

CAMBIAMENTI CLIMATICI E CSR MARCHE: PREVENZIONE DEL RISCHIO IDRICO E IDROGEOLOGICO

Ascoli Piceno, 18 ottobre 2024



Le risorse idriche delle Marche, monitoraggio, bilanci e coordinamento degli usi

Alberto Tazioli

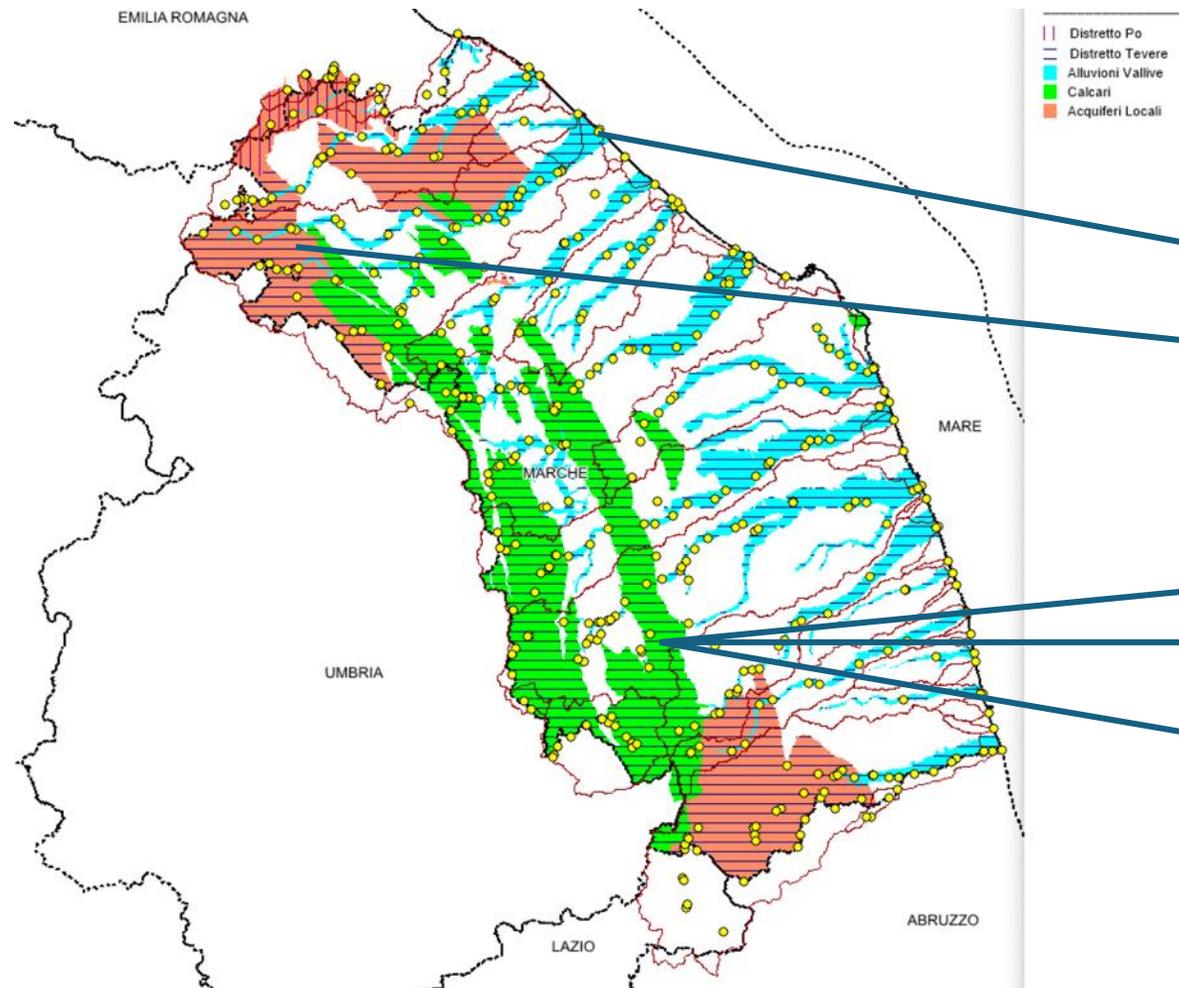


GroundWater Team
HYDROGeo UNIVPM



Acquiferi e falde nelle Marche

Dove sono distribuite le risorse idriche nelle Marche?



HYDROSTRATIGRAPHIC AND LITOSTRATIGRAPHIC COLUMNS

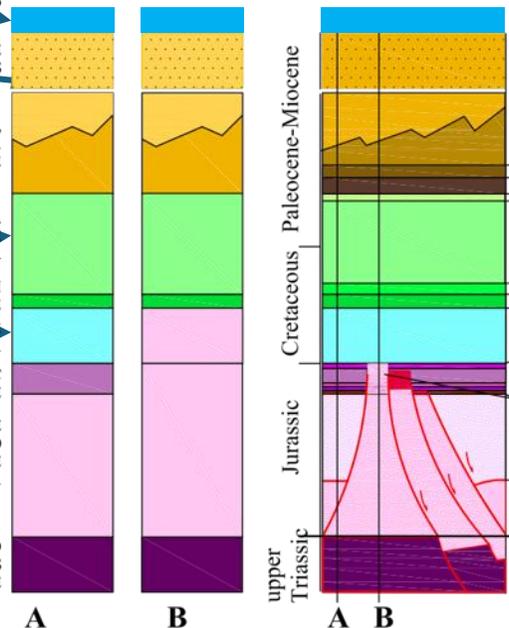
HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES

- MIOCENE COMPLEXES
- SCHLIER, BISCIARO, SCAGLIA CINREA MARLS AQUICLUDE
- SCAGLIA LIMESTONE AQUIFER
- MARNE A FUCOIDI MARLS AQUICLUDE
- MAIOLICA LIMESTONE AQUIFER
- JURASSIC AQUICLUDE
- CALCARE MASSICCIO LIMESTONE AQUIFER
- ANIDRITI DI BURANO ANHYDRITES AQUICLUDE

GEOLOGICAL FORMATIONS

- Marnoso Arenacea
- Gessoso-Solfifera Fms. (Marly Arenaceous and Gypsum Sulphifer Fms)
- Schlier, Marne Cerroigna, Marne a Pteropodi (Marly Fms.)
- Bisciario (Marls and limestone)
- Scaglia cinerea (Calcareous marl)
- Scaglia variegata (Marly limestone)
- Scaglia rossa limestone Fm.
- Scaglia bianca limestone Fm.
- Marne a Fucoidi marls Fm.
- Maiolica limestone Fm.
- Calcari ad Aptici, Diasprini, Posidonina (marls and calcareous marls), Rosso Ammonitico, Marne del Serrone (marls)
- Bugarone marls Fm.
- Corniola limestone
- Calcare Massiccio limestone
- Anidriti di Burano (Triassic Anhydrites)

Paleocene-Miocene
Cretaceous
Jurassic
upper Triassic

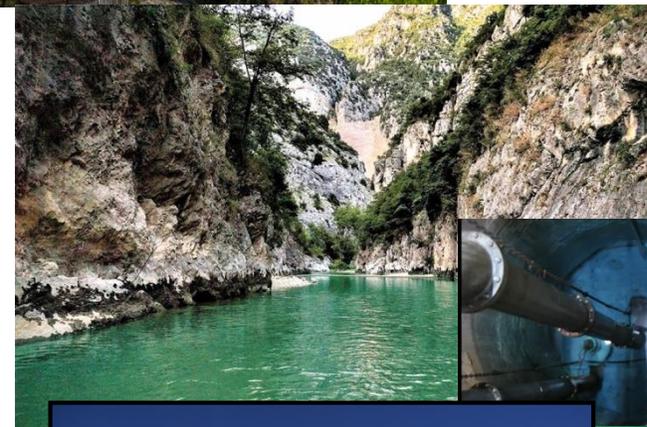
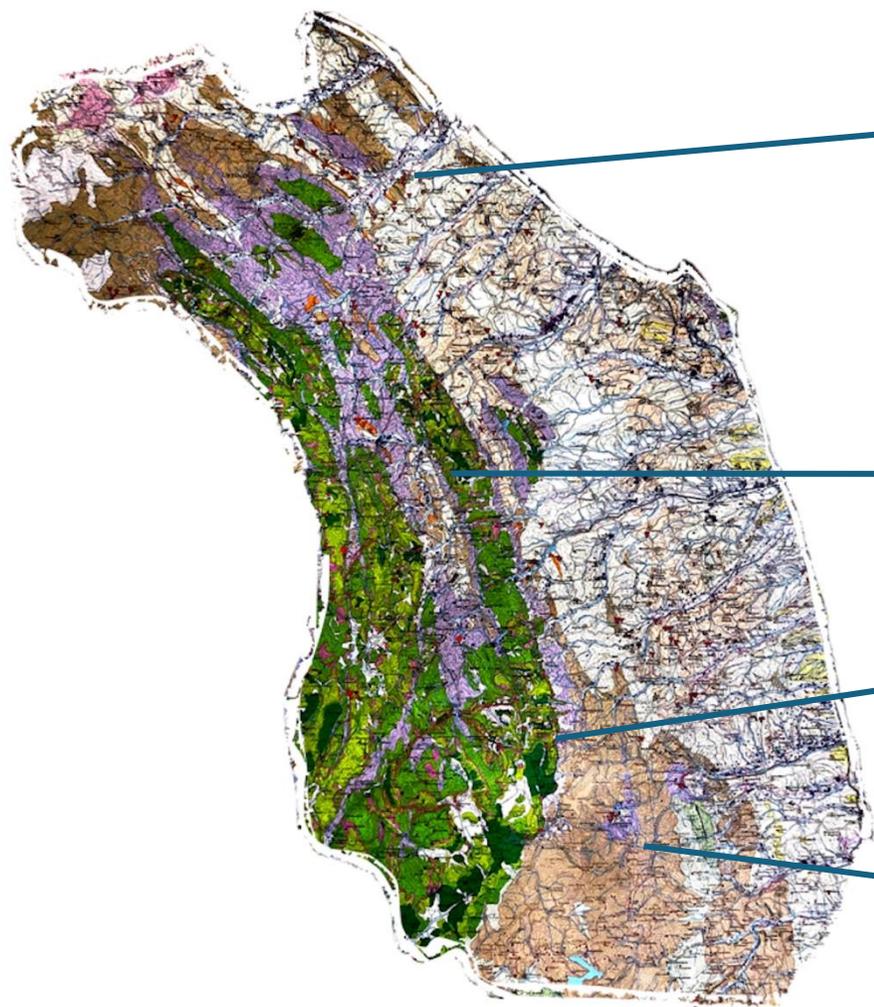


Nanni, Tazioli, Vivalda

La carta idrogeologica (Regione Marche, DARI)



Acquiferi e falde nelle Marche



Da Desiderio et al., Schema idrogeologico dell'Italia centro-adriatica, 2011



Unione Europea



REGIONE
MARCHE



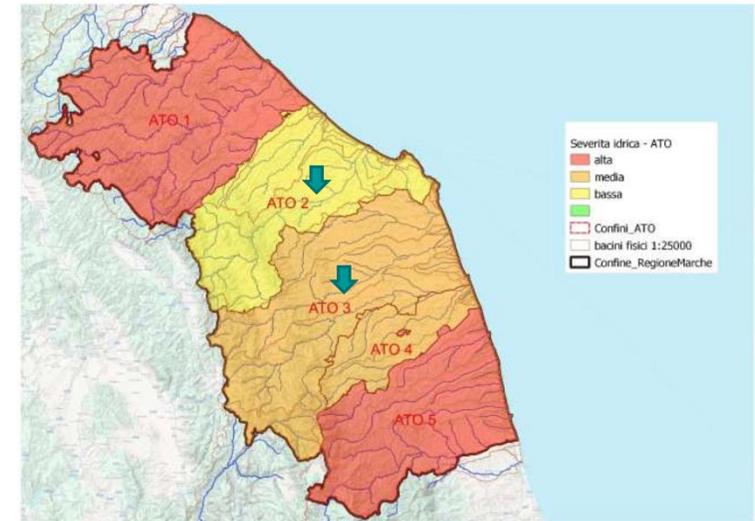
SVILUPPO
RURALE
MARCHE
2023-2027



Le risorse idriche nelle Marche

Stato delle risorse idriche

Il ruolo della ricerca (esempio progettuale)



Regione Marche

Dipartimento Infrastrutture, Territorio e Protezione Civile Direzione Ambiente e Risorse Idriche

STATO DELLA RISORSA IDRICA E DELLA SEVERITA' IDRICA

REGIONE MARCHE
Regione Marche
Dipartimento Infrastrutture, Territorio e Protezione Civile
Direzione Ambiente e Risorse Idriche

REGIONE MARCHE
Direzione Ambiente e Risorse Idriche
Dirigente Dott. Davide Piccinini

STATO DELLA RISORSA IDRICA E DELLA SEVERITA' IDRICA
AGGIORNAMENTO agosto-settembre 2024

