

CAMBIAMENTI CLIMATICI e ACQUE SOTTERRANEE

lunedì 30 settembre 2019



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE,
GEOLOGICHE E AMBIENTALI



IAH
Associazione Internazionale
degli Idrogeologi
Gruppo Italiano

GLI ACQUIFERI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE RICARICA E CAMBIAMENTO CLIMATICO

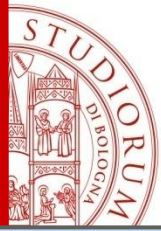
Maria FILIPPINI, Alessandro GARGINI*, Federico GRAZZINI**
Marco MARCACCIO***, Stefano SEGADELLI****, Giulia VILLANI***

**Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (BiGeA)*

***ARPAE-Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna
Struttura Idro-Meteo-Clima (Bologna)*

**** ARPAE-Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna
Direzione Tecnica, Unità acque sotterranee (Bologna)*

***** Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna (Bologna)*



Il cambiamento climatico

Punto di vista idro geologico

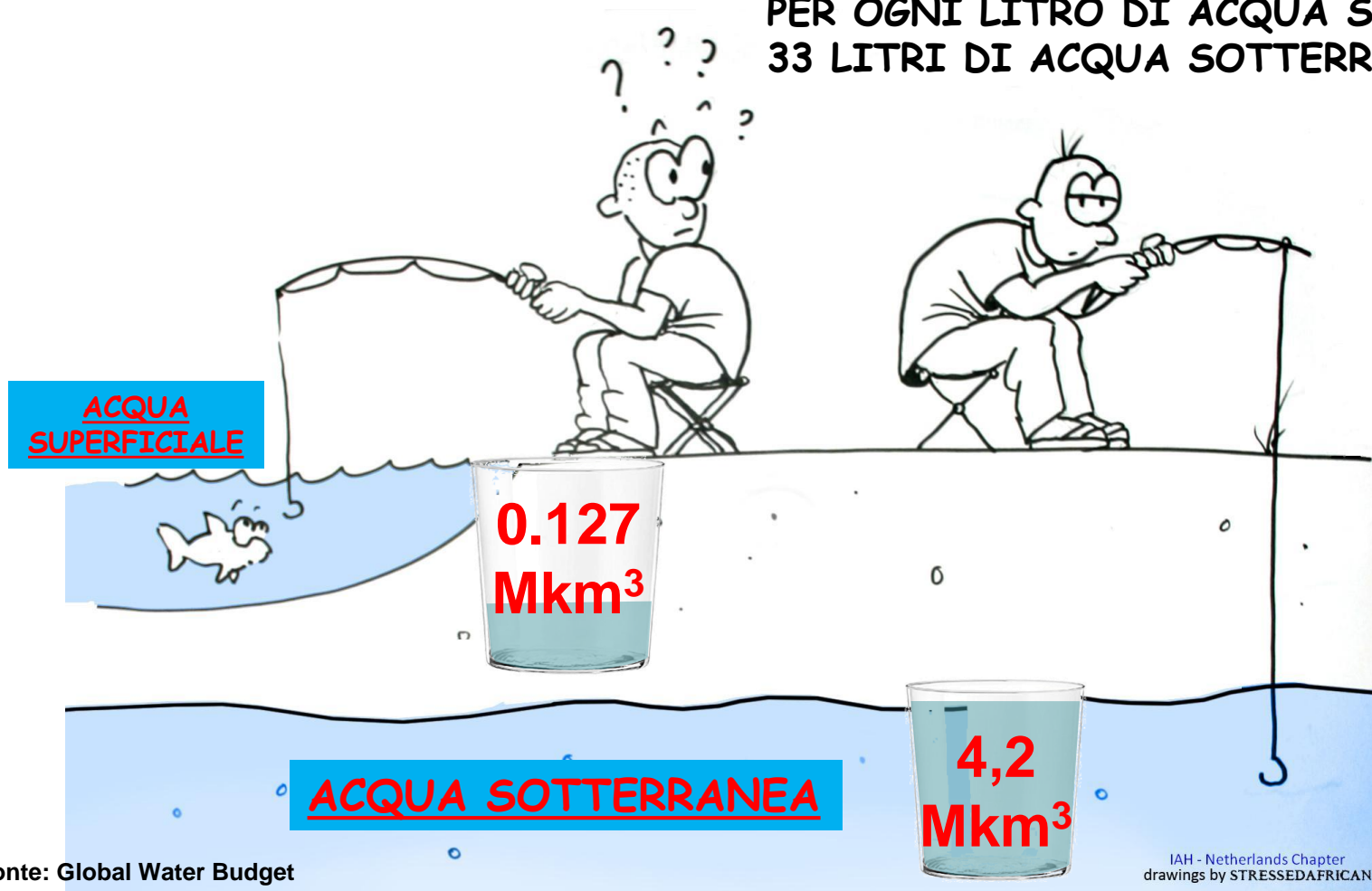
- **RICARICA E CLIMA**
- **GLI ACQUIFERI APPENNINICI**
- **PORTATA SORGIVA E RICARICA**
- **TENDENZE METEO**



ACQUA SOTTERRANEA

Enorme riserva globale

PER OGNI LITRO DI ACQUA SUPERFICIALE
33 LITRI DI ACQUA SOTTERRANEA (<750 m)



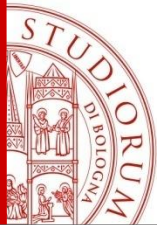
(fonte: Global Water Budget
National Center for Atmospheric Research
2007)

RICARICA E CLIMA

L'APPENNINO

RICARICA E SORGENTI

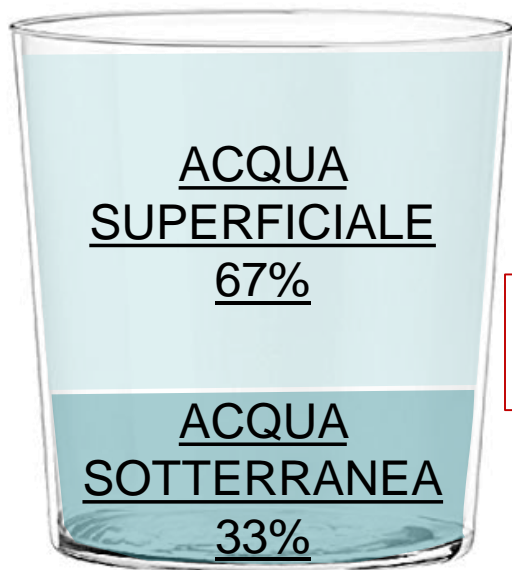
TENDENZE



ACQUA SOTTERRANEA

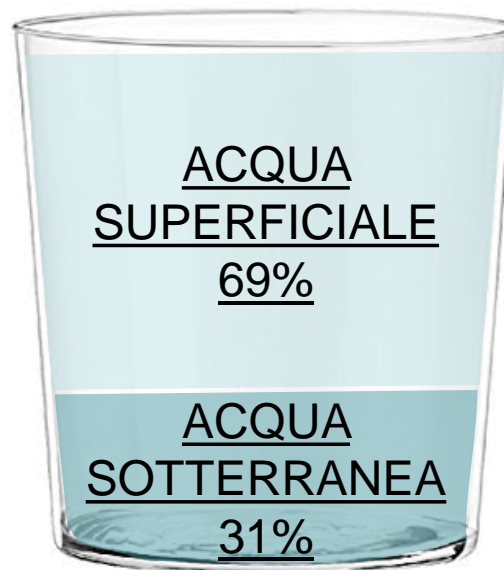
Limiti di prelievo

**SCALA GLOBALE
TUTTI I PRELIEVI**

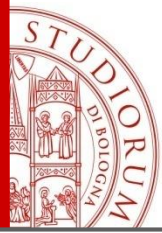


IAH www.iah.org
Bilancio globale
2018

**SCALA LOCALE - RER
TUTTI I PRELIEVI**
2360 Mm³/anno - 75 m³/s



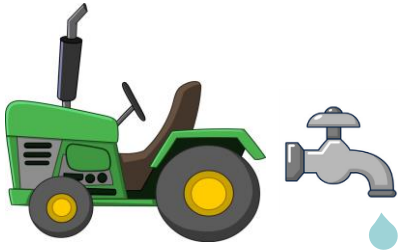
ARPAE
Bilancio idrico
2010



TUTTI I PRELIEVI RER

Acqua superficiale - Acqua di falda

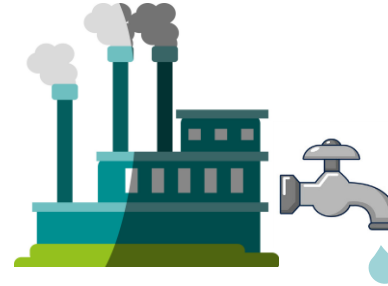
AGRICOLTURA



ACQUEDOTTO



INDUSTRIA



ARPAE
Bilancio idrico
2010

RER

1500 l/day/capita

SODDISFACIMENTO
COMPLETO DEI
BISOGNI UMANI
1700 l/day/capita

(Doll et al., 2008-
Hydrol. Earth Syst. Sci.)

