

PROGETTO ACQUACENTRO

**VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DI
SISTEMI DI APPROVVIGIONAMENTO
IDRICO A CONDIZIONI DI WATER
SHORTAGE E SVILUPPO DI SISTEMI DI
PREANNUNCIO DELLE CRISI IDRICHE**

A.B. Petrangeli, N. Guyennon, S. Barbetta, S. Camici, S. Casadei, G.
Falcone, S. Modanesi, C. Massari, E. Romano

Istituto di Ricerca sulle Acque – Consiglio Nazionale delle Ricerche

emanuele.romano@cnr.it

MONITORAGGIO, GESTIONE, PREANNUNCIO ED EMERGENZA

SICCITA'

SCARSITA'

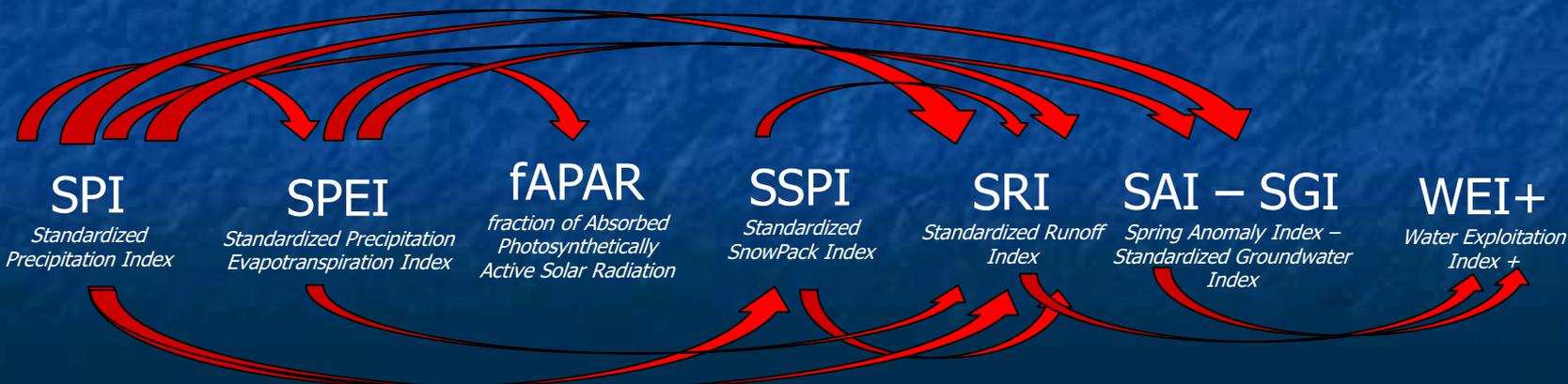
SEVERITA'

Messa a sistema di differenti reti di monitoraggio: integrazione e omogeneità

Rappresentazione quantitativa, oggettiva a condivisa delle variabili meteo e dell'impatto sulle risorse

Quantificazione condivisa dei fabbisogni idrici

- ✓ Necessità di una messa a sistema della molteplicità di reti attualmente esistenti: integrazione e omogeneità
- ✓ Necessità di una catena modellistica condivisa (dati meteorologici → modellistica idrologica e idrogeologica → modellazione dei sistemi idrici dalle variabili meteo alla probabilità di mancato soddisfacimento del fabbisogno)



DL. 115/2022 del 9/8/2022 convertito nella L. 142/2022 del 21/9/2022

«Allo scopo di assicurare maggiore efficacia operativa e di intervento, in relazione al rischio derivante da deficit idrico la deliberazione dello stato di emergenza di rilievo nazionale di cui all'articolo 24 può essere adottata anche preventivamente, qualora, sulla base delle informazioni e dei dati, anche climatologici, disponibili e delle analisi prodotte dalle Autorità di bacino distrettuali e dai centri di competenza di cui all'articolo 21, sia possibile prevedere che lo scenario in atto possa evolvere in una condizione emergenziale»

NECESSITA' DI UNA CATENA MODELLISTICA
CONDIVISA PER LA PREVISIONE DI SCENARI DI
SEVERITA' IDRICA

I DISTRETTI IDROGRAFICI E GLI OSSERVATORI PERMANENTI PER GLI UTILIZZI IDRICI

Distretti Idrografici post L. 221/2015

- ALPI ORIENTALI - ITA
- PADANO - ITB
- APPENNINO SETTENTRIONALE - ITC
- APPENNINO CENTRALE - ITE
- APPENNINO MERIDIONALE - ITF
- SARDEGNA - ITG
- SICILIA - ITH



NECESSITA' DI UN RICONOSCIMENTO DEGLI STRUMENTI DI MONITORAGGIO, DI ANALISI E DI GESTIONE DA PARTE DI TUTTI GLI ATTORI IN GIOCO

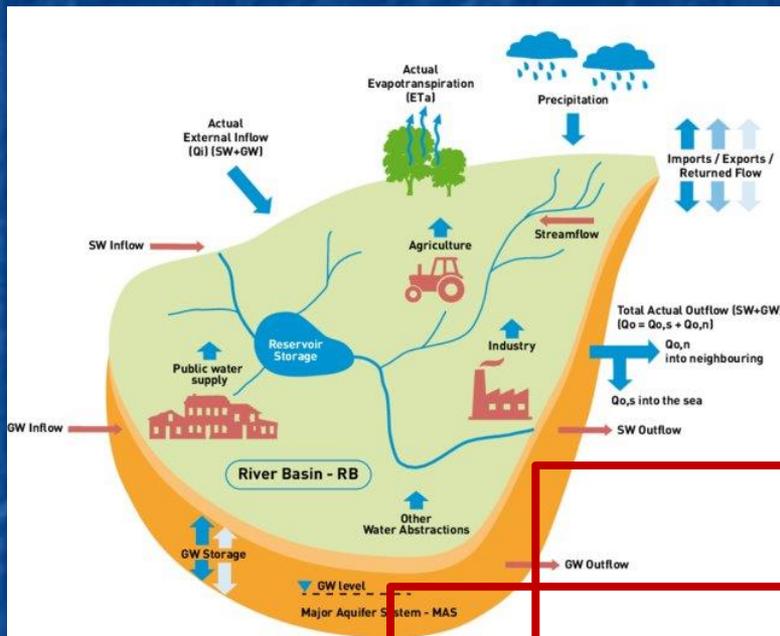


Osservatorio permanente per gli utilizzi Idrici → struttura operativa collegiale, volontaria e di tipo sussidiario a supporto della gestione della risorsa idrica, finalizzata a rafforzare la cooperazione e il dialogo, nel rispetto delle specifiche competenze, tra tutti gli attori pubblici e privati individuati e favorire ed organizzare la raccolta delle informazioni relative agli scenari climatici e idrologici ed il monitoraggio in tempo reale delle disponibilità e dei consumi idrici.

