed uno sotterraneo accettore
- Definisce la ricarica in condizioni controllate
- La ricarica può essere diretta (bypassando la zona insatura) indiretta (sfruttando il potere di attenuazione naturale del sistema suolo-acqua-pianta)
- Possono essere utilizzate per la ricarica acque superficiali/sotterranee di corpi idrici in buon stato chimico
- Possono essere ricaricati corpi idrici sotterranei in stato non buono oppure buono, ma con trend al peggioramento
- Nessun cenno è fatto al potenziale riuso di reflui trattati

# Punti salienti DM 100/2016 – Allegato 1

- Presenta i criteri per il rilascio dell'autorizzazione alla ricarica
- L'autorizzazione è rilasciata (previa verifica assoggettabilità a VIA) dietro presentazione di (dettagliati):
  - Progetto preliminare (informazioni generali, di carattere idrologico idrochimico e tipologia intervento)
  - Progetto definitivo (in dettaglio, modalità ricarica, scenari idraulici e idrochimici e socio-economici derivanti dall'intervento)
- Devono essere previsti tre piani:
  - Gestione
  - Monitoraggio e controllo
  - Piano di emergenza

# Punti salienti DM 100/2016 – Allegato 1

- E' richiesto un *sistema di monitoraggio*
  - **Ante-operam**
    - Frequenza mensile (idrodinamico e idrochimico) per definizione di quadro di riferimento
  - **Post-operam**
    - Stessa rete del precedente, necessario per valutare l'efficacia degli interventi/eventuale deterioramento
  - **Di prima allerta,**
    - a monte del punto di derivazione, sistema di monitoraggio ad alta frequenza o in continuo (sonde multiparametriche) per eventuale interruzione afflusso





# Project design

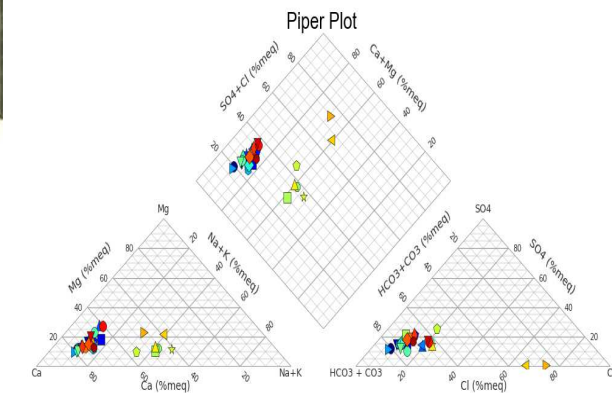
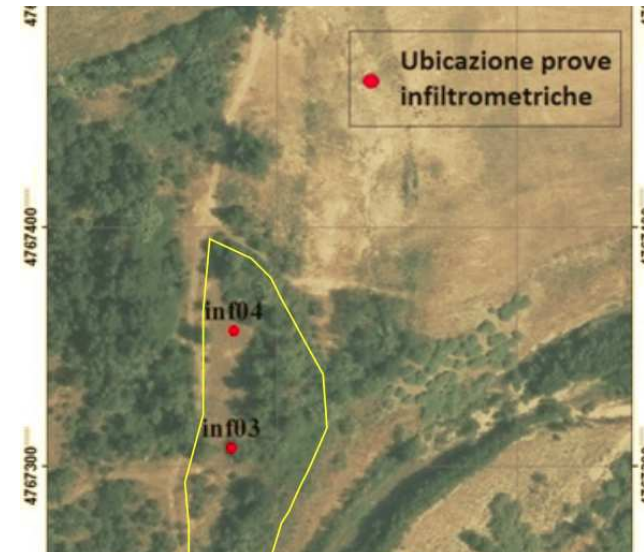
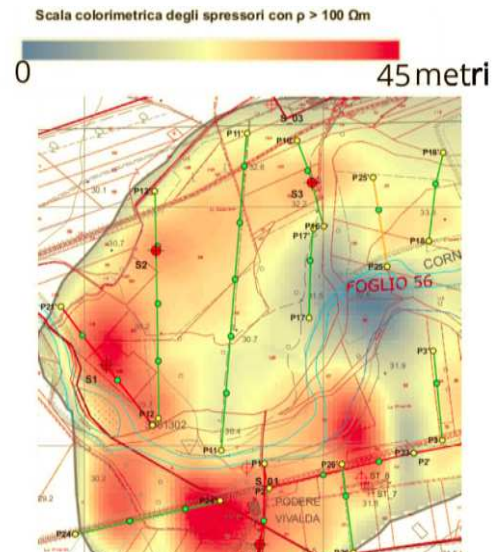
Two-phases project design required following  
DM 100/2016

- Preliminary project
  - Executive project
- ... but wasn't this a pilot???



Monthly monitoring required:

- Groundwater head
- Discharge curve (river)
- Chemical quality (ground- and surface-water)





# The MAR scheme



*Drilling of 15  
dedicated piezometers*

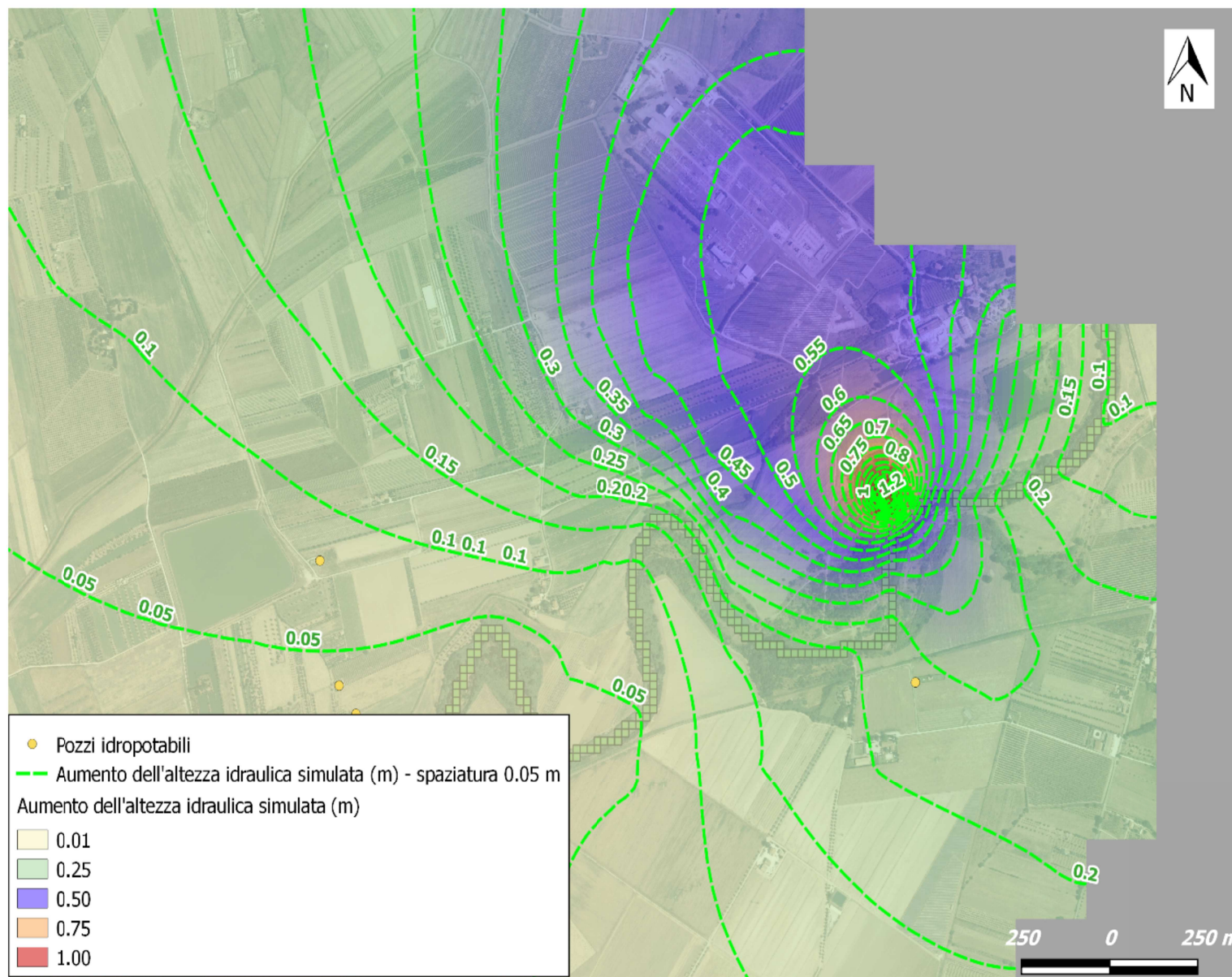


# Expected head increase

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

After 200 days  
simulation

$0.05 \text{ m}^3/\text{s}$   
recharge  
( $\approx 900\text{k m}^3$ )