Geol. Prof. (a contratto) Francesco Bocchino
P.O. Sede Territoriale di Pesaro

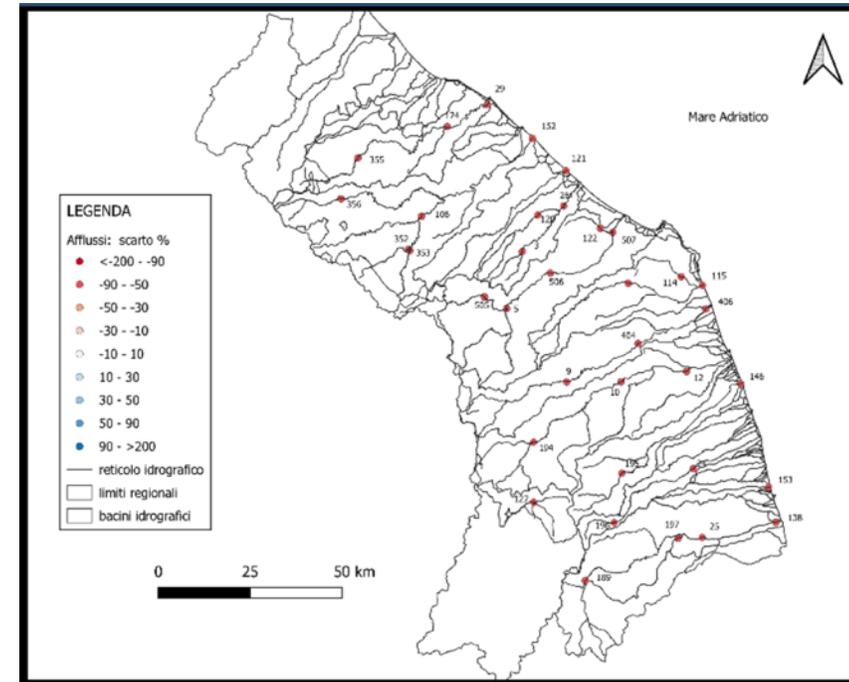
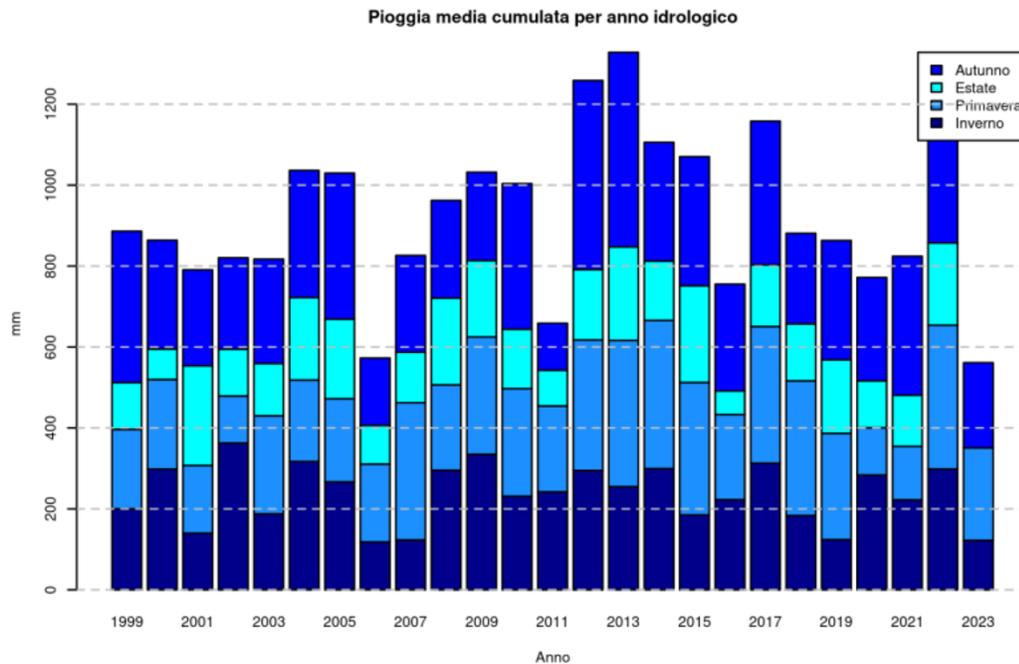
con i contributi e/o i dati di forniti da
Direzione Ambiente e Risorse Idriche (Mari A., Leti S.)
Marche Multiservizi (Luzi F., Tiboni A.), Vivaservizi (Belbusti M.), AATO 3 (Nardi D., Galassi S.) con
Acquambiente Marche (G. Farina), Tennacola S.p.A. (Papili M.), Clip S.p.A. (Neri V., Spinelli M., Bollettini
C., Tonelli M.), Consorzio di Bonifica delle Marche (Taffetani D., Pirani D.),
ENEL Green Power Italia (Marini M., Ascani A.), Centro Funzionale Regionale (Lazzeri M., Giordano V.,
Sini F.), AMAP – Marche Agricoltura Pesca - Agenzia per l'innovazione nel settore agroalimentare e della
pesca (Busilacchi M., Tognetti D.), CNR-IRSA (Romano E., Guyennon N., A.B. Pietrangeli)
e il supporto di
AATO 1 (Ranocchi M., Lodovici A.) e Marche Multiservizi (Francolini S.), AATO 2 (Pezzoli S., Cenerini M.),
AATO 3 (Principi M.), AATO 4 (Falcioni M.) e Tennacola S.p.A. (Mattiozzi G.), AATO 5 (Colapinto A.,
Bernardi D., Aleandri A.)



Regione Marche
Dipartimento Infrastrutture, Territorio e Protezione Civile
Direzione Ambiente e Risorse Idriche

Trend in diminuzione con alcune eccezioni Distribuzione stagionale diversa

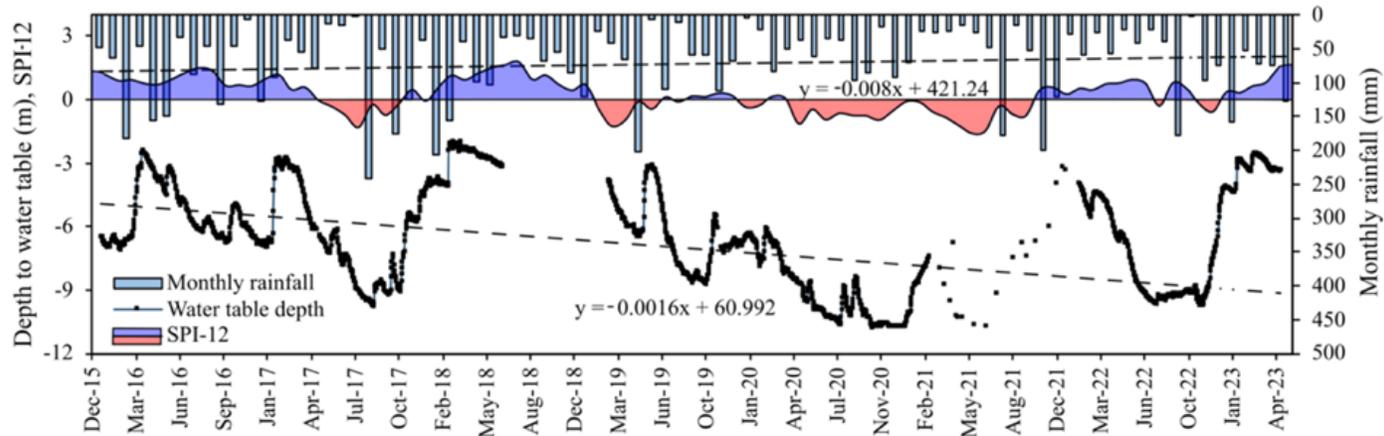
STATO DELLA RISORSA IDRICA E DELLA SEVERITA' IDRICA



Report mensile idro-meteo Protezione civile Marche
Pioggia cumulata per anno idrologico 2023 - 2024 – intera regione

Anomalie degli afflussi 2023 presso stazioni idrometriche rispetto a media 1981-2010

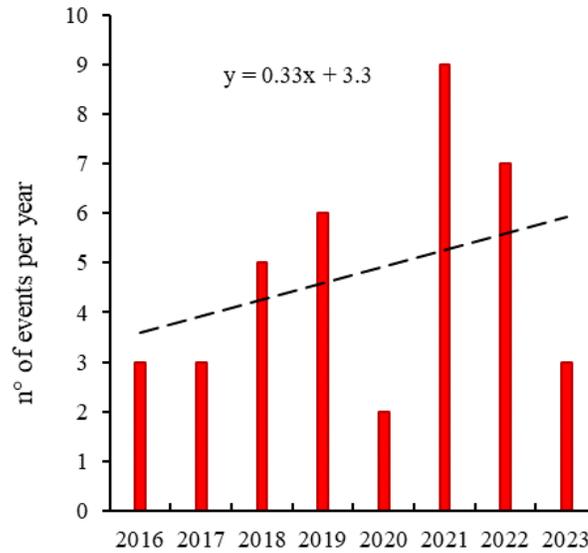
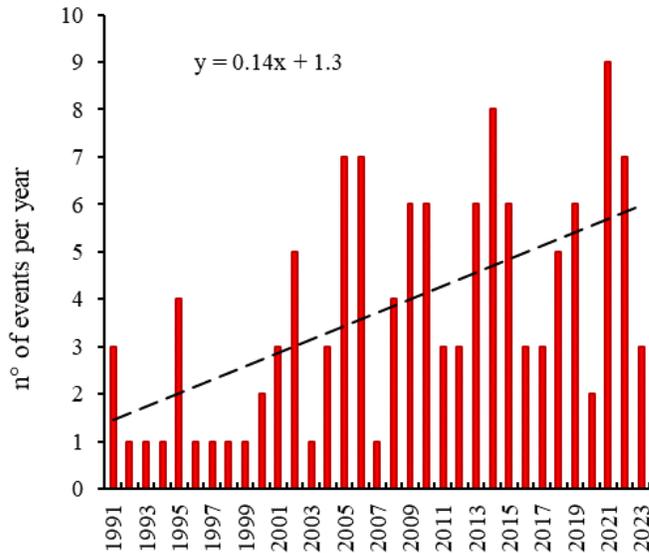




Valori SPI	Classe
$SPI \geq 2$	Umidità estrema
$1.5 \leq SPI < 2$	Umidità severa
$1 \leq SPI < 1.5$	Umidità moderata
$-1 < SPI < 1$	Nella norma
$-1.5 < SPI \leq -1$	Siccità moderata
$-2 < SPI \leq -1.5$	Siccità severa
$SPI \leq -2$	Siccità estrema

sezione	bacino	spi 3 mesi	spi 6 mesi
Mercatale	Foglia	-0.51	-1.47
Montecchio	Foglia	-0.96	-1.69
Pesaro Ferrovio	Foglia	-1.02	-1.67
Santa Maria in Arzilla	Arzilla	-1.24	-1.79
Sant'Angelo in Vado- Via Canale	Metauro	-0.78	-1.56
Cagli Civita	Bosso	-0.58	-1.19
Cagli Ponte Cavour	Burano	-0.52	-1.19
Acqualagna	Candigliano	-0.64	-1.36
Metaurilia	Metauro	-0.79	-1.58
San Michele al Fiume	Cesano	-0.82	-1.72
Marotta Cesano	Cesano	-0.82	-1.71
Corinaldo	Nevola	-0.87	-1.9
Serra dei Conti	Misa	-0.85	-1.8
Bettolelle	Misa	-0.87	-1.85
Colleponi	Sentino	-0.41	-1.32
Camponocchie	Esino	-0.15	-1.06
Moie	Esino	-0.25	-1.14
Chiaravalle	Esino	-0.36	-1.22
Monte San Vito	Triponzio	-0.82	-1.62
Montepolesco	Musone	-0.49	-1.31
Crocette	Aspio	-0.76	-1.24
Marcelli	Musone	-0.8	-1.42
San Severino Marche	Potenza	0.05	-0.9
Villa Potenza	Potenza	-0.25	-1.17
Porto Recanati	Potenza	-0.4	-1.29
Pontelatrave	Chienti	-0.23	-1.07
Passo di Pollenza	Chienti	-0.61	-1.62
Villa San Filippo	Chienti	-0.74	-1.76
Friano	Tenna	-0.65	-1.82
Porto Sant'Elpidio	Tenna	-1.2	-2.3
Ete Caldarette	Ete Vivo	-1.51	-2.36
San Giorgio all'Isola	Aso	-0.36	-1.66
Ortezzano	Aso	-1.19	-2.37
Viconare	Menocchia	-1.72	-2.26
Grottammare	Tesino	-1.78	-2.6
Pescara del Tronto	Tronto	-0.48	-1.62
Porta Cartara	Castellano	-0.88	-2.22
Brecciarolo	Tronto	-0.74	-2.08
Sentina	Tronto	-1.14	-2.46
Visso	Nera	-0.19	-1.3

- Diminuzione SPI
- Diminuzione livelli di falda alluvionali
- Incremento numero di eventi meteorici «estremi»

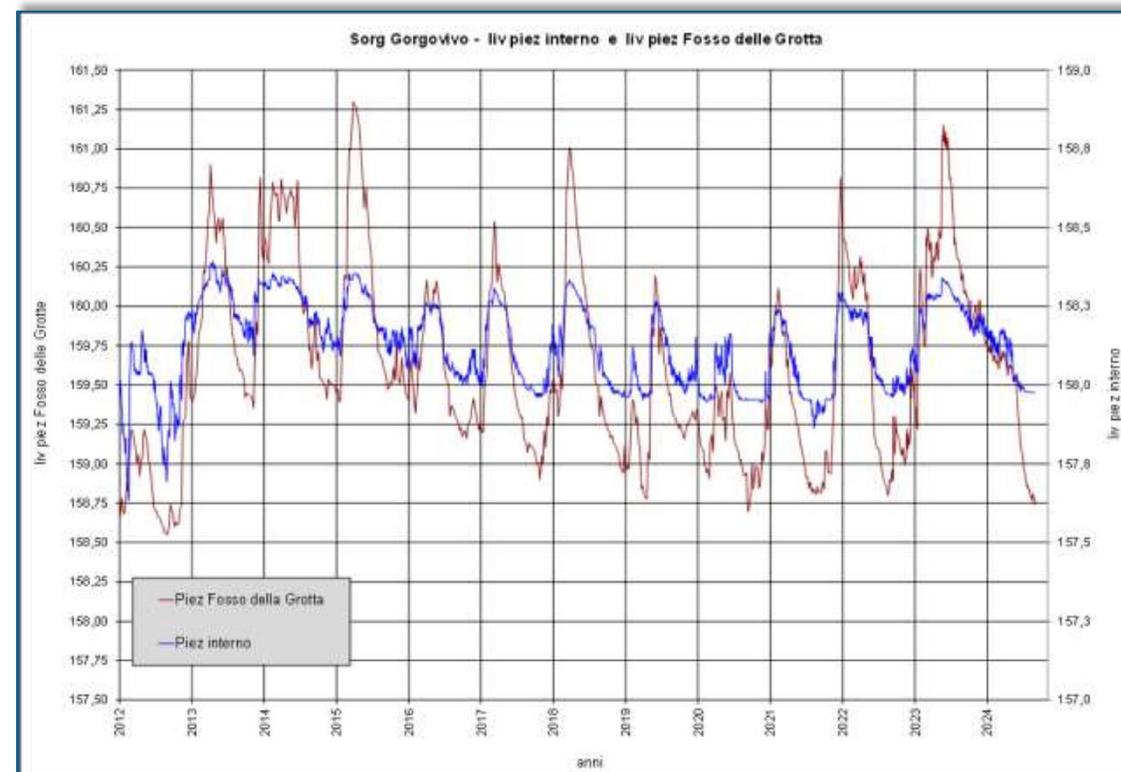
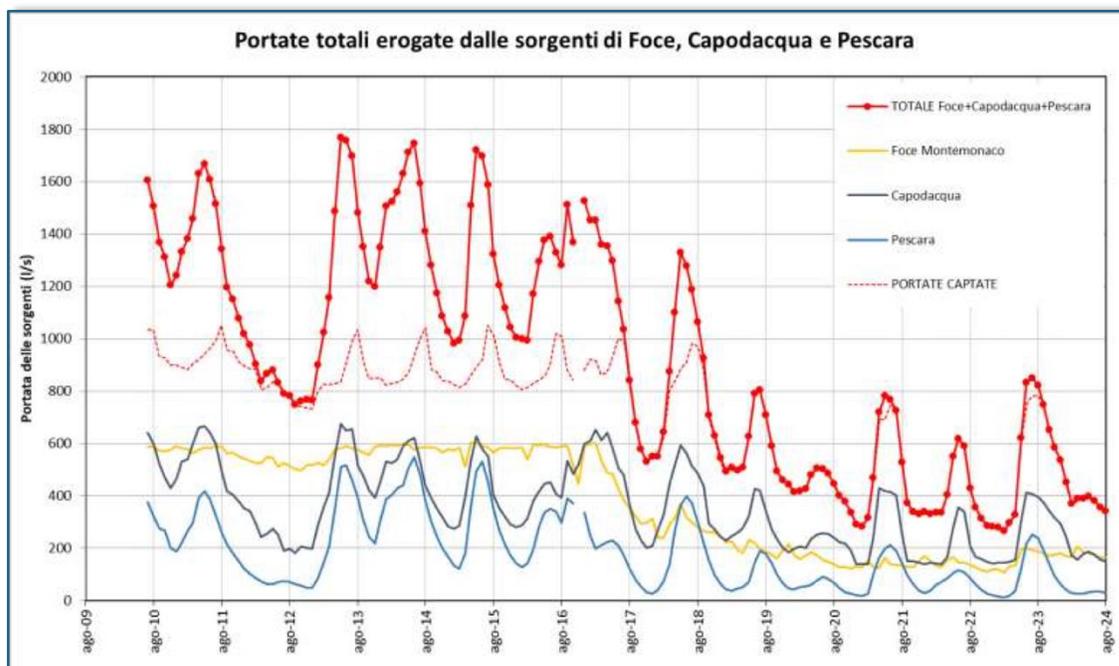