83%

17%

GW

1570 Mm³/anno

50 m³/s

39%

61%

GW

560 Mm³/anno

18 m³/s

46%

54%

GW

230 Mm³/anno

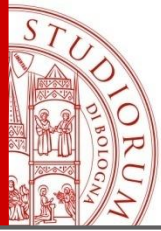
7 m³/s

RICARICA E CLIMA

L'APPENNINO

RICARICA E SORGENTI

TENDENZE



ACQUA SOTTERRANEA

La ricarica

PERCORSI DI RICARICA

Diretta – Zenitale
Precipitazioni

Indiretta – Laterale
Acqua superficiale

Concentrata
Spot alta K

Antropica
Irrigazione – Reti urbane

AGENTI DI RICARICA

Precipitazioni efficaci
P, T

Neve
Spessore, Permanenza

Infiltrazione efficace

Uso del suolo

FATTORI DI RICARICA

Clima

Geomorfologia
Geologia

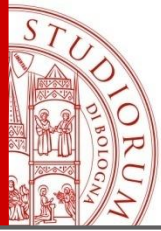
Uomo

RICARICA E CLIMA

L'APPENNINO

RICARICA E SORGENTI

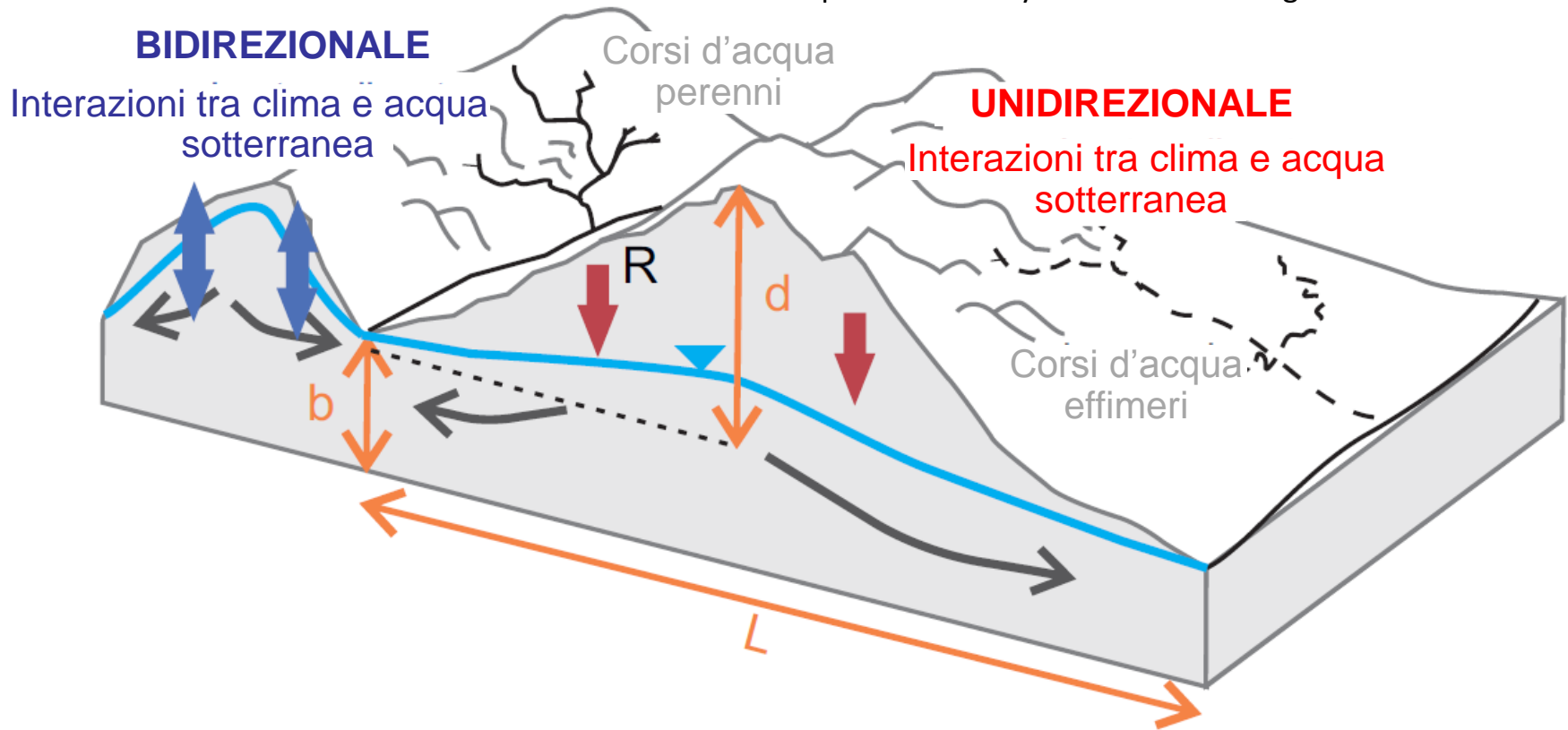
TENDENZE



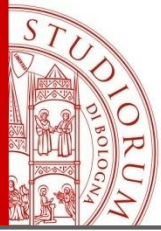
ACQUIFERI

Resilienza alla dinamica della ricarica

Cuthbert et al., 2019 – Nature Climate Change
Global patterns and dynamics of climate-groundwater interactions

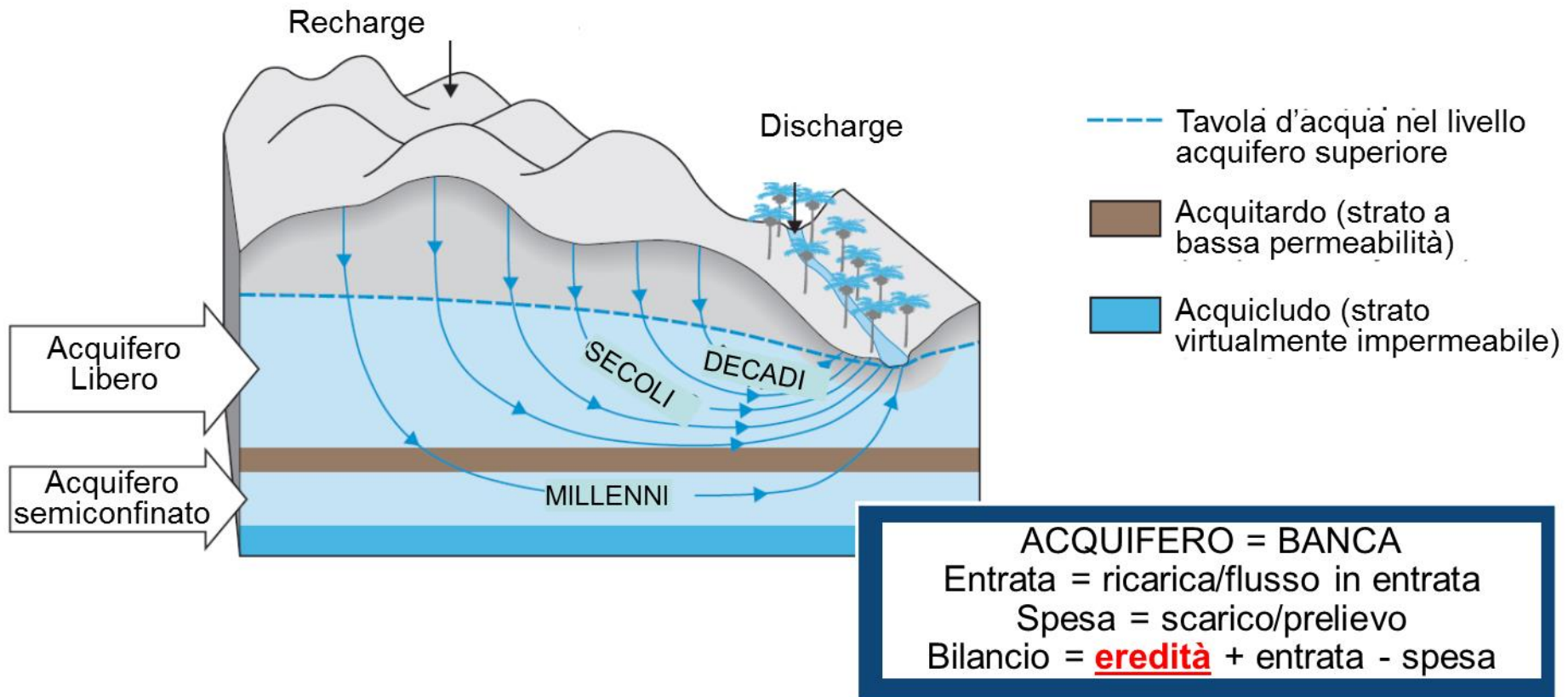


Acquiferi molto reattivi alle variazioni di ricarica → poco resilienti al cambiamento climatico



ACQUIFERO

La banca dell'acqua - Resilienza



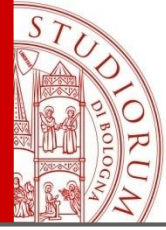
IAH – www.iah.org
Strategic Overview Series
2019

