



Workshop H2020 PRIMA NEXUS-NESS

## Progettazione e gestione degli impianti di ricarica della falda ai sensi del DM 100/2016

# Stoccaggio di acqua nel sottosuolo: la ricarica artificiale controllata nella conoide del Marecchia

Paolo Severi e Immacolata Pellegrino

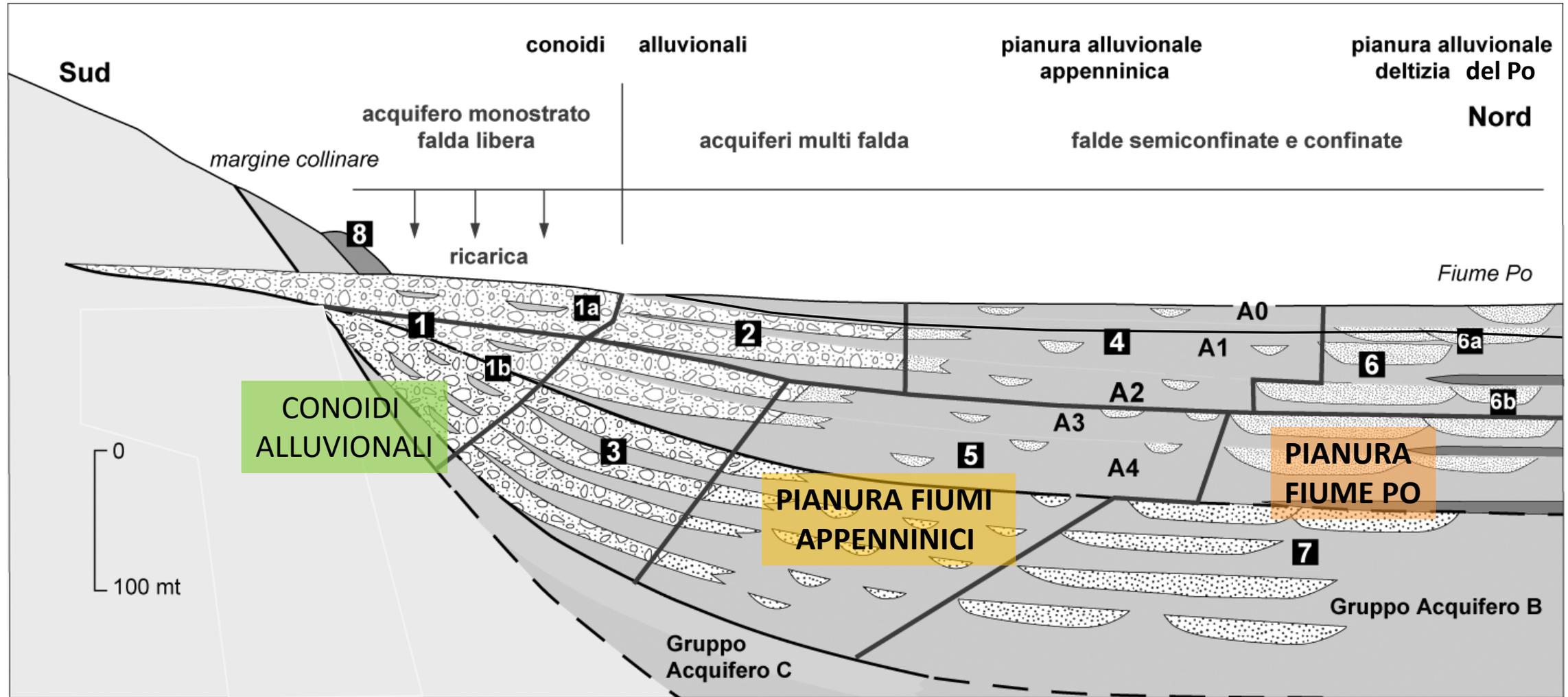
Regione Emilia Romagna

Associazione **ACQUE SOTTERRANEE**  
Scuola e Formazione

Con il patrocinio di:



# CORPI IDRICI SOTTERRANEI (PIANI DI GESTIONE ACQUE DEI DISTRETTI IDROGRAFICI)

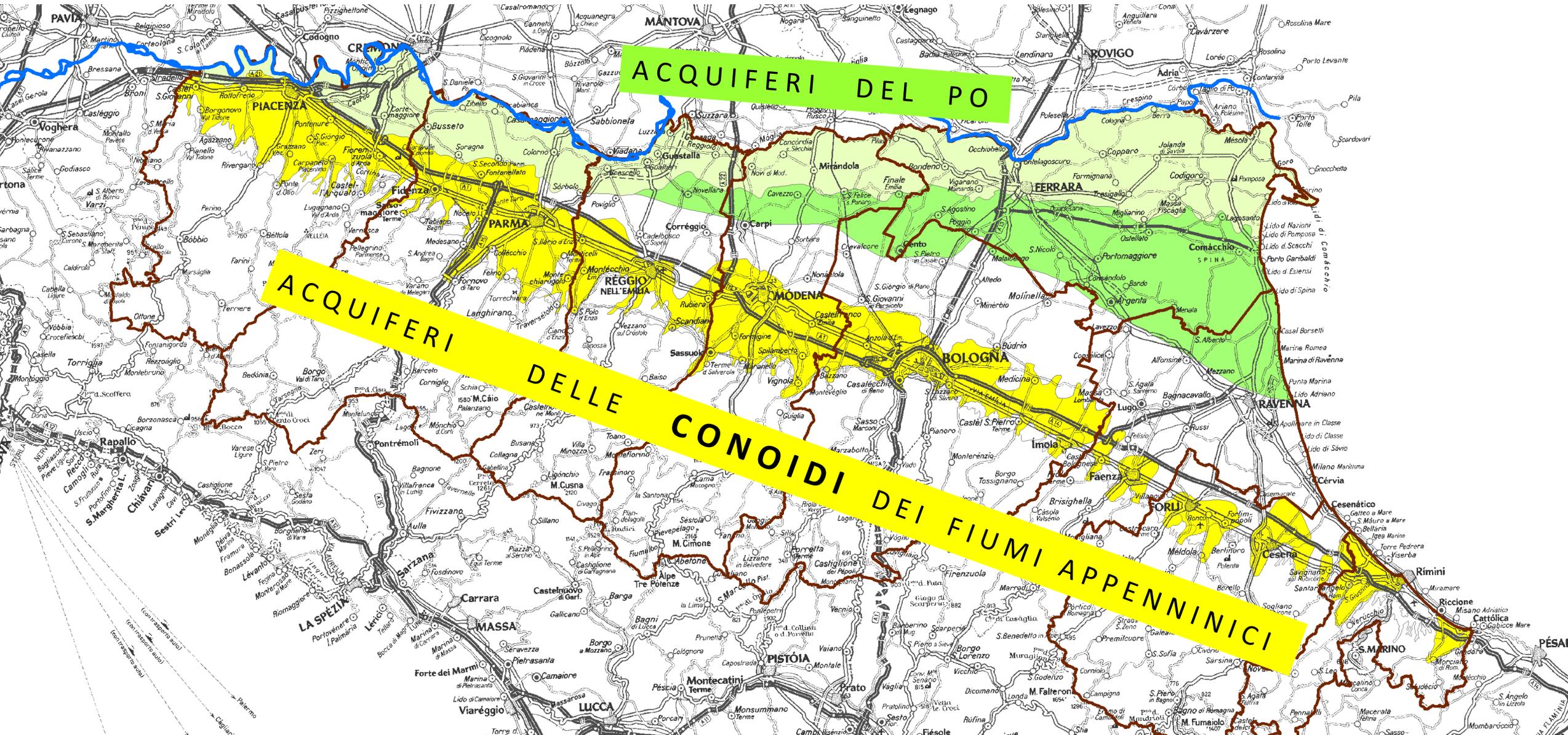


- 1 : **conoidi** alluvionali amalgamate - acquifero libero
- 2 : conoidi alluvionali multistrato - acquiferi confinati superiori
- 3 : conoidi alluvionali multistrato - acquiferi confinati inferiori
- 4 : **pianura alluvionale appenninica** - acquiferi confinati superiori
- 5 : pianura alluvionale appenninica - acquiferi confinati inferiori

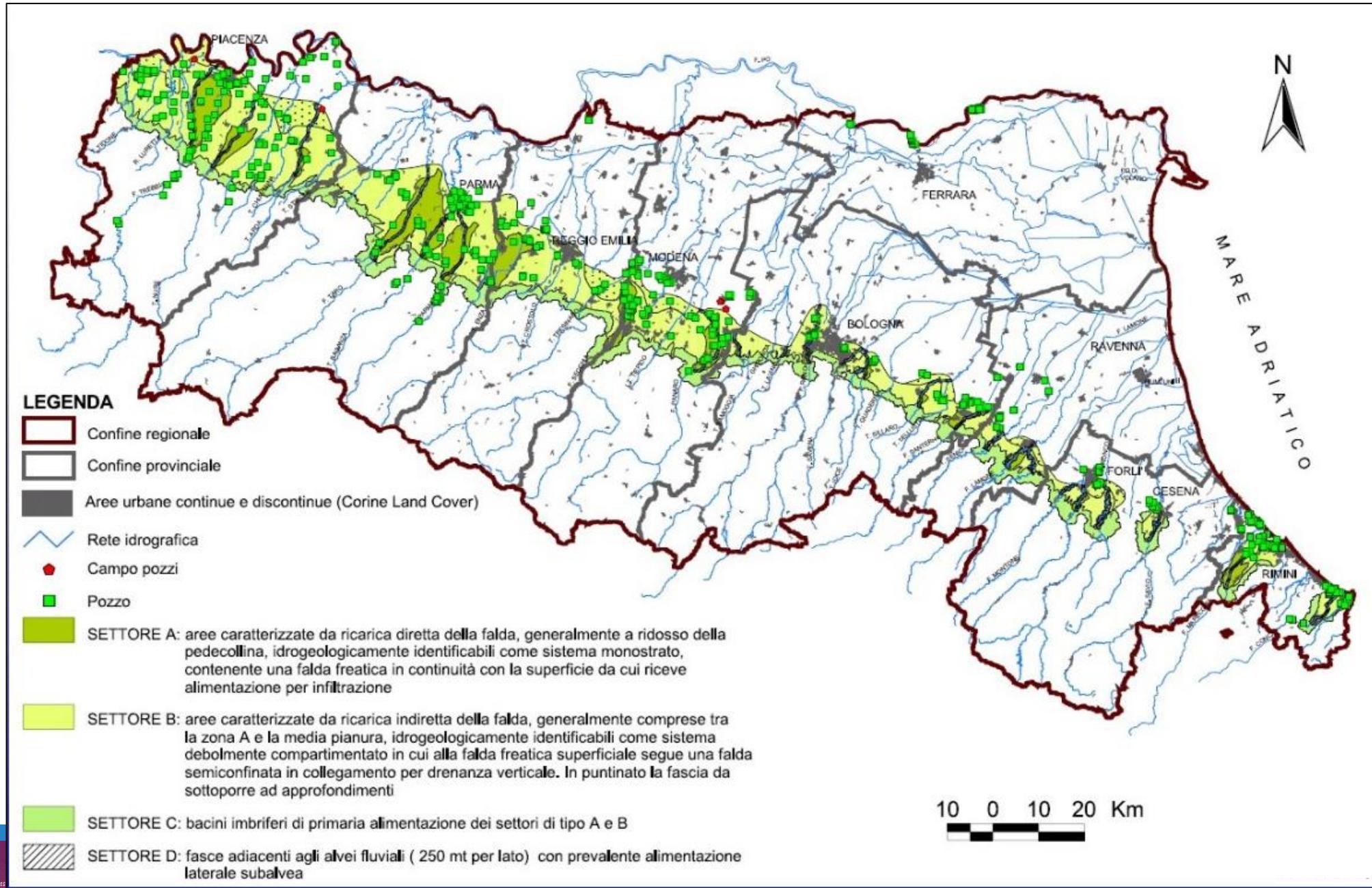
- 6 : **pianura alluvionale e deltizia del Po** - acquiferi confinati superiori
- 7 : pianura alluvionale e deltizia del Po - acquiferi confinati inferiori
- 8 : conoidi alluvionali pedemontane - acquifero libero
- A0: **acquifero freatico di pianura** – acquifero libero

Acquifero freatico : A0  
 Acquiferi superiori : A1 + A2  
 Acquiferi inferiori A3 + A4 + B + C