Anomalie SPI alcune stazioni



ESEMPI, LA SITUAZIONE DI ALCUNE SORGENTI

- Gorgovivo si incomincia ad osservare un piccolo trend



- Foce, Pescara, Capodacqua diminuzione, causa sisma, ma anche diminuzione apporti



Unione Europea

REGIONE
MARCHESVILUPPO
RURALE
MARCHE
2023-2027

Situazione invasi uso irriguo

Invaso (ambito AATO)	Fiume	Volume di invaso originario	% invaso al 16/09/2024	Situazione rispetto agli anni 2019-2023
		mc	%	
Mercatale (AATO 1)	F. Foglia	5.920.000	59	
Castreccioni (AATO 3)	F. Musone	42.000.000	69	
San Ruffino (AATO 4-AATO 5)	F. Tenna	2.580.000	46	
Gerosa-Comunanza (AATO 5)	F. Aso	13.650.000	40	
Rio Canale (AATO5)	Rio Canale	1.170.000	32	
Totale		65.320.000	59	

- Riduzione capacità invaso
- Problema manutenzione
- Invasi ENEL

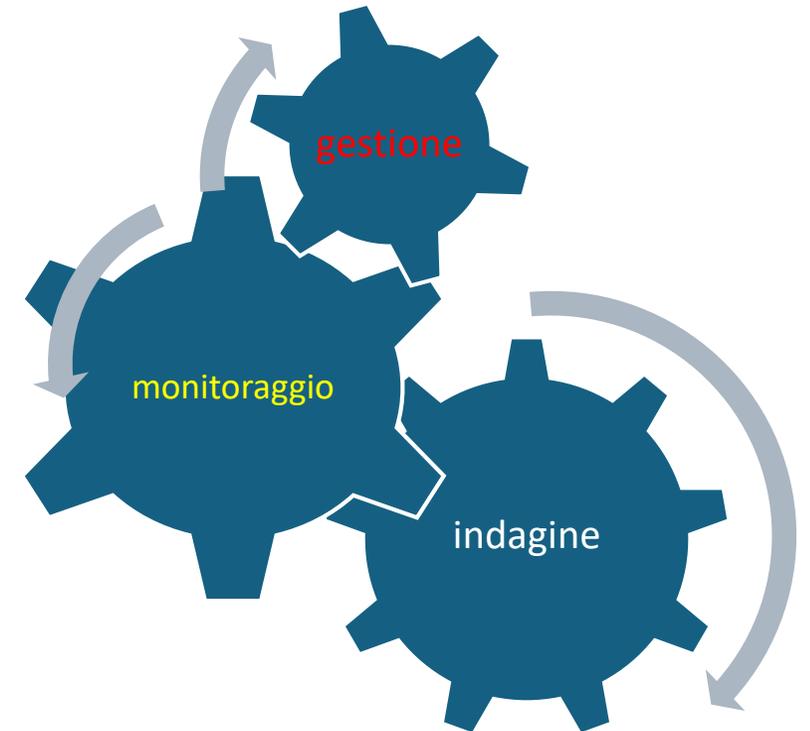


Unione Europea



Approccio integrato per la gestione delle risorse

- Occorre un approccio integrato per studiare, valutare, monitorare e gestire la risorsa
- Coordinare gli usi
- Ma prima di tutto valutare correttamente le risorse



Gestione adattativa della risorsa idrica

- Esempio di applicazione
- Metodologico
- Lavori in corso...



REGIONE MARCHE
Dipartimento Infrastrutture, Territorio e Protezione Civile
Direzione Ambiente e Risorse Idriche

Pianificazione del bilancio idrico e idrologico della Regione Marche, del parziale aggiornamento del Piano di Tutela delle acque (PTA) e della verifica della capacità di utilizzo degli invasi per far fronte alle esigenze idriche



PIANO DI AZIONE PER UNA GESTIONE ADATTIVA DELLA RISORSA CONTRO SICCIÀ E SCARSITÀ IDRICA

Gruppo di Lavoro:

Prof. Ing. Francesco Fatone

Prof. Ing. Giovanna Darvini, Prof. Ing. Anna Laura Eusebi, Prof. Alberto Tazioli

Ing. Lucia De Simoni, Dott. Davide Fronzi,

Ing. Cecilia Bruni, Prof. Attilio Toscano



Una gestione adattativa deve prendere in considerazione le risorse idriche ed i fabbisogni suddivisi per tutti gli usi

Occorre capire COME usiamo la risorsa e da DOVE viene

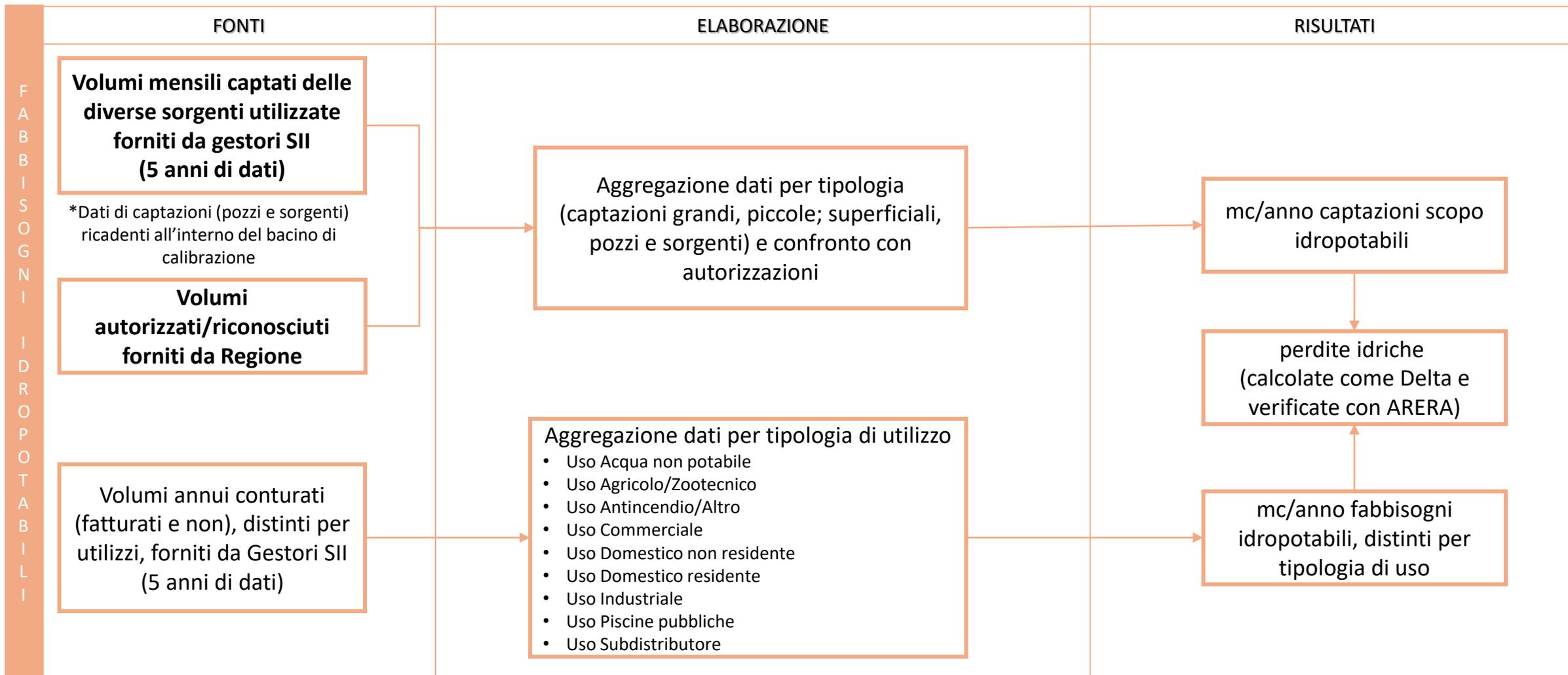


FASE 1: STUDIO RISORSE/FABBISOGNI ED ANALISI TERRITORIALE DEI DIVERSI TIPI DI SICCAITA', INCLUSA INTERRELAZIONE, IN UN CONTESTO DI CAMBIAMENTI CLIMATICI

1. ANALISI RISORSE/**FABBISOGNI** (DOMESTICI, IRRIGUI ED INDUSTRIALI) STORICA, ATTUALE E PREVISIONALE (DI SCENARIO) CONSIDERANDO EVOLUZIONI METEO-CLIMATICHE
2. ANALISI **EFFICIENZA** IDRICA (DI TUTTI GLI USI) E CONFRONTO CON BENCHMARK NAZIONALE ED INTERNAZIONALE
3. ANALISI COMPARATIVE DI *FATTORI DI INFLUENZA* (GEOMORFOLOGIA, SUOLO, RETICOLO IDROLOGICO, VEGETAZIONE, IMPATTI ANTROPICI)
4. ANALISI FRAMEWORK ISTITUZIONALE E DI GOVERNO INTEGRATO
5. ANALISI DI **SCENARIO** (PER INVESTIMENTI PROGRAMMATI)



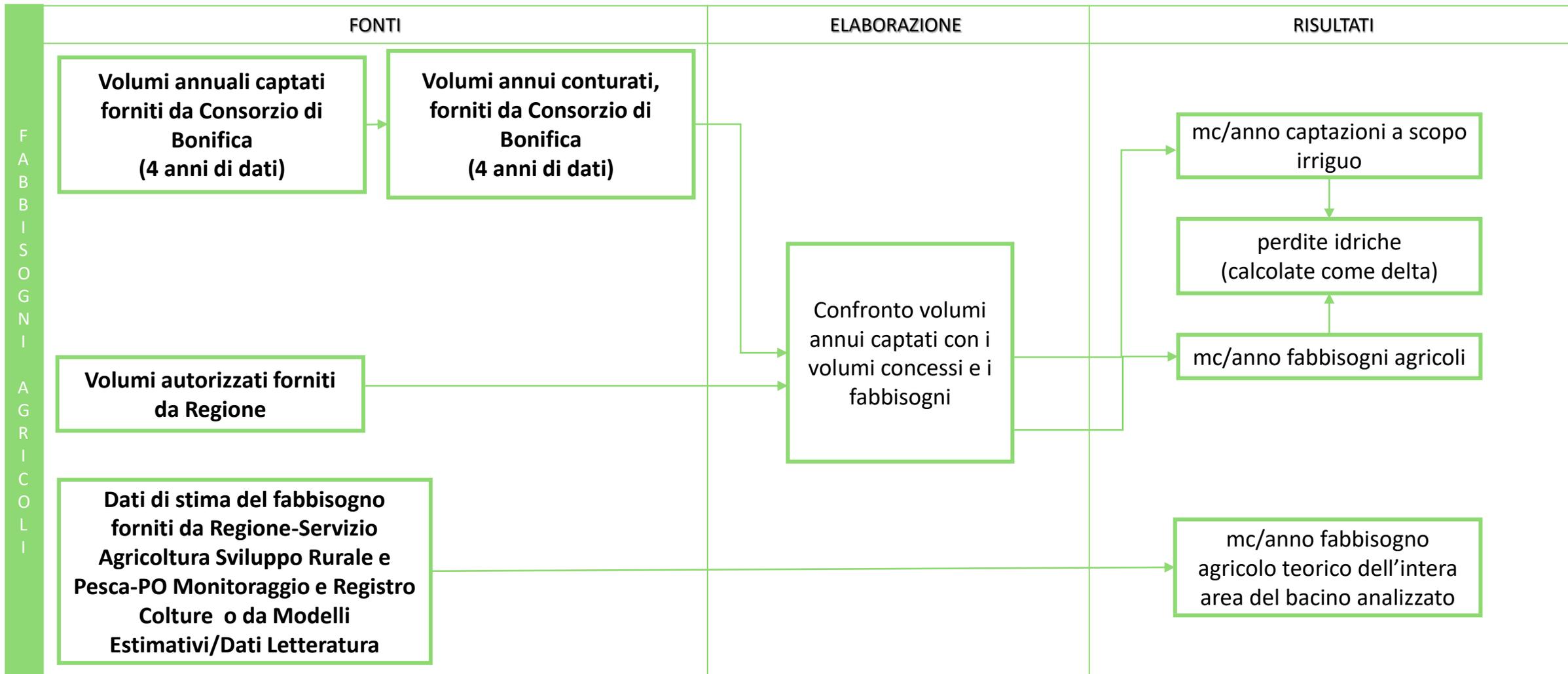
1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI



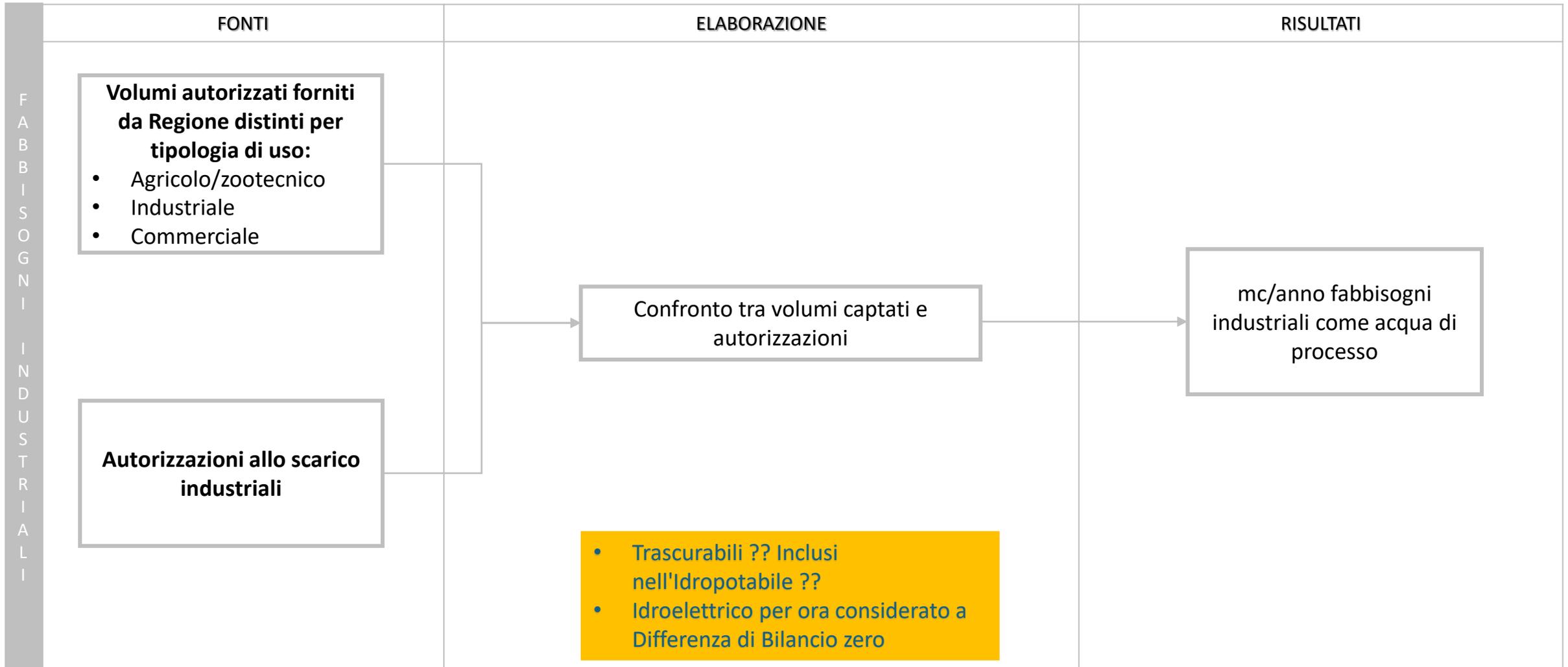
Unione Europea

SVILUPPO
RURALE
MARCHE
2023-2027

1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI



1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI



1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

1. INDIVIDUAZIONE DELLE **STAZIONI TERMO-PLUVIOMETRICHE** NEL BACINO OGGETTO DI STUDIO
2. CALCOLO DEL **BILANCIO DIRETTO** IN UNA PORZIONE DEL BACINO A PARTIRE DAI DATI REALI DI PORTATA MISURATI NELLA CORRISPONDENTE SEZIONE DI CHIUSURA E CALCOLO DEL **BILANCIO INDIRETTO** A PARTIRE DAI DATI DI PIOGGIA E TEMPERATURA MEDI MENSILI
3. CONFRONTO TRA METODO DIRETTO E INDIRETTO → **CALIBRAZIONE DEL METODO**
4. **APPLICAZIONE DEL METODO INDIRETTO CALIBRATO** SULL'INTERO BACINO OGGETTO DI STUDIO

BILANCIO IDROLOGICO



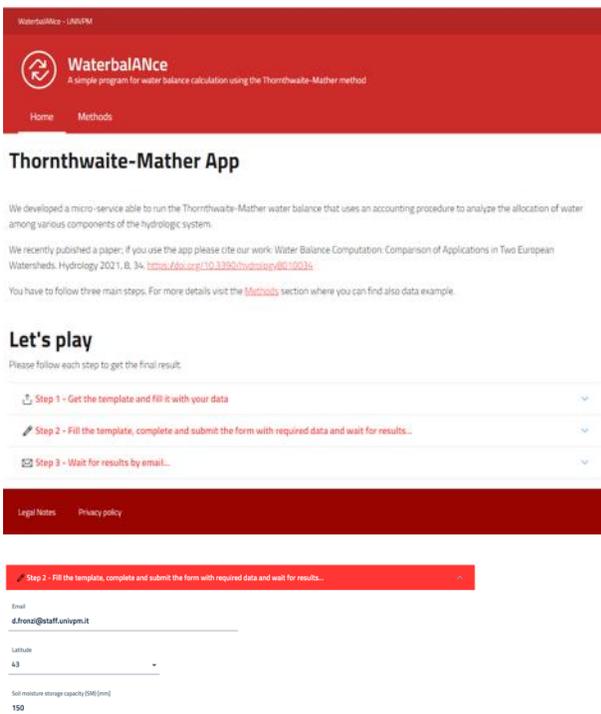
Unione Europea



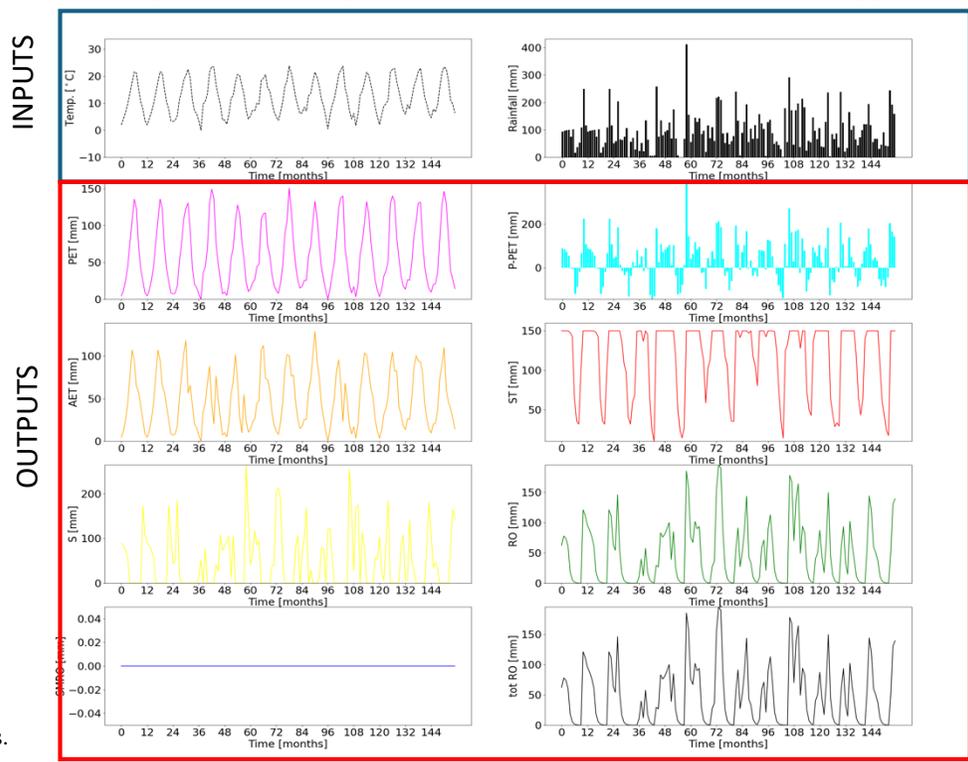
1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

- Estrapolazione dei **dati di pioggia e temperatura medie mensili** per le stazioni termo-pluviometriche individuate
- Calcolo dell'**eccedenza idrica S mensile ed annuale** di ogni stazione mediante l'applicazione dell' Web App WaterbalANce ([WaterbalANce application \(thornwaterbalance.com\)](http://WaterbalANce application (thornwaterbalance.com))) a partire dai dati di pioggia e temperatura media mensili

METODO INDIRECTO



Esempio di risultati grafici restituiti da WaterbalANce WebApp



Verifica della continuità dei dati e accorpamento dei dati a scala mensile a partire dai dati giornalieri

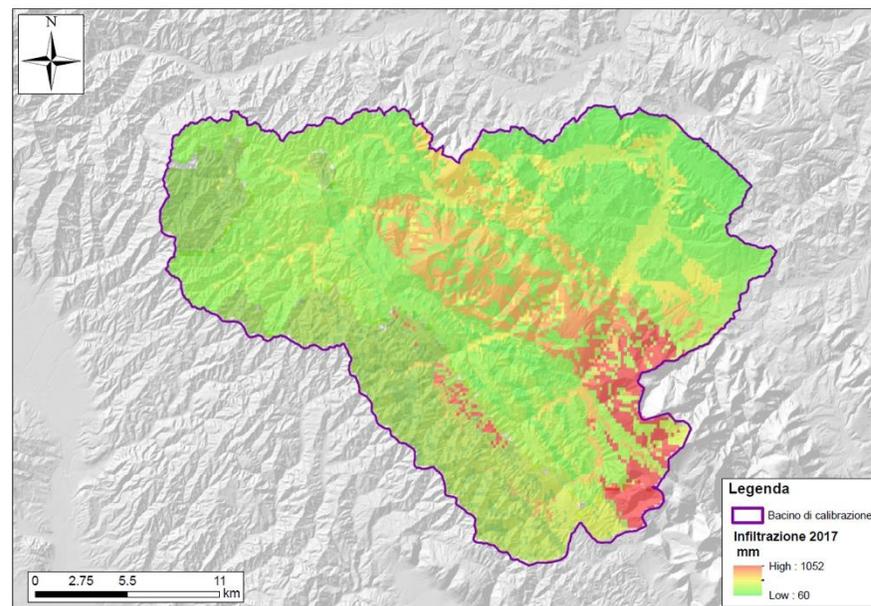
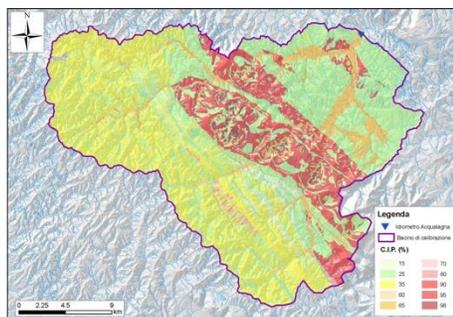
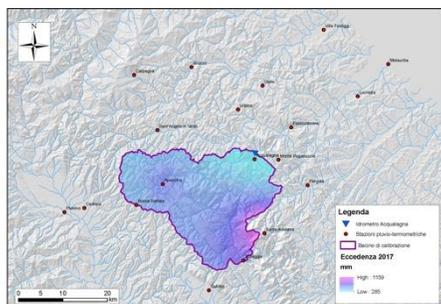
From Mammoliti E., Fronzi D., Mancini A., Valigi D., Tazioli A. Water Balance Computation: Comparison of Application in Two European Watersheds. Hydrology 2021, 8, 34.



1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

- **Spazializzazione dell'eccedenza idrica annuale** in GIS attraverso metodo delle distanze inverse e individuazione valori max e min in tutto il bacino
- Definizione dei **Coefficienti di Infiltrazione Potenziale (CIP)** in base a formazioni geologiche presenti nel bacino considerato
 1. Assegnazione dei valori **max** di CIP da letteratura (Celico, 1988)
 2. Assegnazione dei valori **min** di CIP da letteratura (Celico, 1988)
 3. Assegnazione dei valori di CIP **calibrati** sulla base di misure in sito diffuse nelle litologie della Regione Marche e portata misurata alla sezione di chiusura
- Calcolo **infiltrazione** come prodotto tra eccedenza spazializzata e CIP e determinazione della **Q infiltrazione (CIP*S*A)**
 1. dell'infiltrazione con **CIP max**
 2. calcolo dell'infiltrazione con **CIP min**
 3. calcolo dell'infiltrazione con **CIP calibrato**

Complessi idrogeologici	c.i.p. %Dp	Complessi idrogeologici	c.i.p. %Dp
calcari	90 ÷ 100	lave	90 ÷ 100
calcari dolomitici	70 ÷ 90	depositi piroclastici	50 ÷ 70
dolomie	50 ÷ 70	piroclastiti e lave	70 ÷ 90
calcari marnosi	30 ÷ 50	rocce intrusive	15 ÷ 35
detriti grossolani	80 ÷ 90	rocce metamorfiche	5 ÷ 20
depositi alluvionali	80 ÷ 100	sabbie	80 ÷ 90
depositi argilloso-marnoso-arenacei	5 ÷ 25	sabbie argillose	30 ÷ 50

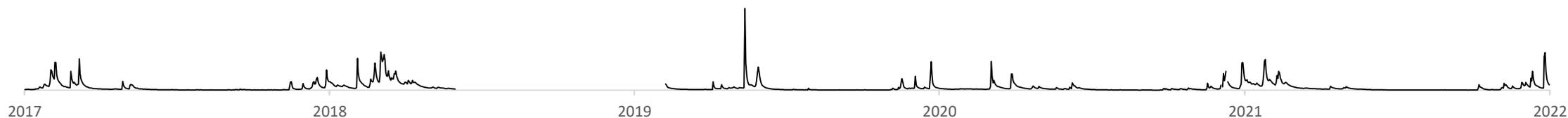


1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

METODO DIRETTO

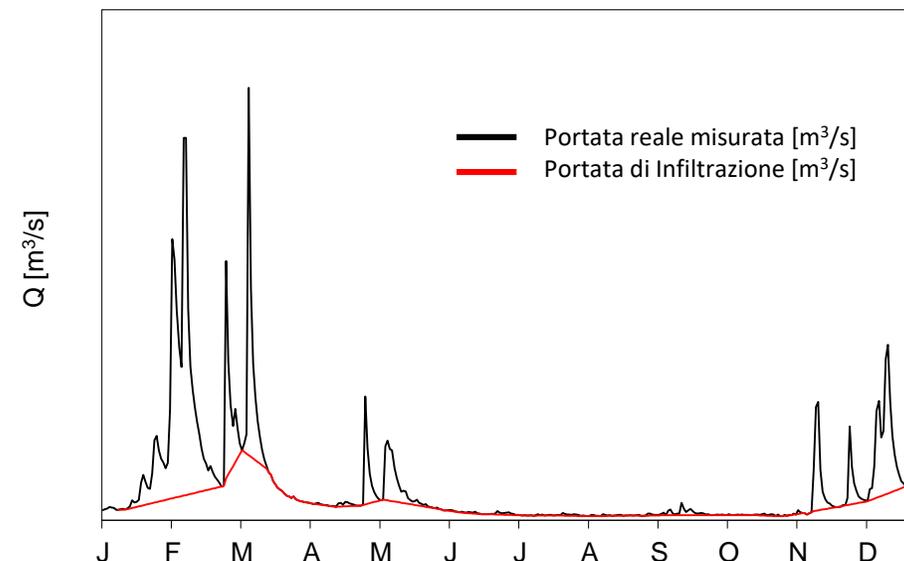
- Estrazione dal portale SIRMIP delle **Q medie giornaliere** nella stazione di chiusura

Q media giornaliera [m³/s]