RICARICA E CLIMA

L'APPENNINO

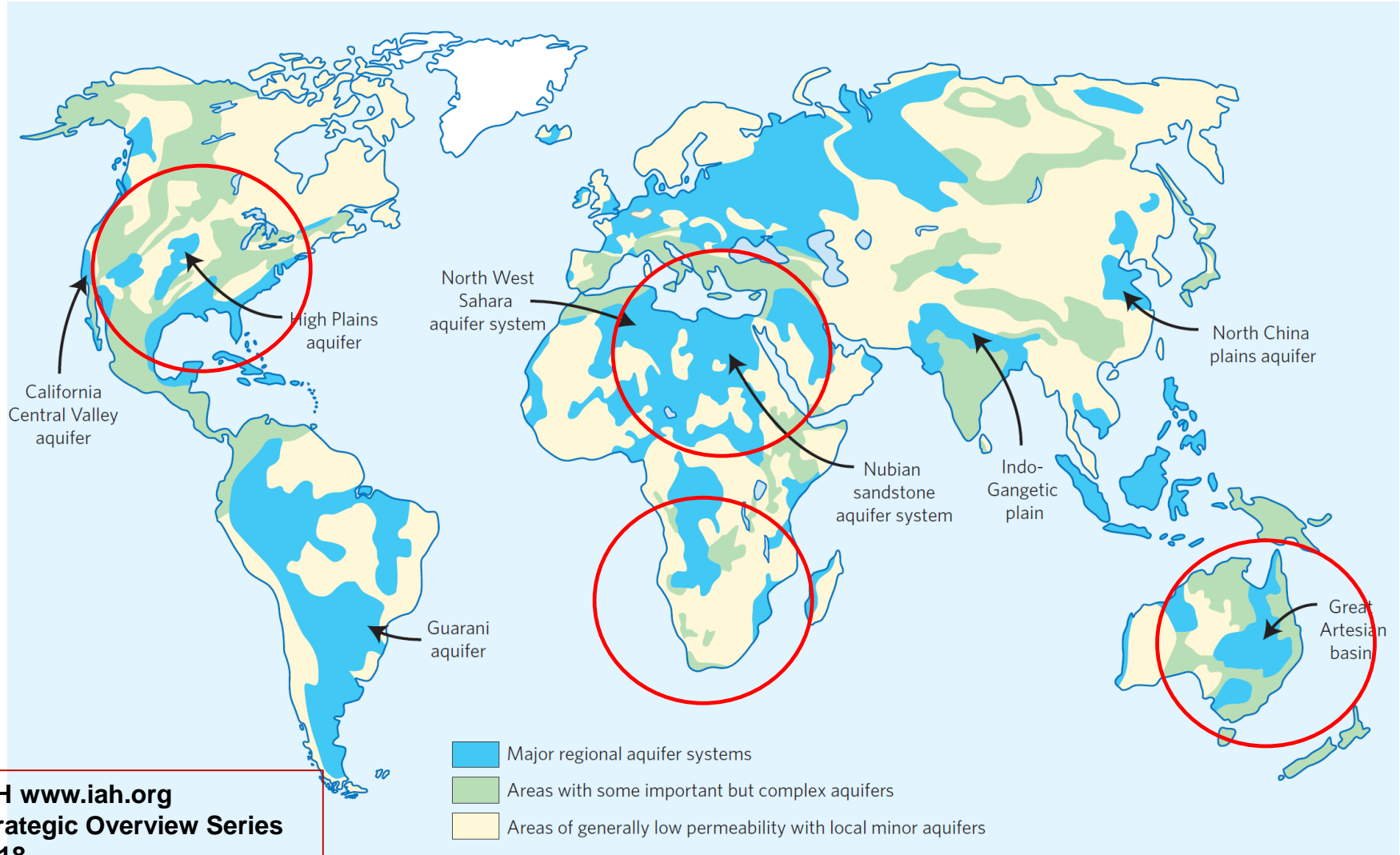
RICARICA E SORGENTI

TENDENZE



Estremizziamo: ACQUIFERI FOSSILI

Cambiamento climatico geologico



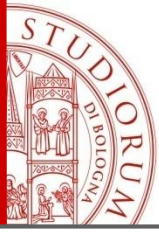
IAH www.iah.org
Strategic Overview Series
2018

RICARICA E CLIMA

L'APPENNINO

RICARICA E SORGENTI

TENDENZE

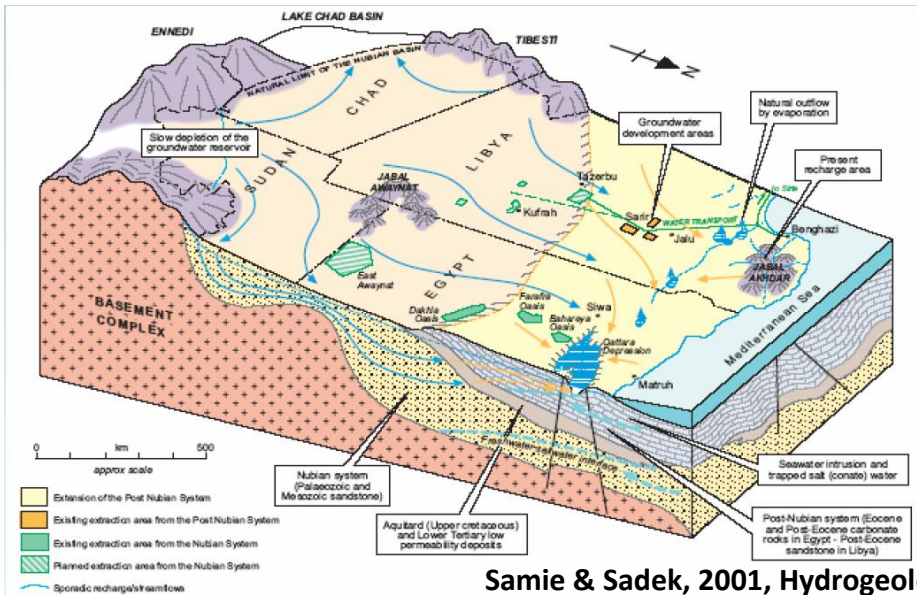


Nubian Sandstone Aquifer System

Enorme resilienza

Areniti di origine continentale, Cretaceo-Paleocene

- Estensione: 1 Mkm²;
- 4 paesi: Libia, Egitto, Sudan, Ciad.
- Spessore: 200 m
- **Immagazzinamento: 150 kkm³ (88 volte i fiumi della terra)**
- **Pompaggi: circa 3000 Mm³/a**
- **Ricarica attuale: 5 mm/a**



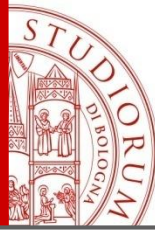
Samie & Sadek, 2001, Hydrogeology Journal

RICARICA E CLIMA

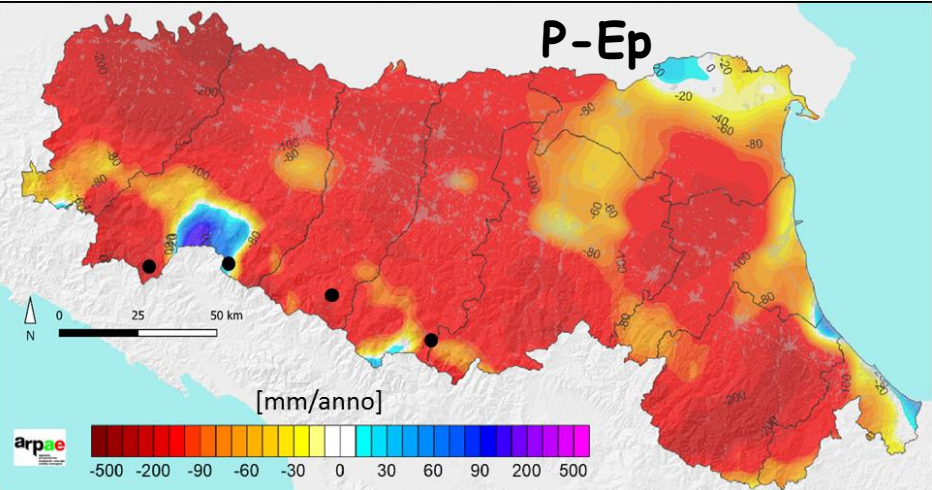
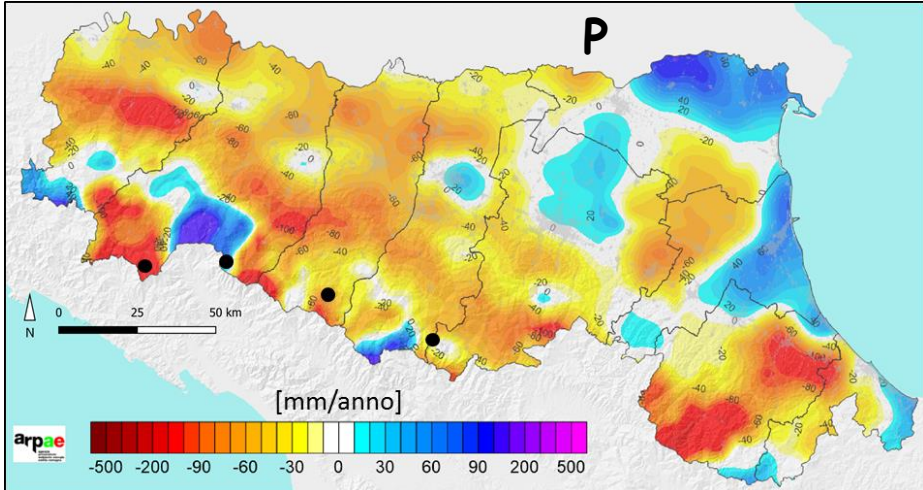
L'APPENNINO