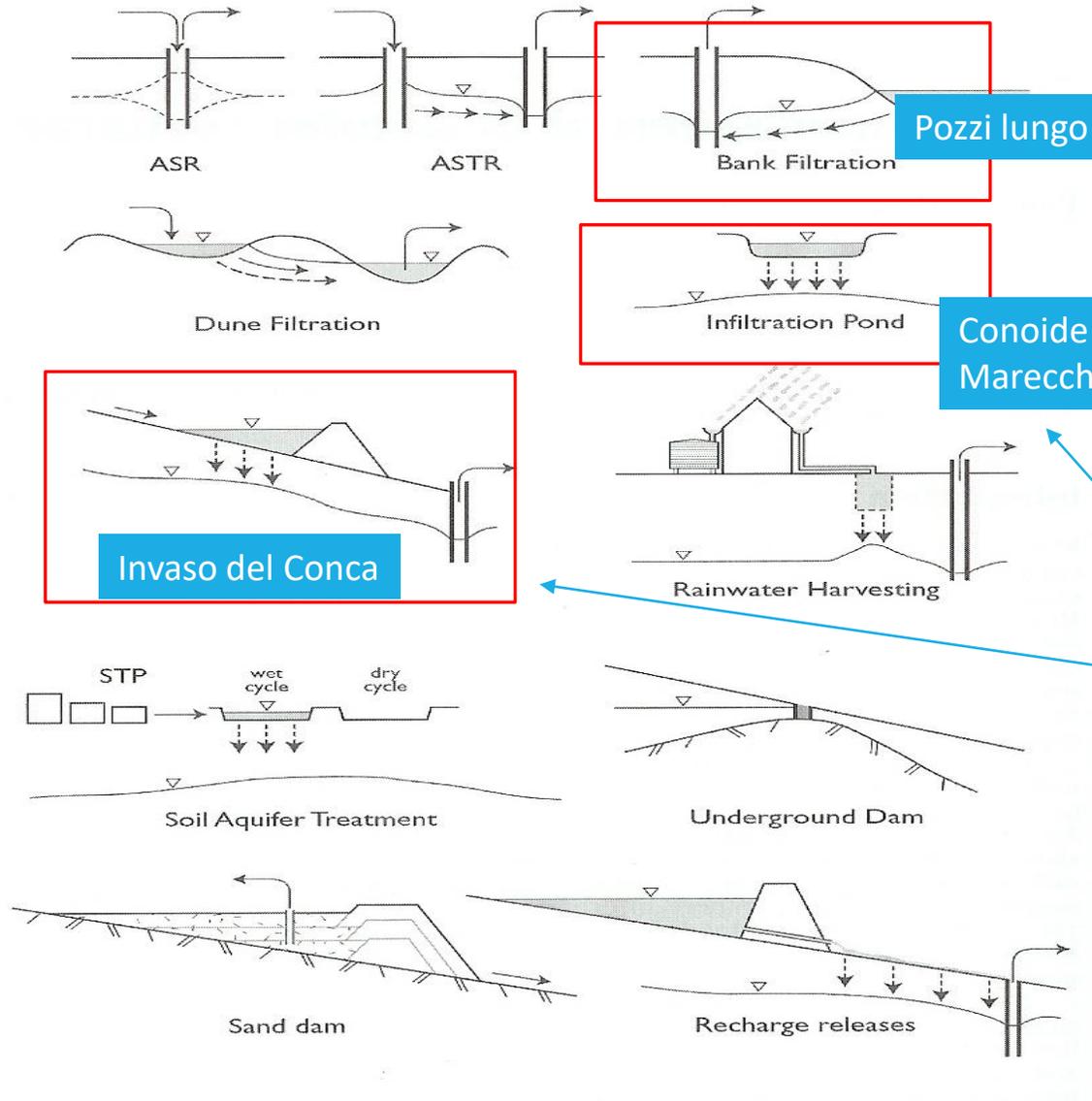
# GLI ACQUIFERI PIU' TRASMISSIVI IN EMILIA ROMAGNA



# AREE DI RICARICA E ZONE DI PROTEZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE (PTA 2005)



# NECESSITA' DI AUMENTARE LA RICARICA NATURALE PER AUMENTARE LA DISPONIBILITA' DI RISORSA



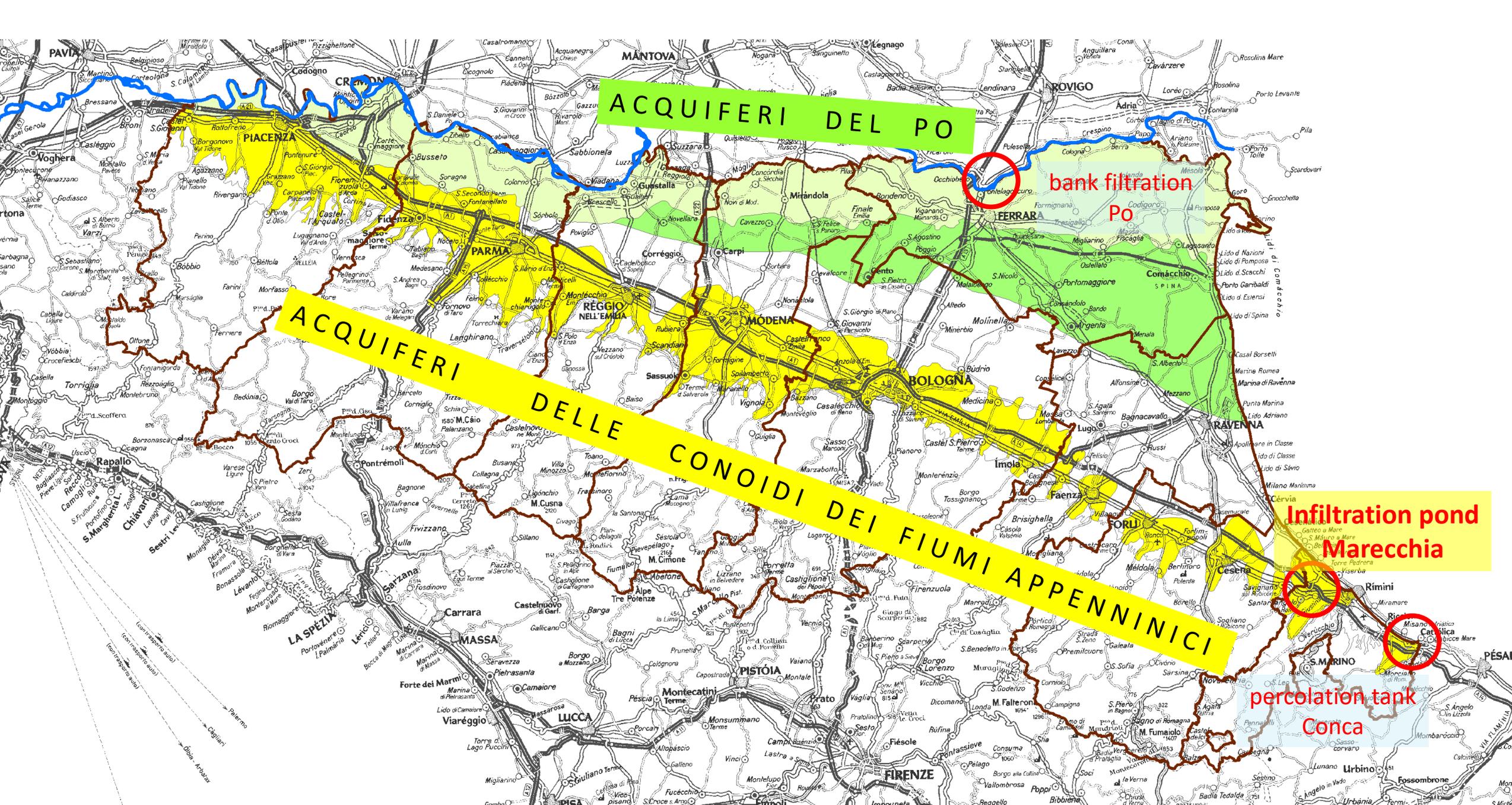
impianti di ricarica in condizioni controllate (Dillon, 2005)

Pozzi lungo il Po

Conoide Marecchia

Invaso del Conca

## Stoccaggio di acqua nel sottosuolo



ACQUIFERI DEL PO

ACQUIFERI DELLE CONIDI DEI FIUMI APPENNINICI

bank filtration  
Po

Infiltration pond  
Marecchia

percolation tank  
Conca

# ACQUIFERO DELLA CONOIDE DEL MARECCHIA

risorsa strategica per l'approvvigionamento potabile della zona riminese

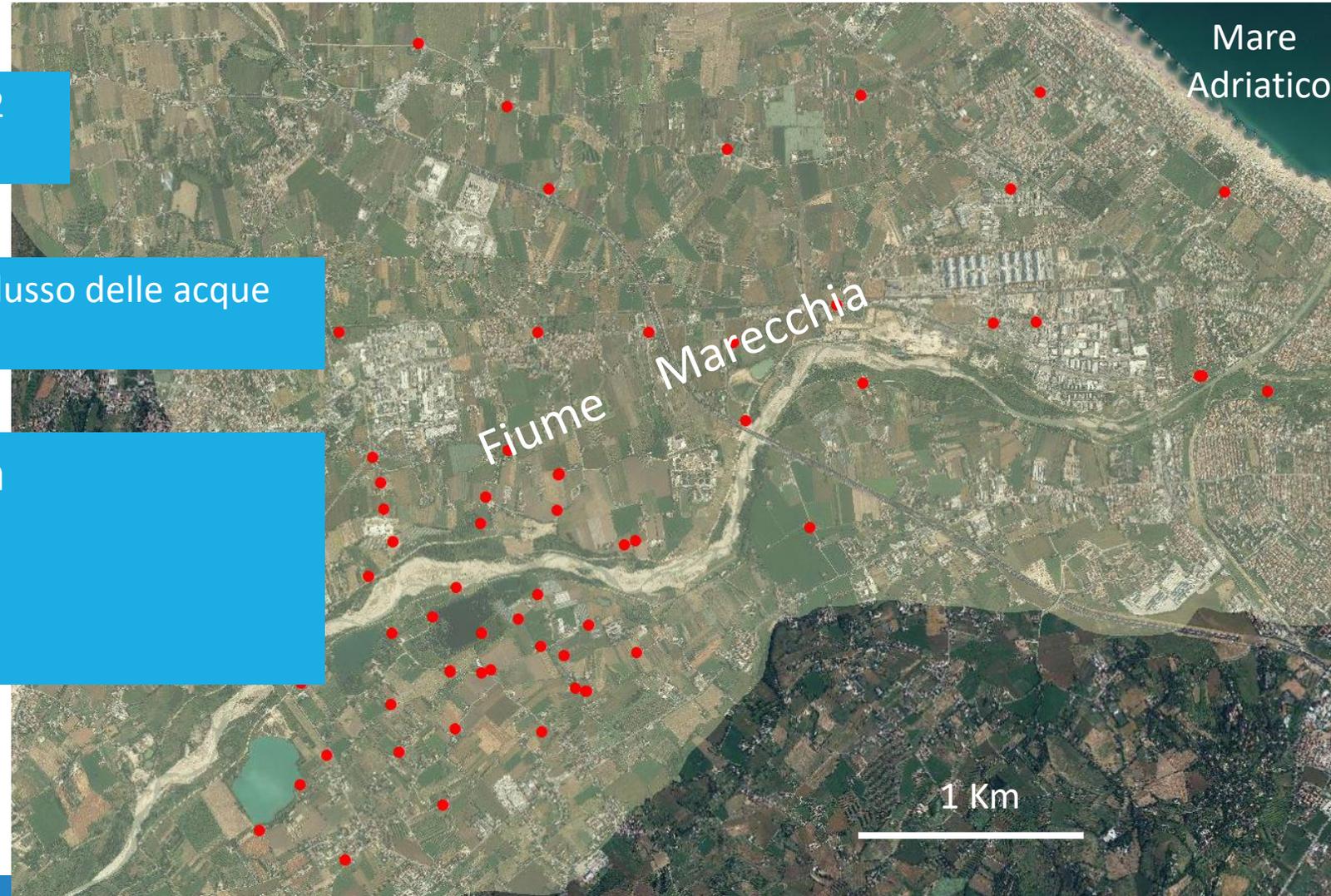
Dal 2001 una rete di monitoraggio dedicata 62 punti misure trimestrali

Realizzato da ARPAE modello matematico di flusso delle acque sotterranee, disponibile dal 2007 al 2019

Totale ricarica (naturale) 25 Mm<sup>3</sup>/a

75 % da fiume

25 % da pioggia



# IMPIANTO DI RICARICA IN CONDIZIONI CONTROLLATE DELLA CONOIDE DEL FIUME MARECCHIA

Sperimentazione : 2014 – 2016

Approvazione progetto 2017 : a seguito di procedura di VIA

Attività dell'impianto a regime: 2017 - 2023

## DGR di VIA n. 1649 del 30/10/2017

Valutazione di Impatto Ambientale positiva

**Il prelievo idrico per la ricarica controllata potrà essere attivo solo nel periodo non irriguo (ottobre - aprile) con una portata massima di 1 mc/s e nel rispetto del DMV (0,903 mc/s nel punto di presa a Ponte Verucchio)**

### FINALITA' DELL'INTERVENTO

- ❖ aumentare la potenzialità idrica della conoide
- ❖ arricchire la biodiversità del sito
- ❖ migliorare la qualità delle acque sotterranee
- ❖ contrastare il fenomeno della subsidenza
- ❖ ridurre l'intrusione del cuneo salino nelle falde costiere

### Prescrizioni della VIA

- ❖ Sottoscrizione 8-5-2023 di un Protocollo di Intesa (RER- ARPAE- Comune Rimini- Consorzio di Bonifica Romagna- Ente Parco Romagna)
- ❖ garantire il corretto funzionamento delle opere
- ❖ eseguire la pulitura del fondo del lago dai sedimenti fini
- ❖ attuare il monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee
- ❖ attuare il monitoraggio visivo periodico dei livelli idrici nel lago
- ❖ attuare un monitoraggio periodico sui popolamenti animali e sugli habitat di interesse comunitario
- ❖ realizzare un modello matematico di flusso e trasporto delle acque sotterranee

# PIANO DI Monitoraggio

## MONITORAGGIO ANTE-OPERAM

Monitoraggio effettuato durante la sperimentazione.

## MONITORAGGIO POST-OPERAM (a cura di RER, ARPAE, Ente Parco)

- **monitoraggio visivo periodico dei livelli idrici nel lago**, in particolare nel periodo riproduttivo dell'avifauna (marzo-agosto) almeno 2 volte a settimana e in periodo invernale (novembre-febbraio) settimanalmente
- **monitoraggio periodico sui popolamenti animali e sugli habitat** di interesse comunitario
- **23 punti di controllo del livello delle acque sotterranee:**  
8 in continuo, 13 manuali con cadenza trimestrale, 2 (di Romagna Acque S.p.A.)
- **12 punti di controllo della qualità delle acque sotterranee:**  
frequenza semestrale, principali parametri chimico-fisici e metalli
- 1 punto di controllo (in continuo) della **portata del canale consortile** e misure trimestrali manuali per taratura e verifica
- 1 punto di controllo della **qualità delle acque superficiali del lago In.Cal System:** frequenza semestrale (una volta durante la stagione irrigua in assenza di ricarica controllata ed una al di fuori della stagione irrigua); screening completo

## (MONITORAGGIO POST-OPERAM continua)

- **1 punto di controllo per la verifica della qualità delle acque superficiali utilizzate per la ricarica:**  
alta frequenza (8 misure /anno), ubicato sul fiume Marecchia presso l'opera di presa del Canale dei Mulini.  
Screening completo: principali parametri chimico-fisici, metalli, organoalogenati, IPA, fitofarmaci (stazione 19000200 della rete regionale di controllo delle acque superficiali)
- **1 punto di controllo per la verifica dello stato ecologico e chimico delle acque superficiali a valle dell'intervento:**  
alta frequenza (8 misure/anno) per verificare l'innocuità del prelievo destinato alla ricarica sullo stato complessivo del fiume. Screening completo: principali parametri chimico-fisici, metalli, organoalogenati, IPA, fitofarmaci (stazione 19000300 della rete regionale di controllo delle acque superficiali)

## MONITORAGGIO DI PRIMA ALLERTA

Punto di controllo ad alta frequenza posizionato sul f. Marecchia presso l'opera di presa del Canale dei Mulini.

# PIANO DI EMERGENZA

La ricarica dovrà essere interrotta tempestivamente qualora:

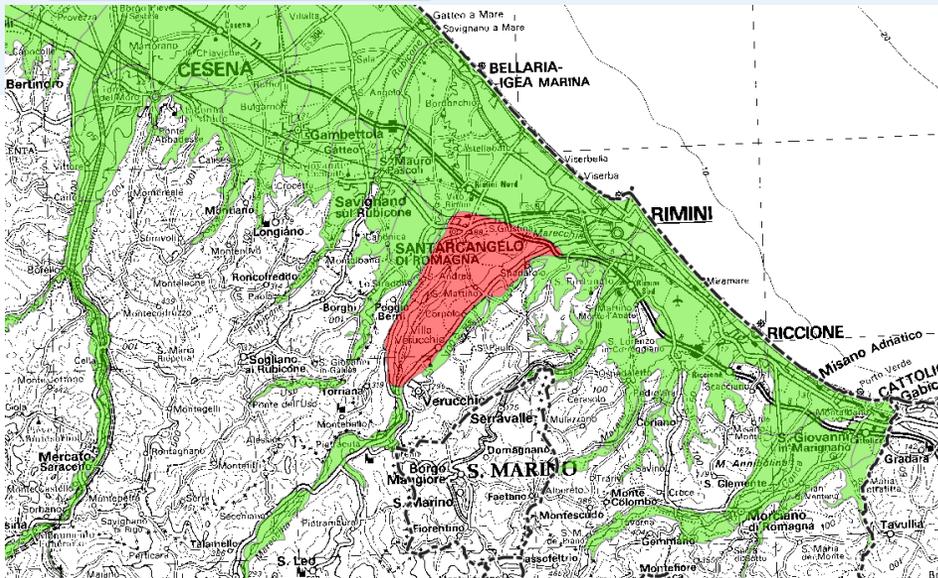
- si riscontrino **sofferenze degli ecosistemi dovute al livello del lago**;
- **il monitoraggio di prima allerta dovesse indicare un deterioramento significativo della qualità** del corpo idrico donatore;
- si riscontrasse **un deterioramento dello stato complessivo (chimico ed ecologico)** del corpo idrico a valle del prelievo.

# IMPIANTO DI RICARICA DEL MARECCHIA E' UNA MISURA DEI PdG:

PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO 2015-2021 APPENNINO SETTENTRIONALE

PIANO DI GESTIONE ACQUE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DEL FIUME PO 2021 – 2027

Il **Contratto di Fiume** del Marecchia prevede la ricarica della falda



**Misura:** KTM24 -P3-a101 *"Interventi di sostegno ai naturali processi di ricarica delle falde e/o di ricarica artificiale delle stesse (anche tramite la gestione dei prelievi e dei canali irrigui)"*

## C.i. SOTTERRANEO RICEVENTE

IT080280ER-DQ1-CL- Conoide Marecchia – libero

Stato 2010-2013 - STATO QUANTITATIVO e CHIMICO SCARSO

## C.I. SUPERFICIALE DONATORE

IT081900000000003-2\_3-3\_4° Fiume Marecchia

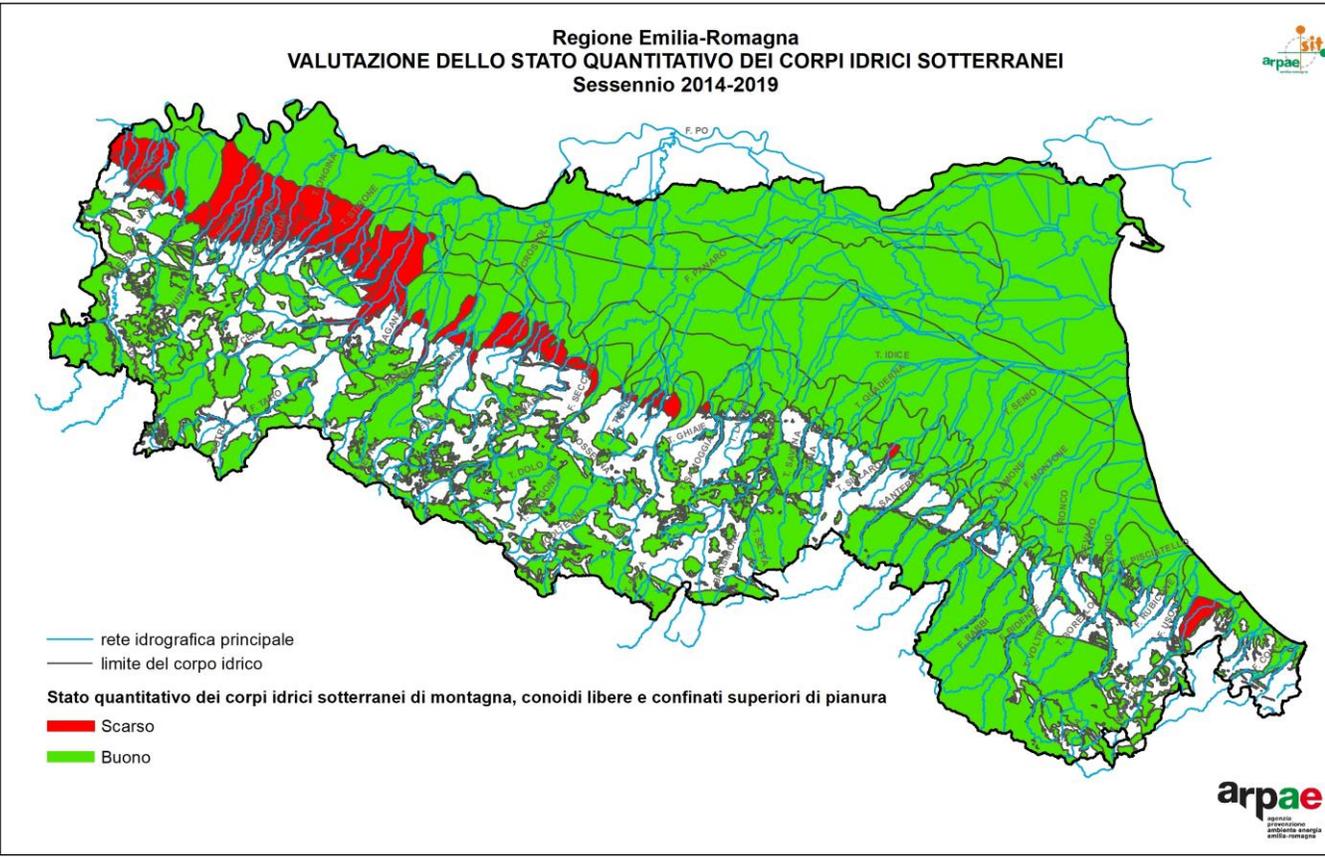
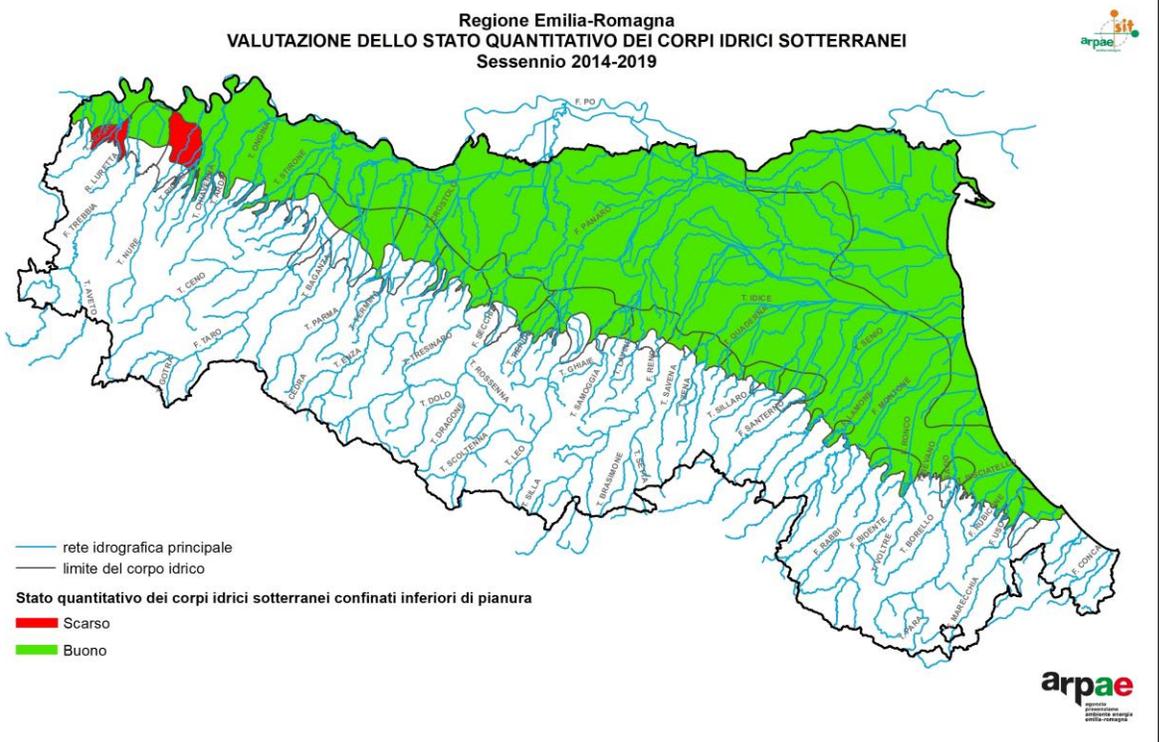
STATO CHIMICO Buono