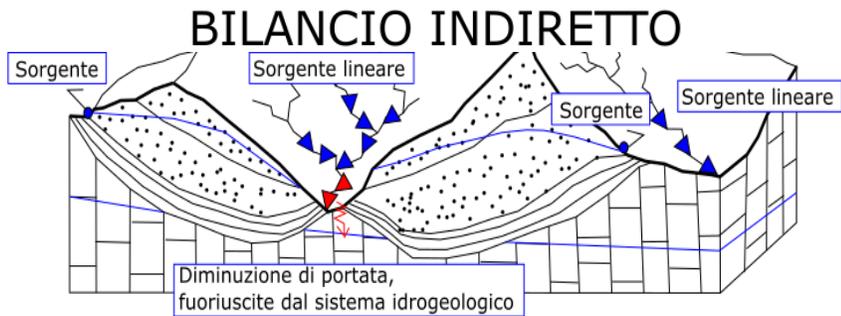
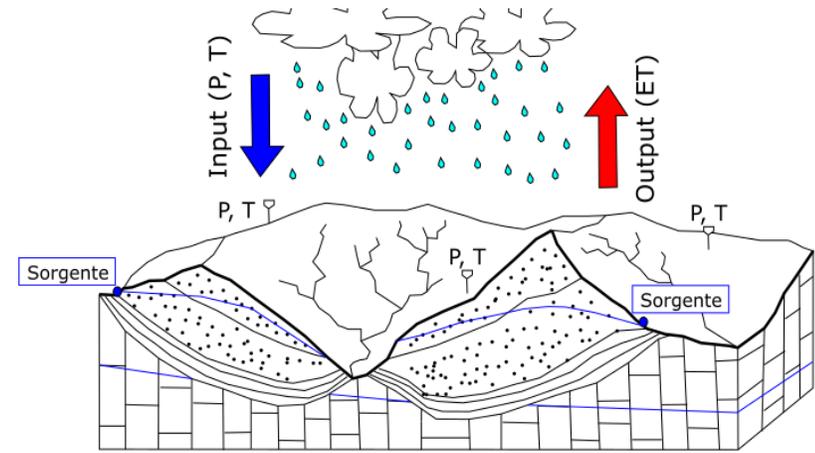


- Separazione dell'idrogramma delle Q reali misurate nella sezione di chiusura mediante applicazione del metodo **Base Flow Index calculation – BFI** al fine di distinguere il contributo del run off da quello dell'infiltrazione

- Confronto** tra Q infiltrata ottenuta mediante l'applicazione metodo diretto e indiretto → **CALIBRAZIONE METODO INDIRECTO**



1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI



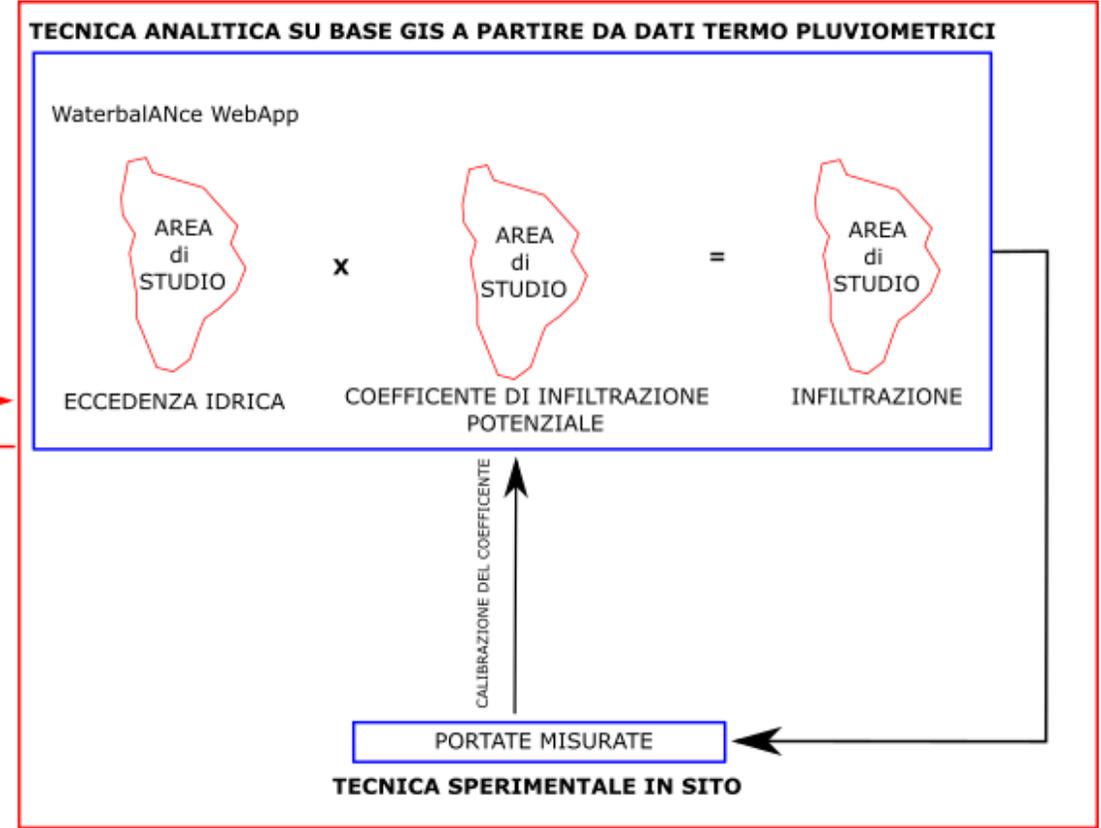
BILANCIO DIRETTO

1. Output bilancio idrologico attuale (per confronto con analisi risorse/fabbisogni)
2. Stime di bilancio idrologico future supportate da previsionali climatici

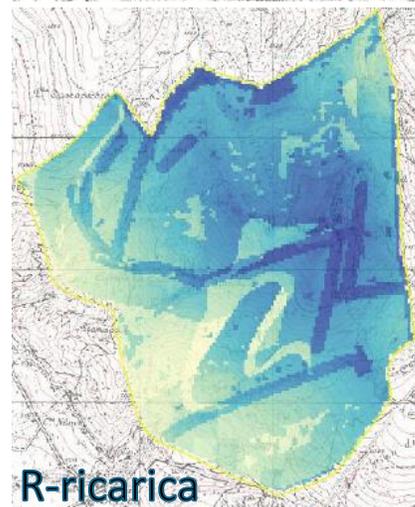
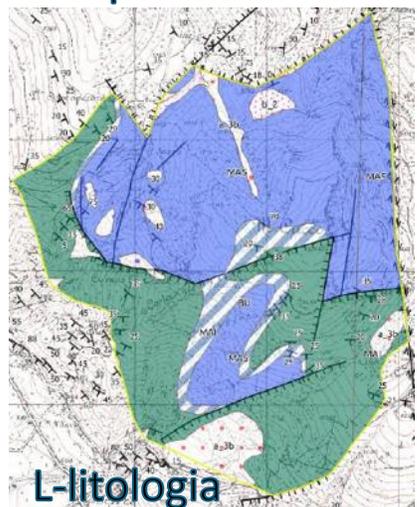
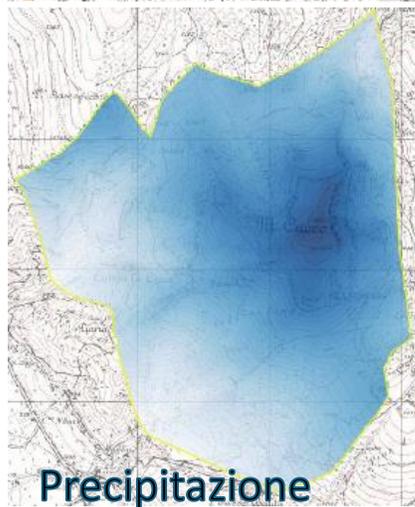
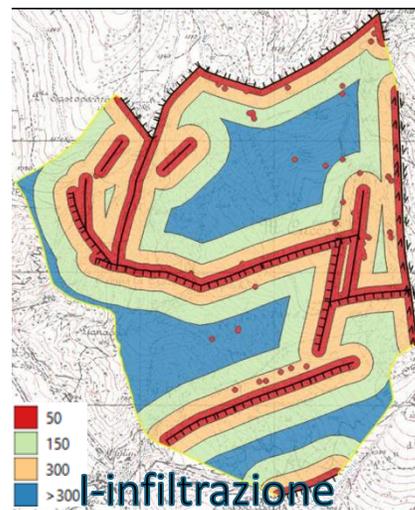
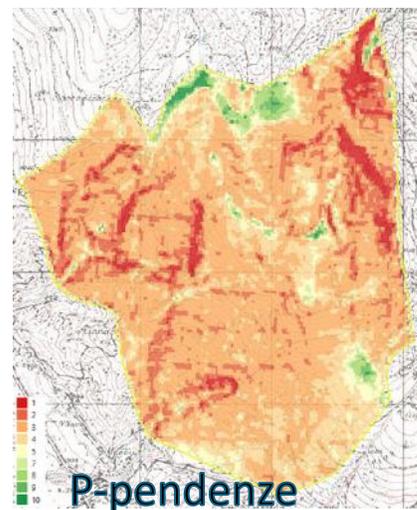
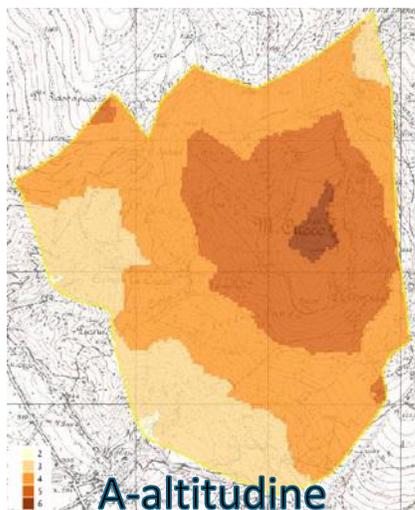
CALIBRAZIONE

SCELTA DELL' AREA e DEFINIZIONE DELLA GEOMETRIA DI MODELLO (limiti idrogeologici, direzioni di flusso, aree di ricarica e recapito delle acque sotterranee)

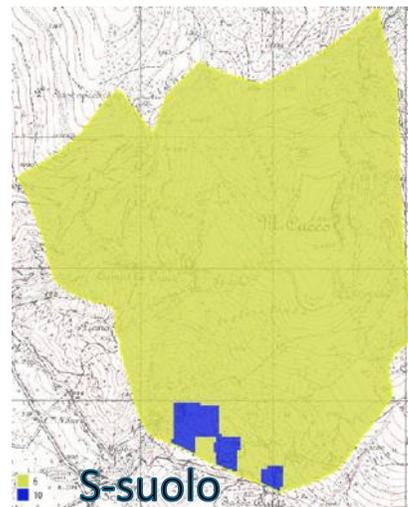
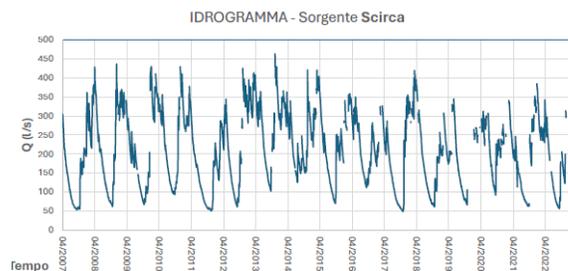
VALIDAZIONE



$$R = (A + P + 3L + 2I + S) / 0.9$$



LA RICERCA: applicazione di bilancio IN DOMINI CARBONATICI



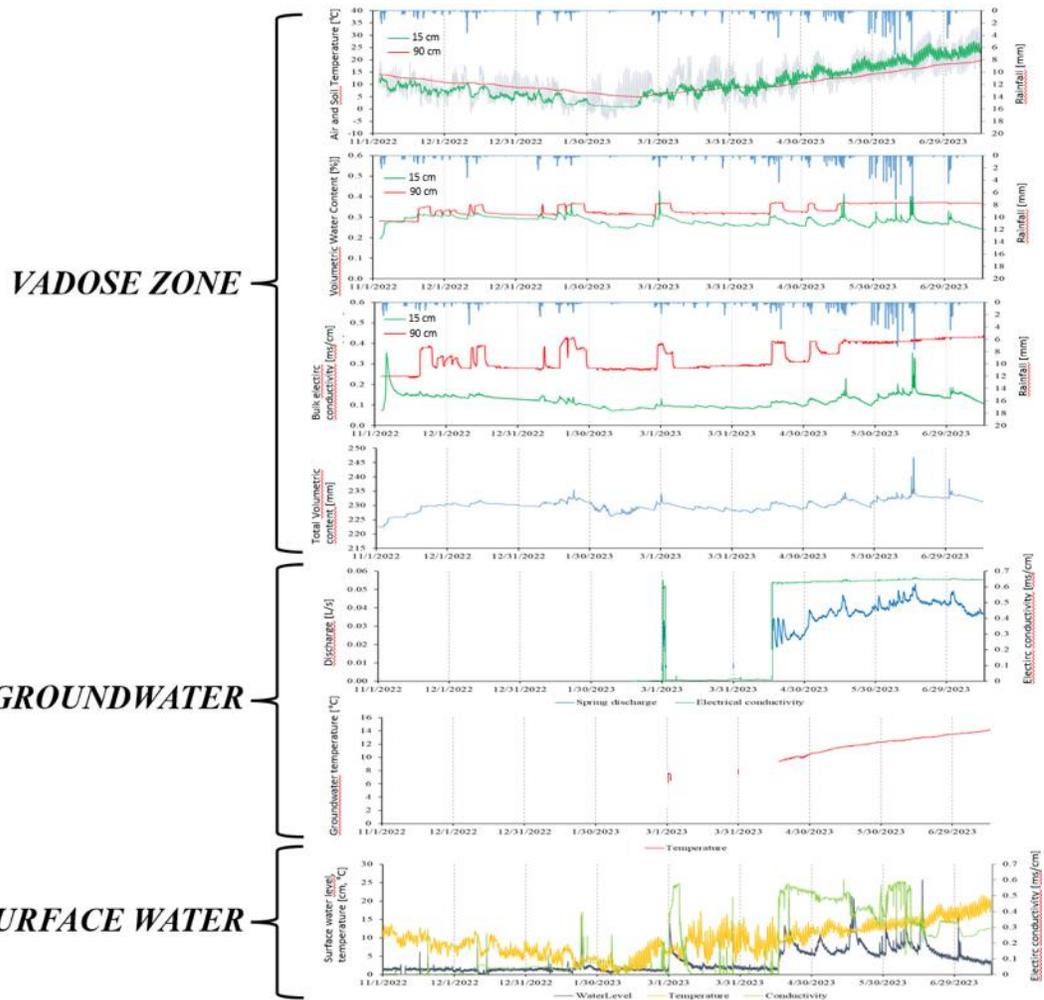
Metodo	Ricarica
Diretto	969 mm/anno
APLIS	955 mm/anno

**60% rispetto alle piogge
errore ≈ 1%**



- Si può misurare l'effettiva componente persa per ruscellamento e/o evapotraspirazione

LA RICERCA: applicazione di bilancio in Formazioni TERRIGENE



- Si può definire una soglia sopra a cui inizia ricarica effettiva dell'acquifero (230 mm)
- Si può valutare interazione acque sotterranee acque superficiali