LA MODELLISTICA

Necessità di una catena modellistica condivisa (dati meteorologici → modellistica idrologica e idrogeologica → modellazione dei sistemi idrici dalle variabili meteo alla probabilità di mancato soddisfacimento del fabbisogno)

- Approccio top-down
- Modellistica scarsamente sviluppata e utilizzata
- Necessità di lunghe serie storiche
- Elevato numero di parametri in gioco
- Alto livello di incertezza



Problema di accettazione dello strumento da parte degli stakeholders

Necessità di difendere interessi di parte (uso concorrenziale della risorsa)

Procedura di sviluppo top-down

Non «riconoscimento» dei dati in ingresso

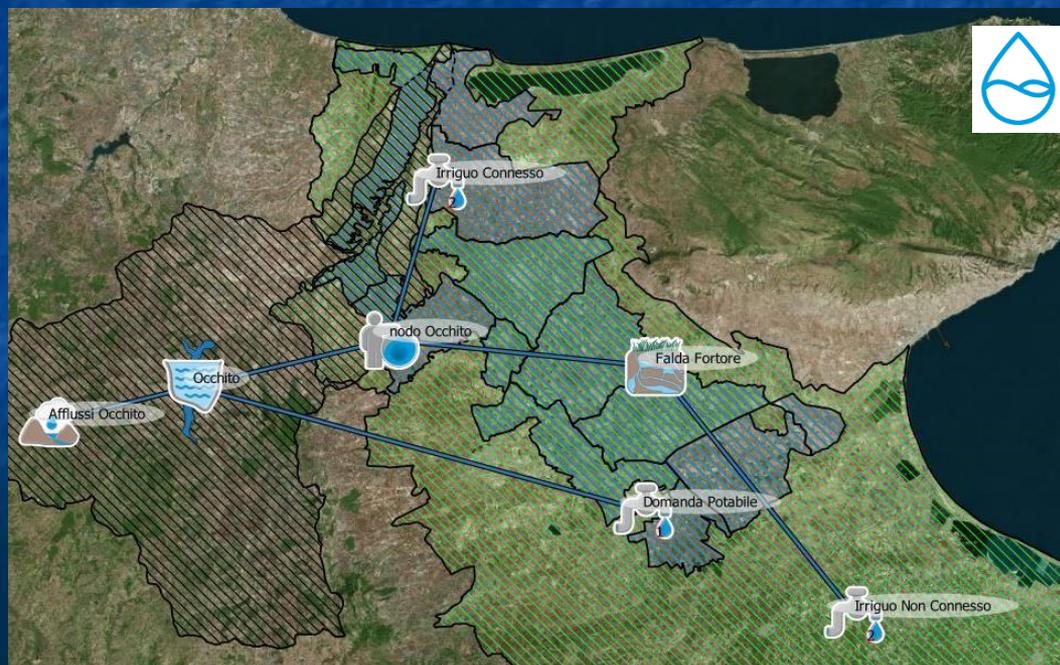
Difficoltà di comprensione dello strumento modellistico

IL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI *INOPIA*^{QGIS}

Plugin per il software open source QGIS, sviluppato in Python 3 (attualmente 3.7)



Strumento di supporto alle decisioni basato sul calcolo del bilancio di massa mensile di un sistema idrico multirisorsa-multiutenza. La modellazione include la componente meteo-idrologica e la componente relativa all'utilizzo



Modello di regressione multilineare

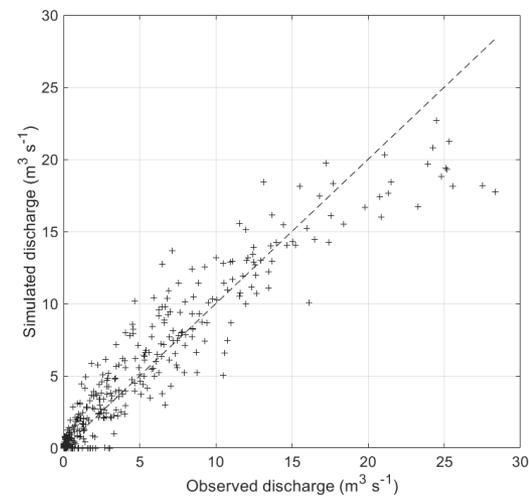
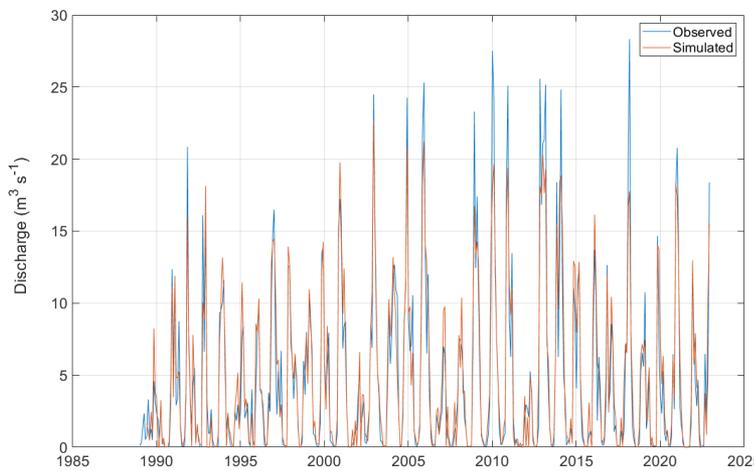
Precipitazioni mensili