Rispetto dei PARAMETRI CHIMICI E CHIMICO-FISICI compresi nella definizione dello stato ecologico



# PIANO DI GESTIONE DISTRETTO IDROGRAFICO DEL FIUME PO 2021 – 2027

Adottato con Deliberazione Conferenza Istituzionale Permanente dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 4 del 20 dicembre 2021 e approvato dal Consiglio dei Ministri il 7 giugno 2023

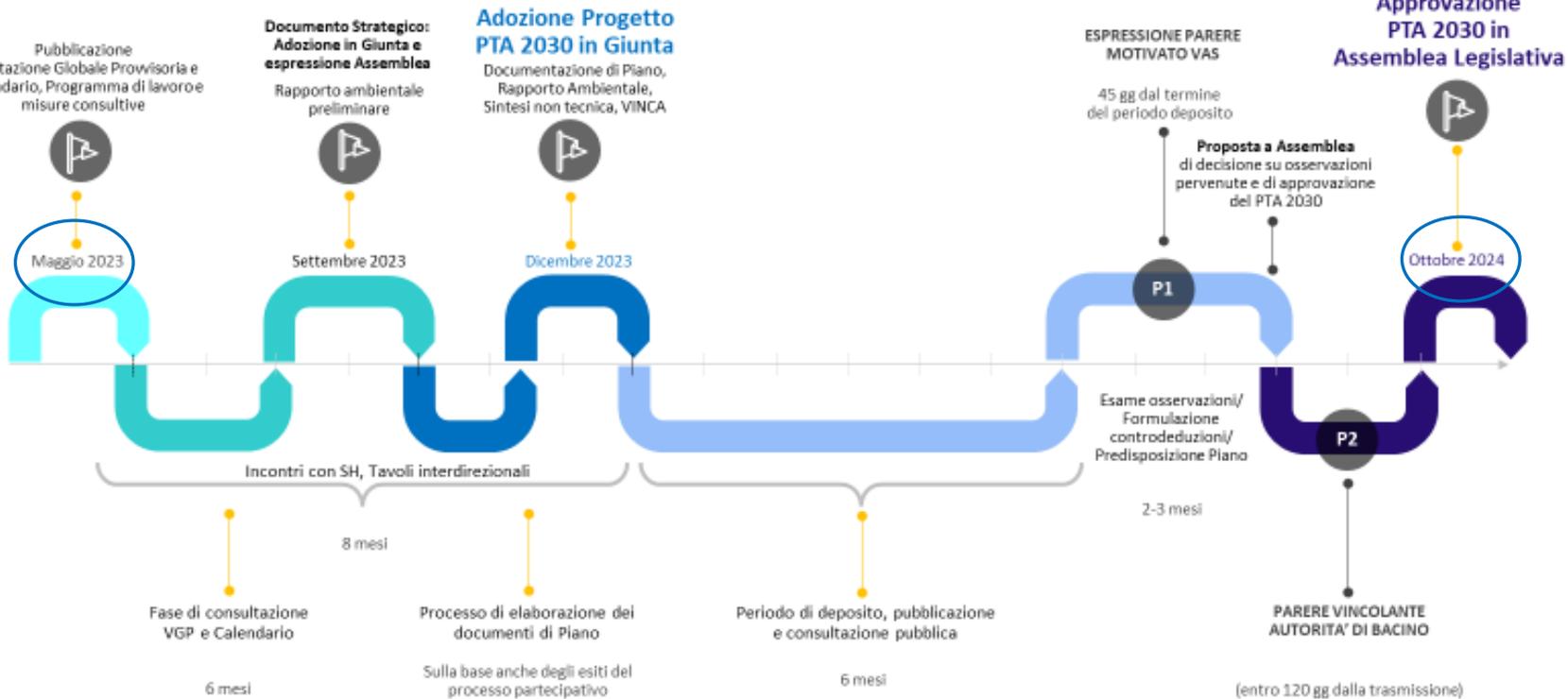


# nuovo PTA 2030

avvio del processo di elaborazione del nuovo PTA con la fase di informazione e consultazione pubblica

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/acque/temi/piano-di-tutela-delle-acque>

## Roadmap PTA 2030



Regione Emilia-Romagna

### PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE 2030

Valutazione Globale Provvisoria

Emilia-Romagna. Il futuro lo facciamo insieme.

### PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE 2030

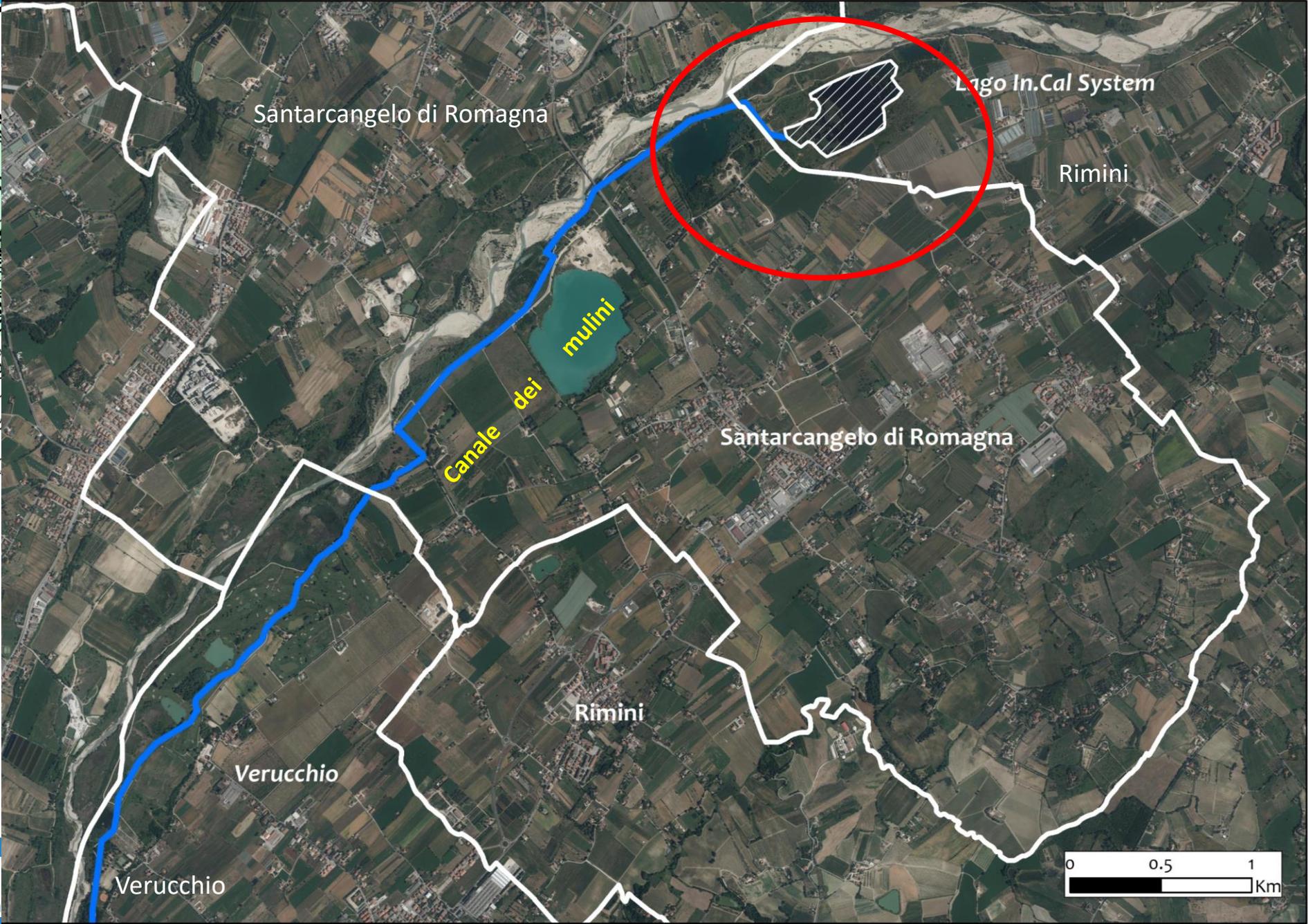
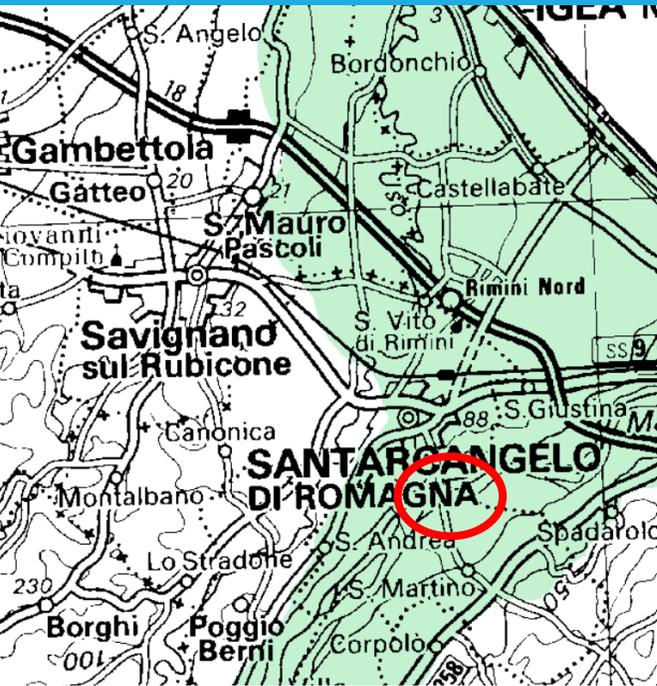
Calendario, programma di lavoro e misure consultive

Emilia-Romagna. Il futuro lo facciamo insieme.

SUSTAINABILITY AND CLIMATE INTERDISCIPLINARY CENTER Sant'Anna

REWAT sustainable water management in the lower Cornia Valley

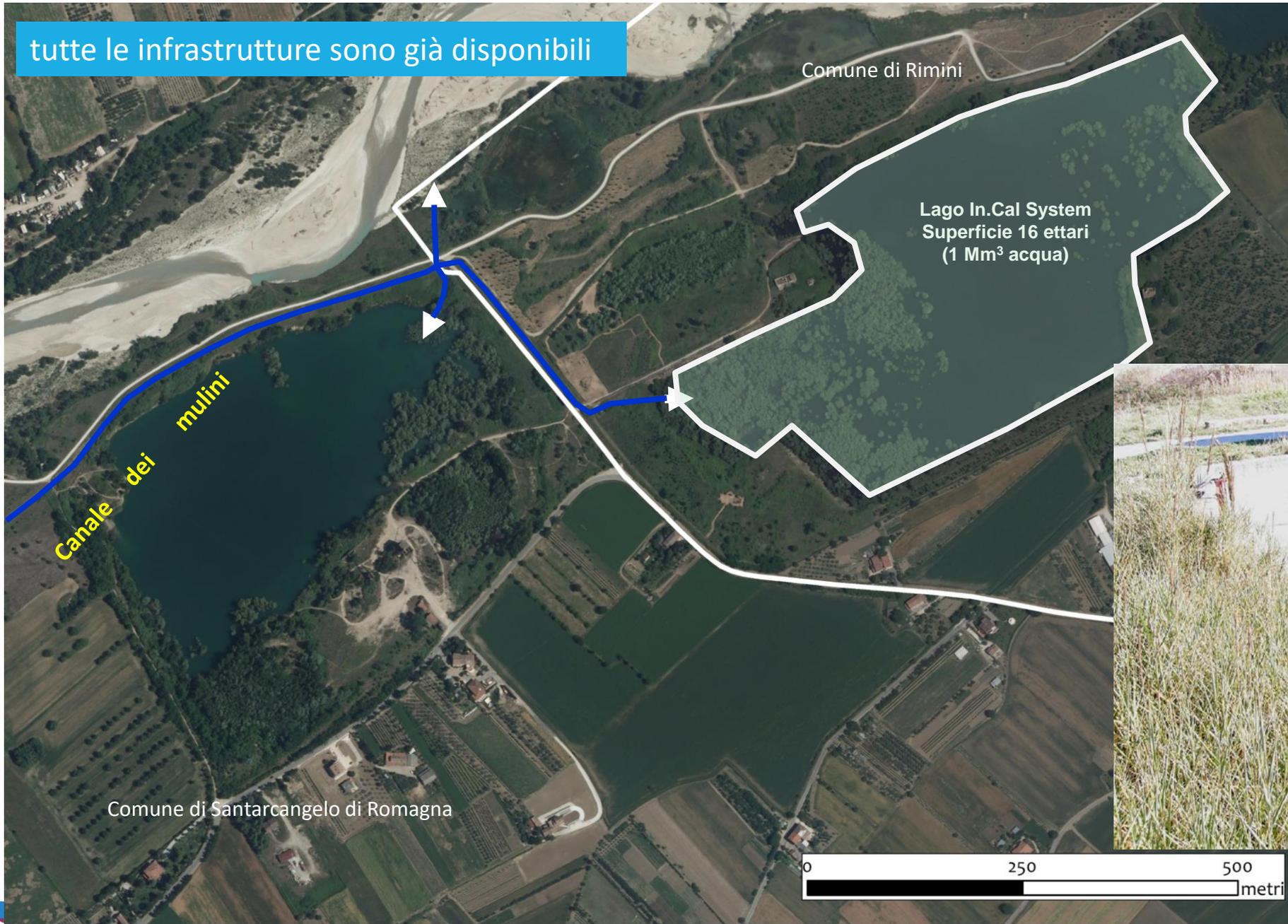
# IMPIANTO DI RICARICA IN CONDIZIONI CONTROLLATE DELLA CONOIDE DEL FIUME MARECCHIA



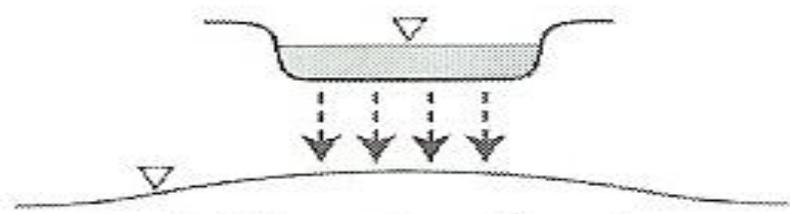
# IMPIANTO DI RICARICA IN CONDIZIONI CONTROLLATE DELLA CONOIDE DEL FIUME MARECCHIA