# IMPIANTO DI RICARICA LIFE REWAT - SUVERETO



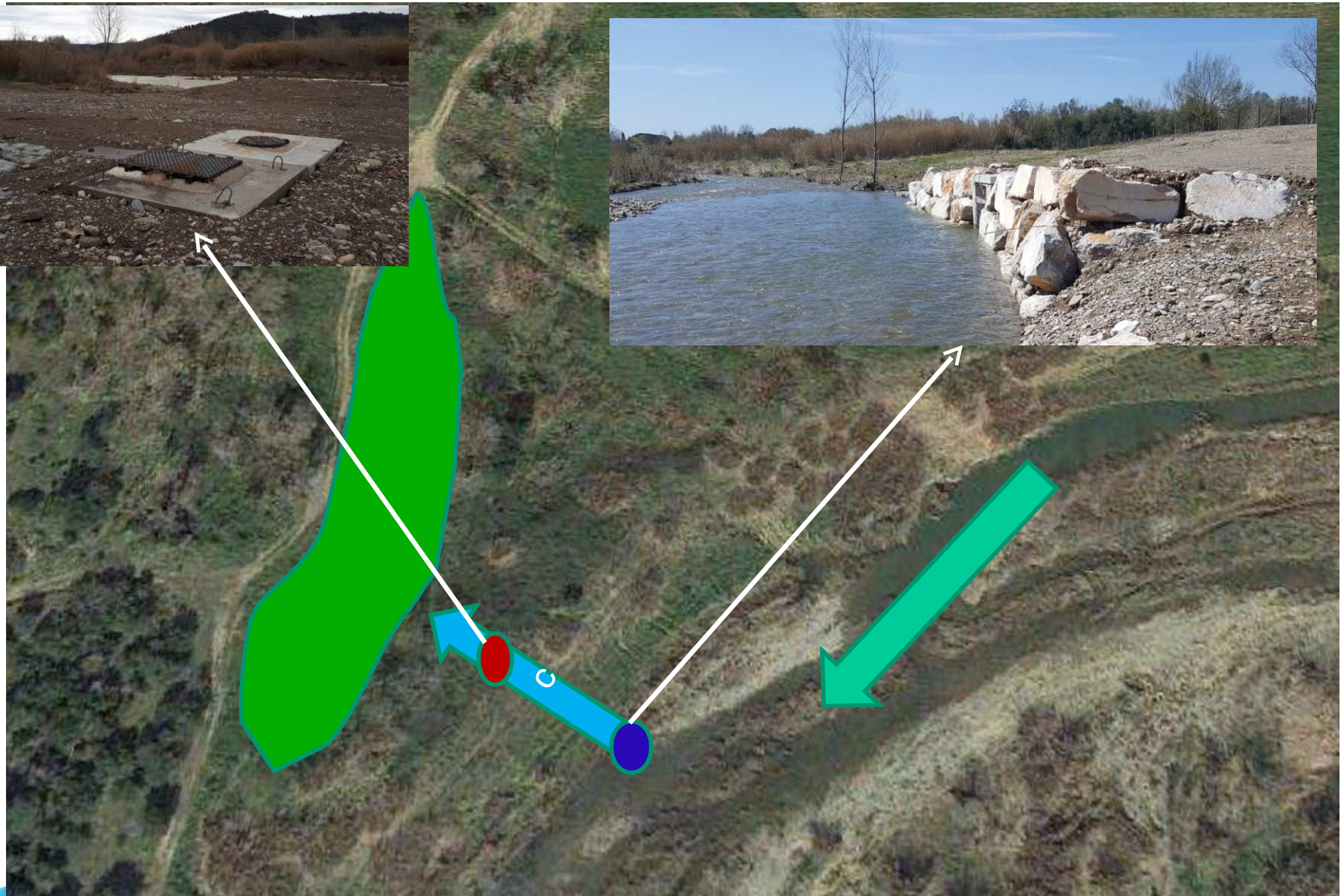


# Suvereto MAR plant





# Suvereto MAR plant





# Suvereto MAR plant





# Suvereto MAR plant





# Suvereto MAR plant





# Suvereto MAR plant





# Suvereto MAR plant





# MAR scheme operation

Three institutions involved:

Land drainage authority for site maintenance and  
clogging prevention works

basin scarification and plough (yearly?)



Water utility for electromechanical works

Pump and diversion system maintenance

Electrical works



Scuola Sup. Sant'Anna responsible for monitoring  
issues

Sensor maintenance

Discrete monthly monitoring (head +  
chemistry/biol.)