SPI1, SPI3

$SQI(m_i)$

Inflow mensili

$\alpha_0(m)$

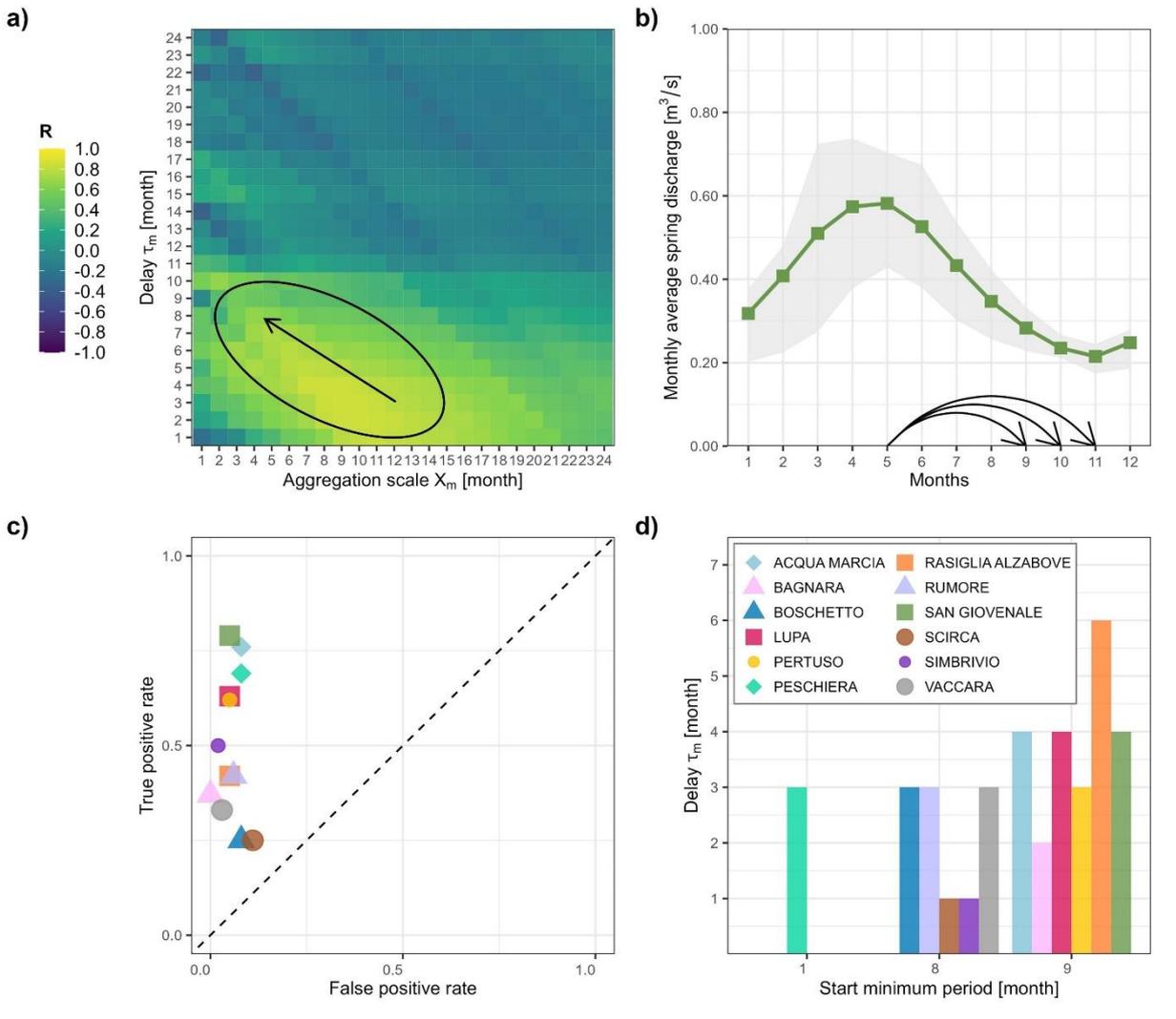


Coefficienti $\alpha_{SPI1(m)}$, $\alpha_{SPI3(m)}$, $\alpha_{SPI6(m)}$, $\alpha_0(m)$



L'ELEMENTO SORGENTE

$$Q^*(m_i) = a_0(m) + a_1(m) \cdot SPI_{X_m}(m_i - \tau_m)$$



IL NODO MANAGEMENT

ALLOCAZIONE DINAMICA DELLA RISORSA

Multi Resources Management Rules

PRIORITY

Ridracoli
FL Ravenna
NIP2

STATIC

fix

Ridracoli	0.29
FL Ravenna	0.71
NIP2	0.0

monthly

	1	2	3	4	5	6
Ridracoli	0.29	0.26	0.27	0.29	0.26	0.17
FL Ravenna	0.71	0.74	0.73	0.71	0.74	0.64
NIP2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.19

DYNAMIC

Ridracoli

FL Ravenna
NIP2

fix

monthly

	1	2	3	4	5	6
Rmin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rmax	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Coeffmin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coeffmax	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Rbreak	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Shape	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Graph showing a sigmoid curve for the dynamic rule. The y-axis ranges from 0.5 to 1.0, and the x-axis ranges from 0 to 30. The curve starts at 0.5, remains flat until approximately x=10, then rises steeply to reach 1.0 at x=20, and remains at 1.0 thereafter.

OK



HINDCAST

Simula l'impatto del regime pregresso di precipitazioni sul sistema al fine di valutare la bontà delle simulazioni. Consente l'implementazione di scenari di tipo "what if".



STOCHASTIC

Genera una serie temporale di precipitazioni di 500 anni per la valutazione dei tempi di ritorno degli impatti