RICARICA E SORGENTI

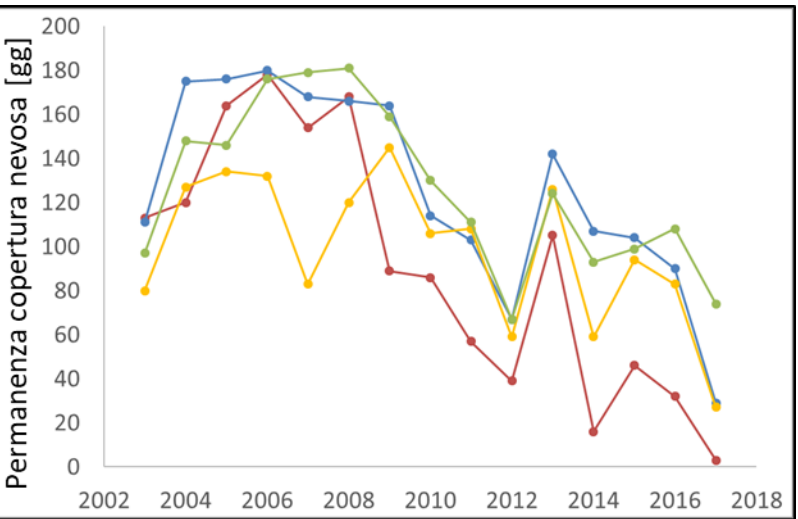
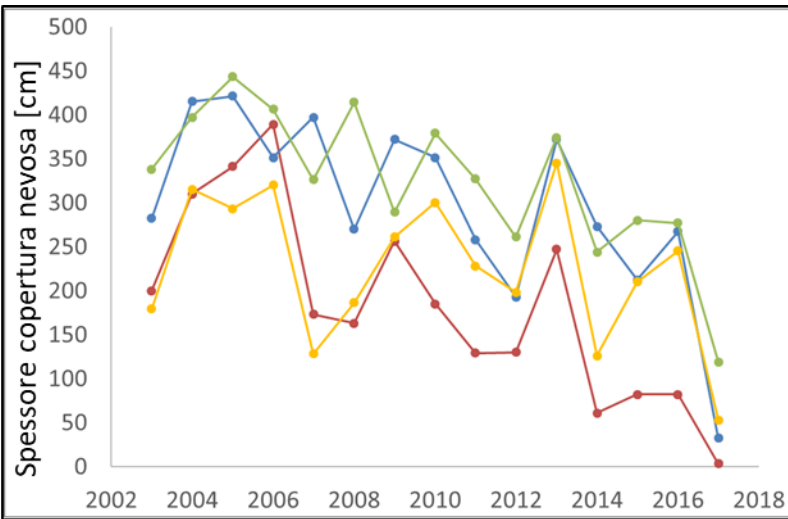
TENDENZE

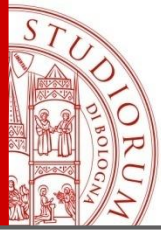


PRECIPITAZIONE TOTALE MEDIA ANNUA PRECIPITAZIONE EFFICACE MEDIA ANNUA Differenza: (1991-2018) - (1961-1990)



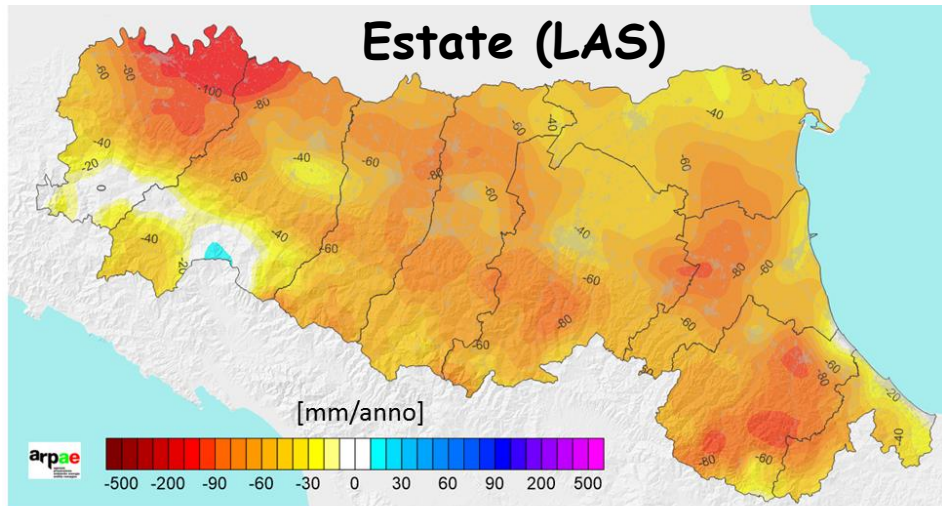
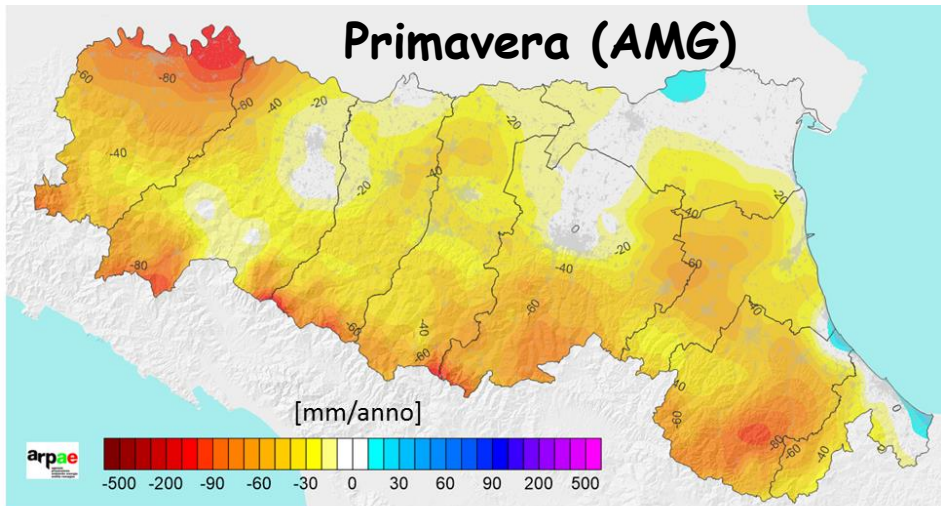
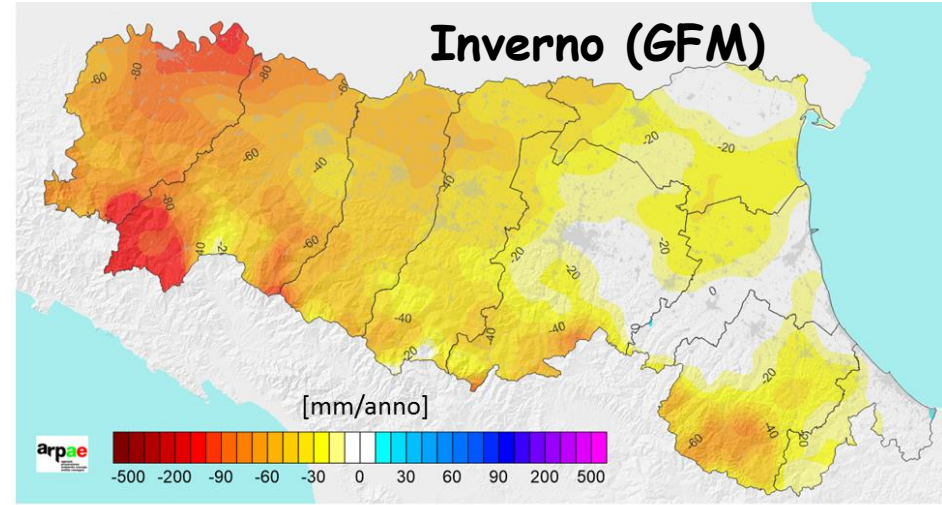
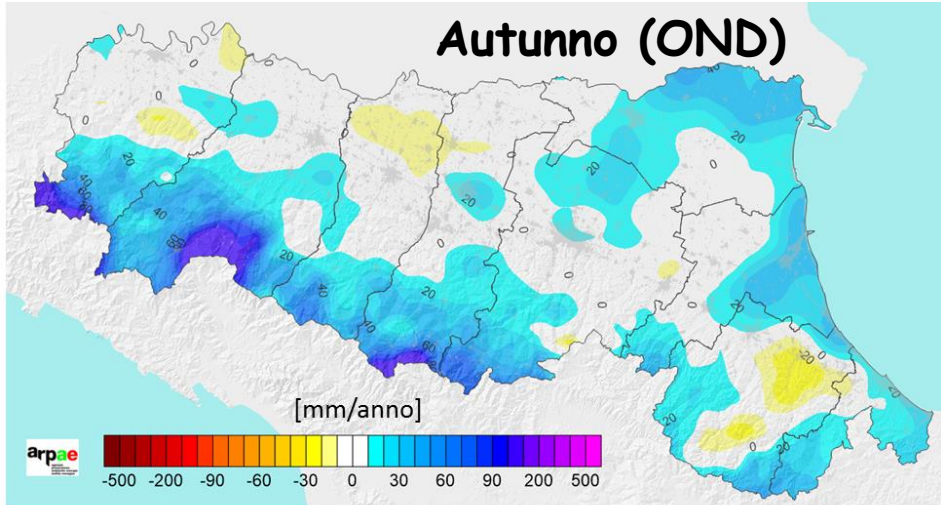
Copertura nevosa