Sant'Anna  
Scuola Universitaria Superiore Pisa



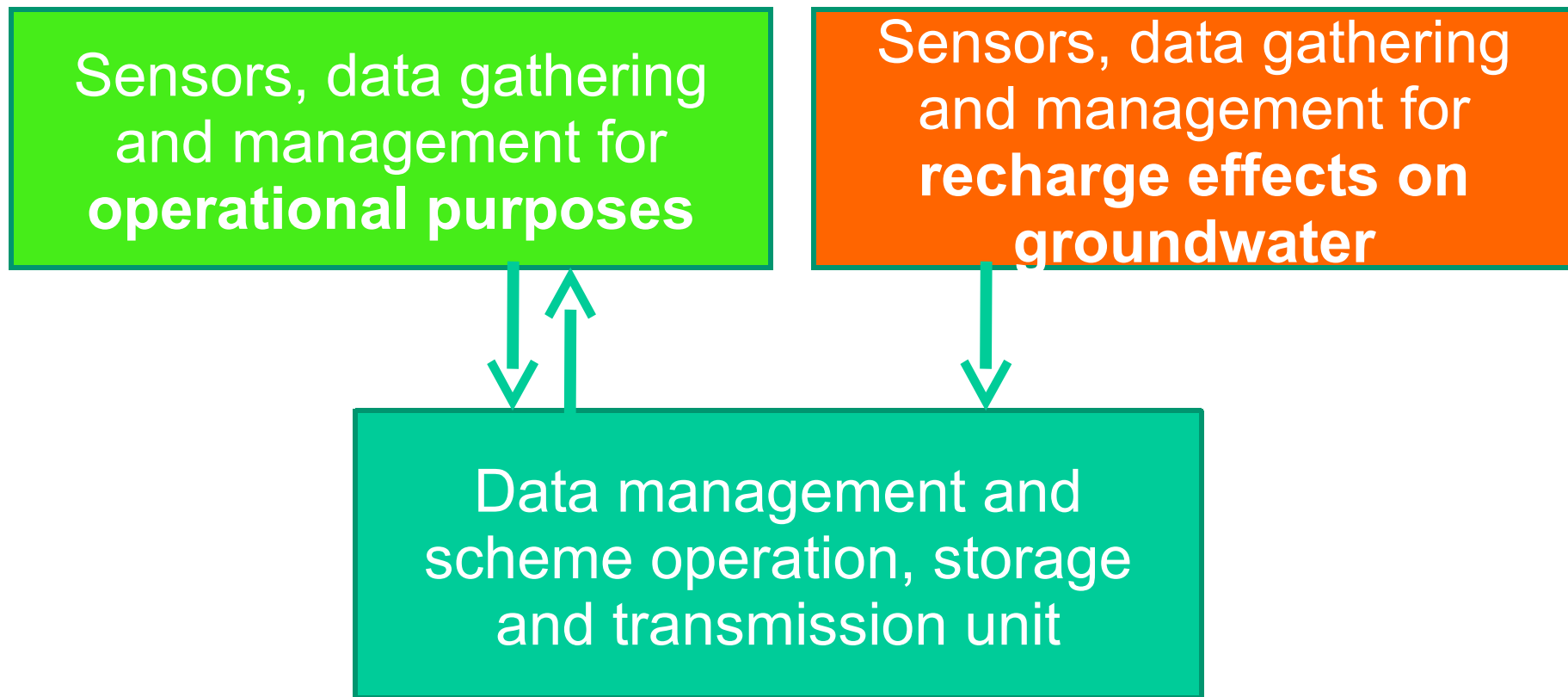


# Discrete monitoring network

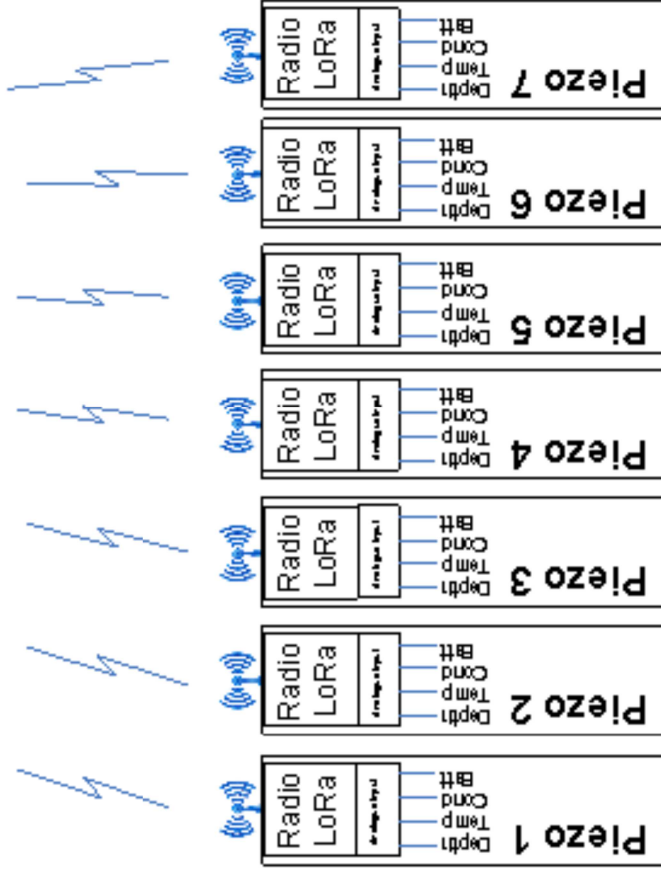
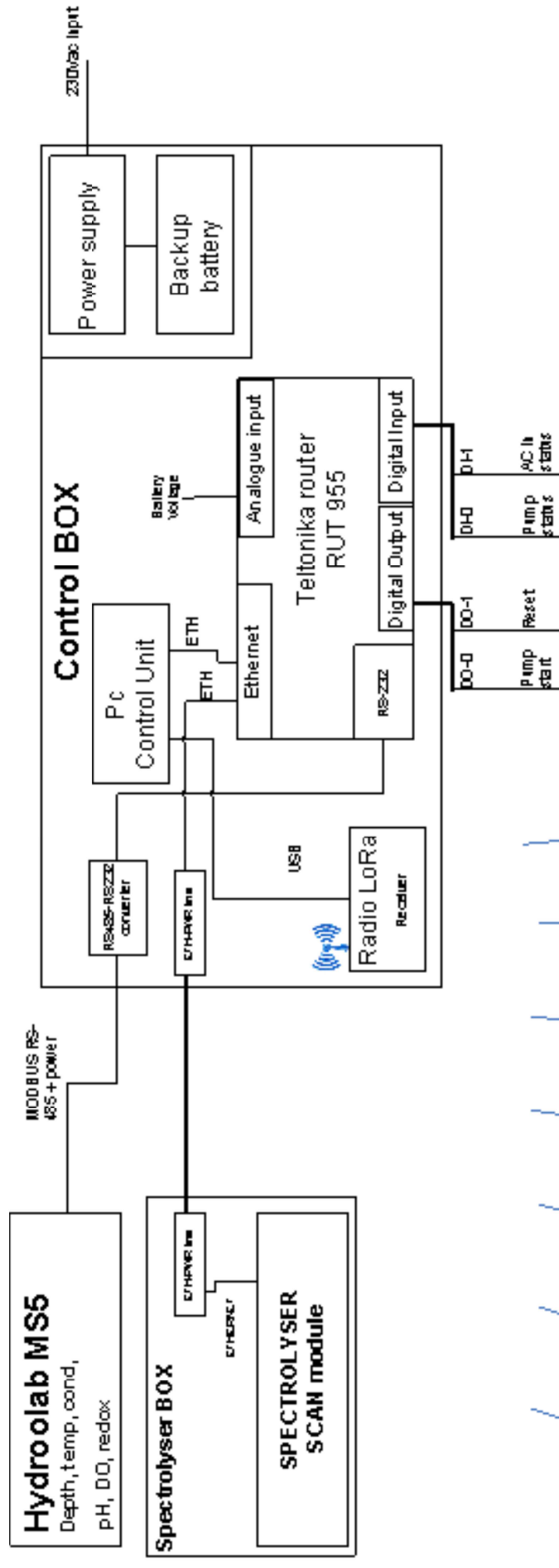