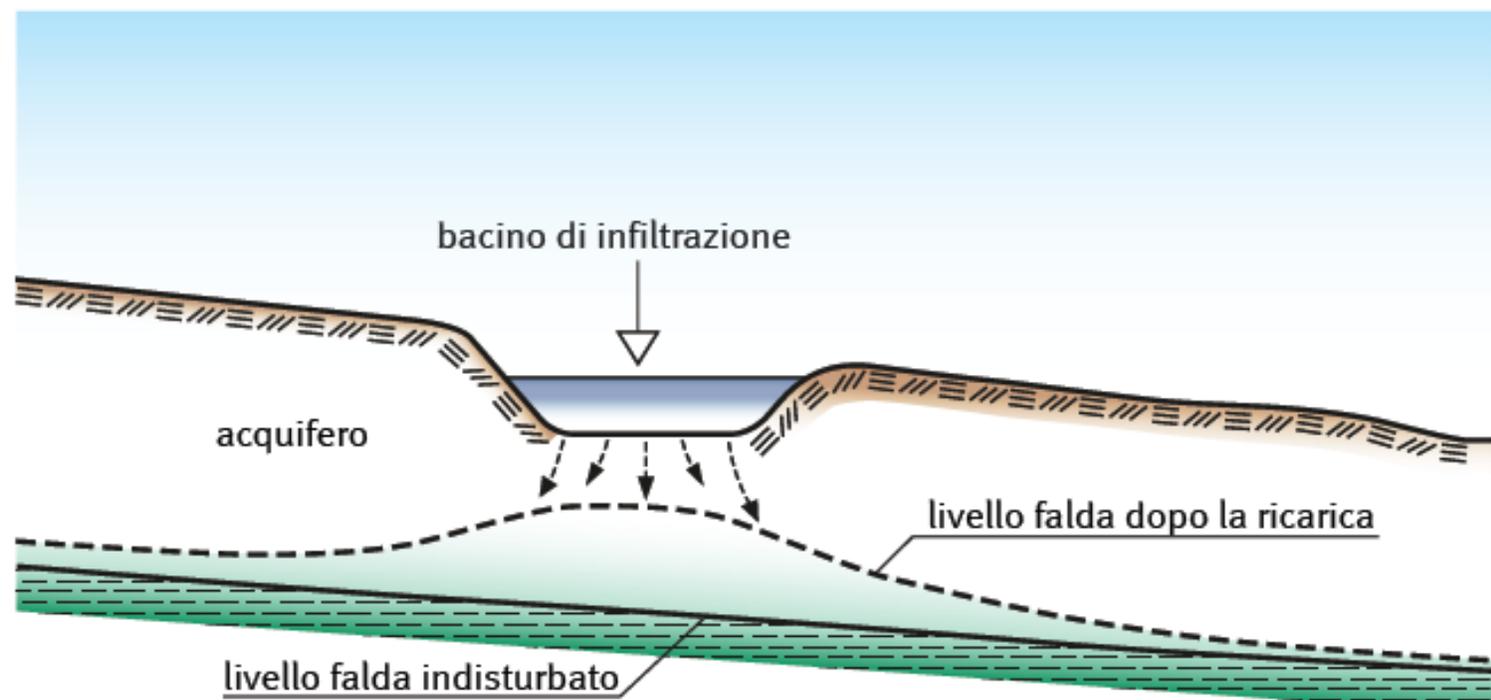
tutte le infrastrutture sono già disponibili



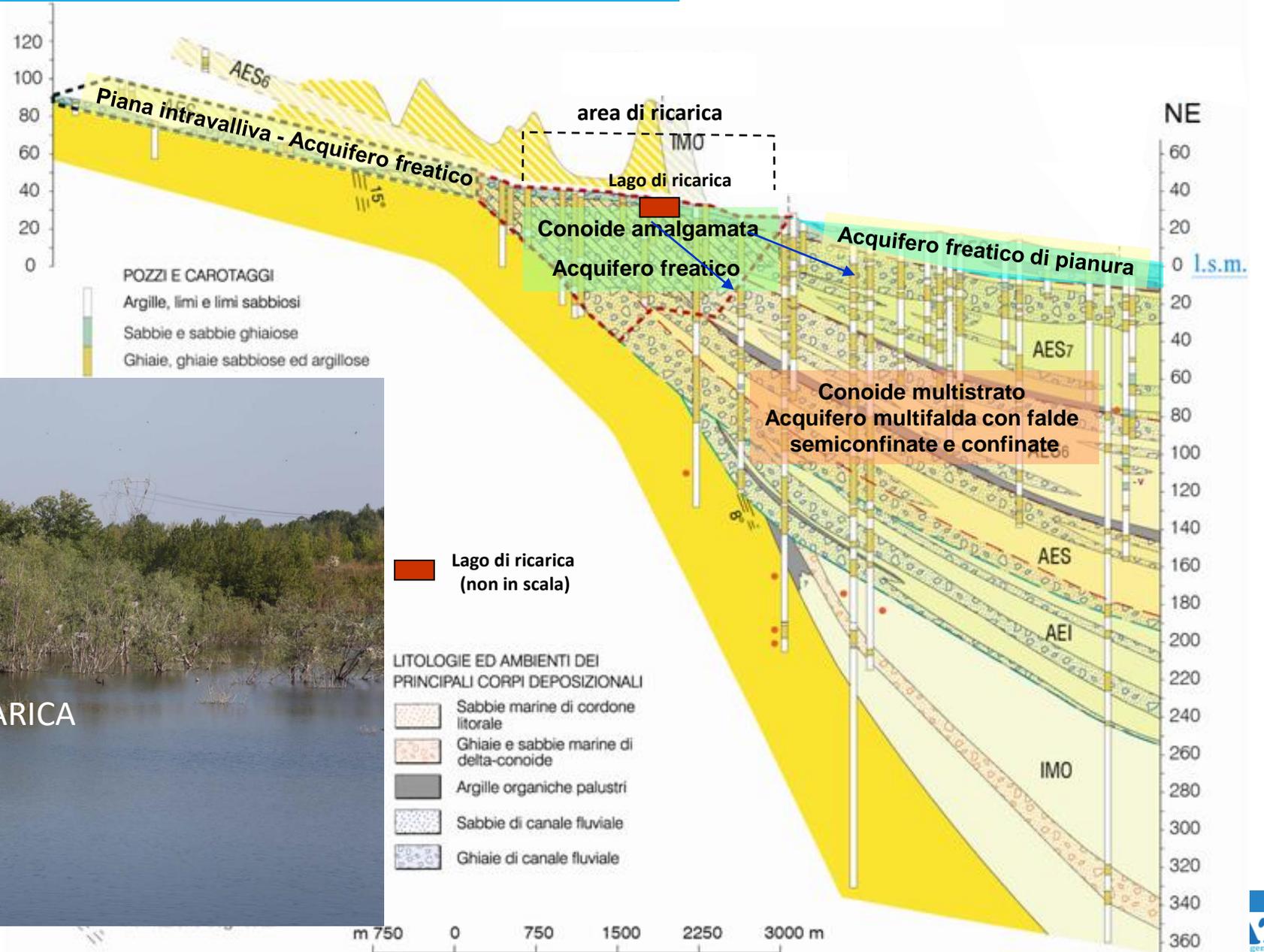
tutte le infrastrutture sono già disponibili



Infiltration Pond – Bacino di Infiltrazione



# Ricarica controllata: dove va l'acqua di ricarica ?

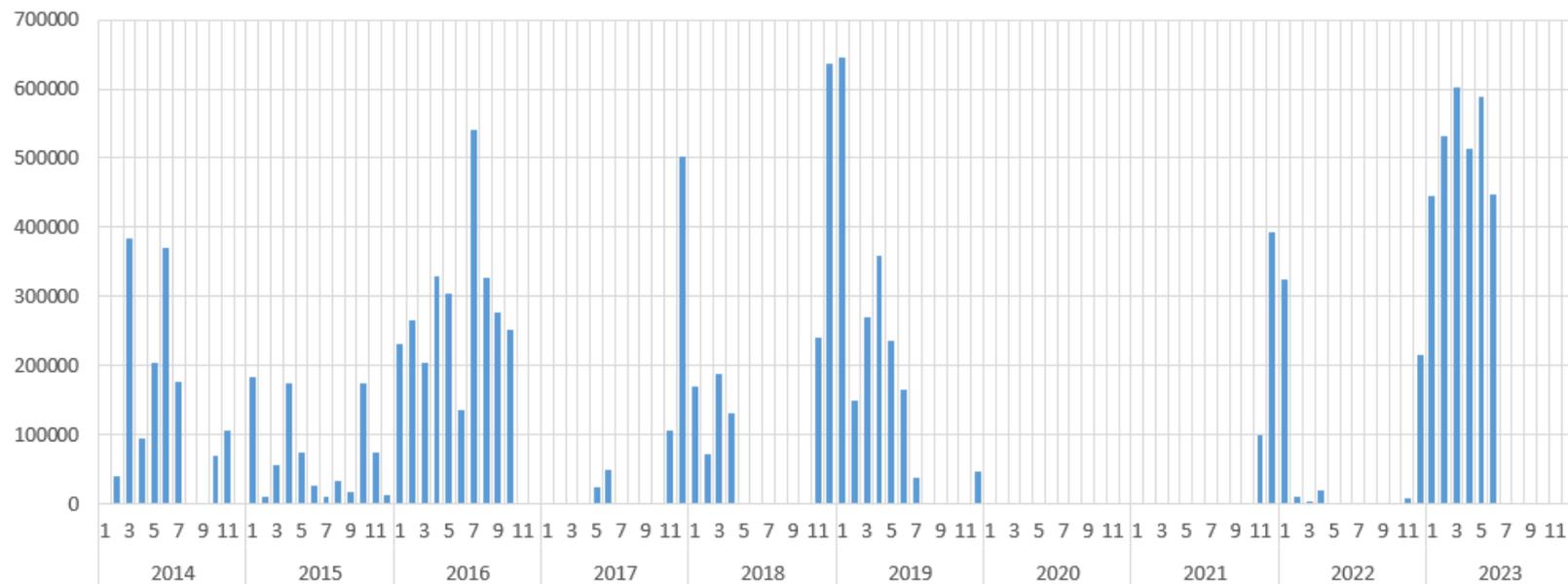


LAGO DI RICARICA

# Ricarica controllata: quantità di acqua immessa nel lago

Sintesi dati annuali	Mm3
2014	1,45
2015	0,85
2016	2,87
2017	0,68
2018	1,44
2019	1,91
2020	0,00
2021	0,49
2022	0,58
2023	3,13
<b>Totale</b>	<b>13,40</b>
<b>Media annua (9 anni)</b>	
	<b>1,49</b>

Volumi mensili di acqua immessa nel lago Incal (m3)



ricarica nel periodo non irriguo, non durante la procedura di VIA

la ricarica artificiale è il 6 % della ricarica naturale

# Ricarica controllata: rete monitoraggio livelli piezometrici e qualità



23 punti (6 realizzati appositamente), in blu monitoraggio del livello, in giallo qualità, in verde entrambi

# Ricarica controllata: screening analisi qualità acque sotterranee

Campione: 02021002435



Codice LIMS 21LA60629



RAPPORTO DI PROVA N° 21LA60629 del 02/03/2022

## Dati a cura e responsabilità del servizio prelevatore/cliente

Campione di: **ACQUA SOTTERRANEA - ALTRO**

Prelevatore: **REGIONE EMILIA ROMAGNA - DIR.GEN.AMB.DIFESA SUOLO E COSTA**

Richiesta/Verbale: ---- del ----

Data prelievo: **20/12/2021** Ora prelievo: ----

Campionamento formale: **NO**

Punto di prelievo: **RM 10 - TERRITORIO DELLA CONOIDE DEL MARECCHIA**

Ditta/Struttura prelievo: ----

Comune di prelievo: **Rimini (RN)**

Cliente: **REGIONE EMILIA ROMAGNA - DIR.GEN.AMB.DIFESA SUOLO E COSTA**

Indirizzo cliente: **V.LE DELLA FIERA, 8 - BOLOGNA(BO)**

Quesito: **VEDI VERBALE/RICHIESTA**

Modalità di campionamento: **A CURA DEL CLIENTE/PRELEVATORE**

## Accettazione a cura dello sportello di RAVENNA

Data ricevimento: **20/12/2021**

Temperatura Ricevimento: **Ambiente**

## Accettazione a cura del Laboratorio

Nota Campione: ----

Temperatura al ricevimento (°C): ----

Codice preventivo : **NA**

## RISULTATO DELLA PROVA

Parametro <i>Metodo di riferimento</i>	Valore	U.M.
pH <i>APAT CNR IRSA 2060 Mar 29 2003, Rapporti ISTATAN 2007/31Met ISS BCA 023</i>	7.4	unità di pH
Durezza (CaCO3) <i>APAT CNR IRSA 2040 B Mar 29 2003 + Rapporti ISTATAN 2007/31 Met ISS BEC 031</i>	303	mg/L
* Carbonio organico totale (TOC) <i>UNI EN 1484:1999</i>	2	mg/L
* Fluoruri (F-) <i>APAT CNR IRSA 4100 B Mar 29 2003</i>	146	µg/L
Cloruri (Cl) <i>APAT CNR IRSA 4020 Mar 29 2003</i>	20	mg/L
Nitriti (NO2) <i>APAT CNR IRSA 4020 Mar 29 2003</i>	7.3	mg/L
Solfati (SO4) <i>APAT CNR IRSA 4020 Mar 29 2003</i>	99	mg/L
* Nitriti (NO2) <i>APAT CNR IRSA 4050 Mar 29 2003</i>	< 30	µg/L
Ammoniaca (NH4) <i>UNI 11669:2017 A</i>	< 20	µg/L
* Bicarbonati (HCO3-) <i>APAT CNR IRSA 2010 A Mar 29 2003</i>	299	mg/L

Campione: 02021002435



Codice LIMS 21LA60629



RAPPORTO DI PROVA N°: 21LA60629 del 02/03/2022

Parametro <i>Metodo di riferimento</i>	Valore	U.M.
* Ortosfato (P) <i>APAT CNR IRSA 4110 A1 Mar 29 2003</i>	0.01	mg/L
* Calcio (Ca) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	59.1	mg/L
* Magnesio (Mg) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	10	mg/L
* Potassio (K) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	4	mg/L
* Sodio (Na) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	17	mg/L
Arsenico (As) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 1	µg/L
* Bario (Ba) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	32	µg/L
* Boro (B) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	112	µg/L
Cadmio (Cd) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 0.04	µg/L
Cromo totale (Cr) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 2	µg/L
* Ferro (Fe) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 20	µg/L
* Manganese (Mn) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 5	µg/L
Nichel (Ni) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 1	µg/L
Piombo (Pb) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 0.5	µg/L
Rame (Cu) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	5	µg/L
Zinco (Zn) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	10	µg/L

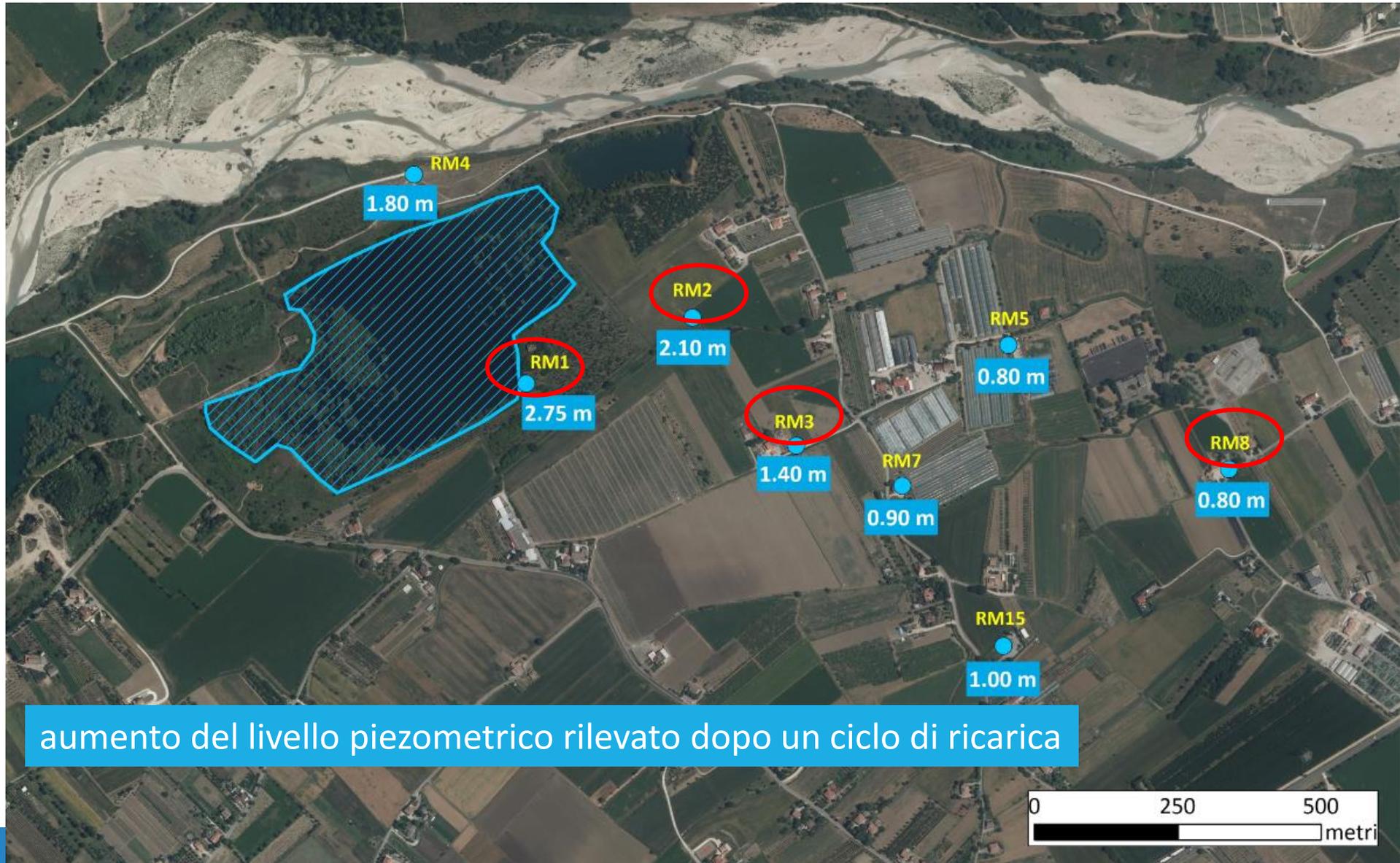
Data inizio prove: 22/12/2021  
Data fine prove: 24/02/2022

Le analisi sono state effettuate nell'area il cui responsabile è  
Dott.ssa Giulia Montanari

Nota: Qualora le prove richieste includano parametri da processare nelle 24 ore, il Laboratorio garantisce che il campione è stato analizzato nei tempi previsti.