SCENARIO

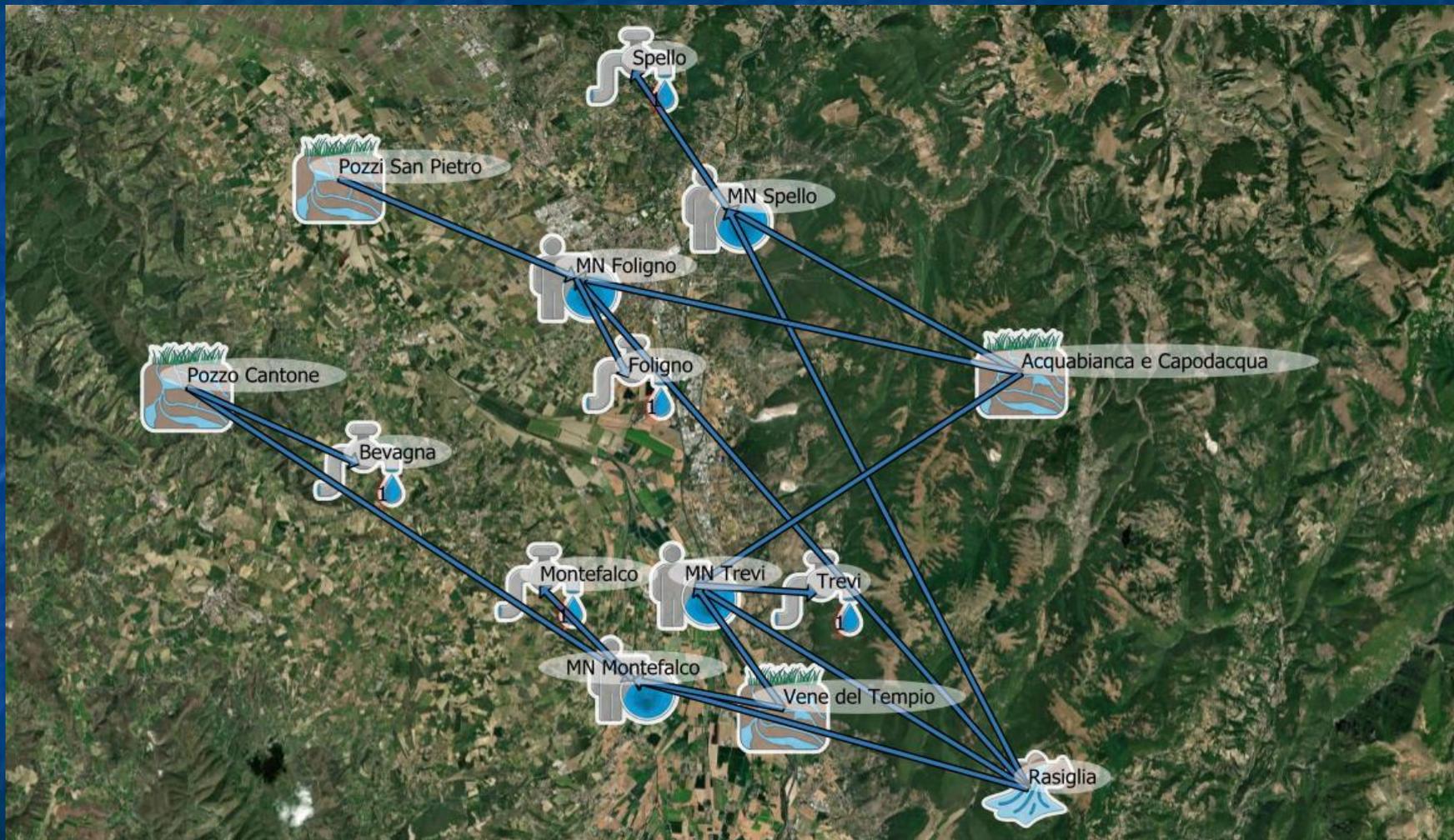
Studia l'impatto del cambiamento climatico sul sistema in esame



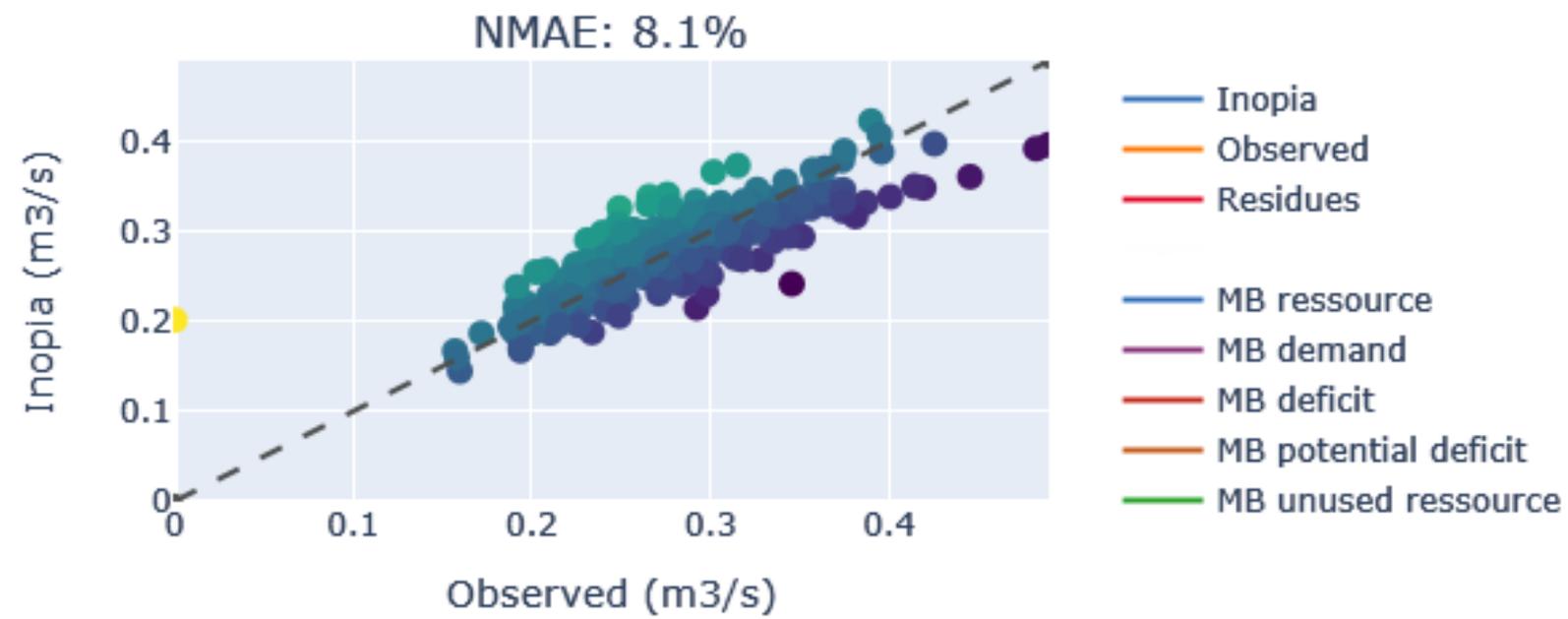
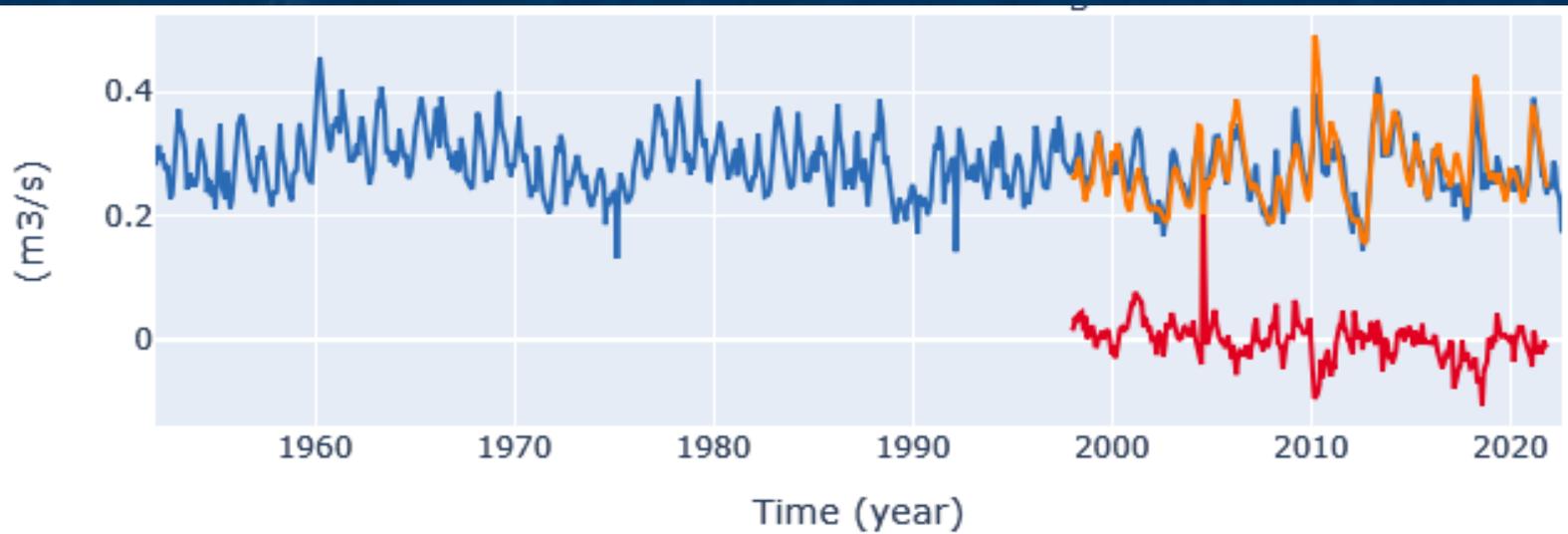
FORECAST