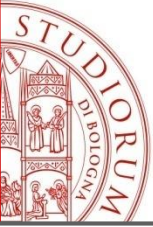




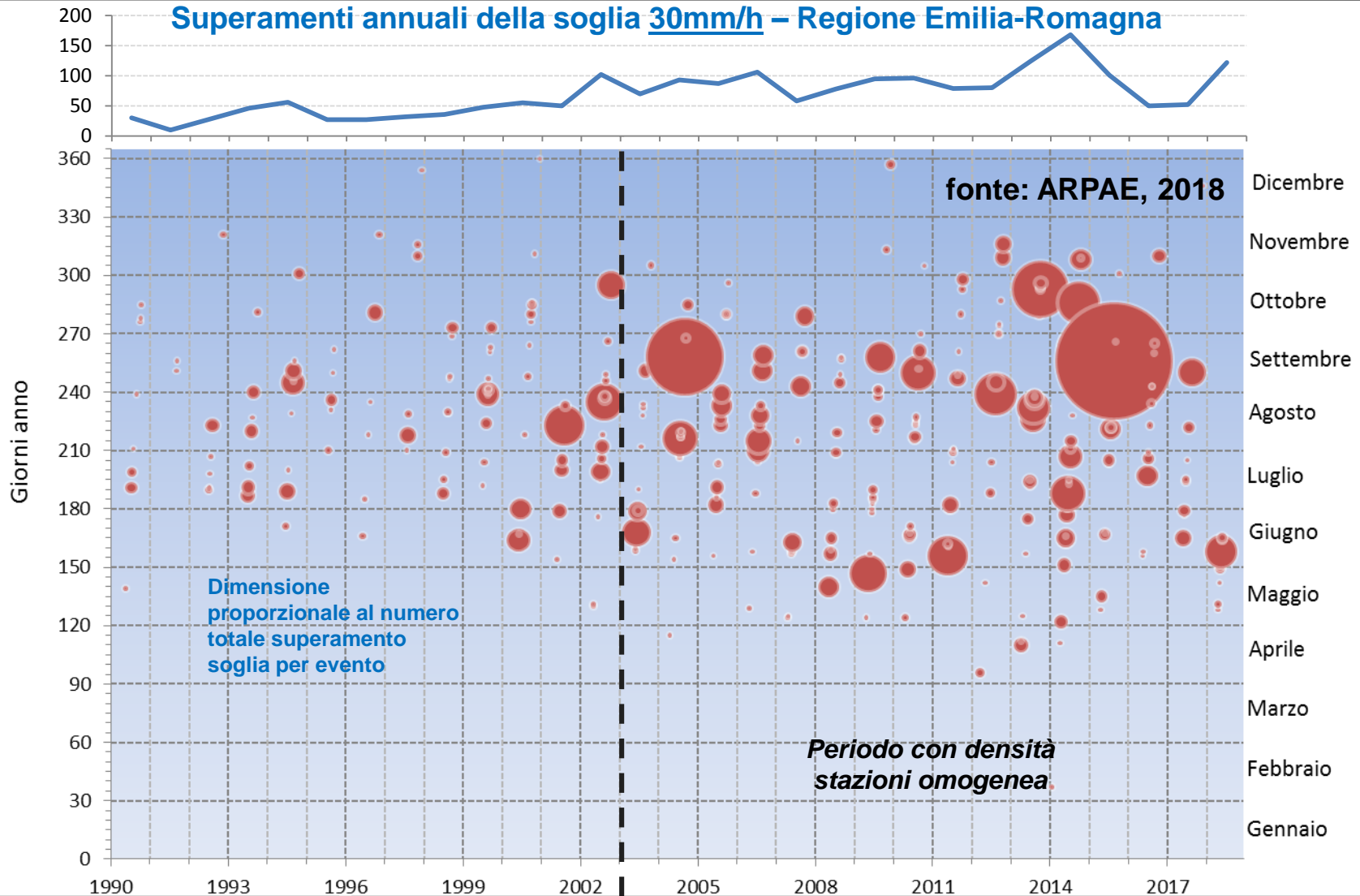
PRECIPITAZIONE EFFICACE MEDIA ANNUA (P-Ep)

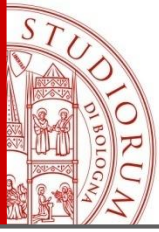
Differenza: (1991-2018) - (1961-1990)



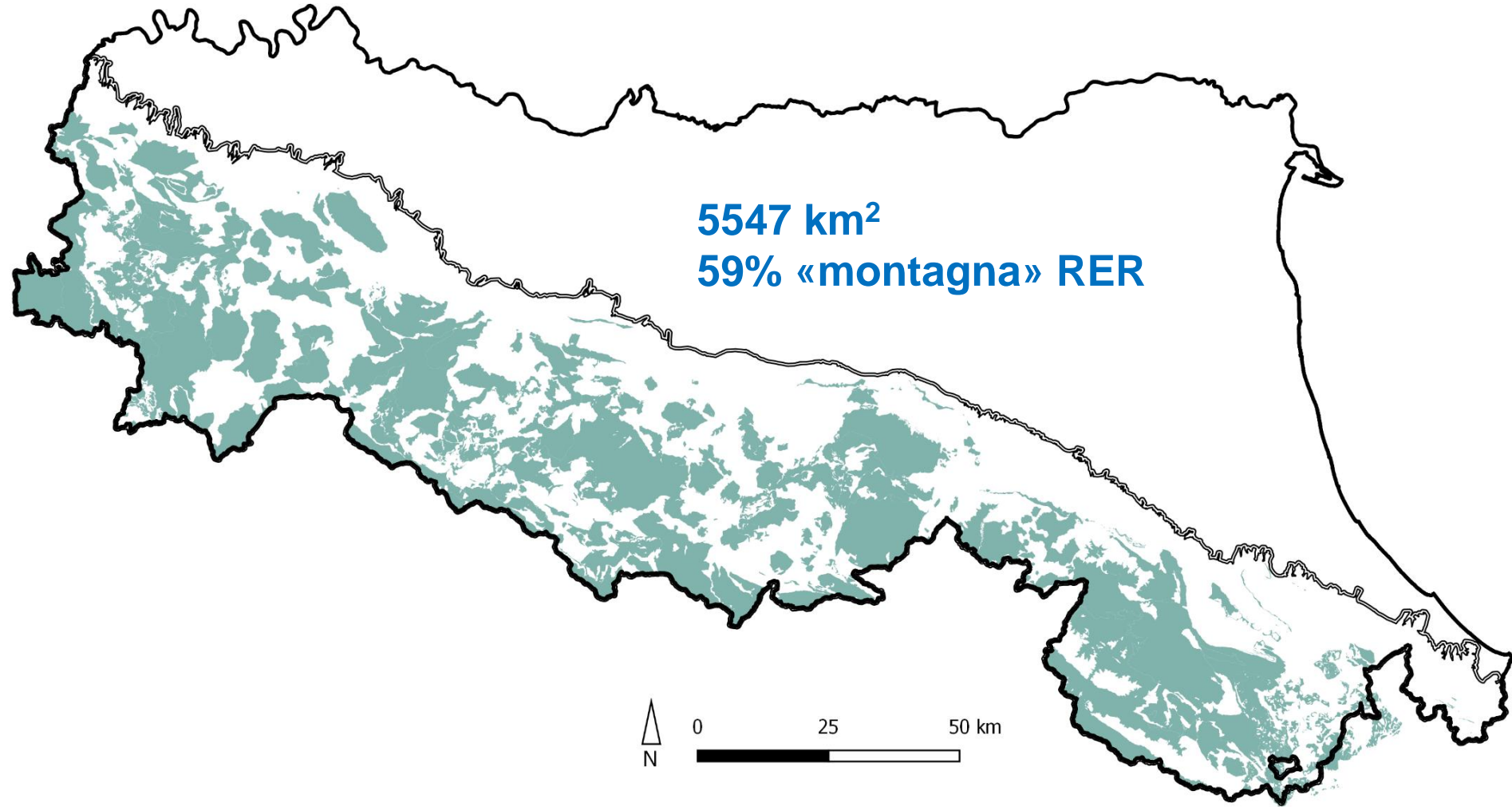


Trend 1990-2018 eventi intensi Rete ARPAE-RER





Acquiferi appenninici (49 Corpi idrici sotterranei montani)