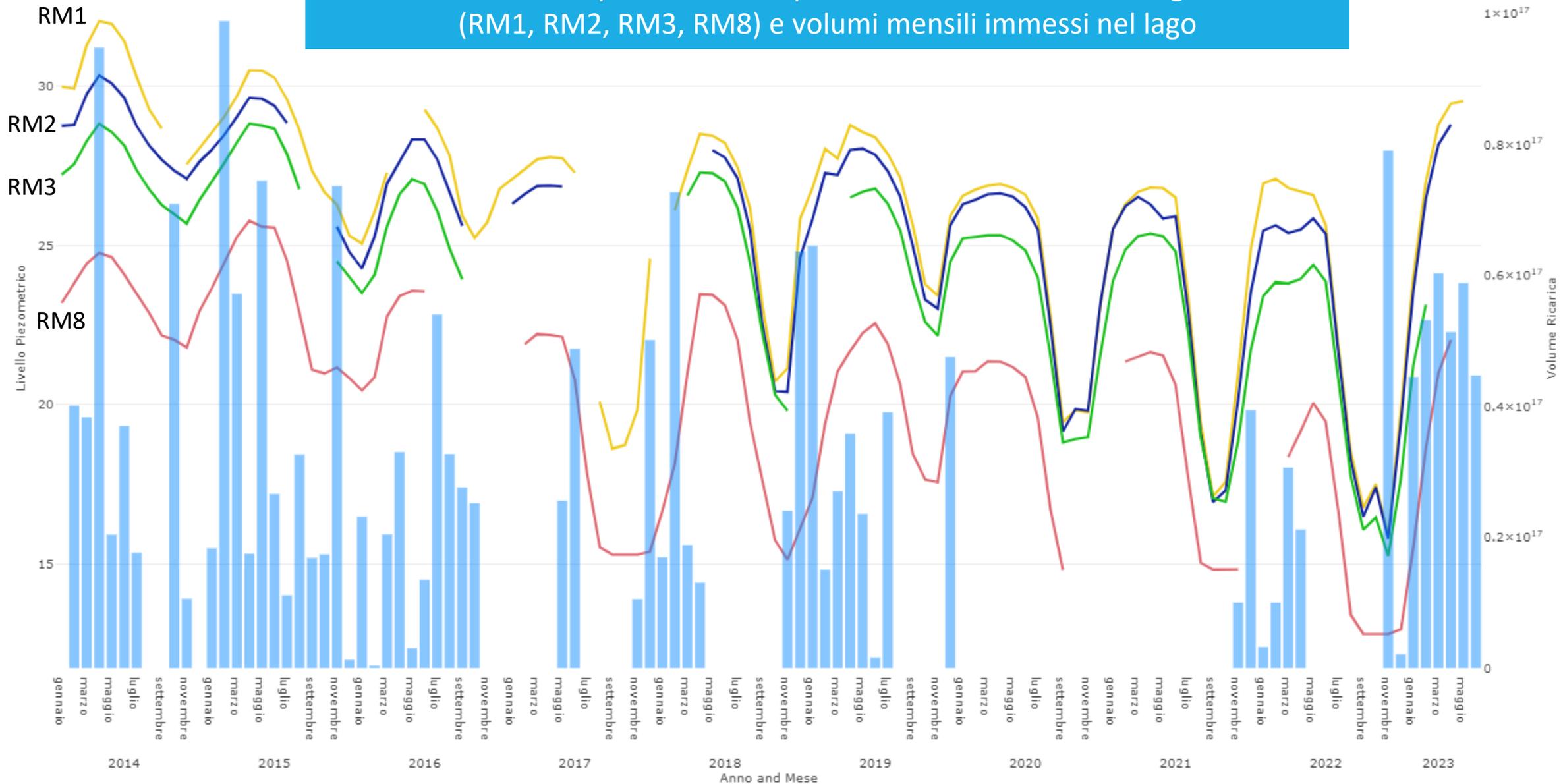
(\*) Prova non accreditata da ACCREDITA

# Ricarica controllata: efficacia della ricarica come aumento di disponibilità della risorsa

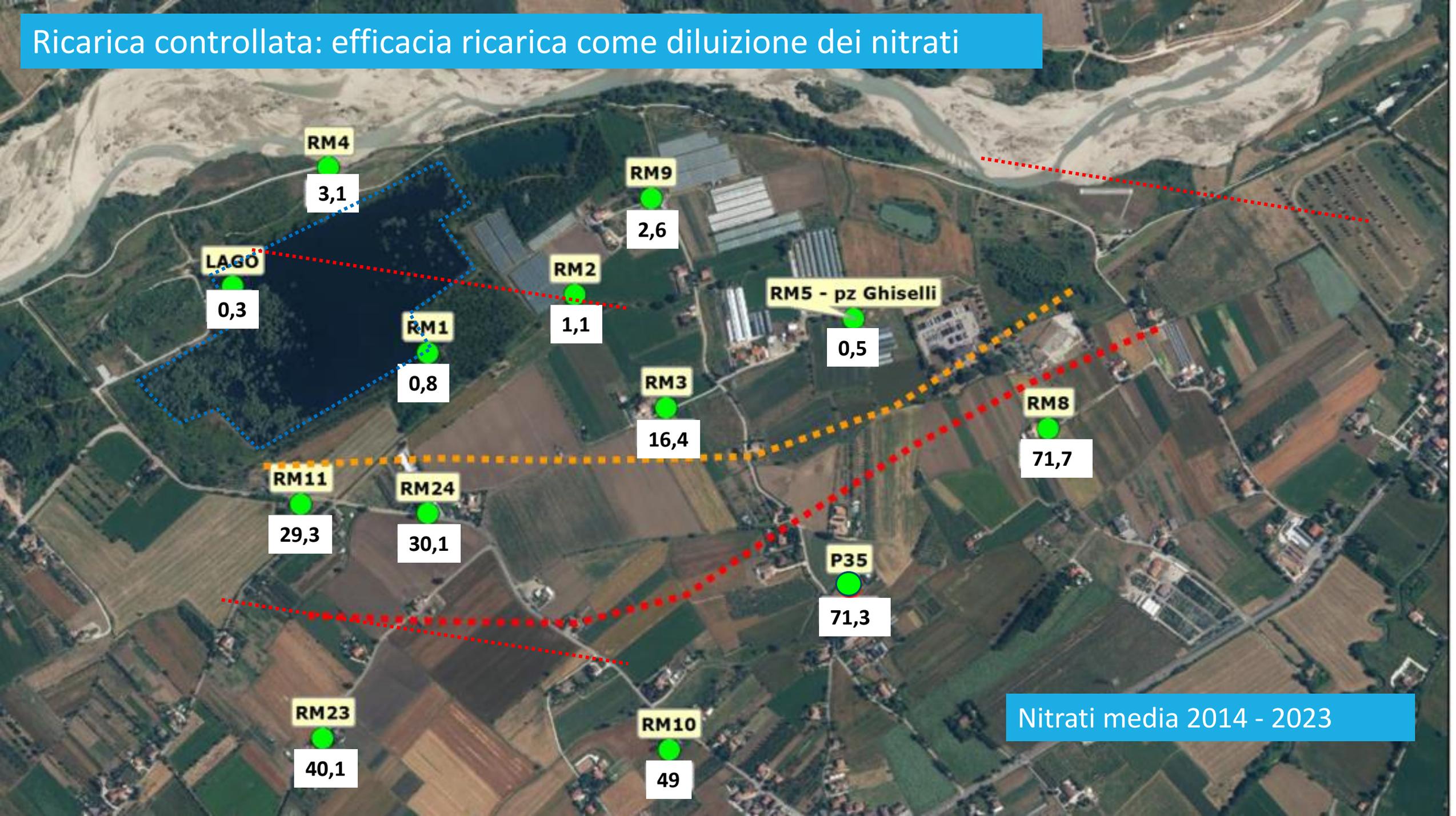


aumento del livello piezometrico rilevato dopo un ciclo di ricarica

andamento dei livelli piezometrici in punti a diverse distanze dal lago di ricarica (RM1, RM2, RM3, RM8) e volumi mensili immessi nel lago

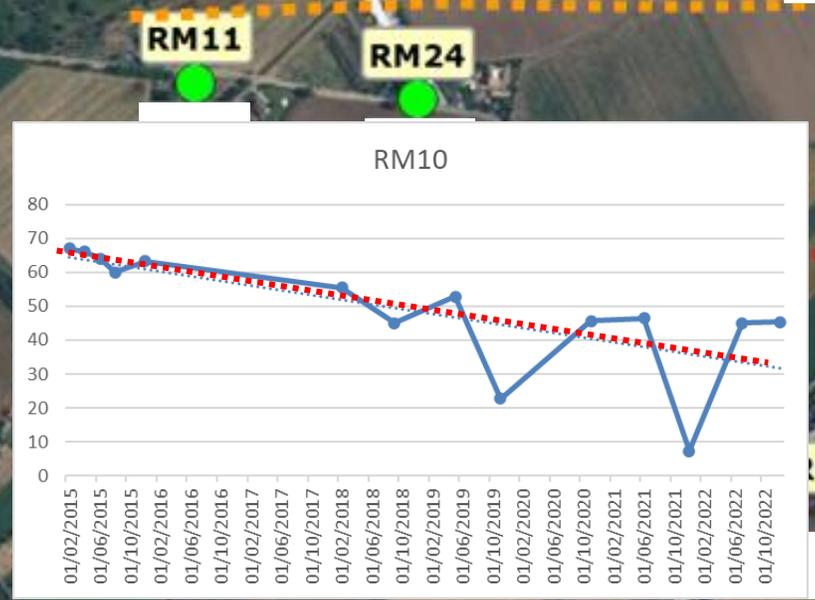
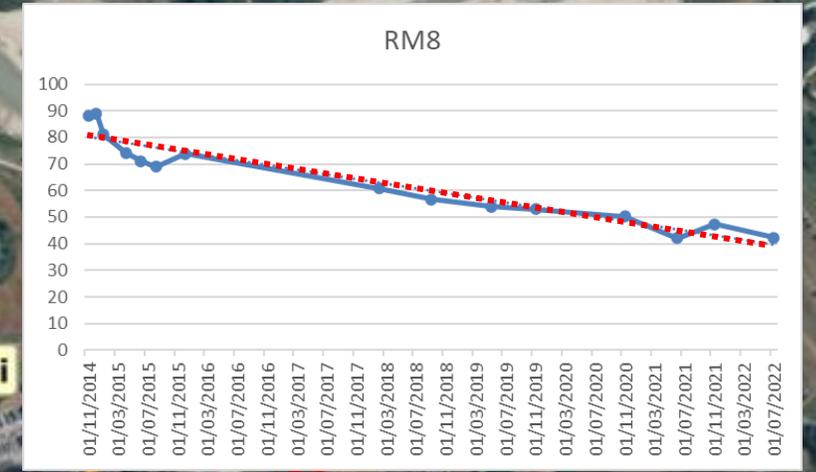
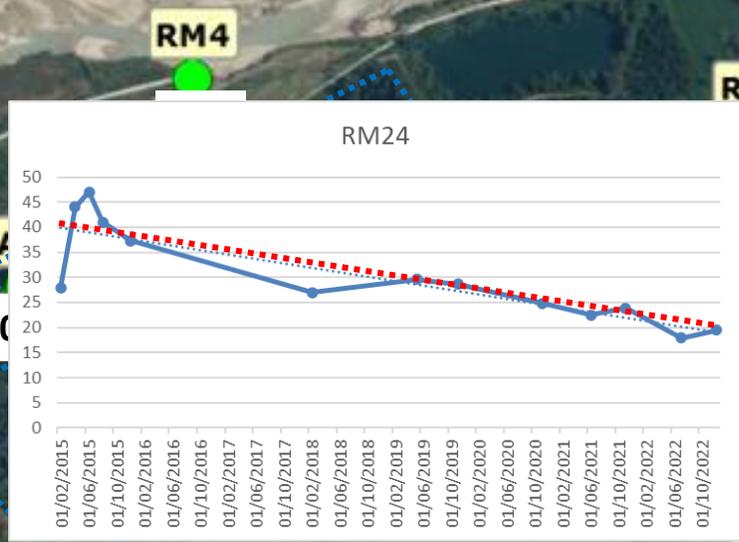


# Ricarica controllata: efficacia ricarica come diluizione dei nitrati



Nitrati media 2014 - 2023

# Ricarica controllata: efficacia ricarica come diluizione dei nitrati



RM4  
RM9  
2,6  
RM5 - pz Ghiselli  
0,5  
RM3  
16,4

P35  
71,3

RM8  
71,7

RM10  
49

Nitrati media 2014 - 2023

## Ricarica controllata: sonda multiparametrica per controllo qualità acqua in ingresso

Istallata una sonda multiparametrica per il controllo della qualità dell'acqua di ricarica.

I parametri misurati ogni 15' sono:

- Livello dell'acqua nel canale
- Temperatura dell'acqua
- Conducibilità elettrica (salinità)
- Nitrati
- Ossigeno disciolto
- Potenziale redox
- PH

I dati sono teletrasmessi in tempo reale con un sistema di attenzione che in caso di deterioramento della qualità dell'acqua di ricarica ne interromperà l'invio al bacino di ricarica



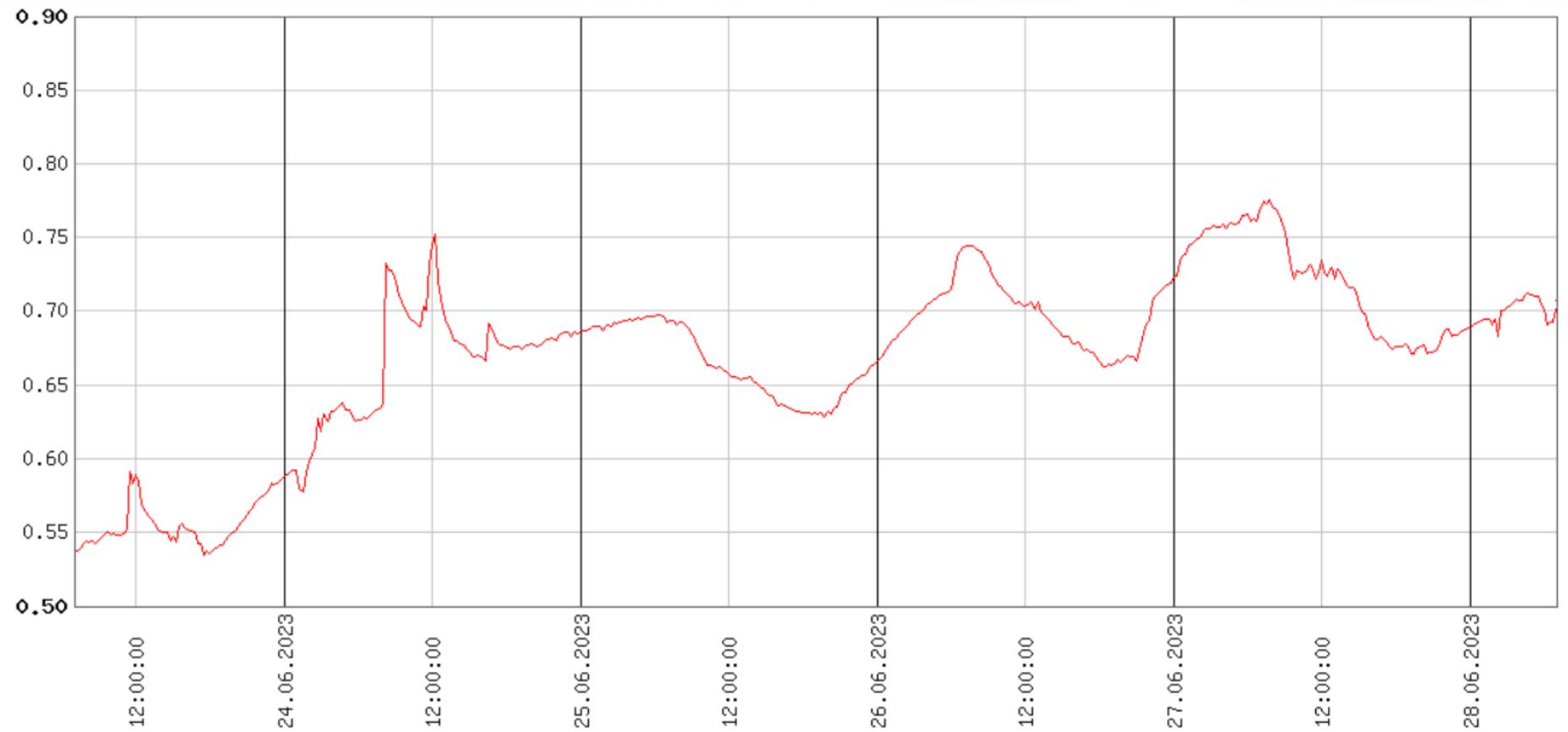
# Ricarica controllata: sonda multiparametrica per controllo qualità acqua in ingresso

Istallata una sonda multiparametrica per il controllo della qualità dell'acqua di ricarica.