Progetto di Ricerca finanziato da CIIP SpA



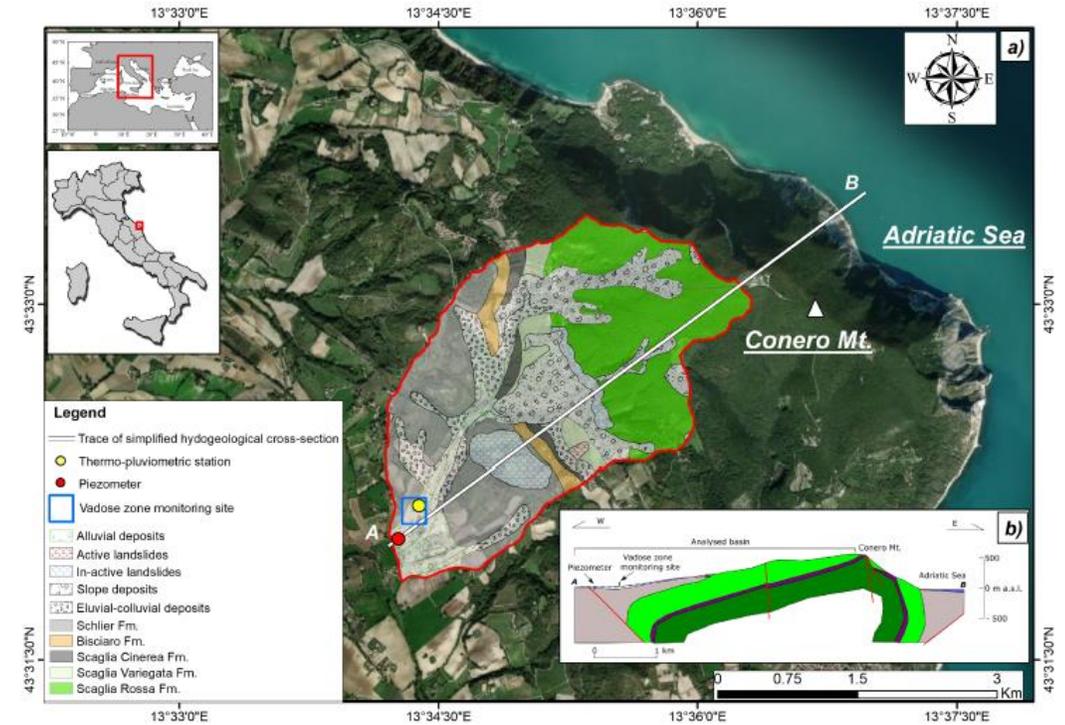
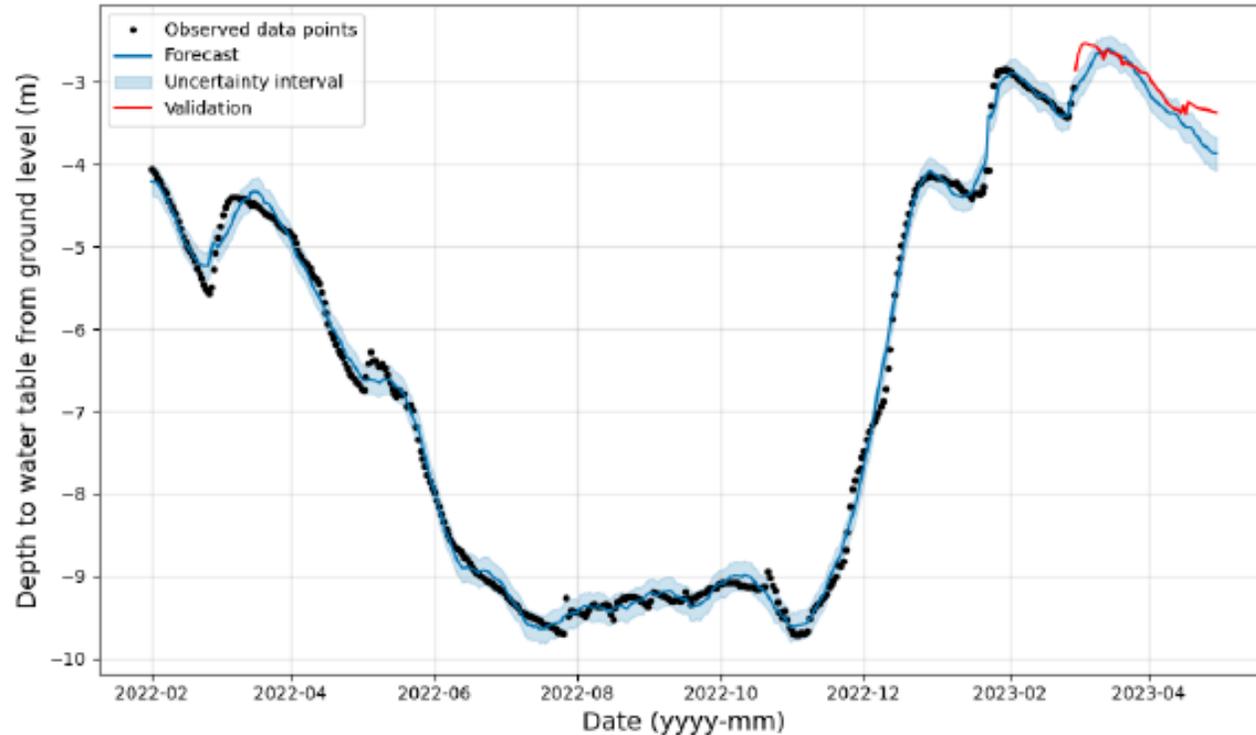
Le nuove sfide: l'intelligenza artificiale



Article
Towards Groundwater-Level Prediction Using Prophet Forecasting Method by Exploiting a High-Resolution Hydrogeological Monitoring System

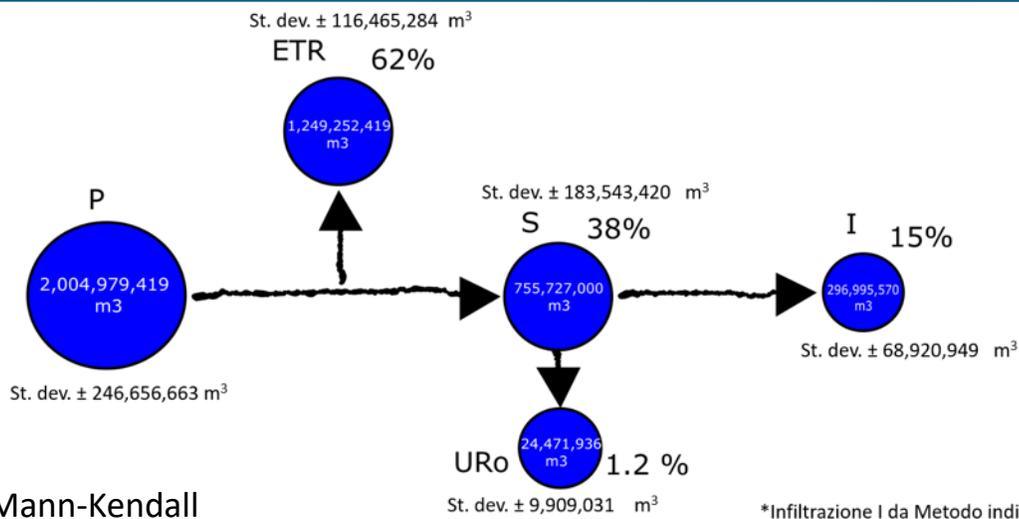
Davide Fronzi ^{1,4}, Gagan Narang ^{2,10}, Alessandro Galdelli ^{2,4}, Alessandro Pepi ¹, Adriano Mancini ^{2,5} and Alberto Tazioli ^{1,6}

Predizione dei livelli delle acque sotterranee per un 10% di dati in avanti rispetto ai dati pregressi con accuratezza sulla previsione > del 90%



1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

**APPLICAZIONE METODO INDIRETTO
CALIBRATO ALL'INTERO BACINO
(validato su porzione di bacino)**



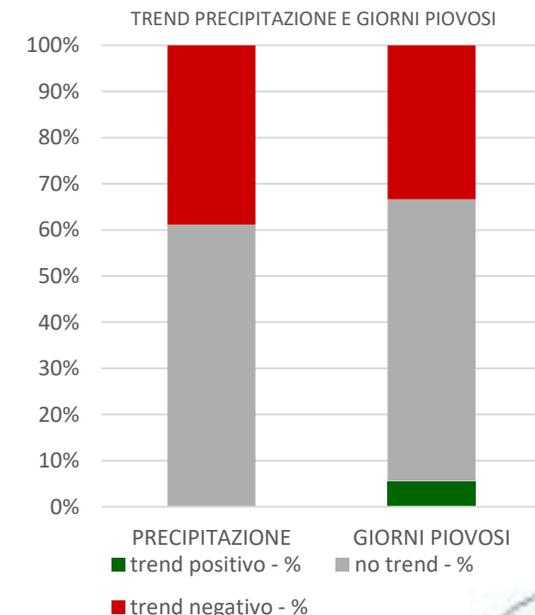
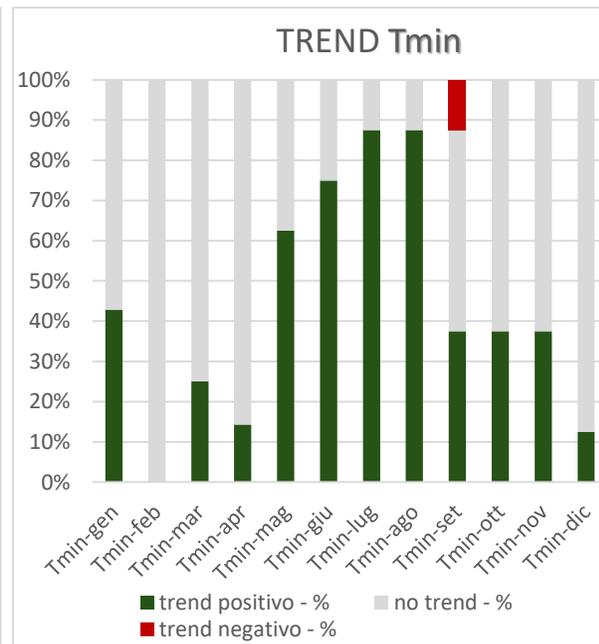
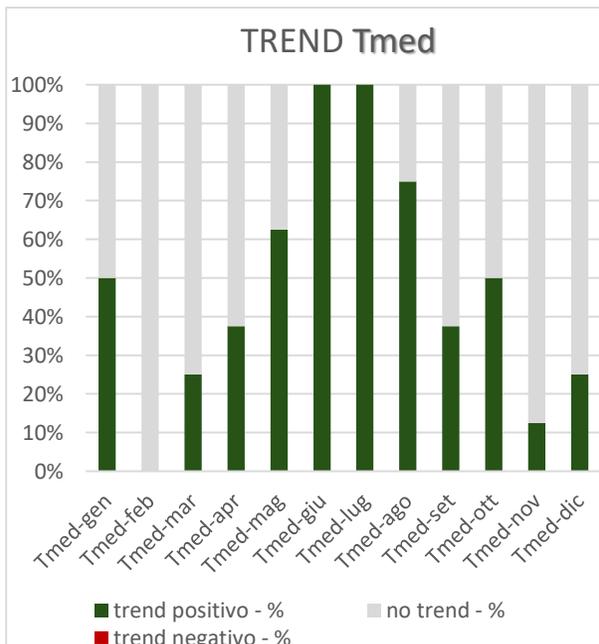
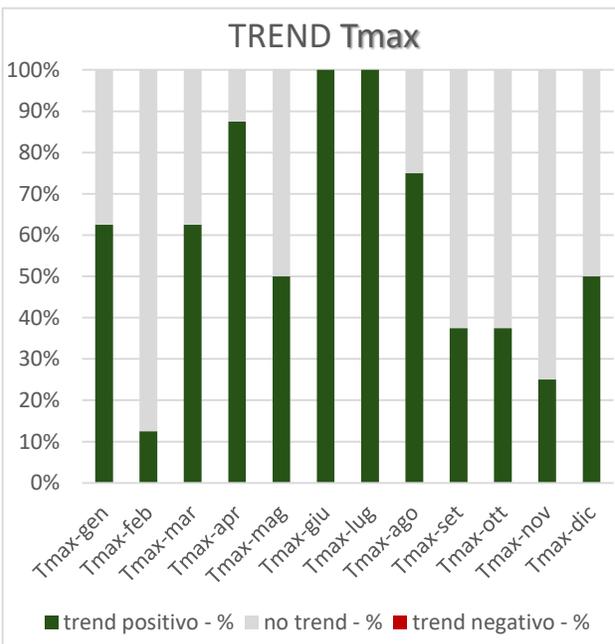
LEGENDA:

- P Precipitazioni
- ETR Evapotraspirazione
- S Eccedenza idrica
- I Infiltrazione
- URo Run Off Urbano

TREND DELLE TEMPERATURE: Applicazione Test statistico Mann-Kendall

TREND DELLE PIOGGE:
Applicazione Test statistico
Mann-Kendall

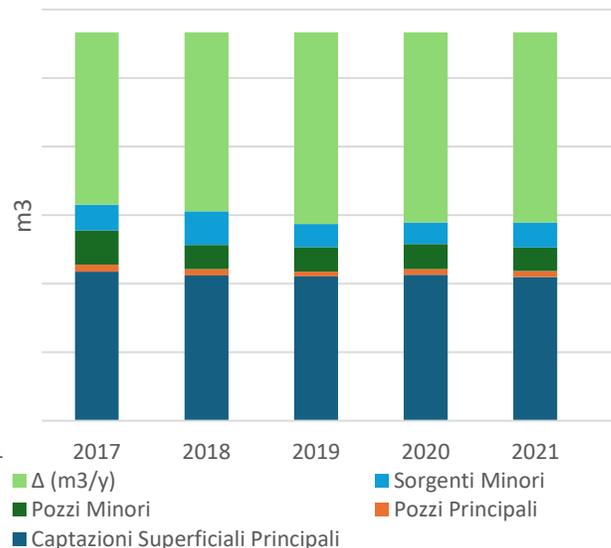
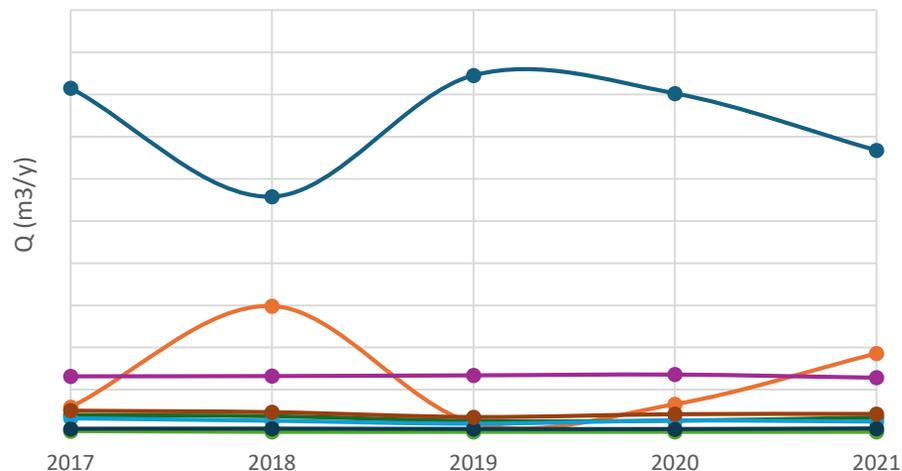
*Infiltrazione I da Metodo indiretto