# ICT infrastructure architecture

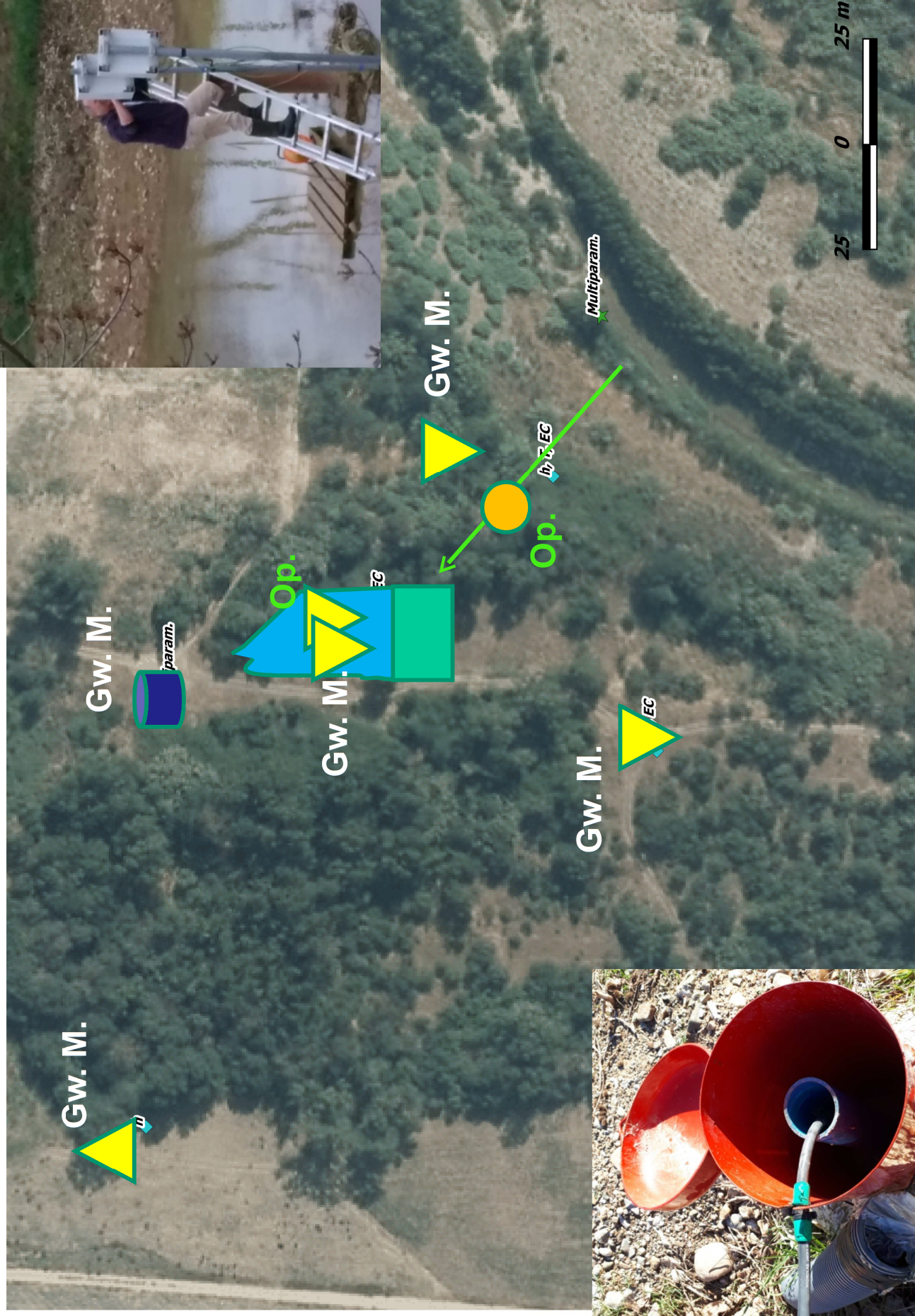


# ICT infrastructure architecture

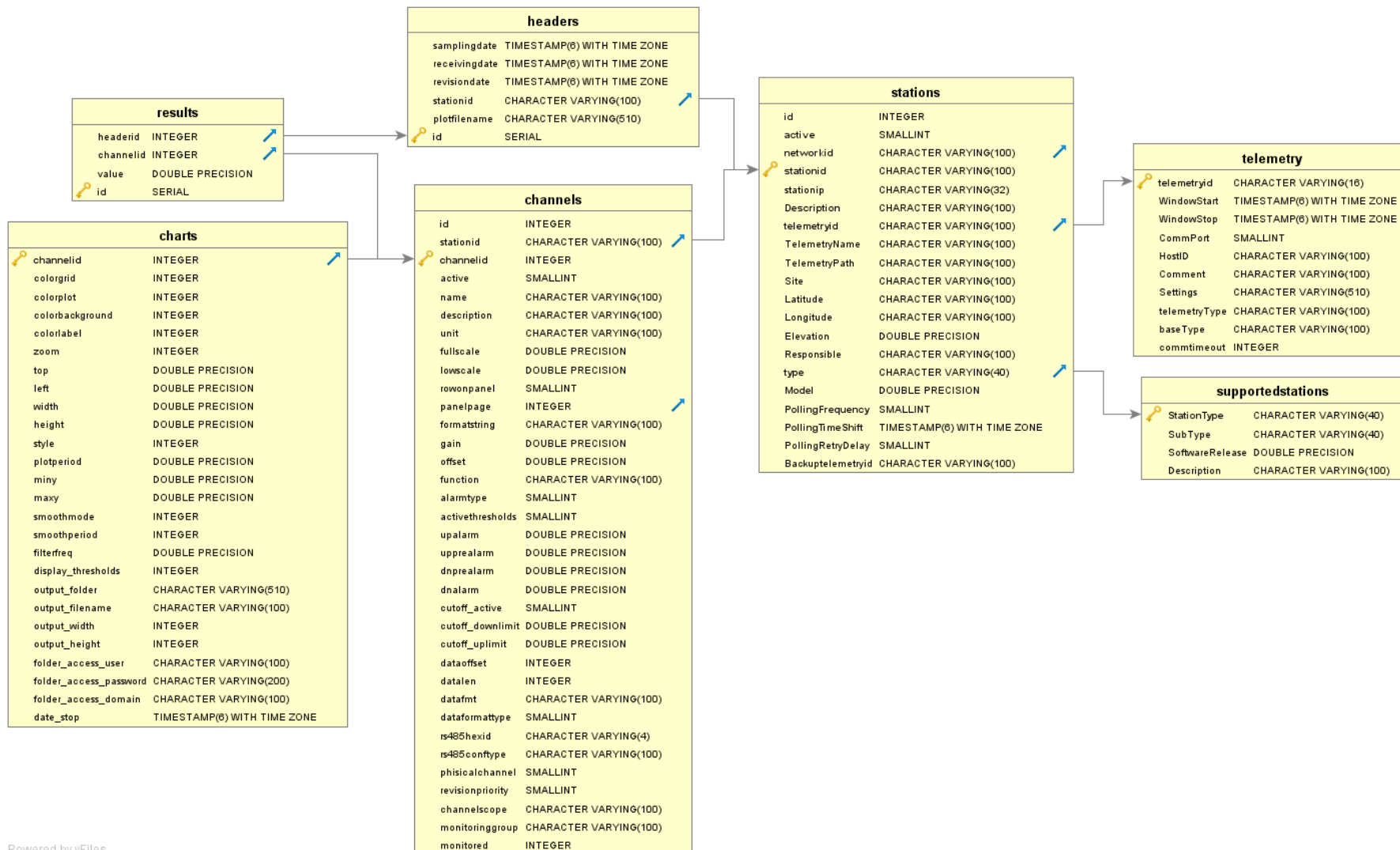




# Sensor network



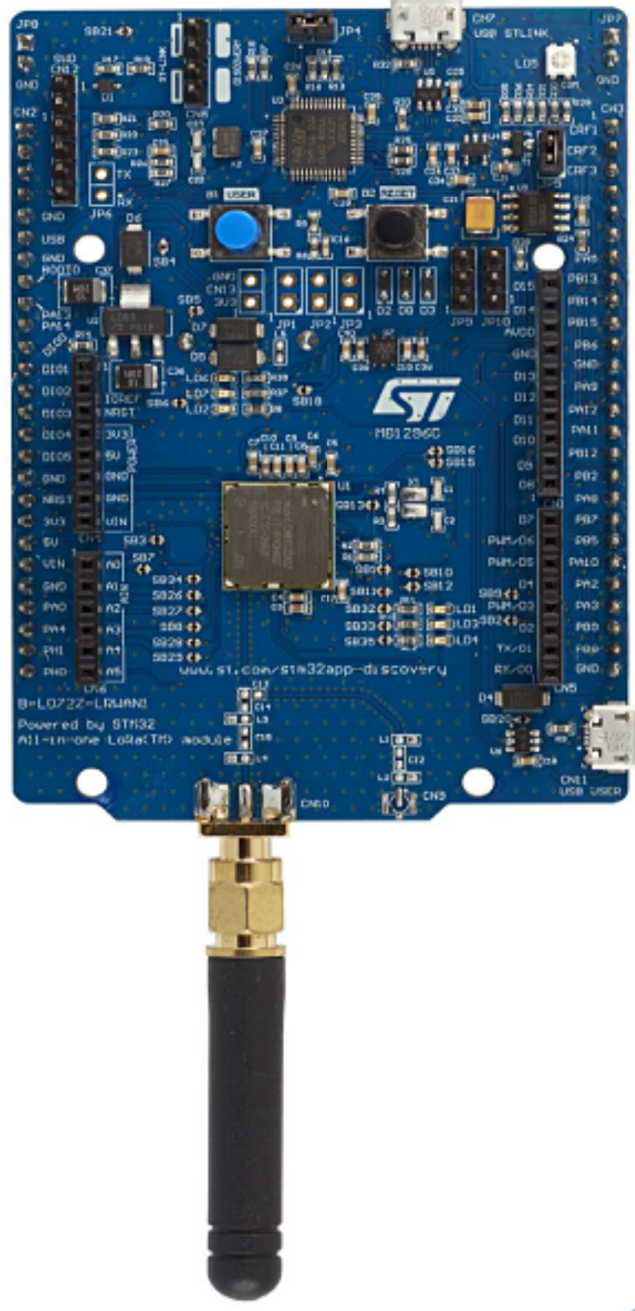
# ICT infrastructure architecture





# ICT infrastructure architecture

- ultra-low-power STM32L072CZ Series MCUs
- LoRa transceiver
- +20 dBm output power on 869.4625 MHz (ISM Band)
- RX current of 10 mA and stand-by current of 25  $\mu$ A



# ICT infrastructure architecture/5

File Options ? 22/05/2019 00:55:03 UTC +02

RMU 1

CS1 S1 Date	22/05/2019
CS1 S1 Level	2.58 m
CS1 S1 Conductivity	412.50 µS/cm
CS1 S1 Temperature	23.5 °C
CS1 S1 Battery	11.98 V

RMU 2

CS1 S2 Date	22/05/2019
CS1 S2 Level	3.73 m
CS1 S2 Conductivity	84.17 µS/cm
CS1 S2 Temperature	-132.4 °C
CS1 S2 Battery	13.03 V

RMU 3

CS1 S3 Date	21/05/2019 14:02:08
CS1 S3 Level	-0.03 m