I parametri misurati ogni giorno sono:

- Livello dell'acqua nel cuneo
- Temperatura dell'acqua
- Conducibilità elettrica
- Nitrati
- Ossigeno disciolto
- Potenziale redox
- PH

I dati sono teletrasmessi in tempo reale. È sotto l'attenzione che in caso di anomalie si interviene immediatamente sull'acqua di ricarica nei pozzi di ricarica.



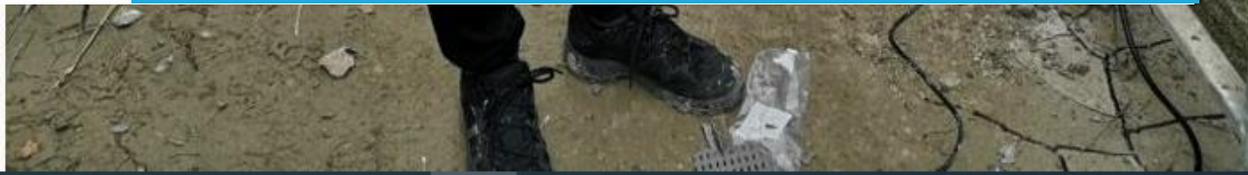
informazioni

visualizza

export/stampa

sensores: 11 Nitrati  
Station: Fiume Marecchia (UNL02507)

andamento dei nitrati nel giugno 2023



# Ricarica controllata: andamento piezometria conoide (piezometria semplificata maggio 2022)



# Selezione di siti idonei alla ricarica artificiale della falda con bacini di infiltrazione in Emilia-Romagna

Relazione Finale project work nell'ambito Corso di formazione tecnica superiore rif. PA 2020-14452/RER "Tecnico per il monitoraggio, gestione e tutela delle risorse idriche".

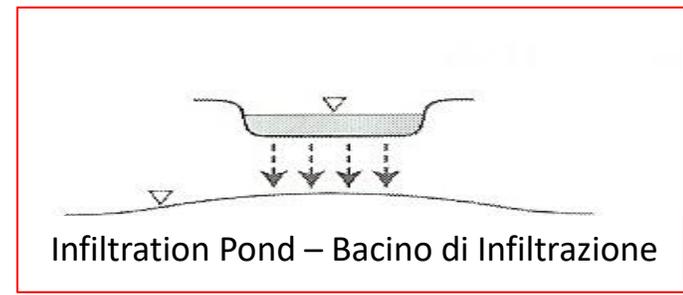
Alessandro Mulazzani Tutor Aziendale Paolo Severi

- Elaborata una metodologia originale
- Individuazione preliminare a scala regionale di aree potenzialmente idonee per impianti di ricarica analoghi a quello della conoide del Marecchia

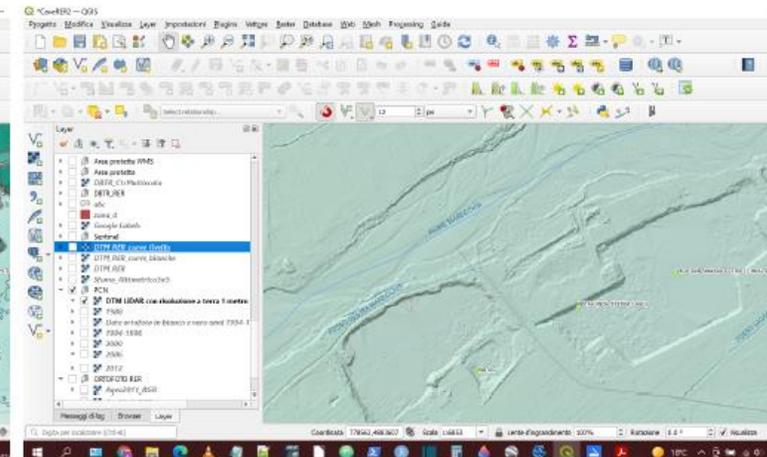
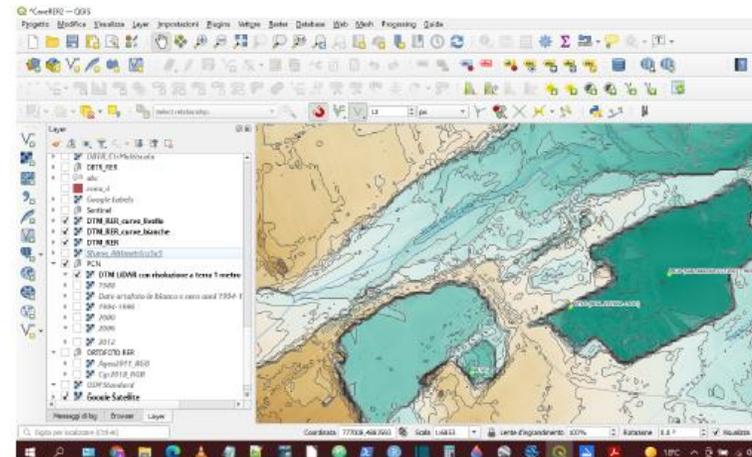
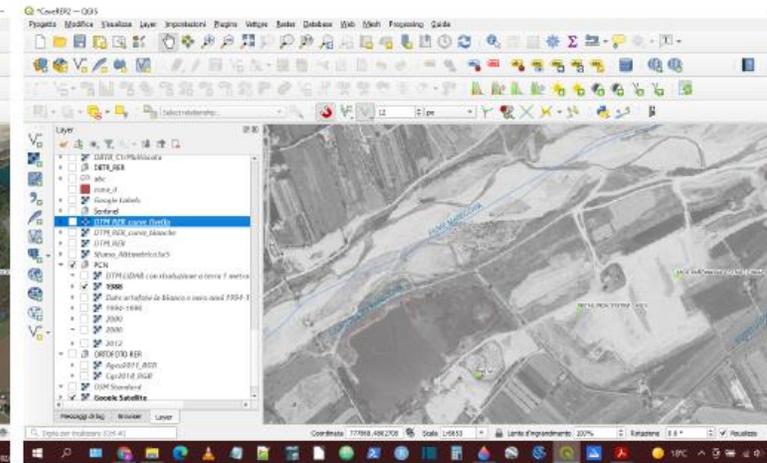
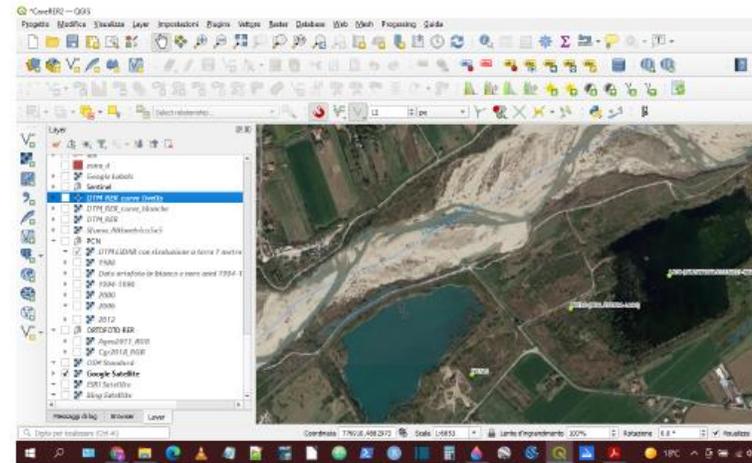
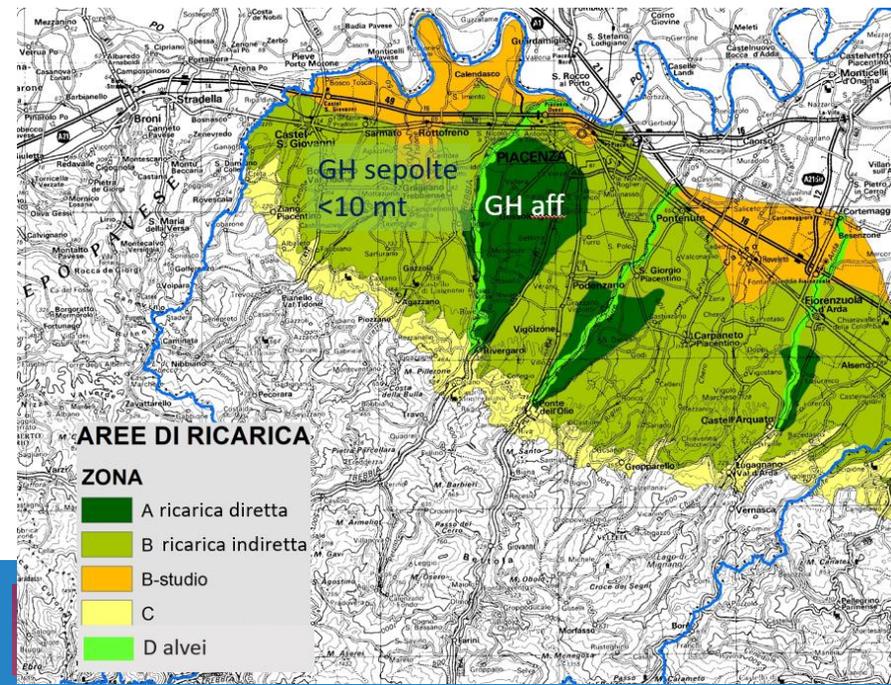
# Metodologia proposta

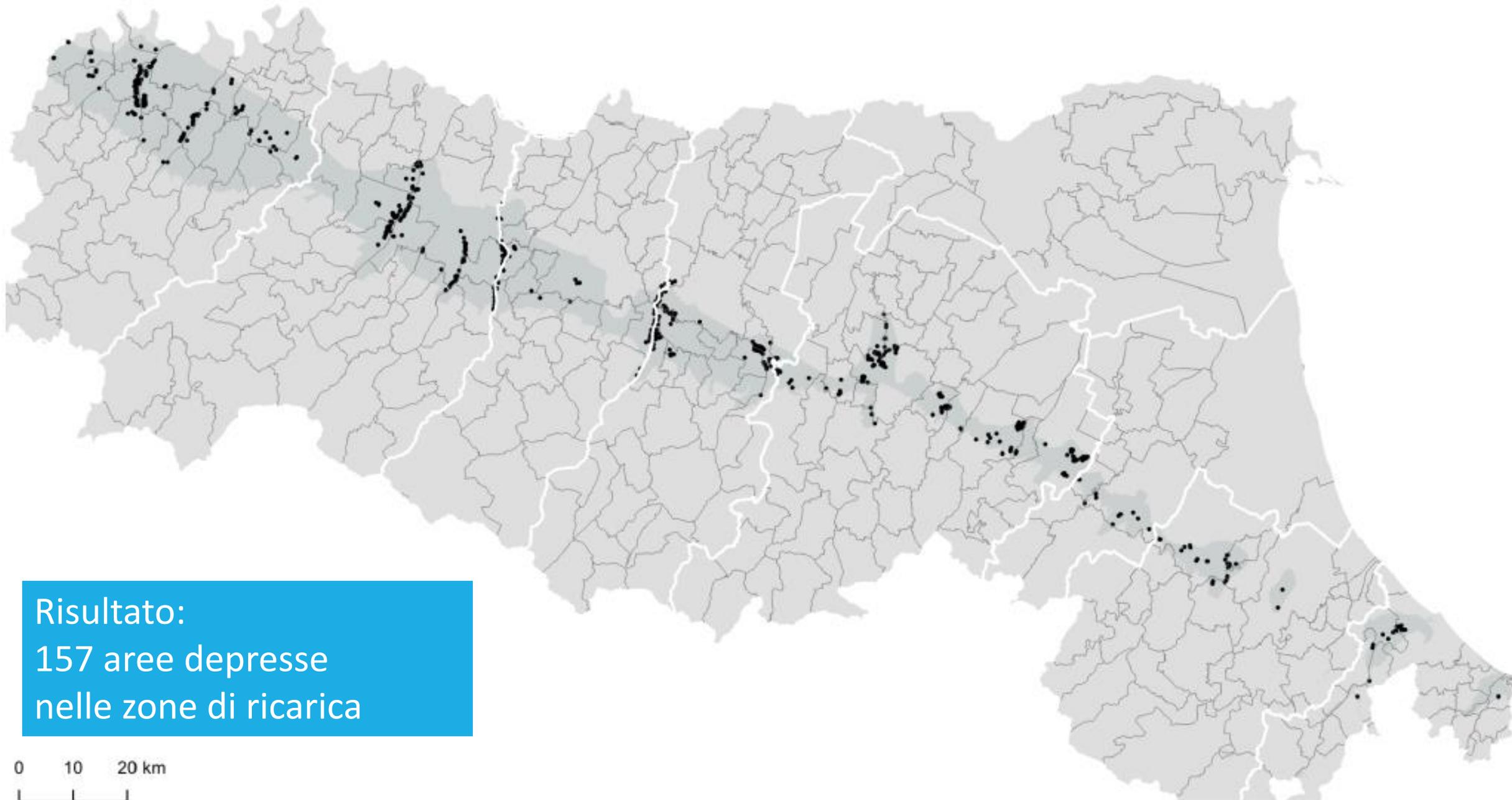
Individuazione di **aree depresse** (tipo ex cave) da utilizzare come **bacino di infiltrazione**  
Attraverso l'analisi

- DB regionale delle attività estrattive,
- foto satellitari (google, sentinel) foto aeree
- DTM



Le aree depresse devono essere **posizionate** nelle aree di ricarica **A, B o D**

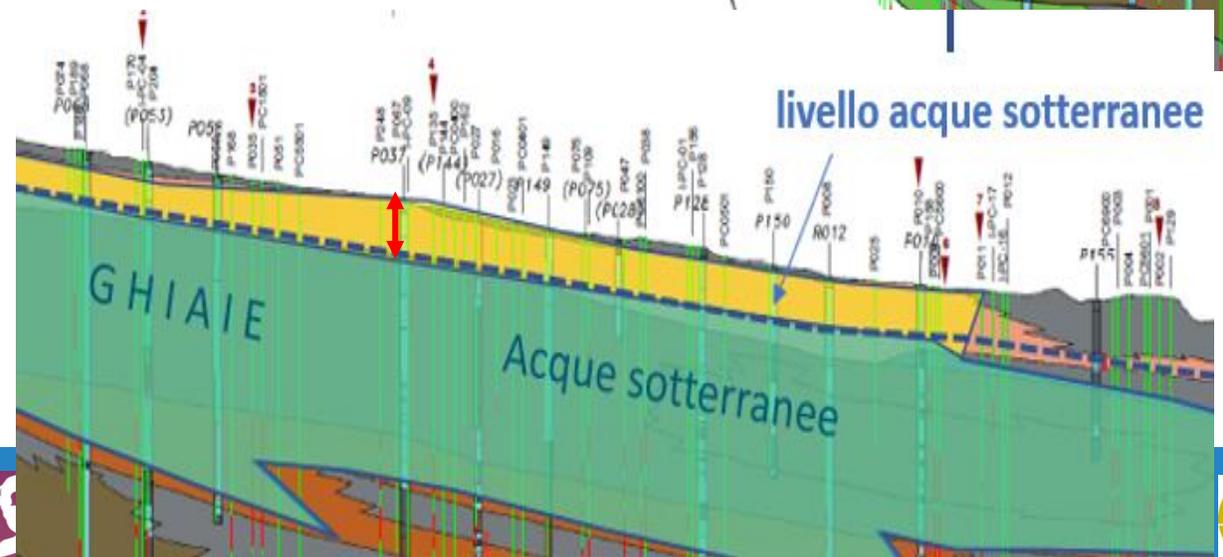
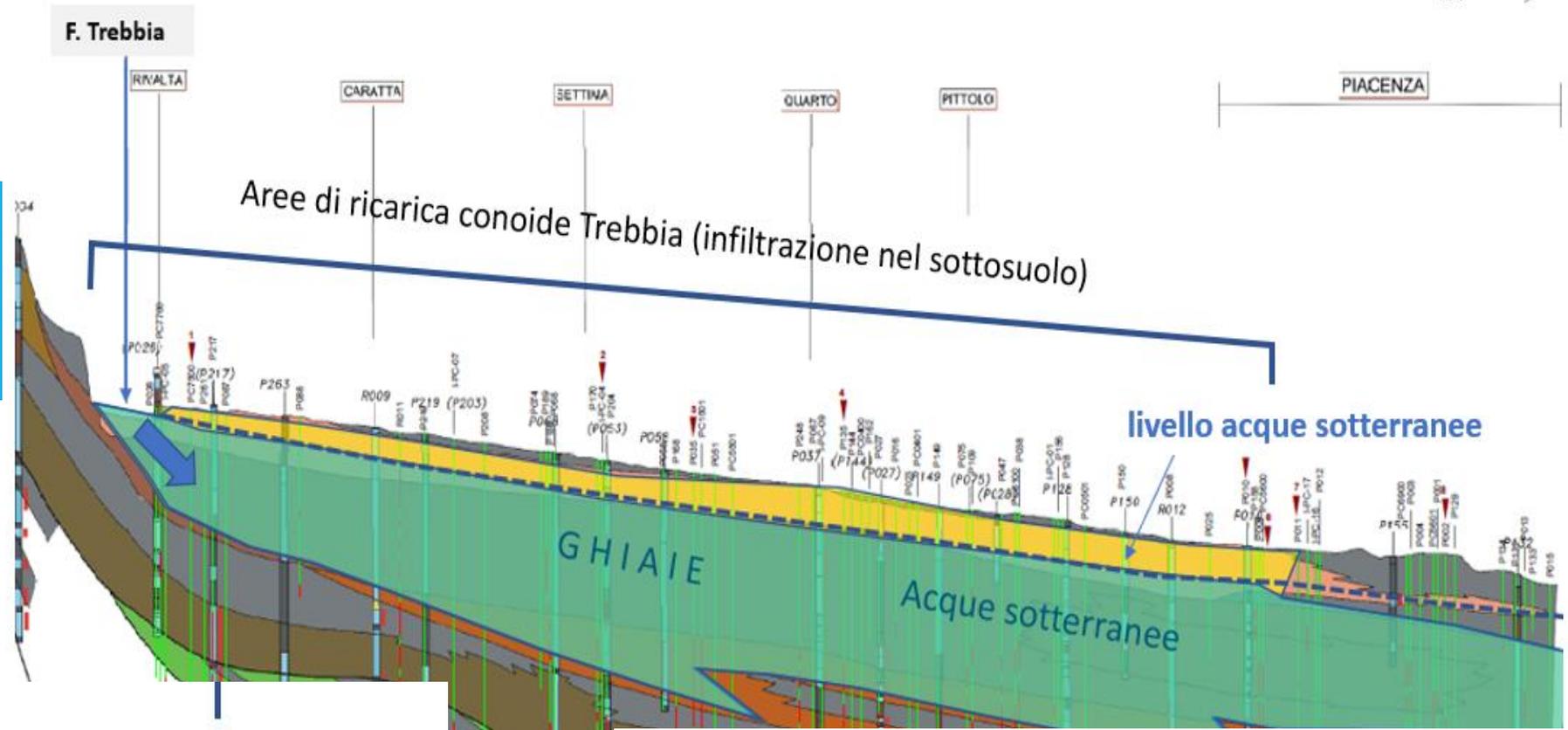