Decision Support System per la simulazione di scenari a breve termine (da 1 a 6 mesi) basati su previsioni climatiche stagionali

IL SISTEMA IDRICO FOLIGNATE



LA SIMULAZIONE DELLA SORGENTE RASIGLIA ALZABOVE



ANALISI IN POST PROCESSING

INDICATORI DI SHORTAGE

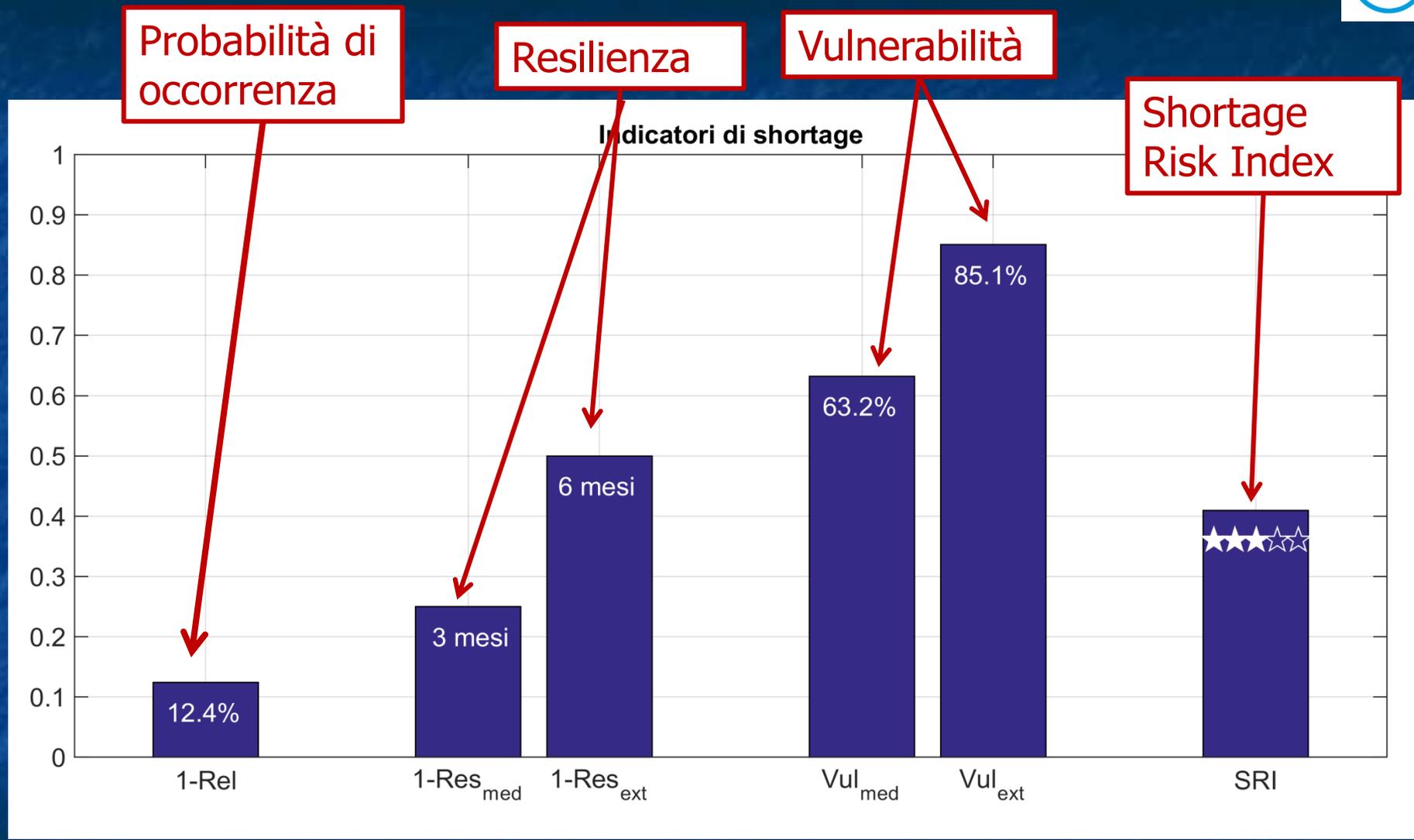
$$Rel = Reliability = \frac{n_s}{T}$$

SHORTAGE RISK INDEX

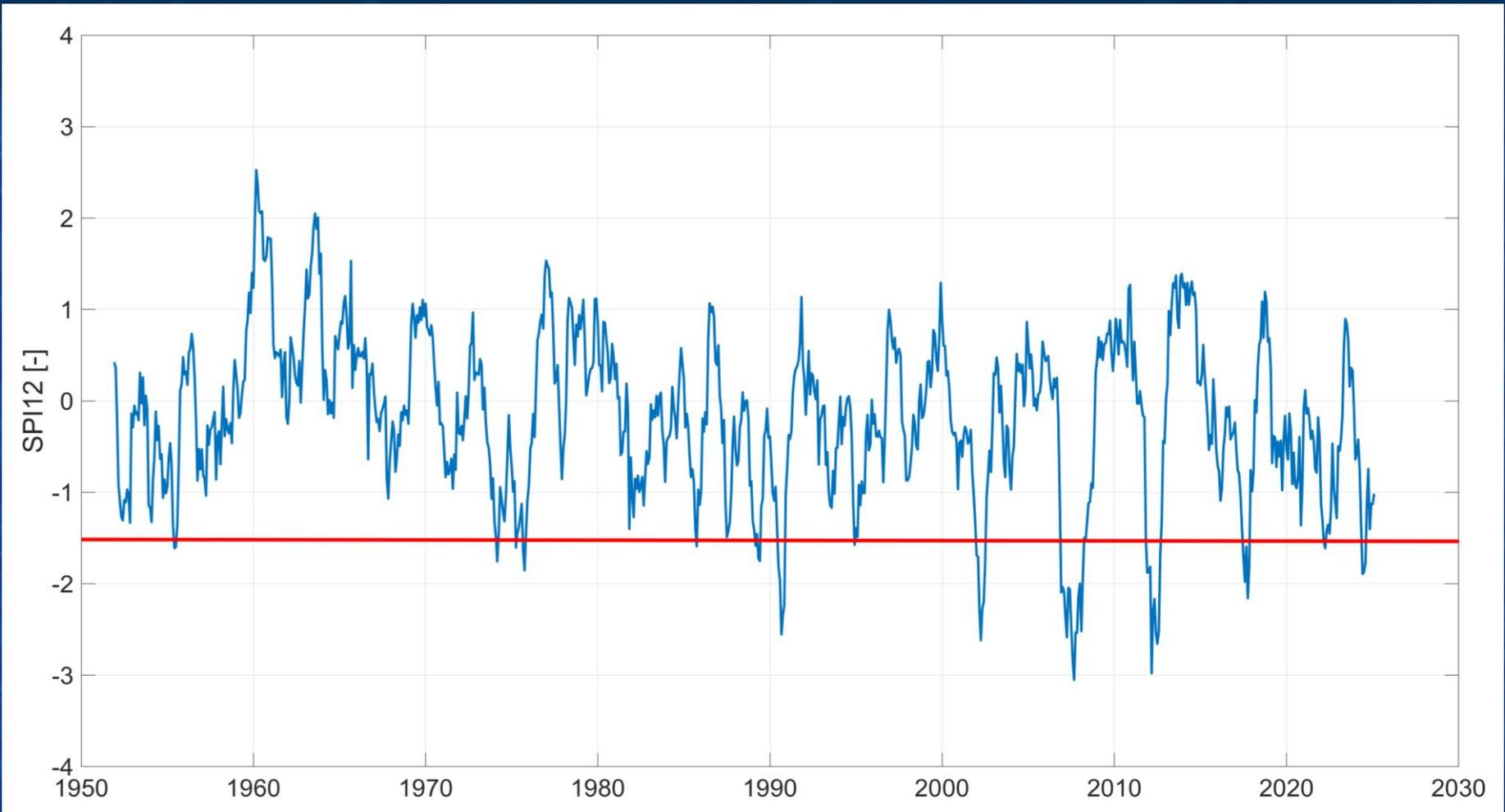
$$SRI = w_{rel} \cdot (1 - Rel) + w_{Res_{med}} \cdot Res_{med} + w_{Res_{max}} \cdot Res_{max} + w_{vul_{med}} \cdot Vul_{med} + w_{vul_{max}} \cdot Vul_{max}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Vul_{med} = Median Vulnerability = perc_{50} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^{m_f(i)} W d_{j(i)}}{\sum_{j=1}^{m_f(i)} W D_{j(i)}} \right\}_{i=1, \dots, N_f} \\ Vul_{ext} = Extreme Vulnerability = perc_{90} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^{m_f(i)} W D_{j(i)}}{\sum_{j=1}^{m_f(i)} W d_{j(i)}} \right\}_{i=1, \dots, N_f} \end{array} \right.$$