(fonte: SGSS, RER)

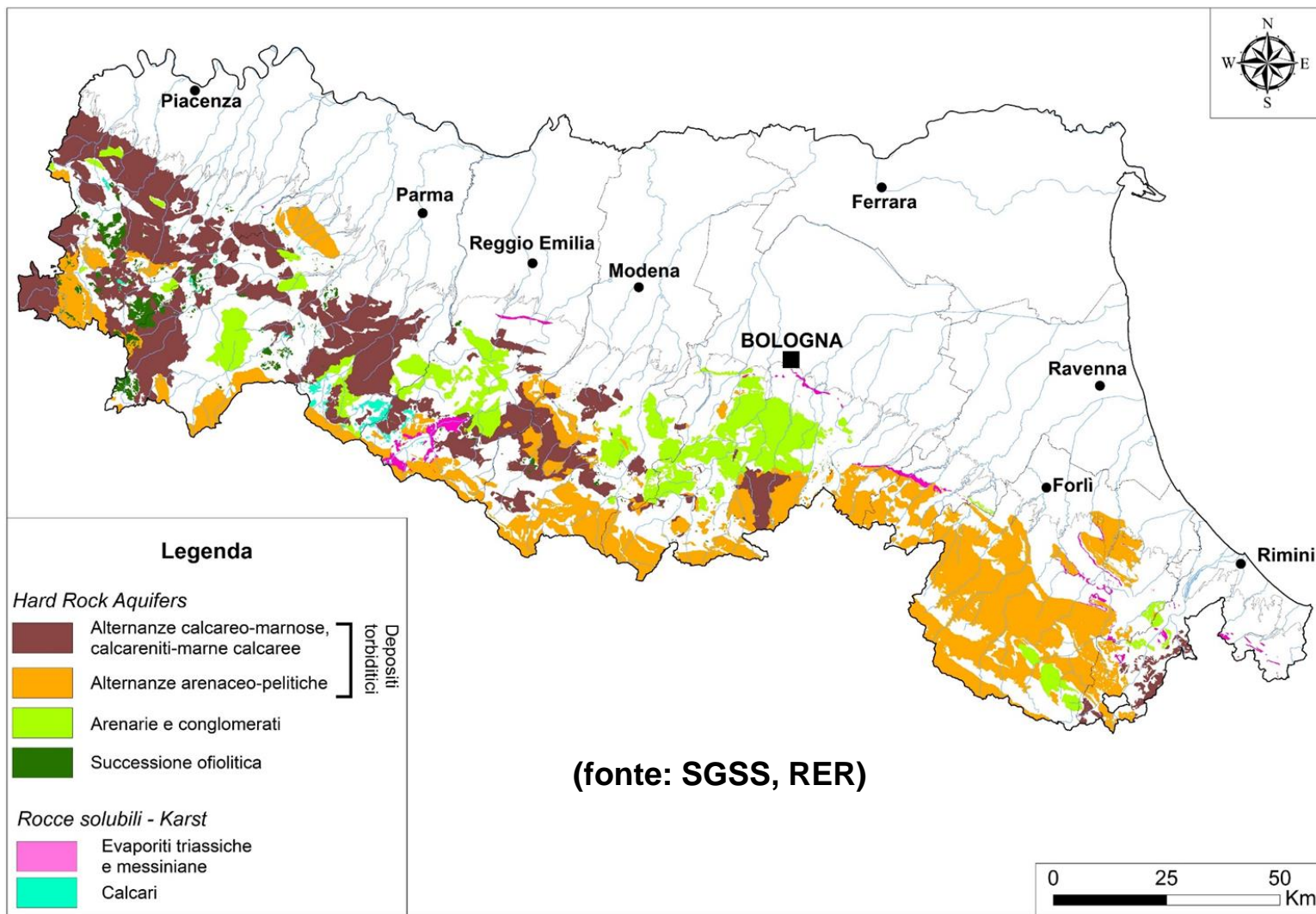
RICARICA E CLIMA

L'APPENNINO

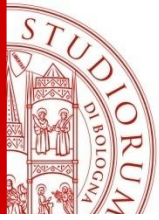
RICARICA E SORGENTI

TENDENZE

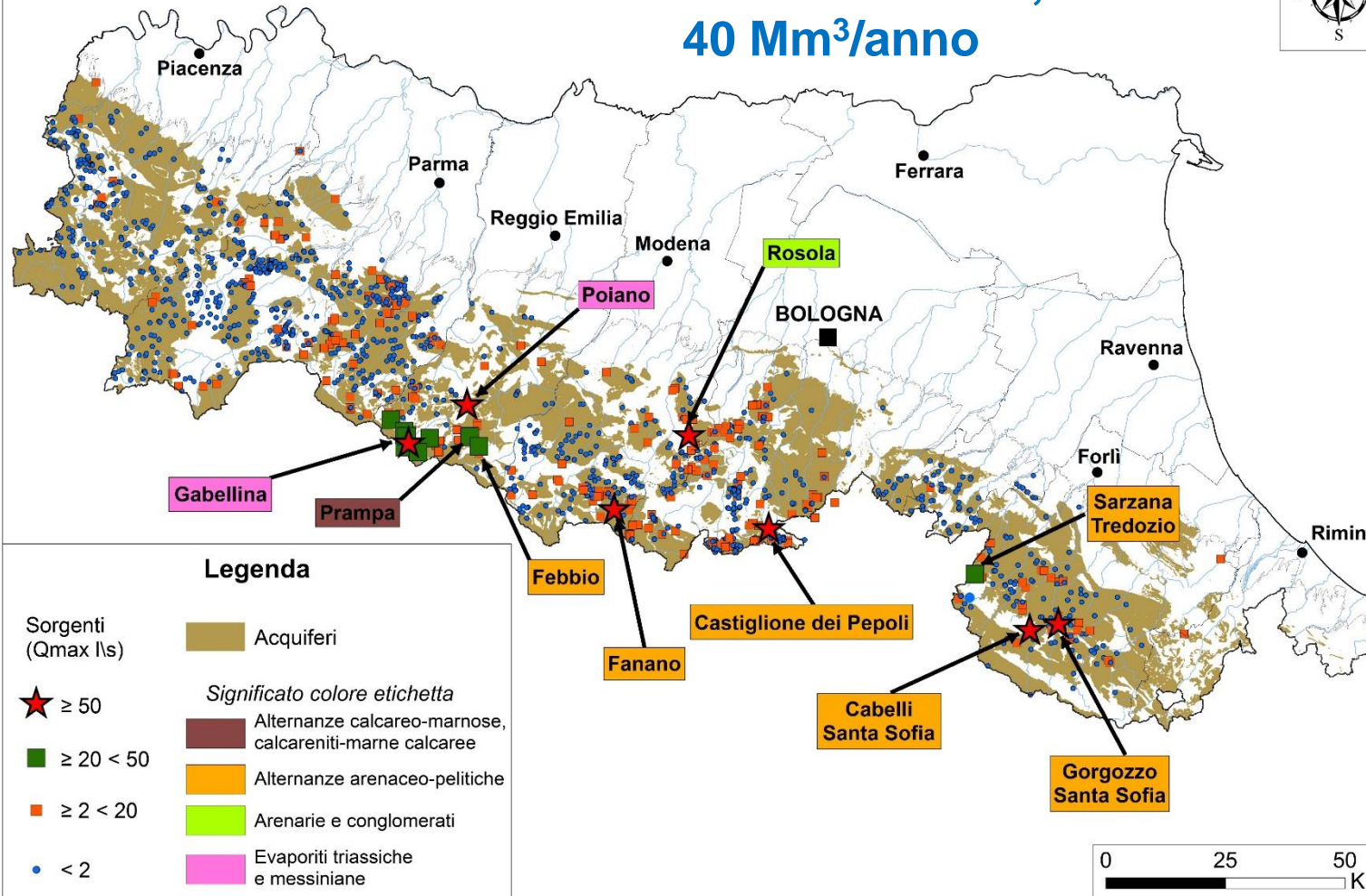
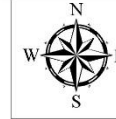
Geologia appenninica