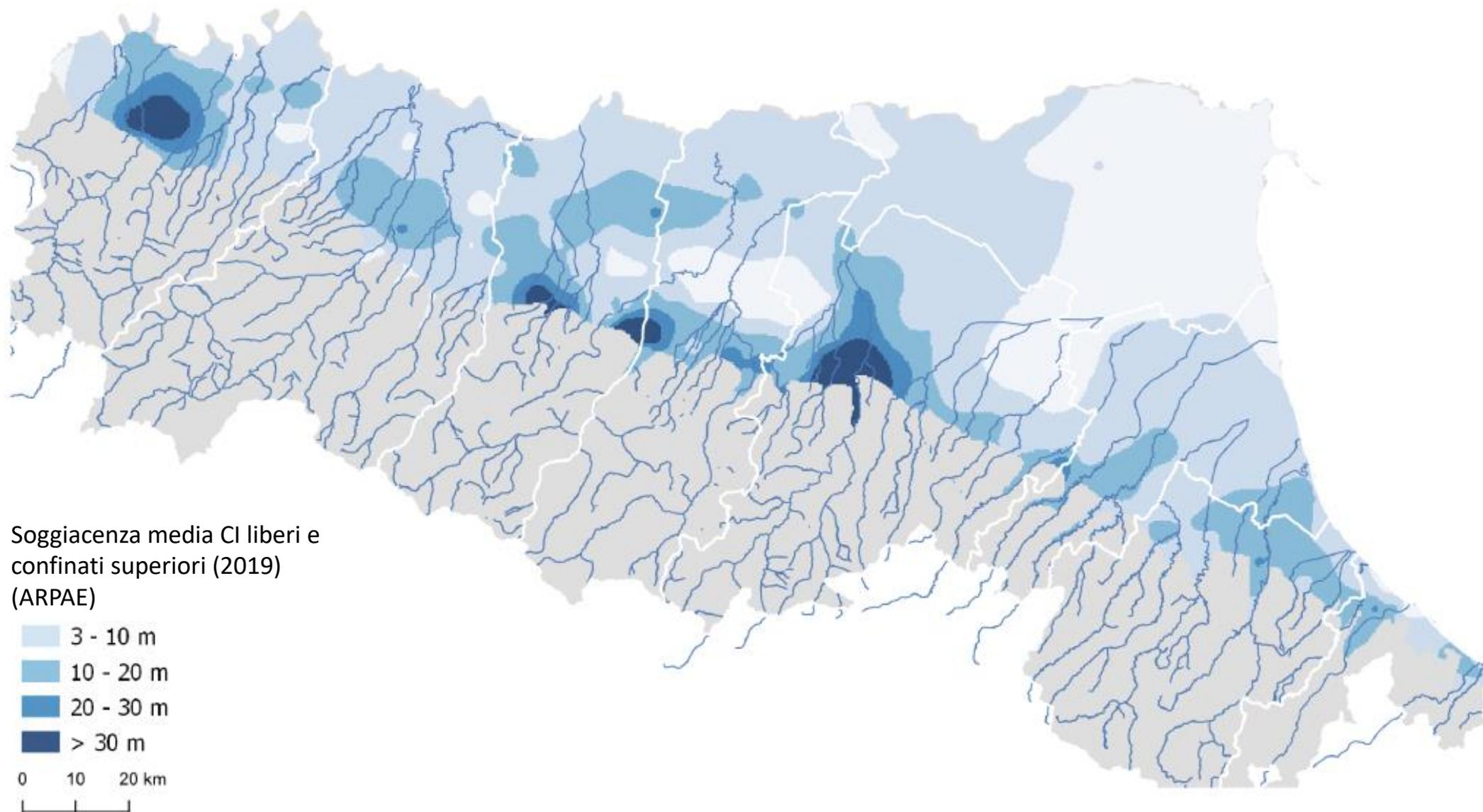
Risultato:  
157 aree depresse  
nelle zone di ricarica

0 10 20 km

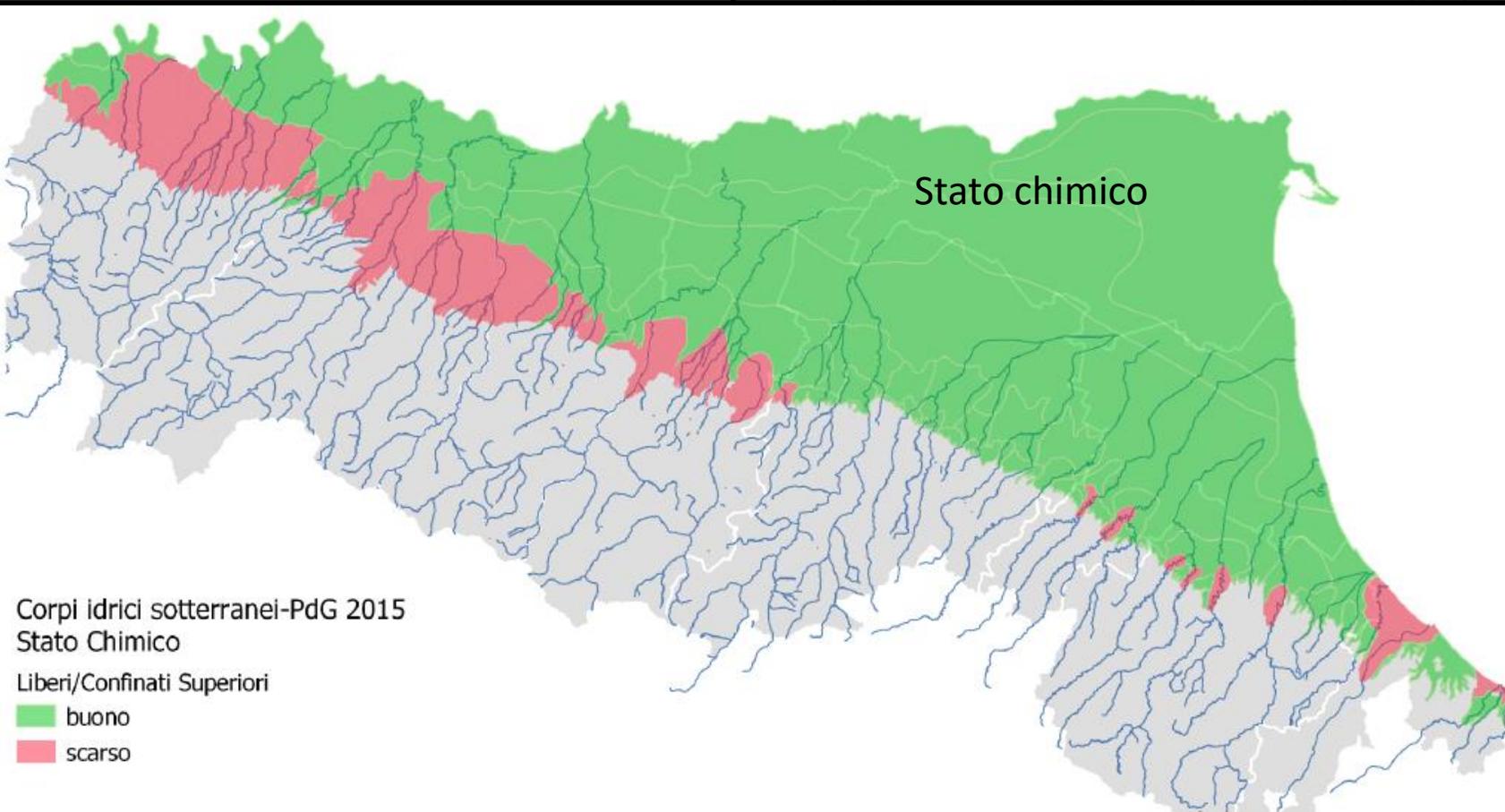
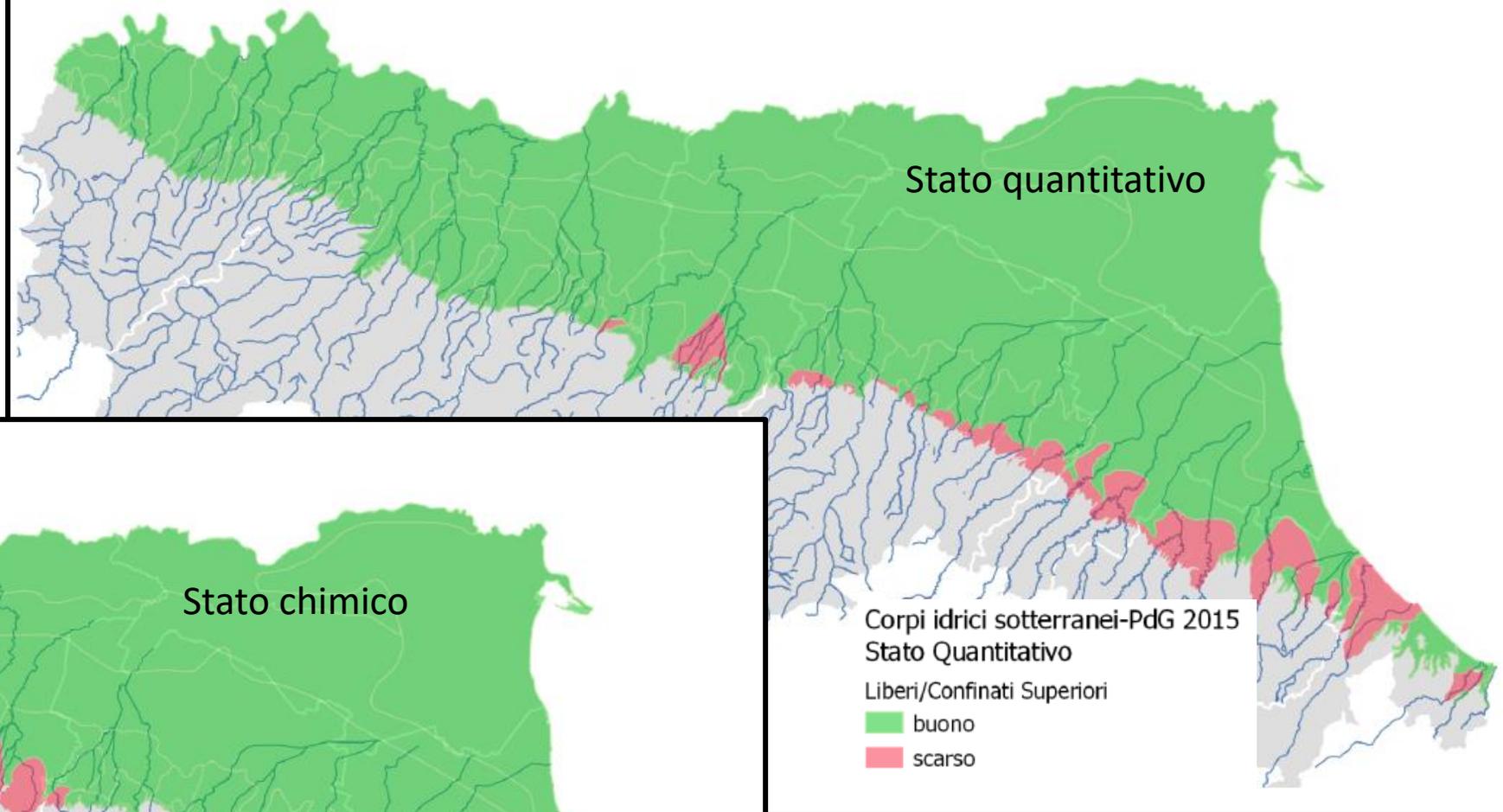
La profondità della falda (soggiacenza) deve essere preferibilmente tra 4 e 10 metri dal terreno



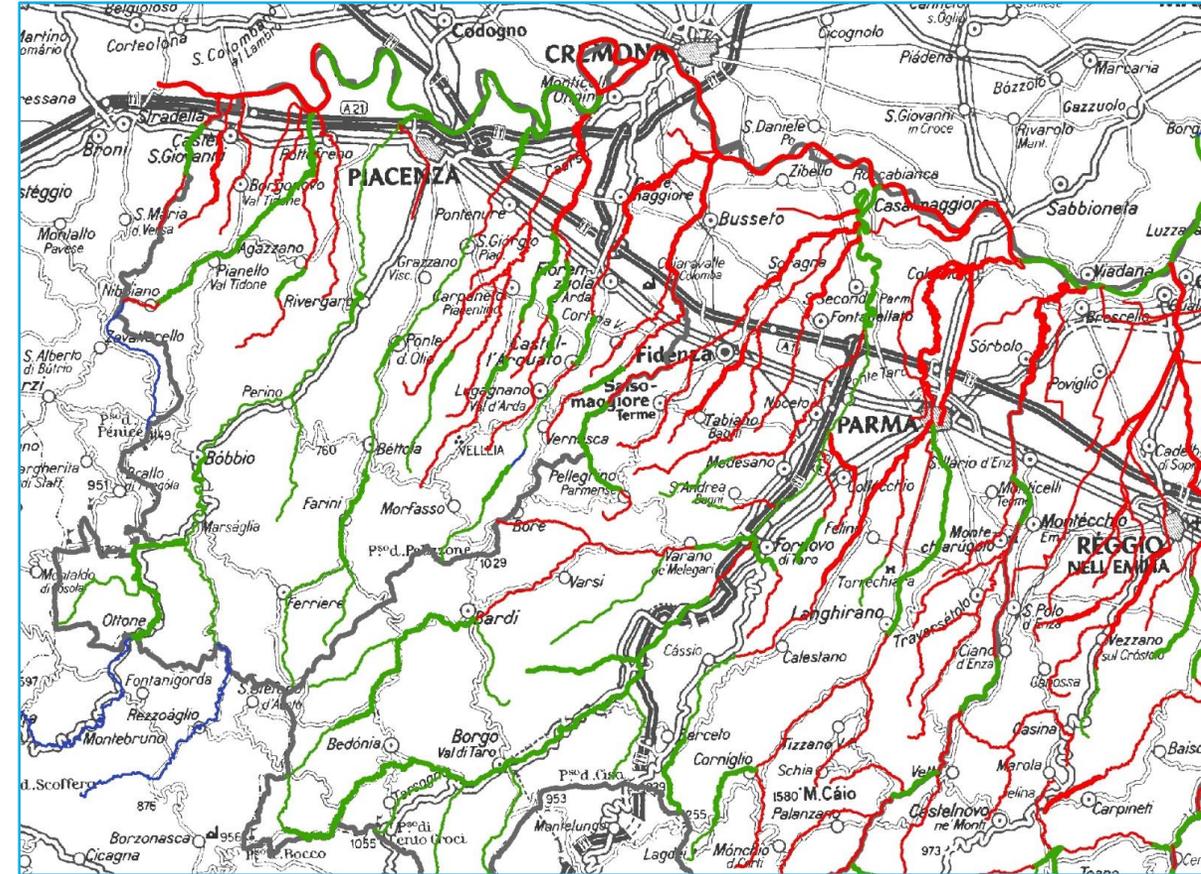
ASM  
Azienda Servizi Municipalizzati Piacenza - 2000