INDICATORI DI SHORTAGE

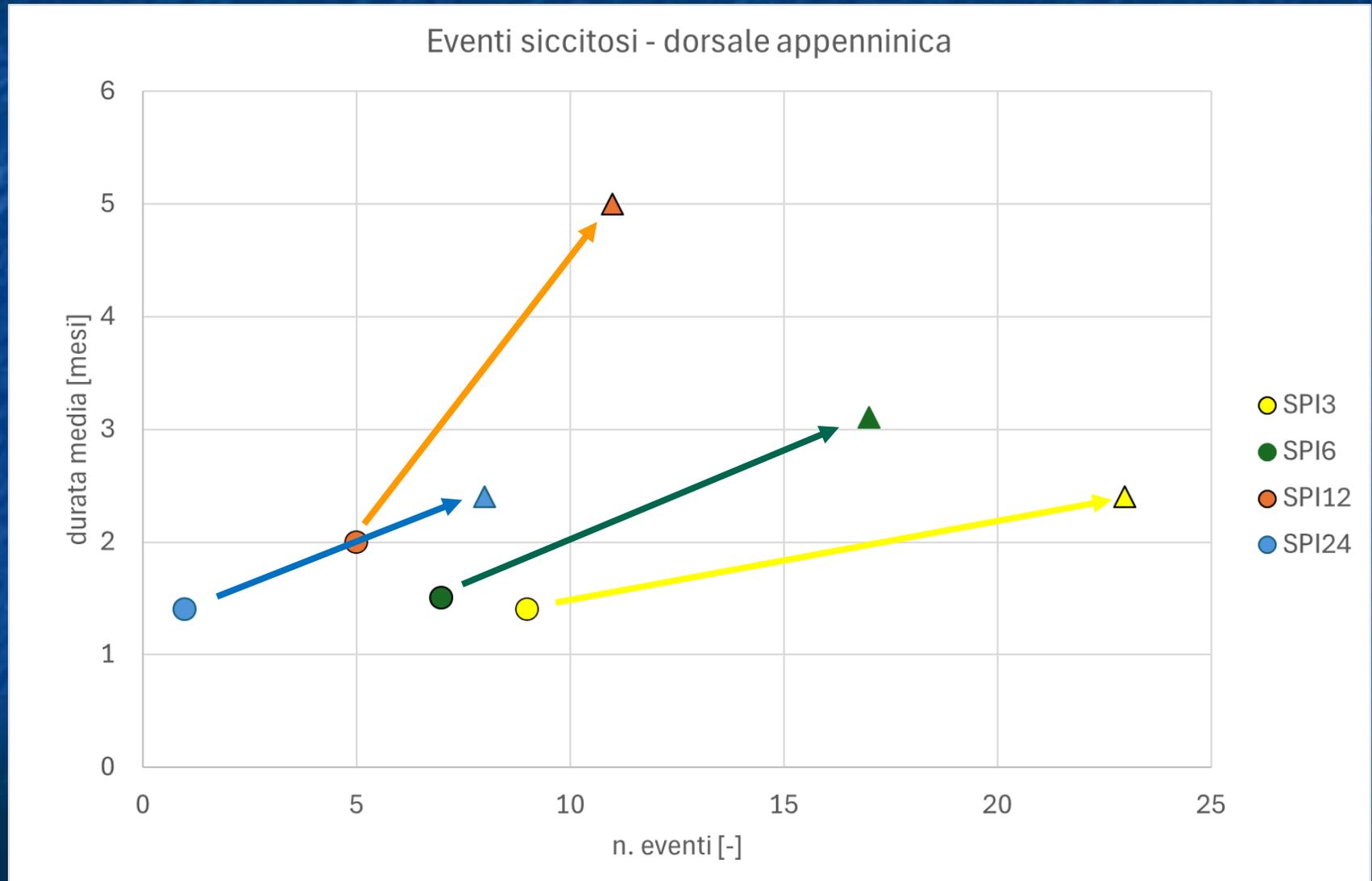


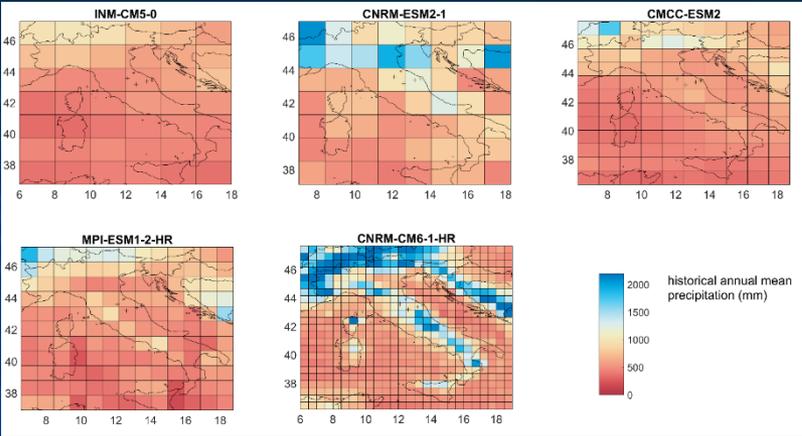
OBIETTIVO → analisi statistica delle serie «storiche» di deficit mediante metrica R-R-V (Reliability, Resilience, Vulnerability)



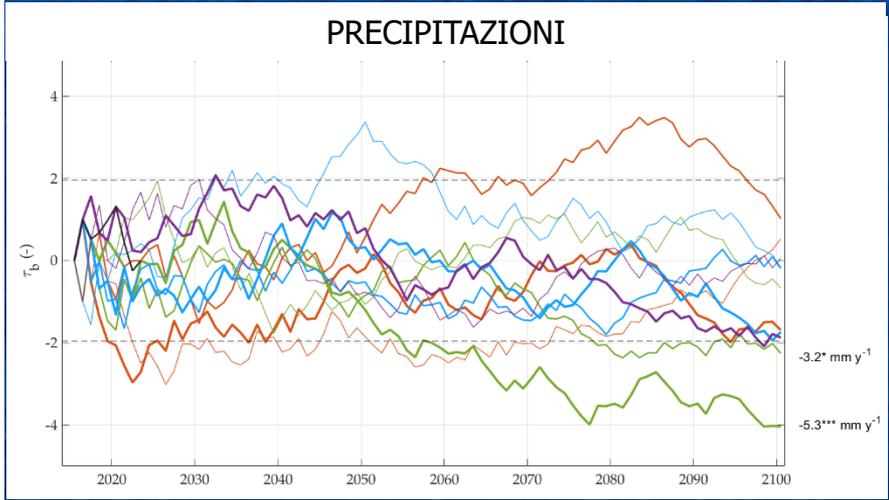