Sorgenti appenniniche (uso acquedotto) - 1580 censite



Prelievi 2010: 1,5 m³/s
40 Mm³/anno



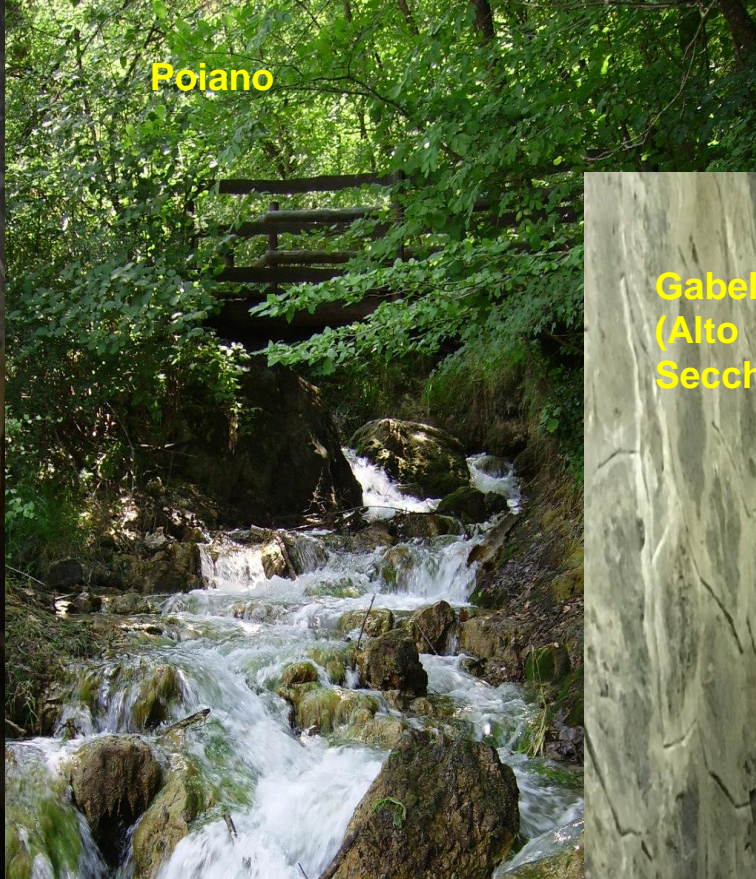
Fonte del dato:

- Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna;
- Segnalazioni estratte dal database informatizzato della Regione Emilia-Romagna "Sisteb", contenente le informazioni amministrative e tecniche sulle concessioni di acque pubbliche;
- Data base provvisorio elaborato nel 2009 da Arpa e con dati reperibili presso le ex-Agenzie d'Ambito (AATO) e in seguito inviato al SGSS.

**Nadia
(Zocca)**



Poiano

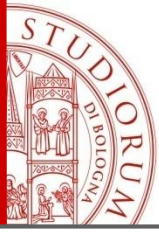


**Gabellina
(Alto
Secchia)**



**Scarico nord Tunnel TAV Firenzuola (alto
Santerno)**

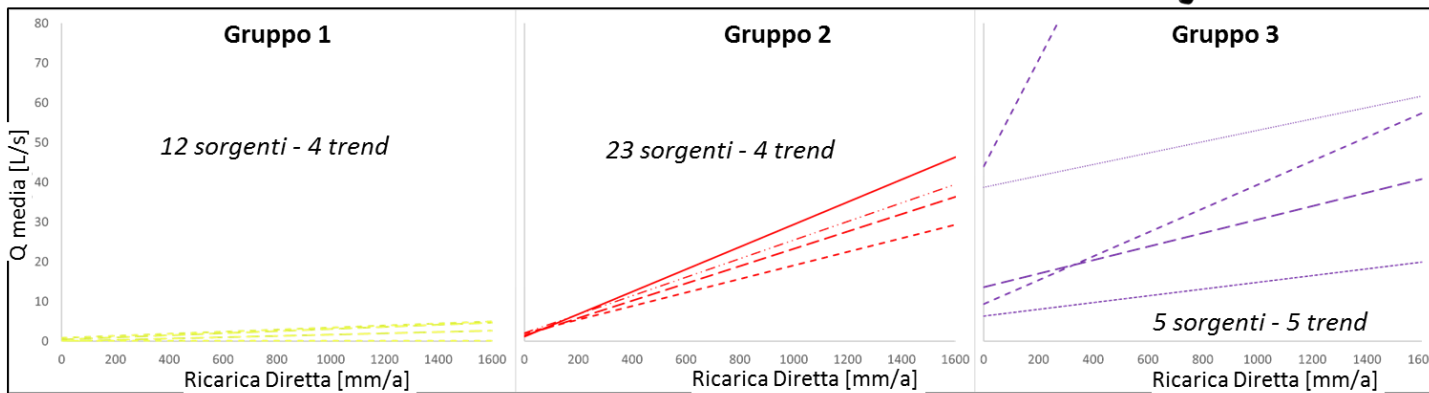
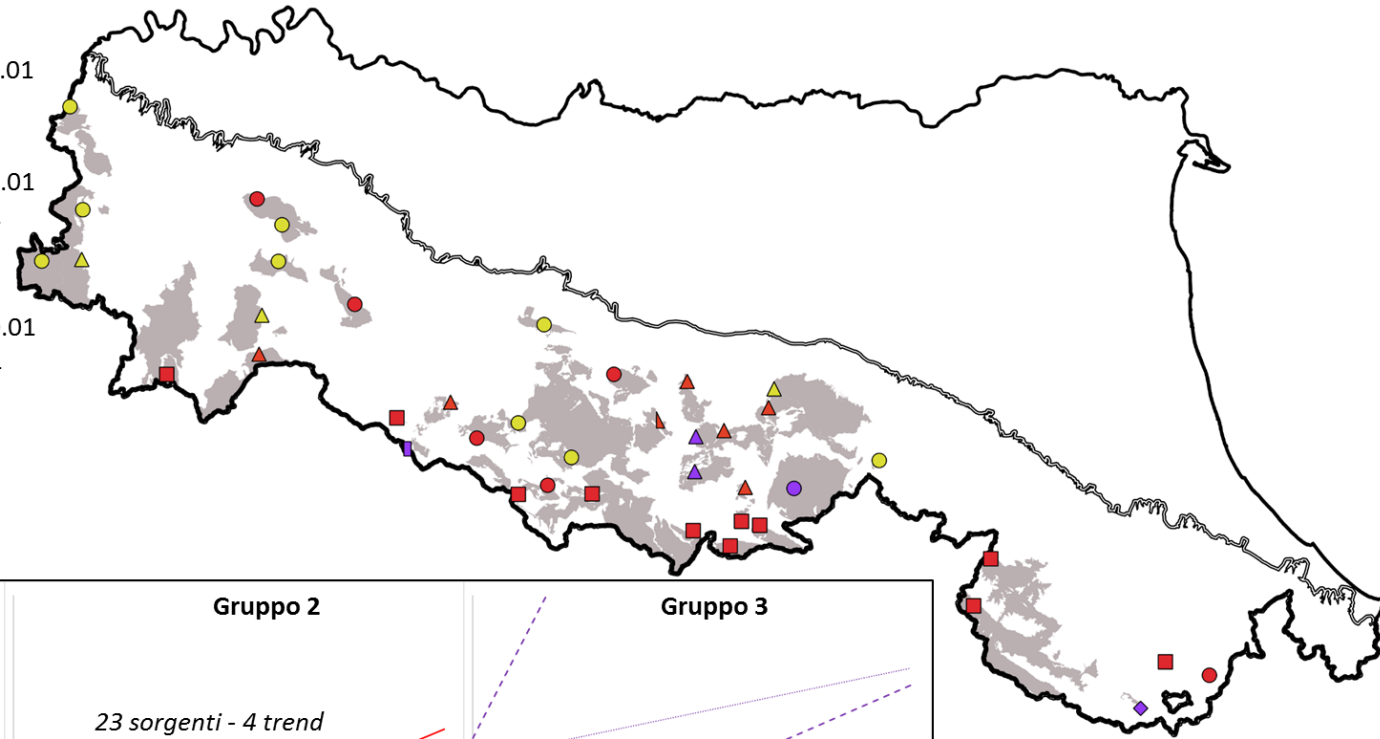




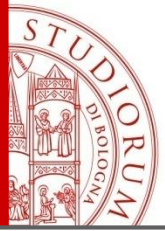
Sorgenti campione Vulnerabilità - Resilienza

- ▲ areniti
- Gruppo 1:** ● torbiditi calcaree
- ▲ areniti
- torbiditi calcaree
- Gruppo 2:** ■ torbiditi aren.-pel.
- ▲ marne/argilliti
- ▲ areniti
- Gruppo 3:** ● torbiditi calcaree
- ◆ calcari
- evaporiti

- Pendenza < 0.01
Intercetta < 1
- Pendenza > 0.01
Intercetta < 1
- Pendenza > 0.01
Intercetta > 1