CS1 S3 Battery	12.33 V

RMU 4

CS1 S4 Date	22/05/2019
CS1 S4 Level	3.30 m
CS1 S4 Conductivity	554.30 µS/cm
CS1 S4 Temperature	16.5 °C
CS1 S4 Battery	12.85 V

RMU 5

CS1 S5 Date	22/05/2019
CS1 S5 Level	2.33 m
CS1 S5 Conductivity	524.20 µS/cm
CS1 S5 Temperature	16.6 °C
CS1 S5 Battery	11.94 V

RMU 6

RMU 7

RMU 8

RMU 9

Multiparametrica 1

HYD Date	22/05/2019 00:45:20
HYD Temp	15.03 °C
HYD pH	7.37
HYD Cond	704 µS/cm
HYD ORP	622 mV
HYD Depth	2.22 m
HYD DO	4.53 mg/l

Multiparametrica 2

Centro controllo

Telemetria

Communicator Log

22/05/2019 00:52:30 TELT 192.168.1.1:4001 4F 9E 00 00 00 07 01 03 04

Station Log

22/05/2019 00:52:30 TELT Normal Next interrogation: 22/05/2019 01:07:30 (OK)

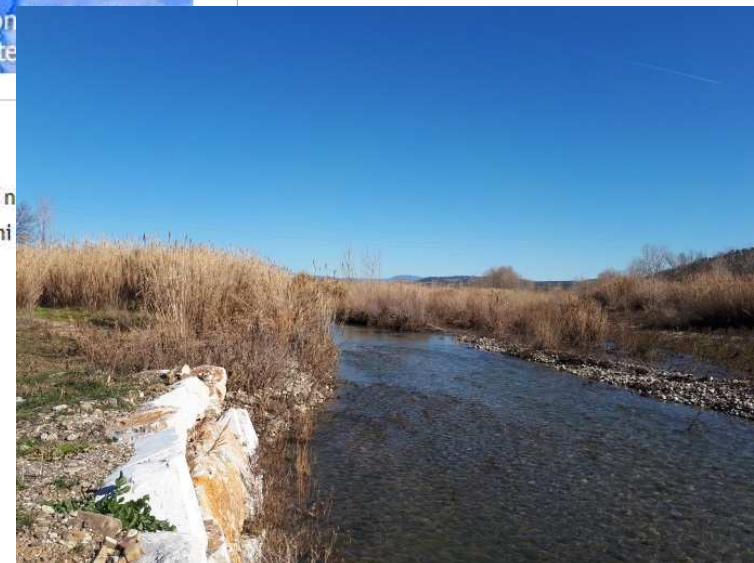
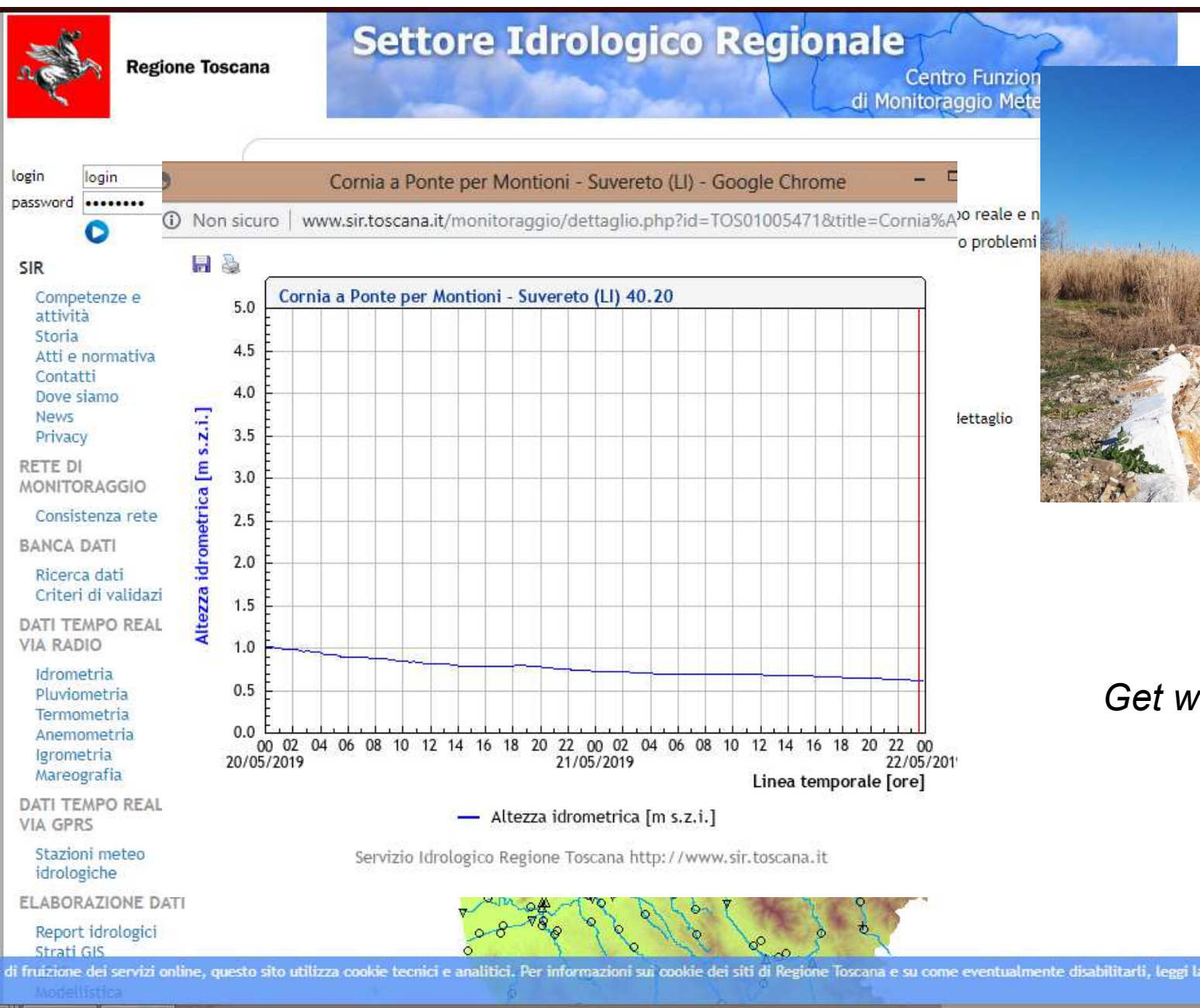
22/05/2019 00:53:30 EMAILH Normal Next interrogation: 22/05/2019 00:54:30 (OK)