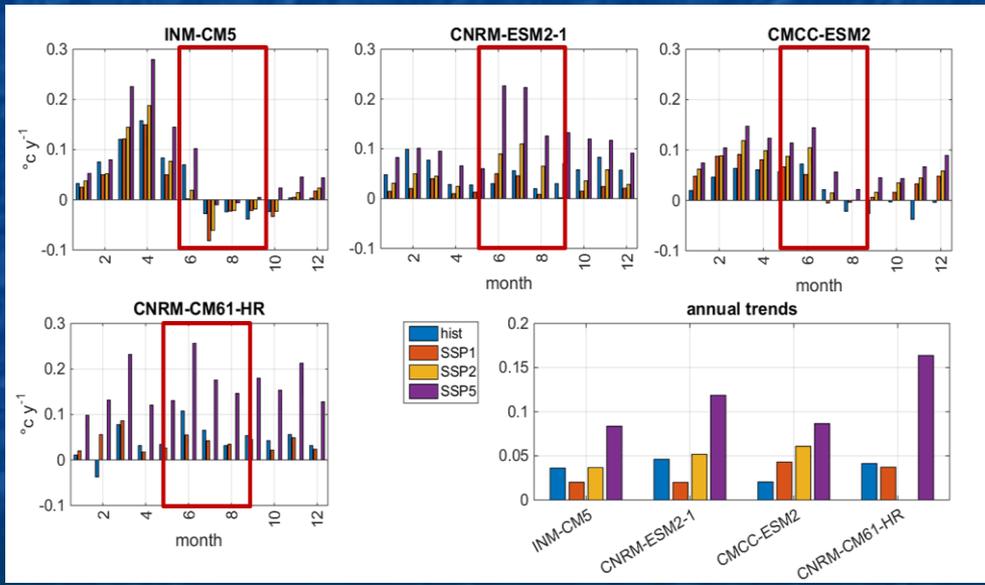
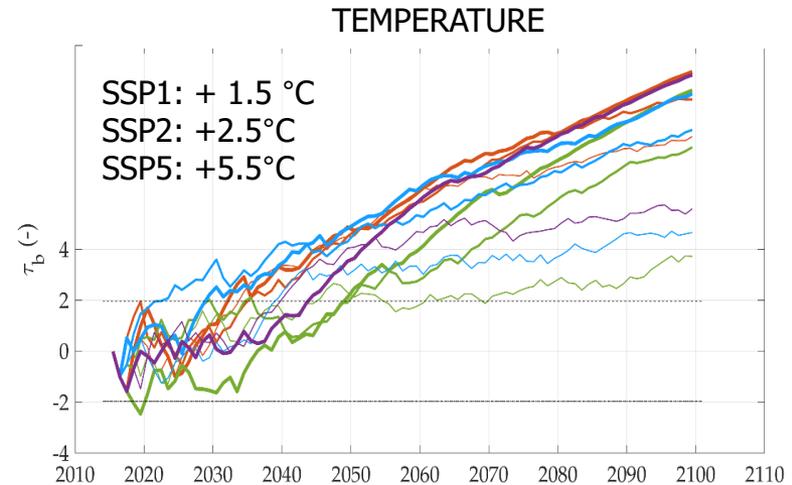
E' POSSIBILE IDENTIFICARE UN EVENTO SICCIOSO SULLA BASE DELLA CONDIZIONE $SPI_n < -1.5$. OGNI EVENTO PUO' ESSERE CARATTERIZZATO ANCHE SULLA BASE DELLA SUA DURATA