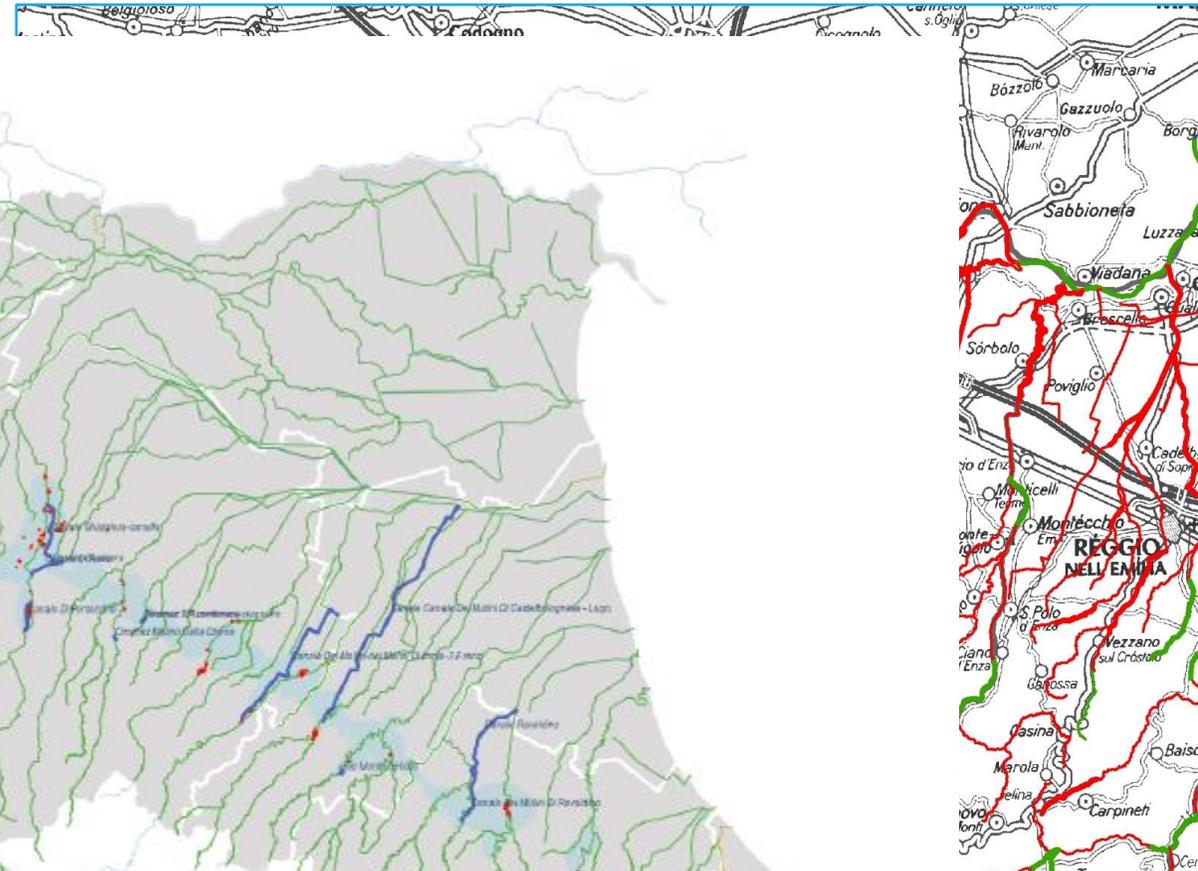
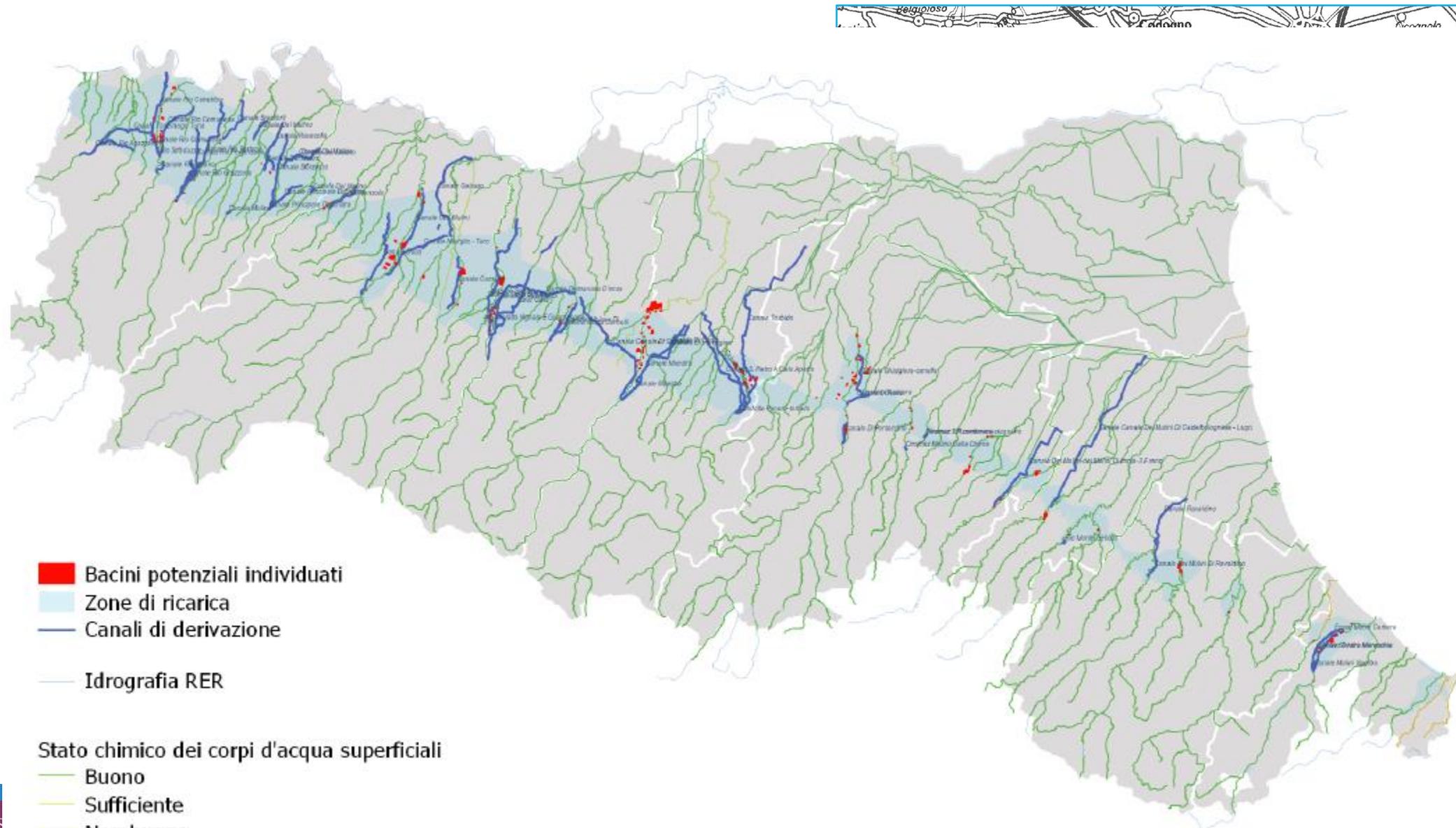
La ricarica deve essere effettuata prioritariamente nei copri idrici con uno stato quantitativo e chimico scarso (DL 100/2016)



la zona depressa deve essere preferibilmente vicina ad un fiume o canale da cui prendere acqua per effettuare la ricarica  
il fiume o canale «donatore» deve avere acqua di buona qualità (DL 100/2016)



la zona depressa deve essere preferibilmente vicina ad un fiume o canale da cui prendere acqua per effettuare la ricarica  
il fiume o canale «donatore» deve avere acqua di buona qualità (DL 100/2016)



## Parametri individuati

- Area della depressione
- Aree di ricarica (A e D)
- Soggiacenza della falda (meglio tra 4 e 10 mt)
- Stato quantitativo e qualitativo scarso del corpo idrico che riceve la ricarica
- Presenza di un fiume / canale donatore di qualità idonea

Assegnati dei punteggi a questi parametri

Per ogni potenziale bacino di infiltrazione individuato è stata creata in QGIS una tabella di attributi

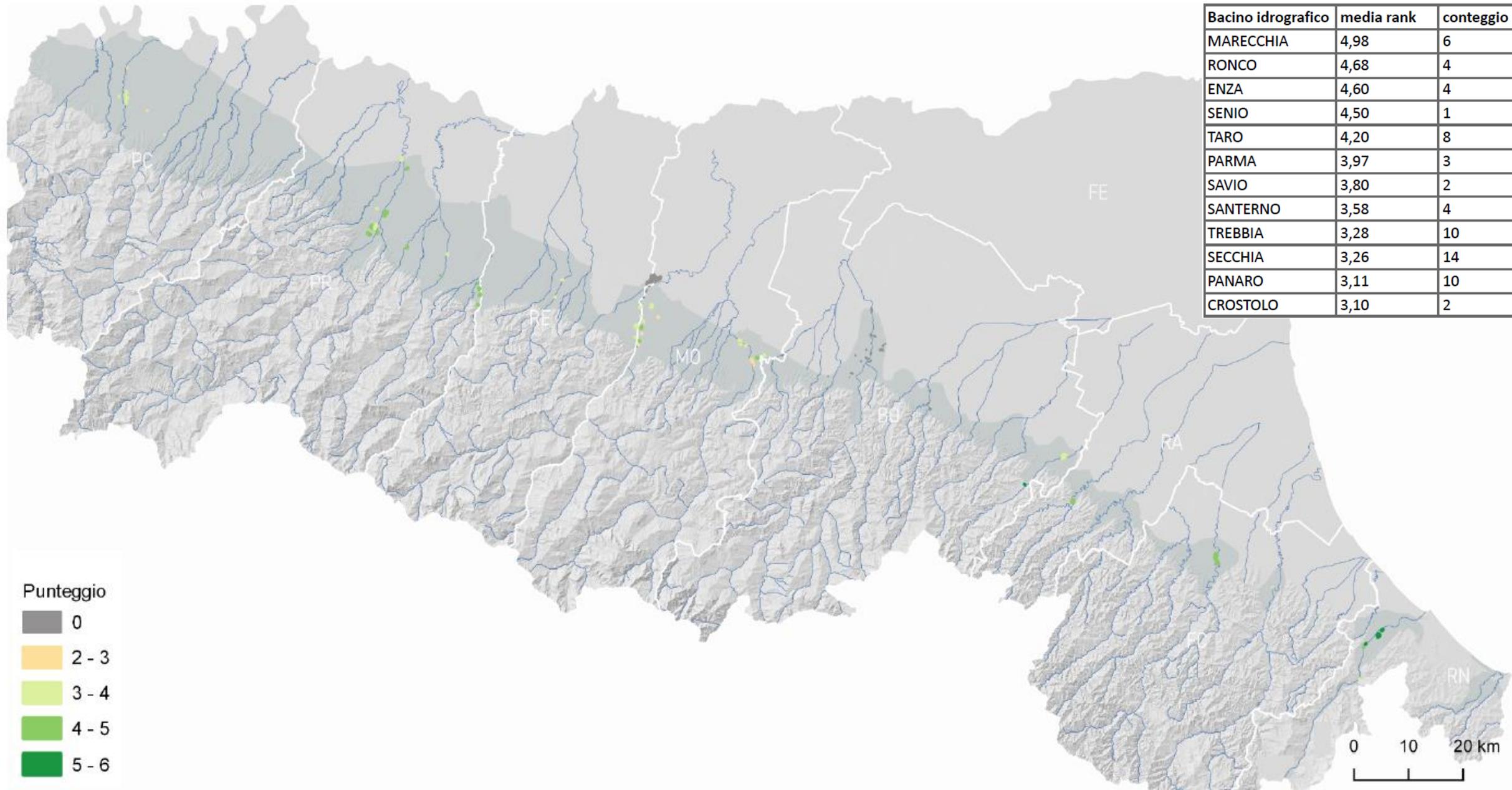
- il comune
- la superficie
- il settore di ricarica
- lo stato qualitativo (chimico)
- lo stato quantitativo
- la presenza di un canale donatore
- la soggiacenza
- il punteggio totale
- i dati sulla concessione di cava associata (se esistente).

R_AREA_BAC	RANK
<10 000	0.1
10 000-20 000	0.3
20 000-50 000	0.6
50 000-100 000	0.9
>100 000	1

R_SOGLIACE	RANK
0-4	0.5
4-10	1
10-20	0.5
20-30	0.2
>30	0.2

R_CANAL	RANK
assente	0
presente	1

# Potenziati bacini di infiltrazione individuati con relativo punteggio

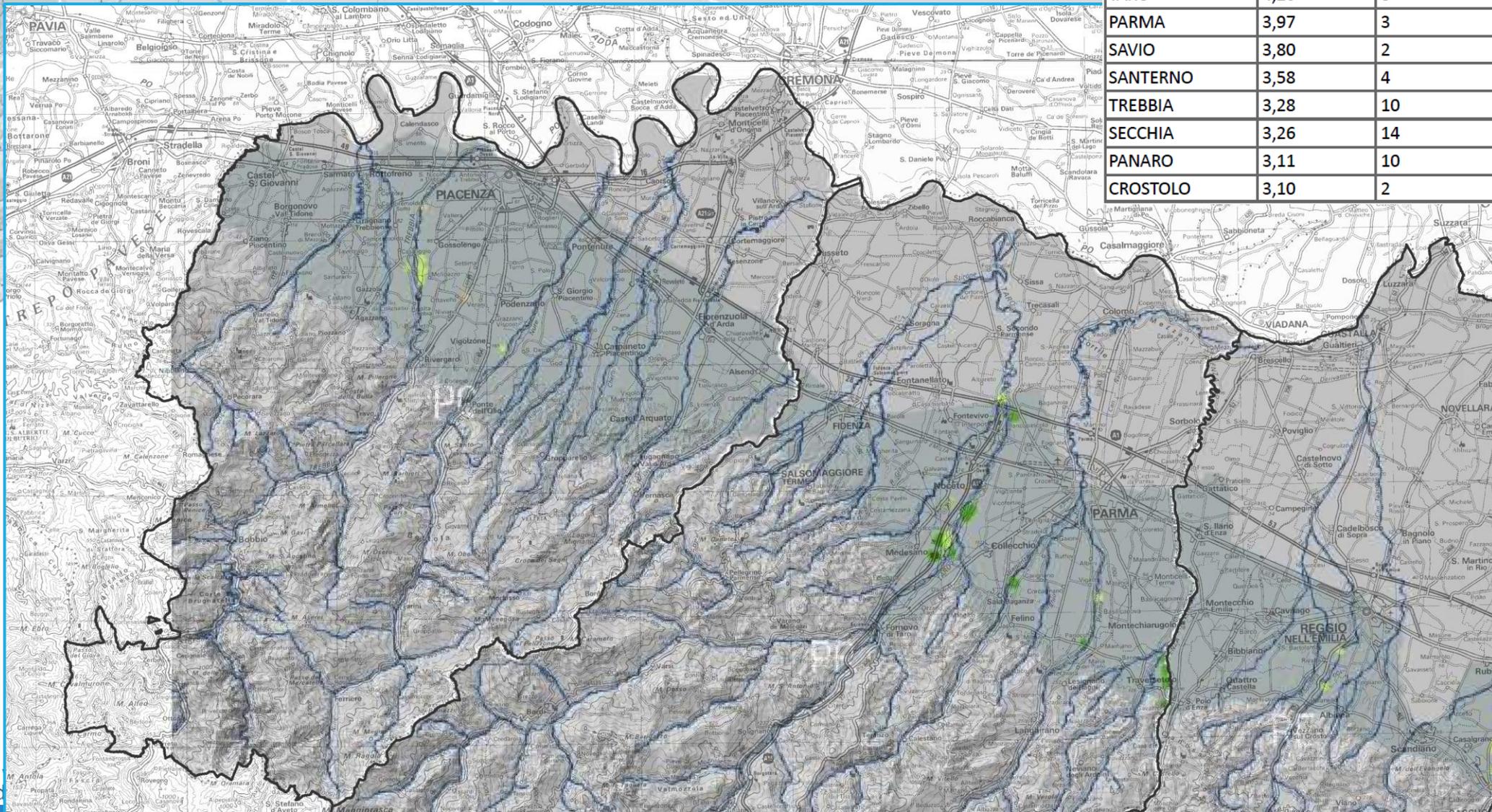
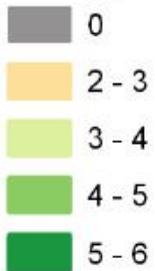


Bacino idrografico	media rank	conteggio
MARECCHIA	4,98	6
RONCO	4,68	4
ENZA	4,60	4
SENO	4,50	1
TARO	4,20	8
PARMA	3,97	3
SAVIO	3,80	2
SANTERNO	3,58	4
TREBBIA	3,28	10
SECCHIA	3,26	14
PANARO	3,11	10
CROSTOLO	3,10	2

# Potenziati bacini di infiltrazione individuati con relativo punteggio

Bacino idrografico	media rank	conteggio
MARECCHIA	4,98	6
RONCO	4,68	4
ENZA	4,60	4
SENO	4,50	1
TARO	4,20	8
PARMA	3,97	3
SAVIO	3,80	2
SANTERNO	3,58	4
TREBBIA	3,28	10
SECCHIA	3,26	14
PANARO	3,11	10
CROSTOLO	3,10	2

Punteggio



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE !!

Associazione **ACQUE**  
**SOTTERRANEE**  
Scuola e Formazione

Immacolata Pellegrino <sup>(1)</sup> & Paolo Severi <sup>(2)</sup>

Con il patrocinio di:



- 1) Regione Emilia – Romagna Area Tutela e Gestione Acqua
- 2) Regione Emilia – Romagna Area Geologi, suoli e sismica