22/05/2019 00:54:30 EMAILH Normal Next interrogation: 22/05/2019 00:55:30 (OK)





# Operational monitoring

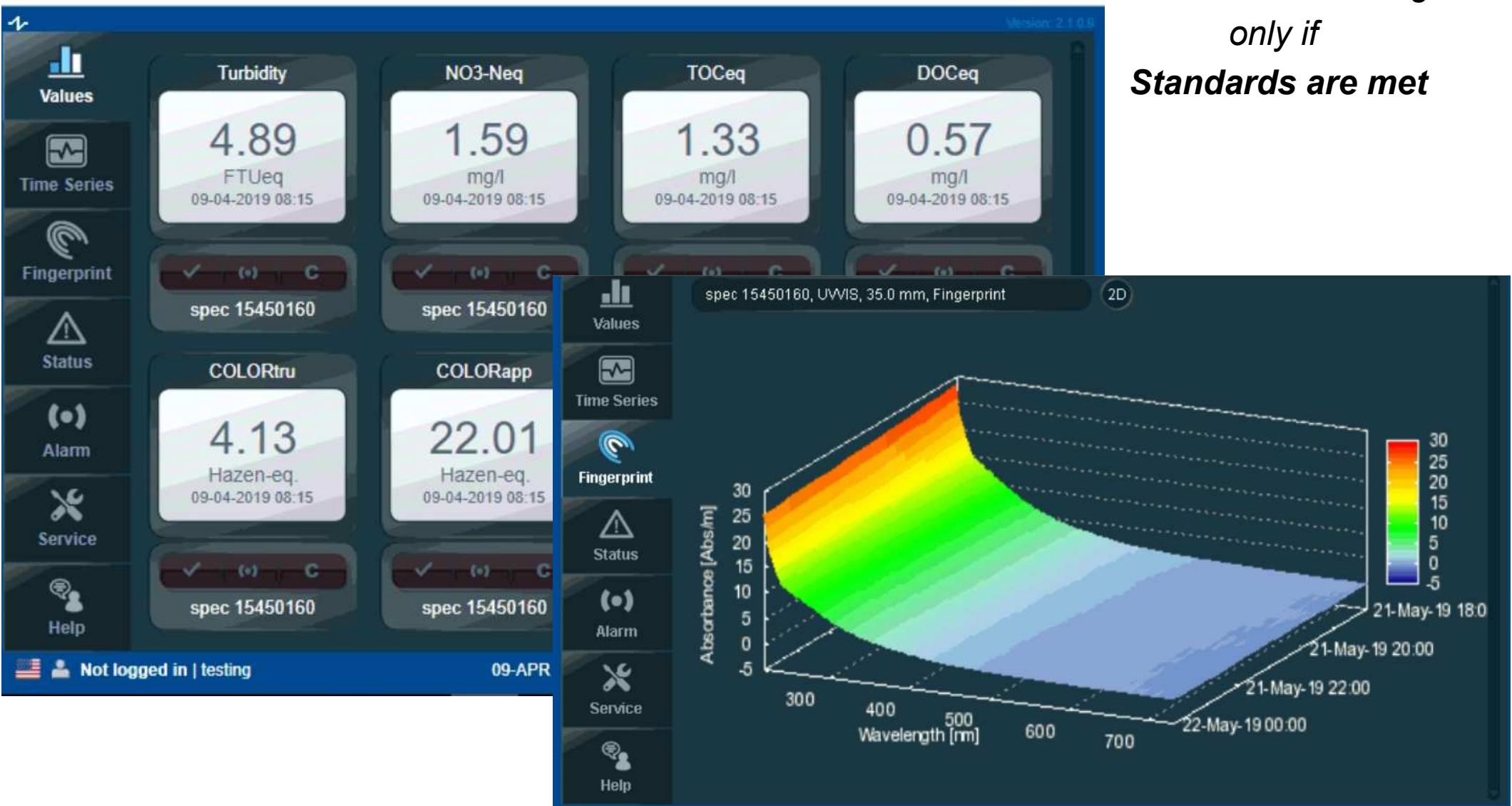


*Get water for recharge only if*  
 **$Q_{river} > MEF$**

# Operational monitoring/2

Not secure | 192.168.1.100/index.x?theme=800x480

*Get water for recharge  
only if  
Standards are met*



19-2.png

spec29042019.png

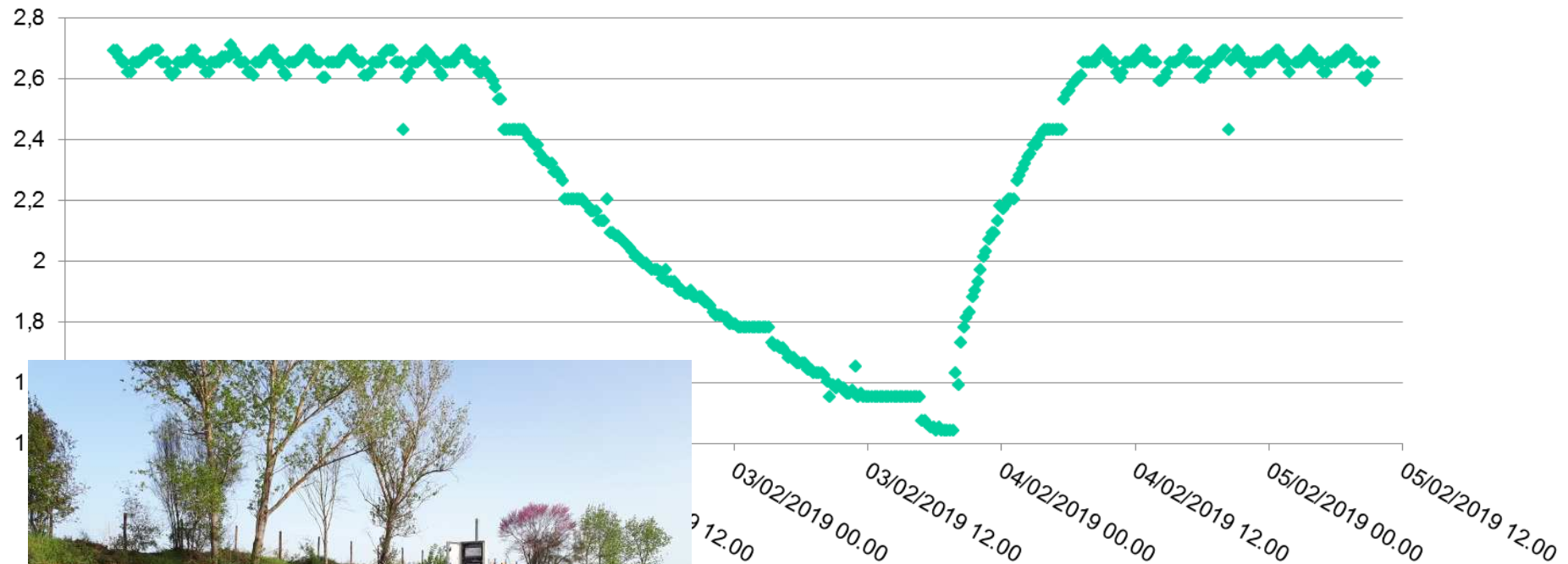




# Operational monitoring/3

*Basin filling: up to 2.69 m head over sensor --- then stop*

*Filling again from 2.64 m over sensor*



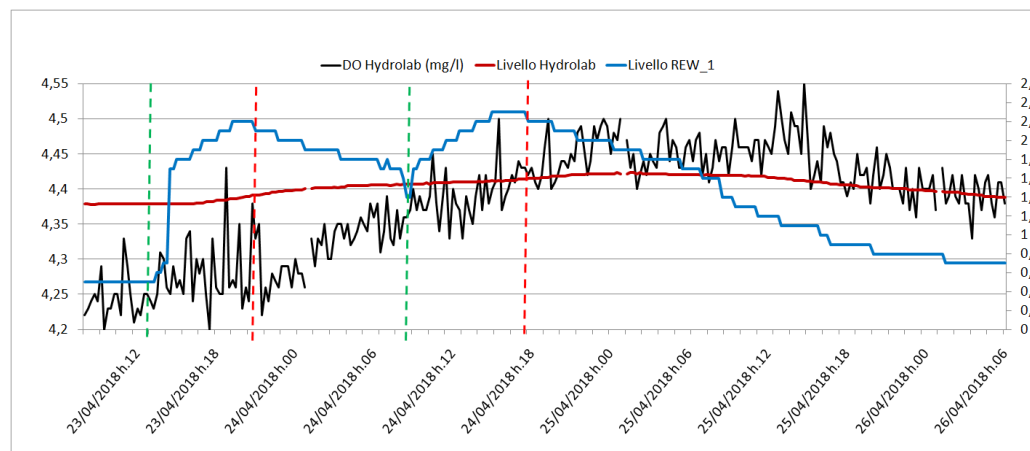
*Recharge cycle from top:  
about 1.15 h to go down  
1.45 h to reach maximum*