1953-1981 vs 1982-2013

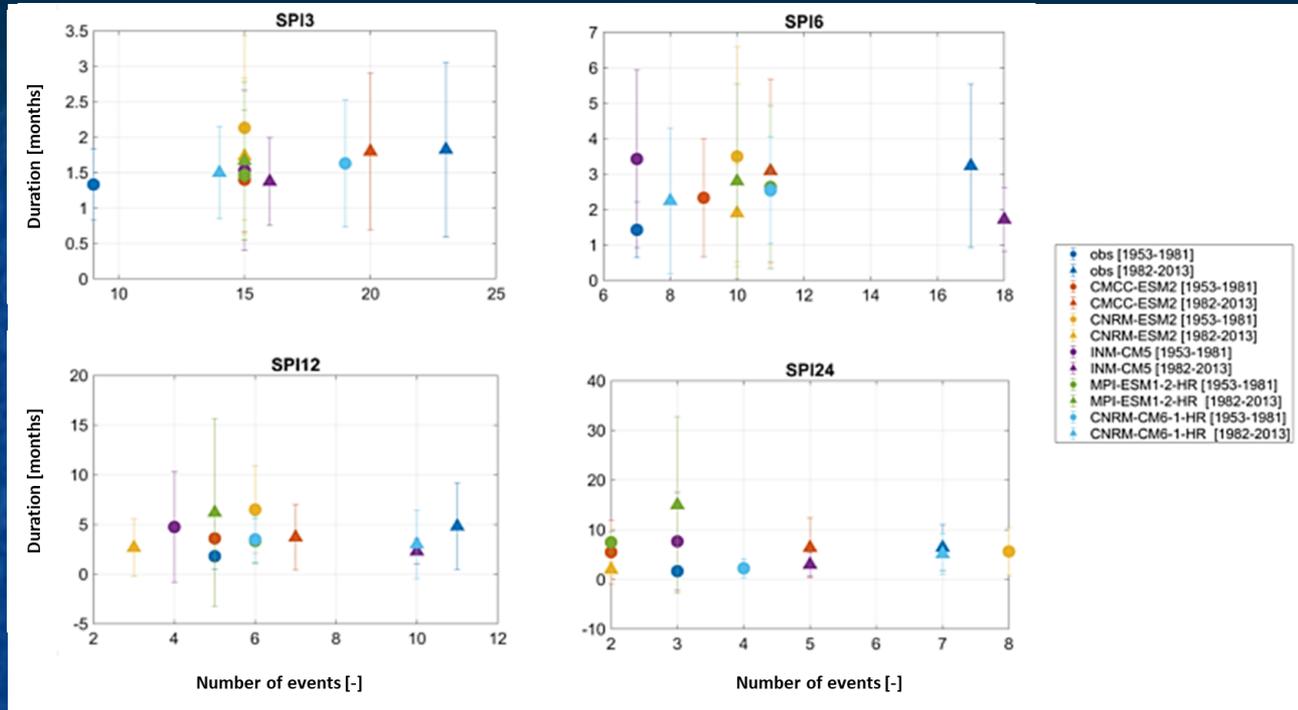




- CMCC ESM2 ssp1
- CMCC ESM2 ssp2
- CMCC ESM2 ssp5
- CNRM-ESM2 ssp1
- CNRM-ESM2 ssp2
- CNRM-ESM2 ssp5
- INM-CM5 ssp1
- INM-CM5 ssp2
- INM-CM5 ssp5
- CNRM-CM6-1-HR ssp1
- CNRM-CM6-1-HR ssp5
- 0.05 significance (positive)
- 0.05 significance (negative)



La scelta delle misure di adattamento più efficaci dipende dalle caratteristiche degli eventi siccitosi futuri



1. CMCC-ESM2 → simulazione dei processi idrologici che rispondono alla variabilità inter-annuale della precipitazione stagionale (SPI3 e SPI6).
2. CNRM-CM6-1-HR → simulazione dei processi idrologici che rispondono ad una variabilità delle precipitazioni di lungo periodo (12 o 24 mesi)..
3. INM-CM5 → riproduce correttamente il regime osservato delle anomalie di precipitazione su scale temporali ampie (12 e 24 mesi), ma non riproduce in maniera adeguata la persistenza nel tempo di condizioni di deficit pluviometrico.

- Centralità del «sistema di approvvigionamento idrico» nella determinazione della corretta scala spaziale e temporale di analisi per la valutazione del livello di severità idrica
- Necessità di una modellistica condivisa che metta in relazione le variabili meteo-idrologiche rappresentate alla opportuna scala spaziale e temporale con la capacità di soddisfacimento dei fabbisogni da parte del sistema → INOPIA^{QGIS} è uno strumento informatico sviluppato secondo questa filosofia
- Il sistema di supporto alle decisioni INOPIA^{QGIS} risulta adatto a simulare il comportamento dei sistemi di approvvigionamento idrico umbri potendo rappresentare a partire dal regime di precipitazione la disponibilità di risorsa superficiale e sotterranea
- Le metodologie di post-processing sono basate su indicatori riconosciuti dal Ministero tramite le linee guida (Mariani et al. 2018) e possono essere convenientemente utilizzate nei tavoli istituzionali tra diversi stakeholders