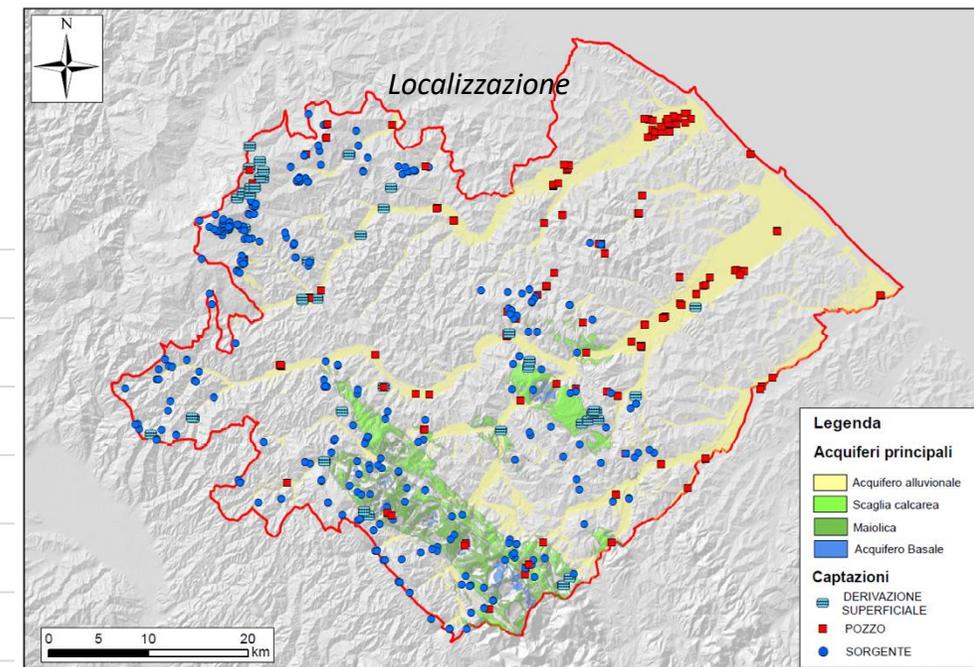
1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

CAPTAZIONI TOTALI (PRINCIPALI E MINORI):

- Elaborazione volumi prelevati da sorgenti/pozzi presenti nel Bacino (distinzione tra principali e minori) per più annualità al fine di individuare il **trend** di utilizzo delle medesime
- Confronto **volumi** prelevati con portate massime autorizzate/concessionate (estate e inverno) «Δ» e con i risultati del Bilancio idrologico per individuare **potenzialità residua** delle diverse sorgenti



RISORSE IDROPOTABILI



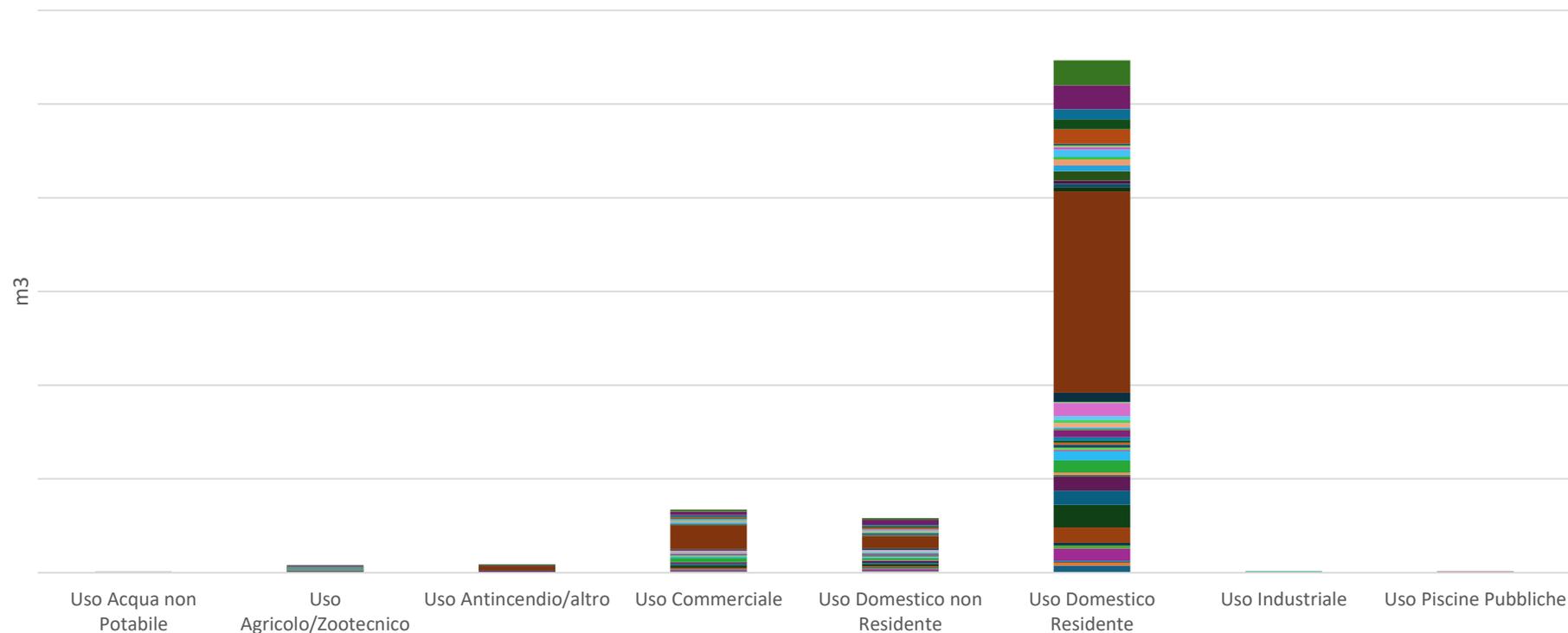
1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

VOLUMI CONTURATI

FABBISOGNI IDROPOTABILI

- Analisi dei volumi realmente utilizzati dalle diverse categorie per più annualità, per tutti i Comuni dell'intero bacino

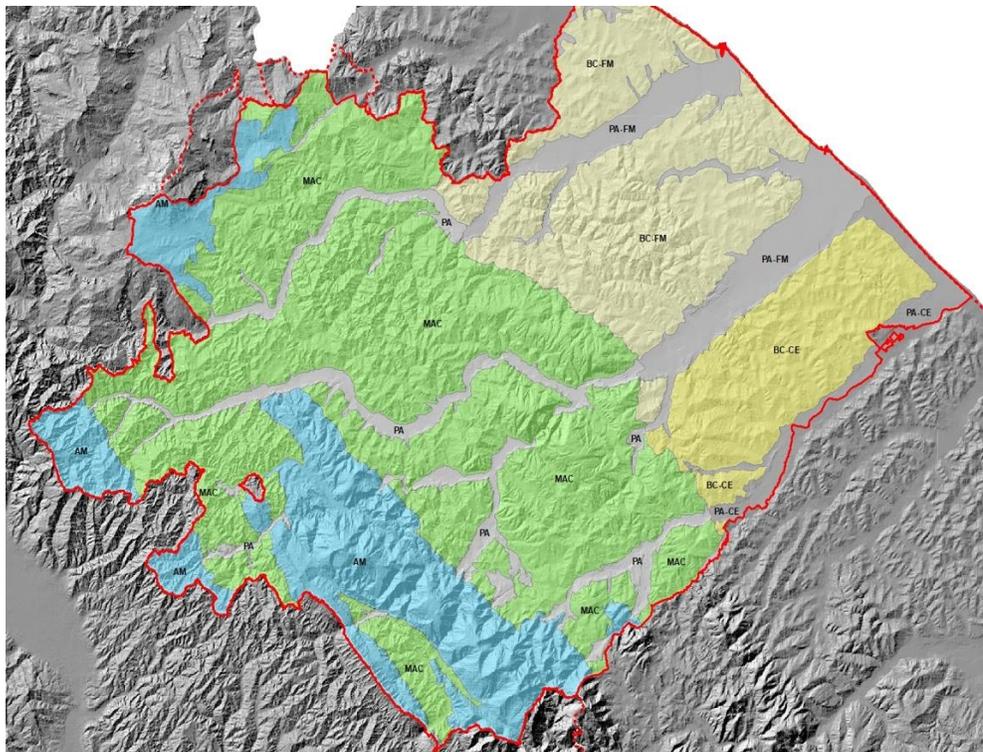
CODICE	RATE CATEGORY
ACAGRIZOO0	Utenza civile - Uso Agricolo/Zootecnico
ACANTIN000	Utenza civile- Uso dedicato Antincendio
ACARTCOMMO	Utenza civile - Uso Artigianale/Commerc.
ACAUGENERO	Utenza civile - Altri usi generici
ACAUGRUNCO	Uso commerciale/artigianale idroesigenti
ACAUGRUNIO	Uso industriale idroesigenti
ACAUNOPOTO	Utenza civile - Uso Acqua non Potabile
ACDOMNR000	Utenza civile - Uso Domest. non resid.
ACDOMRESPO	Utenza civile - Uso Domest. residente
ACINDSTR00	Utenza civile - Uso industriale
ACPISPUB00	Uso pubbl.disalimentabile
ACPOZZI000	Utenza civile - Uso pozzi
ACPROMIBIO	Uso Promiscuo con bocche antincendio
ACPUBDIS00	Utenza civile - Uso Pubblico disalim.
ACPUBNDISO	Utenza civile - Uso Pubblico non disalim
ACSUBDISTO	Utenza civile - Uso subdistributore
ACZOOTECNO	Utenza civile - Uso zootecnico



1) Analisi RISORSE/FABBISOGNI

RISORSE/FABBISOGNI AGRICOLI

STIMA DEI FABBISOGNI IRRIGUI elaborati da Servizio Agricoltura Sviluppo Rurale e Pesca- Regione Marche - PO Monitoraggio e cartografia dei suoli

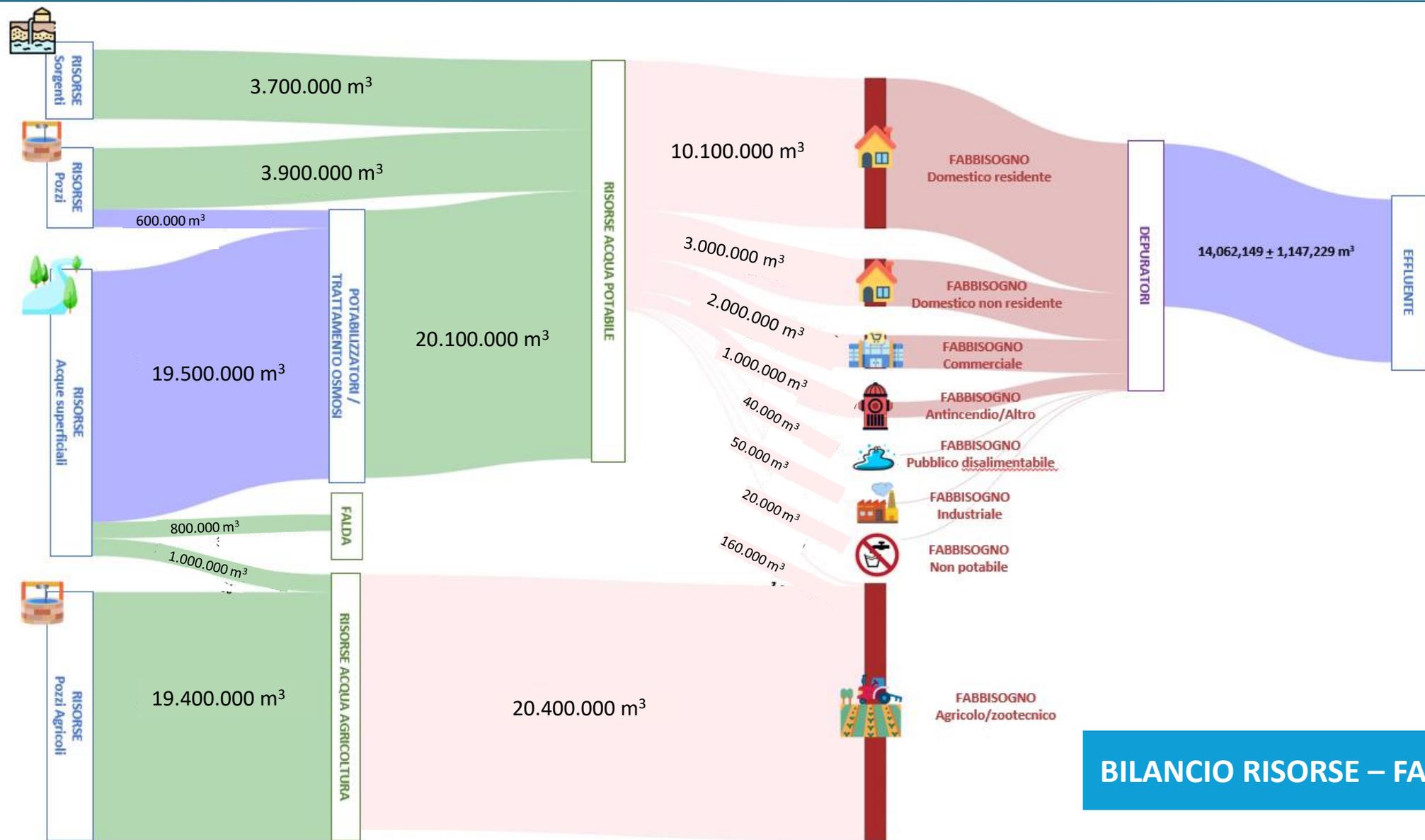


AMBIENTI OMOGENEI DI RIFERIMENTO (AOR) E FABBISOGNI IRRIGUI

	stima deficit irriguo (m3/y)	pioggia (mm)	sup. agricola con necessità irrigua (ha)	pioggia sup. agricola con necessità irrigua (m3/y)	Stima FABBISOGNO TOT (m3/y)
2021	26,496,355	713.94	6,199	44,257,188	70,753,543
2020	17,938,672	677.65	6,199	42,007,762	59,946,434
2019	22,217,514	876.94	6,199	54,361,700	76,579,214
2018	22,217,514	886.58	6,199	54,959,145	77,176,659
2017	22,217,514	744.86	6,199	46,173,929	68,391,442

- ANALISI PRELIEVI/CONSUMI CONSORZIO DI BONIFICA, RIFERITI ALL'ANNO IRRIGUO >> **SUPERFICIE AGRICOLA SERVITA PARI A CIRCA IL 45% DELLA SUP. AGRICOLA TOTALE CON NECESSITÀ IRRIGUA >> NON SONO INCLUSI I PRELIEVI DAI POZZI PRIVATI AD USO AGRICOLO**