# Monitoring changes in the aquifer

## Head, Temperature and EC

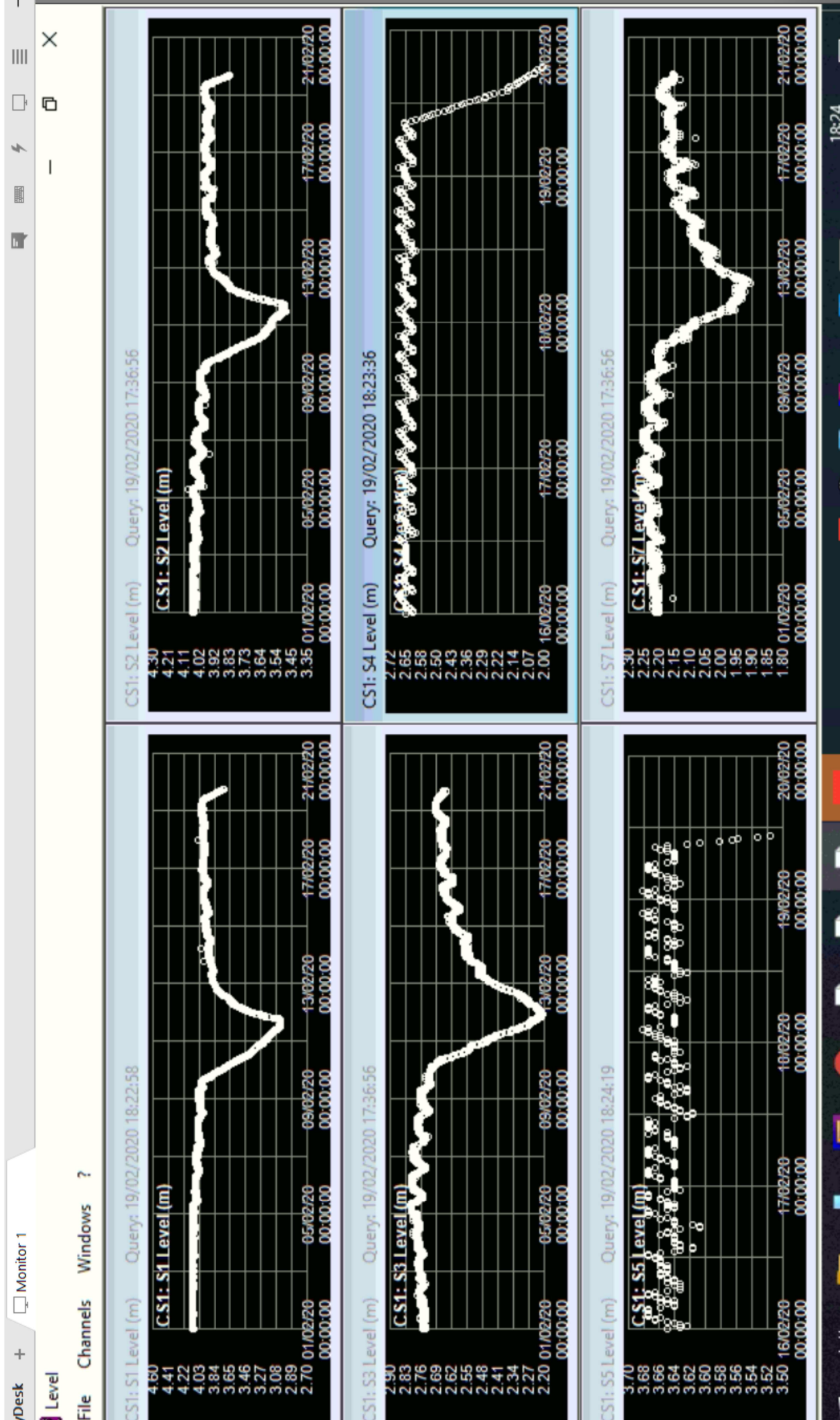


## Multiparametric probe *Hydrolab HL4* (*T, EC, pH, DO, ORP*)

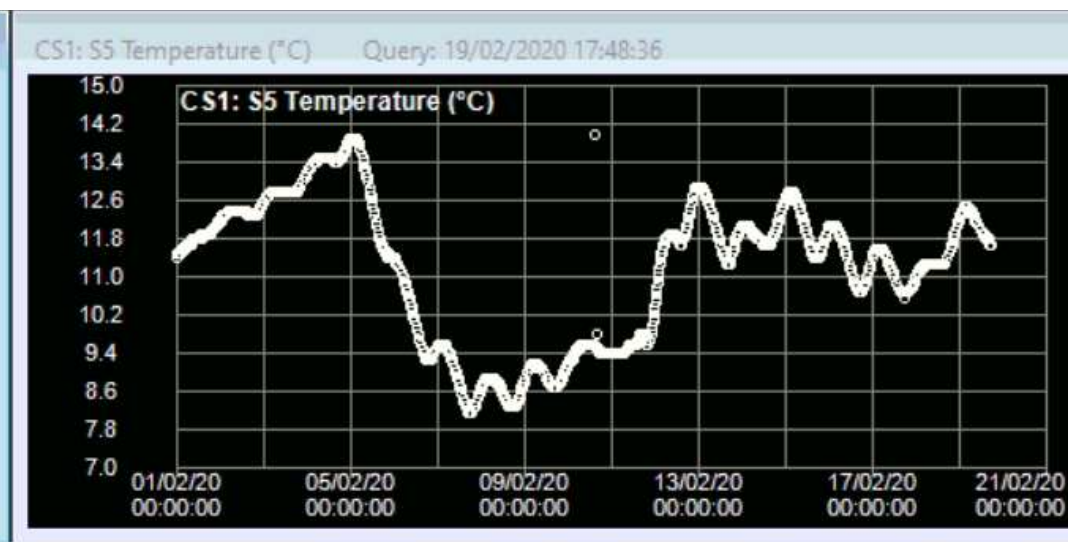
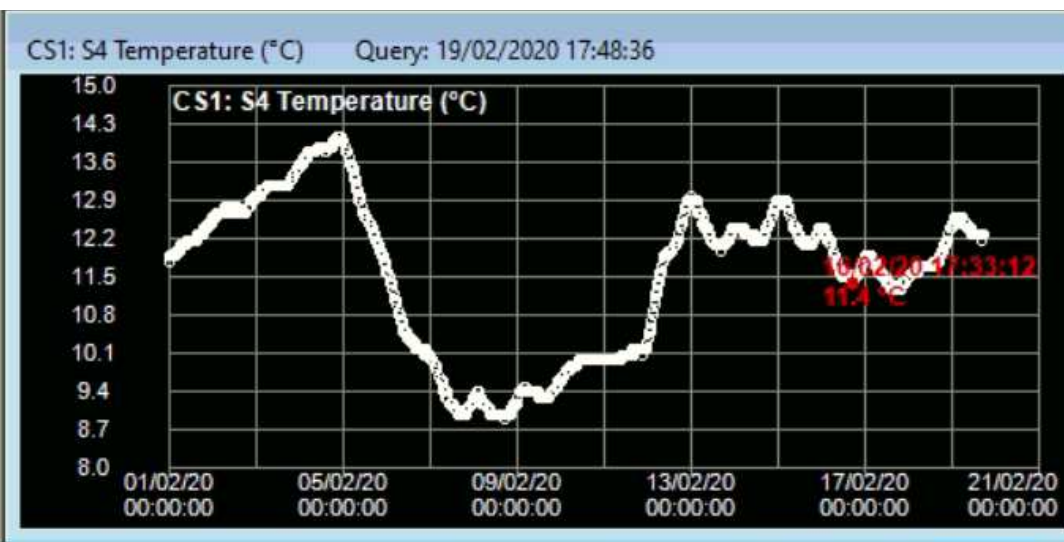
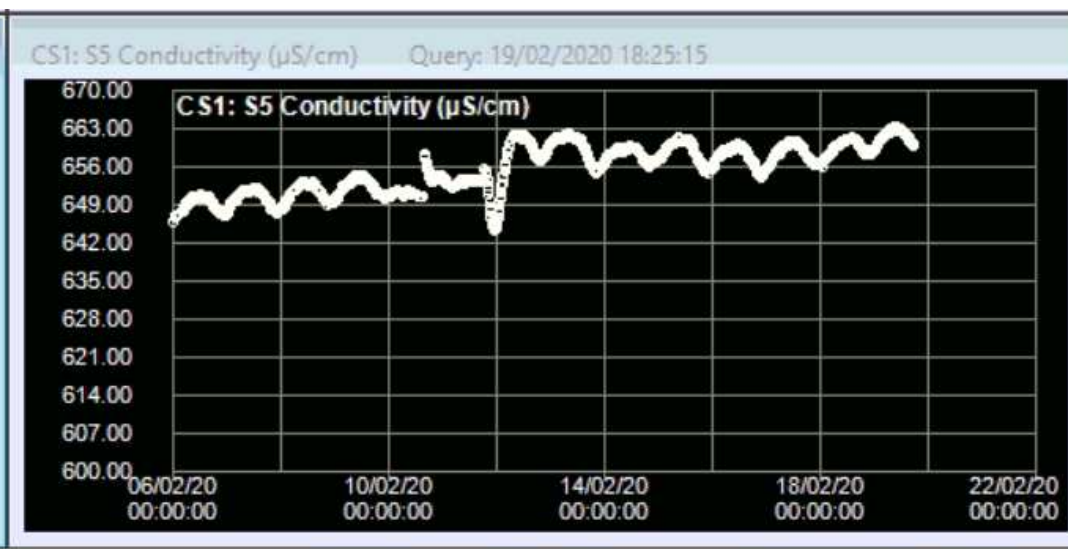
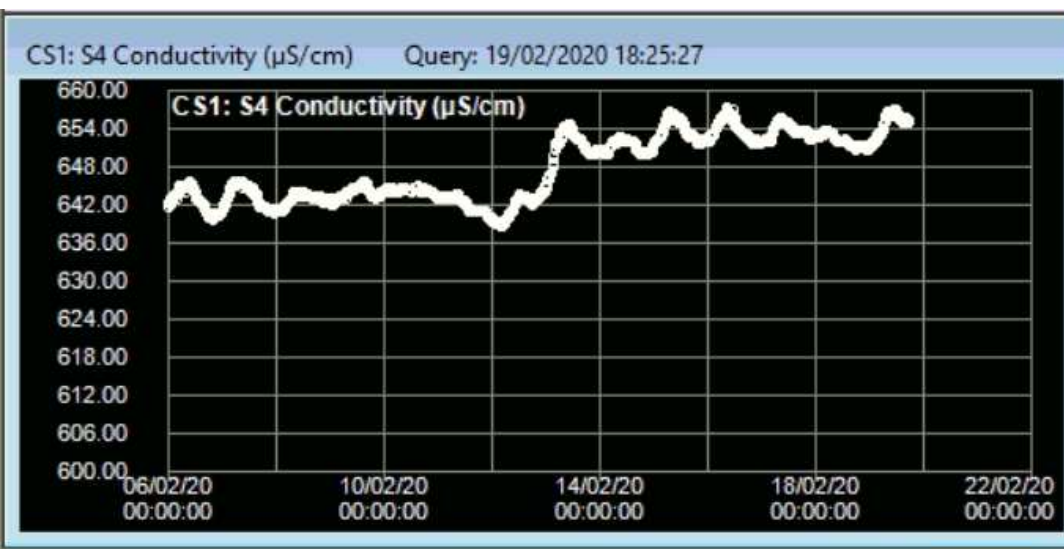




# Monitoring changes in the aquifer



# Monitoring changes in the aquifer





# Volumi ricaricati

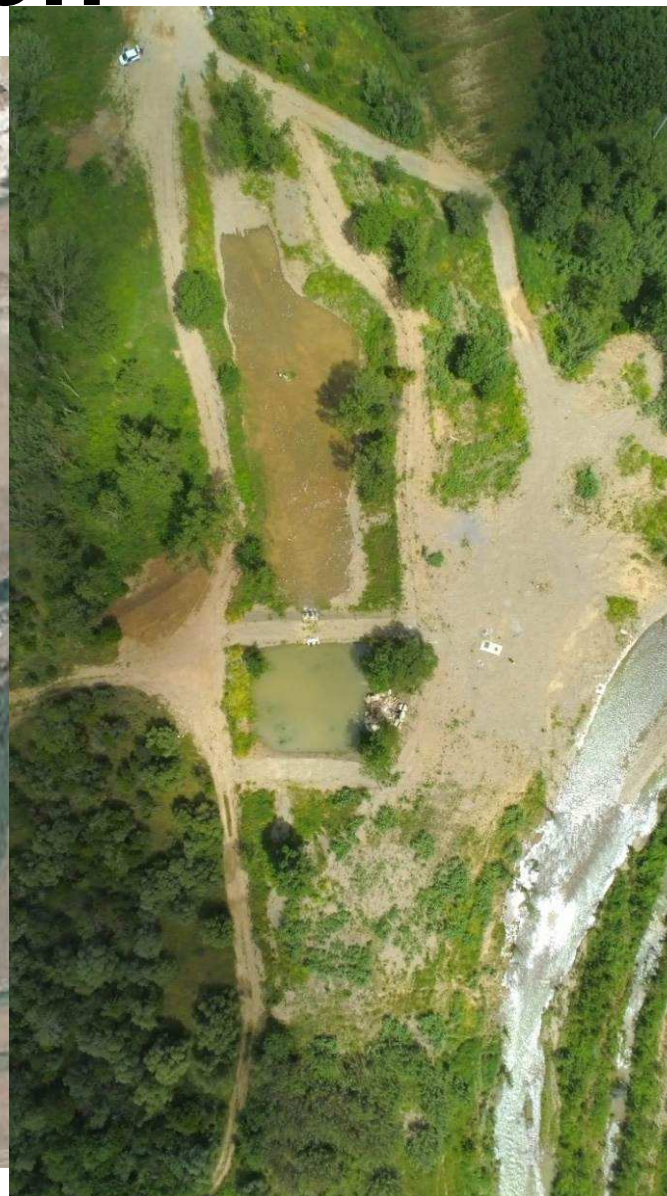
*Stagione 2018-2019*      **460000 m<sup>3</sup>**