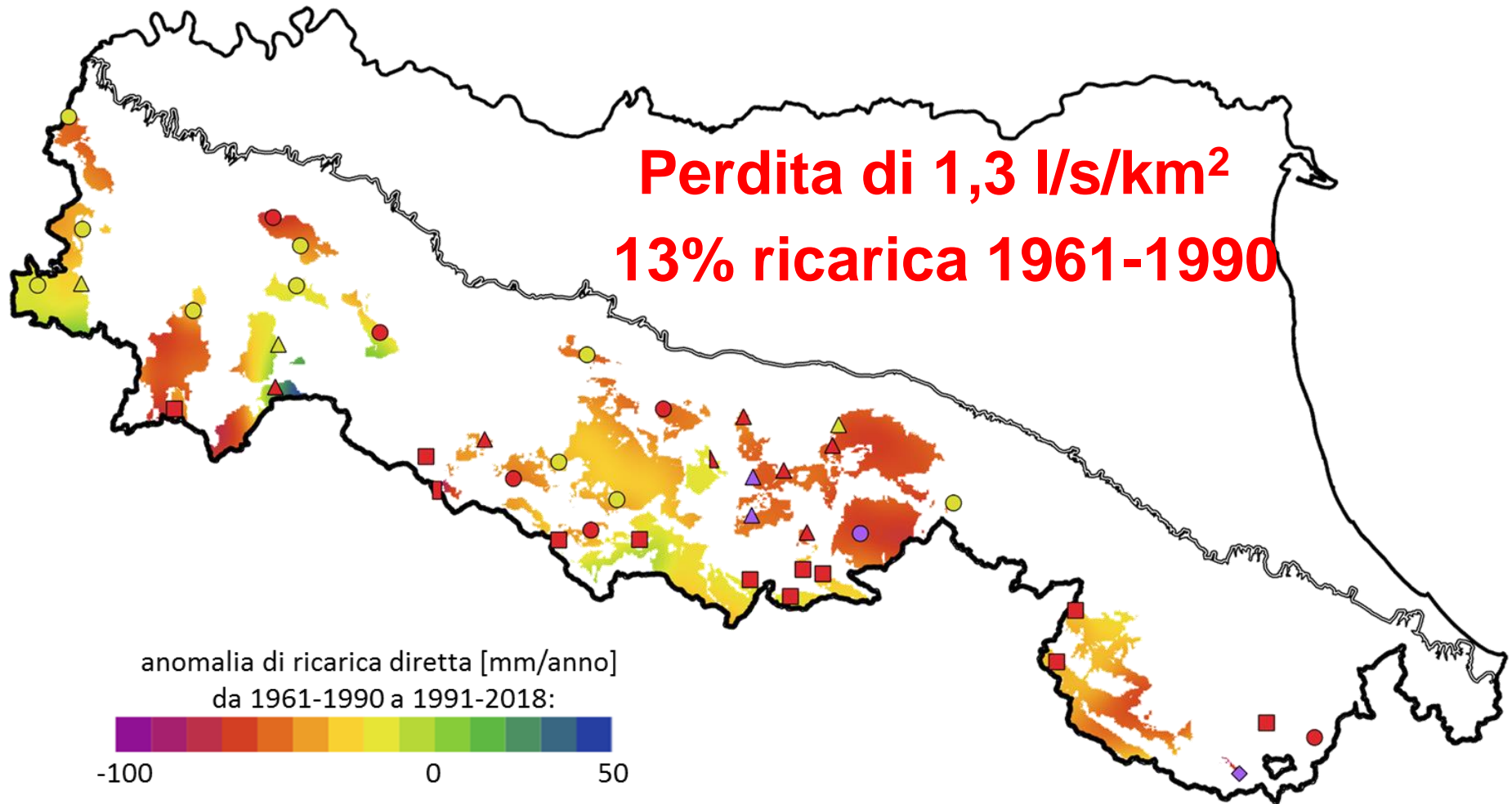


- areniti
- torbiditi calcaree
- torbiditi arenaceo-pelitiche
- calcari
- evaporiti
- marne e argilliti



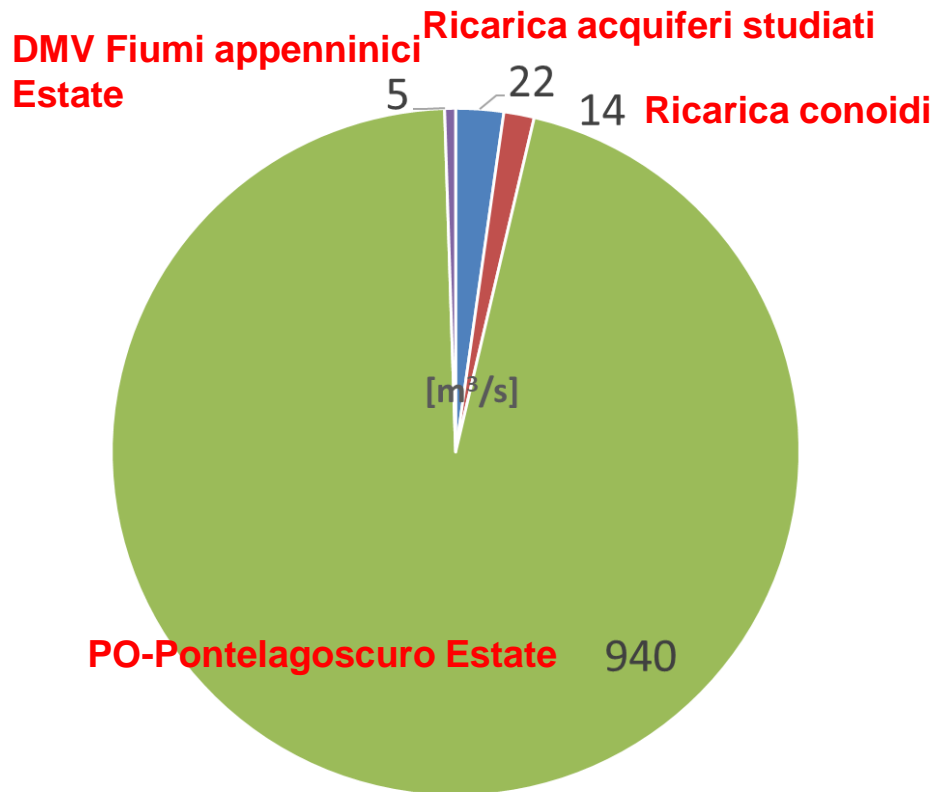
Acquiferi campione

Effetti della diminuzione di afflussi

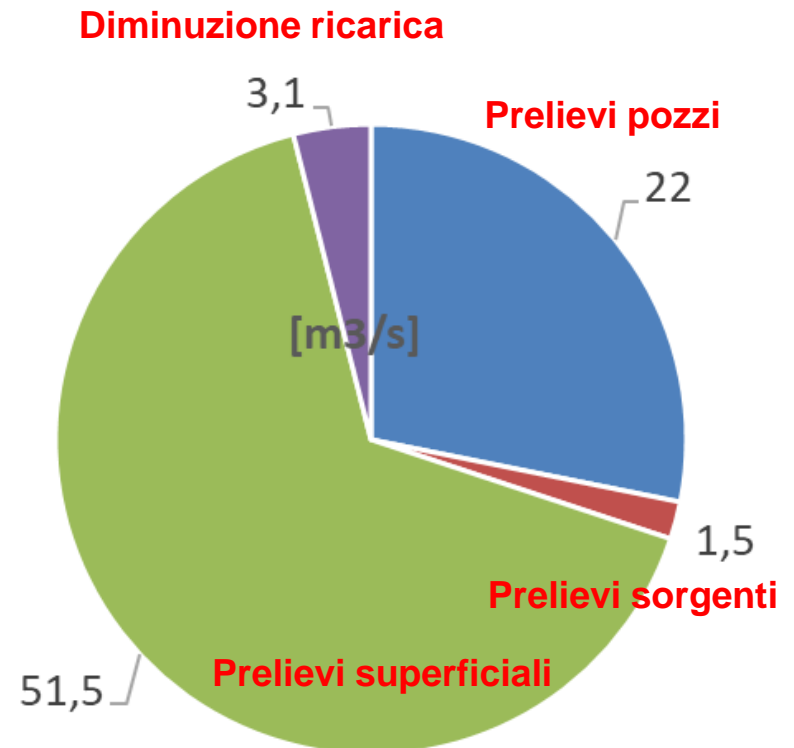


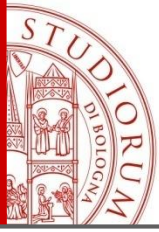
Voci del bilancio naturale e prelievi

BILANCIO NATURALE



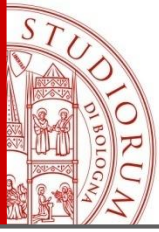
PRELIEVI E DIMINUZIONE RICARICA





Considerazioni conclusive

1. Maggiore resilienza climatica per **sorgenti in quota** per effetto orografico
2. Maggiore resilienza climatica di **acquiferi omogenei ad alto immagazzinamento** (es. areniti epiligure)
3. Il trend meteo attuale sembra determinare una lieve diminuzione complessiva della ricarica diretta in Appennino
4. L'analisi non tiene conto degli effetti **"precipitazioni nevose"** ed **"eventi estremi"**



Necessità future

Implementazione di una rete di monitoraggio in continuo, coordinata e centralizzata, delle portate sorgive a scala RER

Gestione integrata operativa delle risorse idriche a scala RER ("banca" appennino come risorsa strategica; gestione degli esuberanti di deflusso verso le conoidi)

Grazie per l'attenzione!!



**Sorgente Labante (Castel d'Aiano)
Groundwater Dependent Ecosystem – Sito di importanza Comunitaria**