BILANCIO RISORSE – FABBISOGNI

NB dati puramente indicati e NON riferiti a situazione reale



2) Analisi EFFICIENZA IDRICA

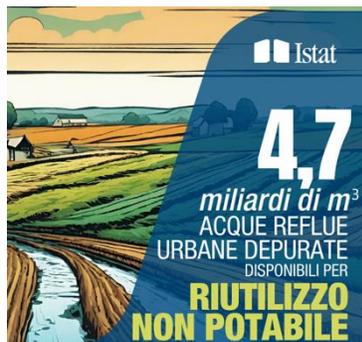
Popolazione residente al 31/12 (ISTAT)	2017	2018	2019	2020	2021
INTERO BACINO	359,033	358,143	356,497	353,272	349,818



ASPETTO DOTAZIONE IDRICA

calcolo su base dei fabbisogni domestici residenti

DI (l/ab/d)	2017	2018	2019	2020	2021
INTERO BACINO	95	96	97	111	100



* Dati da sito ISTAT, Censimento delle acque per uso civile

Tavola 2 - Acqua fatturata totale e per uso civile domestico nei **comuni capoluogo di provincia/città metropolitana**. Anno 2020, migliaia di metri cubi e litri per abitante al giorno

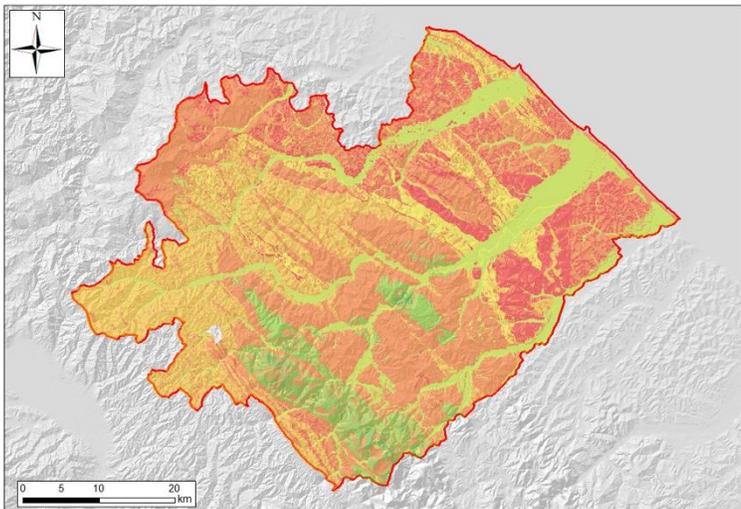
COMUNI REGIONE MARCHE	2020			
	Acqua fatturata totale		Acqua fatturata per uso civile domestico	
	Volume	Pro capite	Volume	Pro capite
Pesaro	6,235	177	5,087	144
Ancona	8,156	225	5,628	155
Macerata	2,538	169	1,988	132
Fermo	2,301	172	1,842	138
Ascoli Piceno	3,201	186	2,283	133
			MEDIA	140
			DEV ST	9
COMUNI ITALIA			MEDIA	151
			DEV ST	27

Perdite!



3) Analisi comparativa dei FATTORI D'INFLUENZA

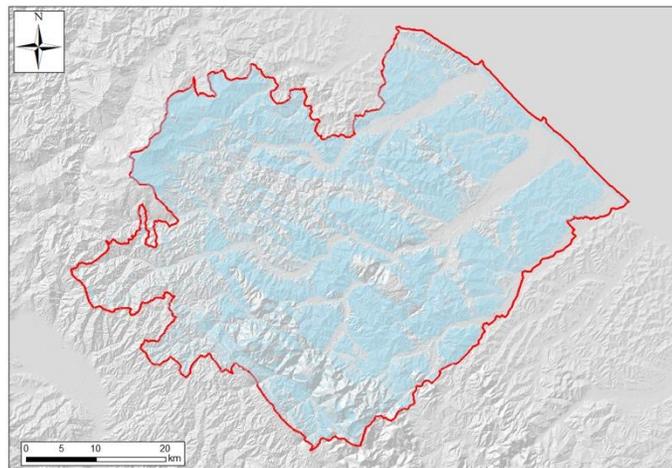
- **QUANTIFICAZIONE DEL RUSCELLAMENTO SUPERFICIALE**



Alle aree a basso potenziale idrico sotterraneo corrispondono aree ad elevato ruscellamento superficiale (zone rosse e arancio in carta)

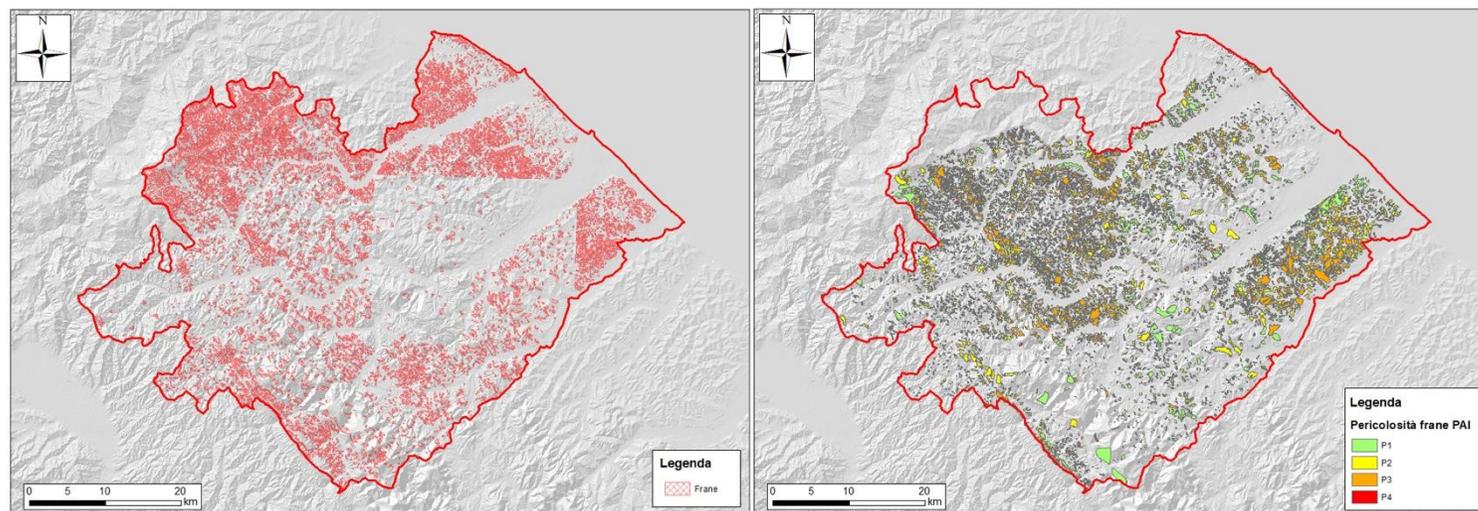
- **MAPPATURA AREE IN FRANA (Cartografia Geologica Regione Marche 1:10000 vs Cartografia PAI)**

- **AREE A BASSO POTENZIALE IDRICO SOTTERRANEO PER CAUSE GEO-LITOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE**



- Calcari marnosi miocenici
- Formazioni argillose e gessi
- Facies pelitiche e pelitico-arenacee
 - Depositi antropici
- Depositi palustri e lacustri
 - Spiagge attuali
 - Zone in frana

CIRCA 52 % DELL'INTERO TERRITORIO



4) SCENARI di OTTIMIZZAZIONE delle RISORSE idriche

AZIONI NEL BREVE-MEDIO TERMINE

SCENARIO 1: OTTIMIZZAZIONE UTILIZZO ACQUE SOTTERRANEE E RICARICA CONTROLLATA DEGLI ACQUIFERI

SCENARIO 2: MINIMIZZAZIONE DELLE PERDITE IN DISTRIBUZIONE POTABILE

SCENARIO 3: RIUTILIZZO ACQUE REFLUE URBANE A SCOPO IRRIGUO

SCENARIO 4: DISSALAZIONE ACQUA MARE

SCENARIO 5: LAGHETTI DI PROSSIMITÀ (PER USO AGRICOLO)

SCENARIO 6: MIGLIORAMENTO GESTIONE/MANUTENZIONE/ESERCIZIO INVASI ESISTENTI

SCENARIO 7: MIGLIORE EFFICIENZA IRRIGAZIONE AGRICOLA

SCENARIO 8: INTERCONNESSIONE CAPTAZIONI (ANCHE PER DIVERSI USI)

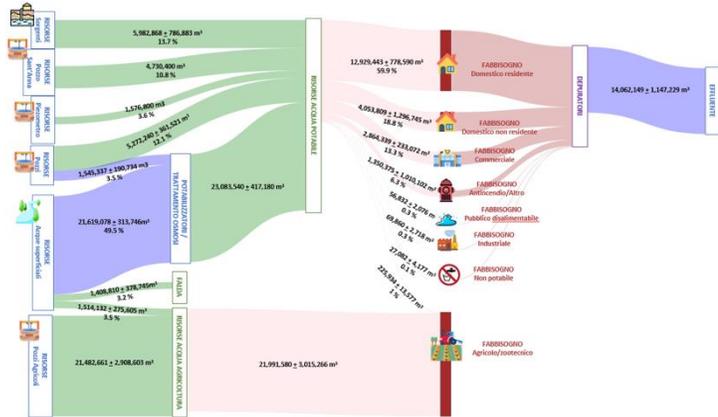
AZIONE NEL MEDIO-LUNGO TERMINE

SCENARIO 8: NUOVI INVASI (Multi-purpose dams)



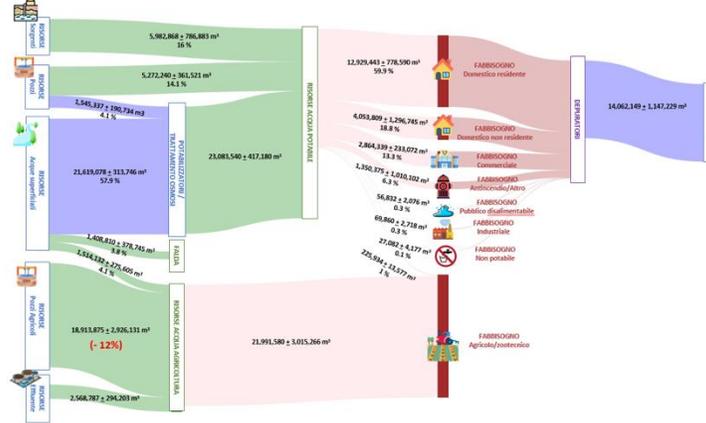
4) SCENARI di OTTIMIZZAZIONE delle RISORSE idriche

Ottimizzazione acque sotterranee



(+ 18.3 %)

Riutilizzo reflui urbani in agricoltura

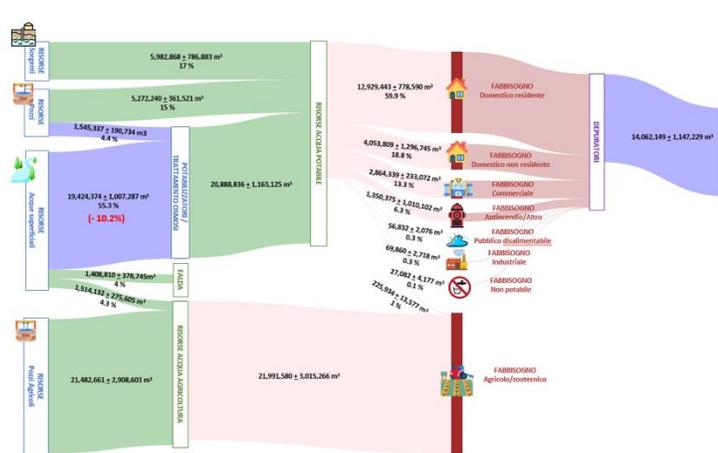


+12 % rispetto al captato dai POZZI AGRICOLI (8.2% riuso diretto; 3.8% riuso indiretto)

Duplice applicabilità degli scenari:

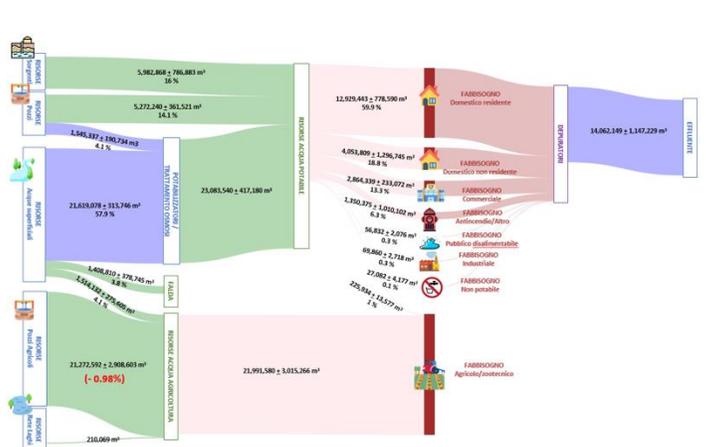
- Riduzione volumi da altre fonti
- Incremento della captazione totale (concetto di ridondanza idrica)

Minimizzazione delle perdite



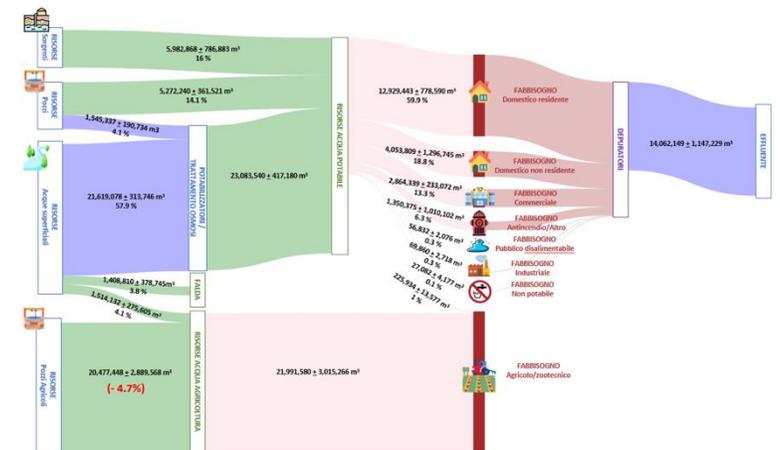
(+ 6.4%)

Micro-invasi per agricoltura



+1 % rispetto al captato dai POZZI AGRICOLI

Ottimizzazione efficienza irrigazione



+4.7 % recuperabile rispetto al captato dai POZZI AGRICOLI





Credits

Dr. Davide Fronzi presentazione dati

Dr. Elisa Mammoliti elaborazione dati

Ing. Matteo Rapazzetti raccolta dati

Dr. Stefano Palpacelli consulenza progettazione

Prof.ssa Anna Laura Eusebi, Prof.ssa Giovanna Darvini, Ing. Lucia

De Simoni suggerimenti progettuali