*Stagione 2019 -2020*      **>300000 m<sup>3</sup> (20 febbraio 20)**



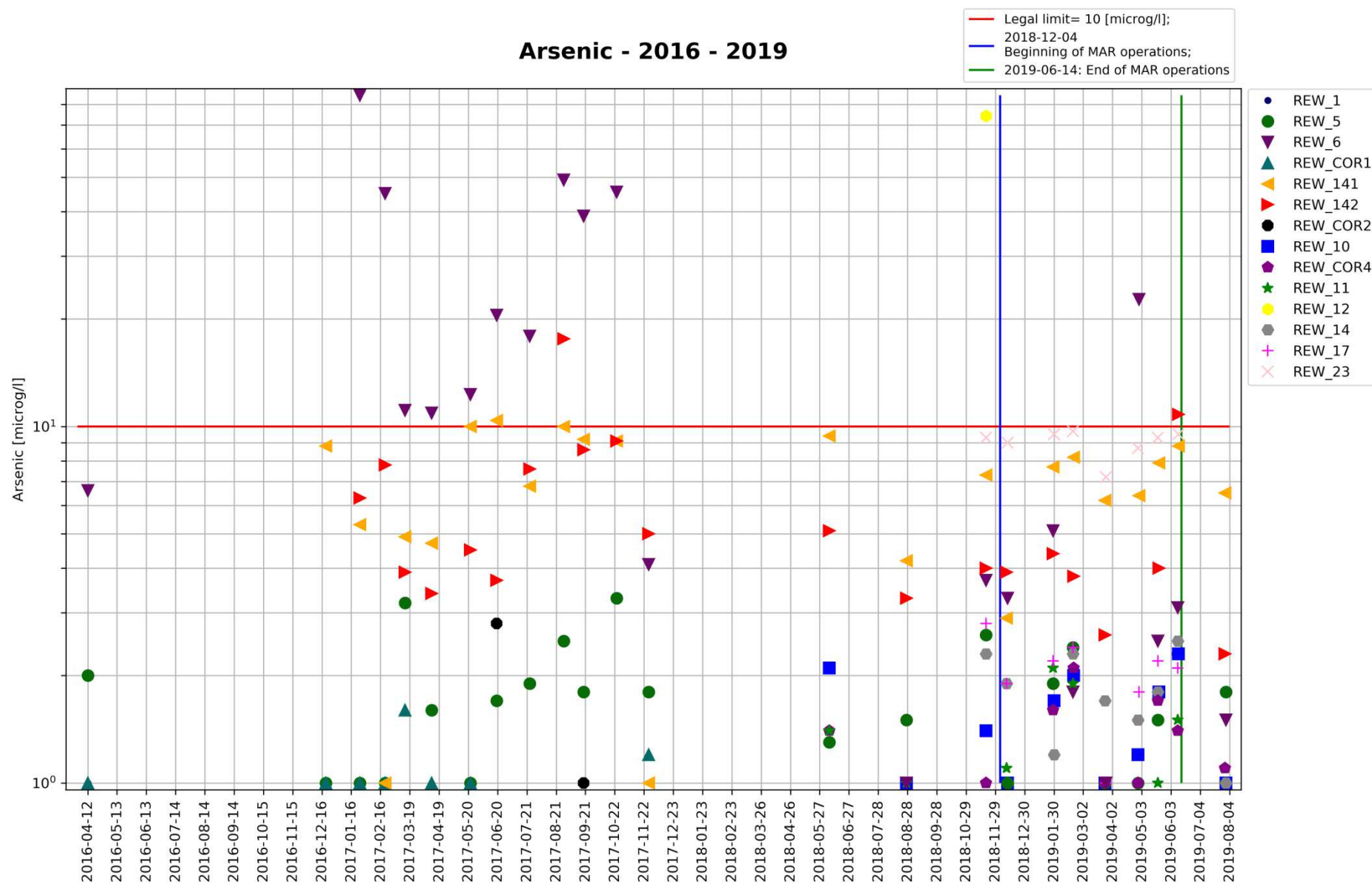


# Head increase after one week of full operation





# Monitoring changes in the aquifer



# MARSoluT

## Managed Aquifer Recharge ITN

[Home](#) [Objectives](#) [The Network](#) [News & Events](#) [Internal](#)

## Welcome to the MARSoluT ITN!

MARSoluT - Managed Aquifer Recharge Solutions Training Network - is a four-year Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) Innovative Training Network (ITN) funded by the European Commission.

MARSoluT intends to tackle specific technical challenges in the operation of Managed Aquifer Recharge (MAR) sites on a scientific basis, specifically:

- chemical, biological and hydraulic processes resulting in clogging and reduction of infiltration rates;
- hydrogeochemical processes affecting the water quality, with special focus on micropollutants;
- performance monitoring and modelling, including reactive transport models to predict the fate of pathogens and emerging pollutants; and
- implications of the processes mentioned above on the technical design of MAR projects in the frame of regional flow models and water management plans.

MARSoluT intends, at the same time, to train a significant number (12) of Early Stage Researchers (ESRs) to become experts in the application of MAR in the frame of an Integrated Water Resources Management. We envisage these ESRs to become highly qualified multipliers for the effective promotion and implementation of MAR concepts in Europe and worldwide.

MARSoluT - Managed Aquifer Recharge Solutions Training Network - is a four-year Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) Innovative Training Network (ITN) funded by the European Commission.

### Coordination & Contact:

Prof. Dr. Christoph Schüth

Darmstadt Technical University  
Applied Geosciences  
Schnittspahnstr. 9  
64287 Darmstadt



# MAR or not MAR?

- MAR è uno degli strumenti per la pianificazione/gestione risorsa
- Costi/benefici/valore intervento/efficacia vanno valutati in dipendenza della situazione
- Analisi della fattibilità delle varie soluzioni prima di decidere se  
desalinizzazione/riuso/MAR ...  
o forse tutte le soluzioni!

## Vantaggi

- Bassi costi di investimento  
(+ economica tra le metodologie per fornire acqua – circa 1/1.5 €/m<sup>3</sup>  
contro 5/6 €/m<sup>3</sup> degli invasi);
- Maggior facilità per identificazione siti idonei;
- Nessuna (o minima) perdita di terreno;
- Potenziale utilizzo di acquiferi salinizzati (*salinised groundwater displacement*)

## Land and water integration and river basin management

### Table of contents

Proceedings of an FAO informal workshop  
Rome, Italy  
31 January - 2 February 1993

**Food and Agriculture Organization of the United Nations**

The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

M-50

ISBN 92-5-103655-1

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, or otherwise, without prior written permission. Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction, should be addressed to the Director, Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale dell'Industria, 00100 Rome, Italy.

© FAO 1995



In contrast, groundwater is not exposed to evaporation; does not suffer from reduction of storage capacity because of siltation; is seldom harmful to environment and offers a natural water distribution up to the users.

## Why is surface water storage always preferred to groundwater development?

When looking at these advantages and disadvantages, groundwater seems to be a better alternative that should be preferred, but this not the case; large and concentrated water demand such as that from large irrigation schemes is usually supplied from surface water storage, and there are various reasons for that choice:

- groundwater aquifers seldom offer large storage capacity able to absorb large volumes of flood in a short period of time, and are unable to return them as significant discharge per unit production system of well or borehole,
- surface water storage, because of the large investments involved, is often preferred because it offers a much higher political visibility and because high construction costs give an opportunity for private profit and corruption, opening the way for improper influence on decision making.

## A reasonable solution

Conjunctive use of surface and groundwater consists of harmoniously combining the use of both sources of water in order to minimize the undesirable physical, environmental and economical effects of each solution and to optimize the water demand/supply balance. Usually conjunctive use of surface and groundwater is considered within a river basin management programme - i.e. both the river and the aquifer belong to the same basin.

Assuming that the mixed solution is part of the national policy, several problems need to be carefully studied before selecting the different options and elaborating a programme of conjunctive use of surface and groundwater:

- underground storage availability to be determined,
- production capacity of the aquifer(s) in term of potential discharge,
- natural recharge of the aquifer(s)
- induced natural recharge of the aquifer(s)
- potential for artificial recharge of the aquifer(s)
- comparative economic and environmental benefits derived from the various possible options.

## UNDERGROUND STORAGE AVAILABILITY AND PRODUCTION CAPACITY OF THE AQUIFER

In order to use the underground reservoir to store a significant volume of water - possibly of the same order of magnitude as the annual runoff - with the intent to use it at a later stage, it is necessary to ascertain the potential storage capacity of the aquifer system in relation to the infiltration of the surface water and the recharge of the aquifer system. The recharge of the aquifer system is a function of the infiltration of the surface water and the recharge of the aquifer system.

***"surface water storage,  
because of the large investments involved,  
is often preferred because it offers a much higher political visibility  
and because high construction costs give an opportunity for private profit and  
corruption, opening the way for improper influence on decision making" (FAO, 1995)***

# PROSPETTIVE/1



Gli impianti MAR possono costituire un'opzione valida in aree dove gli acquiferi presentano un bilancio compromesso.

E' di fondamentale importanza definire quali possano essere gli strumenti finanziari per sostenere queste infrastrutture.

Deve essere garantita non solo la messa in opera, ma il monitoraggio (managed) e la regolare manutenzione.

Potenzialità per le tecnologie MAR di costituire una importante opportunità per la creazione di posti di lavoro (sviluppo sensori, monitoraggio, progettazione, etc.)





# LIMITAZIONI

Manca una conoscenza diffusa delle potenzialità di tali sistemi, soprattutto negli enti pubblici (ad eccezione che in ER, Toscana e Veneto!)

Mentre molta cura è comunemente posta alla progettazione degli impianti, ancora poca attenzione è data ai sistemi di monitoraggio, specialmente per quel che riguarda la qualità delle acque.

Questo fatto può trasformare gli impianti MAR da un'opportunità a minaccia.

Ulteriore ricerca è necessaria per portare ad applicazione il riuso delle acque reflue in impianti MAR (*Soil Aquifer Treatment systems*), diffusi in aree ad elevata scarsità idrica.



# CONCLUSIONI

La maggioranza degli impianti di ricarica in Italia sono ad oggi non controllati – scarsamente monitorati!!!!

C'è un interesse crescente da parte degli enti pubblici per l'utilizzo di questa tecnica low-cost, che potrebbe muovere il mercato dell'acqua anche grazie alle potenziali interazioni con le politiche agricole (greening PAC).

Le attività di disseminazione e promozione delle tecniche MAR e dei risultati della ricerca scientifica, nel pubblico e nel privato, sono quindi cruciali per la realizzazione di nuovi impianti.

*Forthcoming II Edition LIFE REWAT Summer School*

**DIGITAL WATER MANAGEMENT AND NATURE BASED SOLUTIONS in COASTAL AREAS**

From Co **Scuola Superiore Sant'Anna – Pisa - Italy September 2020 Scholarships available**



# ISMAR 10 PAN-EUROPEAN NETWORK



...MAR IS ORGANIZED (SOMEHOW) IN EUROPE

Italian Network on MAR - INMAR







# Grazie

 ict4water.eu





