

Rapporto tra affidabilità nella gestione della risorsa idrica e variazioni climatiche: una esperienza nell'area della regione Campania

Antonia Longobardi



1) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Salerno, Fisciano (SA), Italy.



2) LIDAM, Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima, Università di Salerno, Fisciano (SA), Italy



CReIAMO PA

Per un cambiamento sostenibile



UNIONE EUROPEA

Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Agenzia per la Coesione Territoriale



Presidenza del Consiglio dei Ministri
**Dipartimento della
Funzione Pubblica**



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



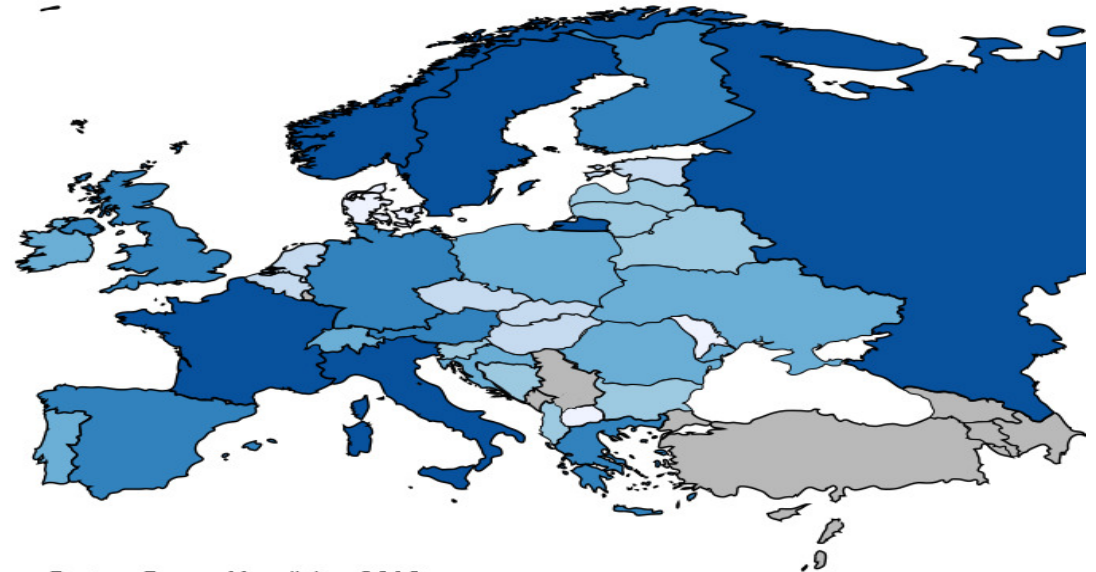
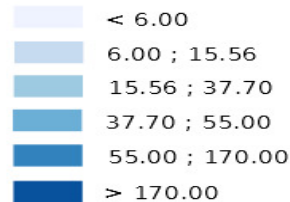
pon GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020



Le risorse idriche

- Il totale delle risorse rinnovabili, virtualmente inesauribili, in Italia si stima ammonti a 168 miliardi di m³, un dato superiore a paesi come la Gran Bretagna e la Germania.
- le risorse disponibili da deflussi superficiali ammontano a circa 40 miliardi di m³, cui si aggiungono 12 miliardi di m³ di acque sotterranee. Il totale delle risorse idriche disponibili in Italia ammonterebbe quindi a circa 52 miliardi di m³.

Totale risorse idriche rinnovabili (Miliardi - metri cubi)

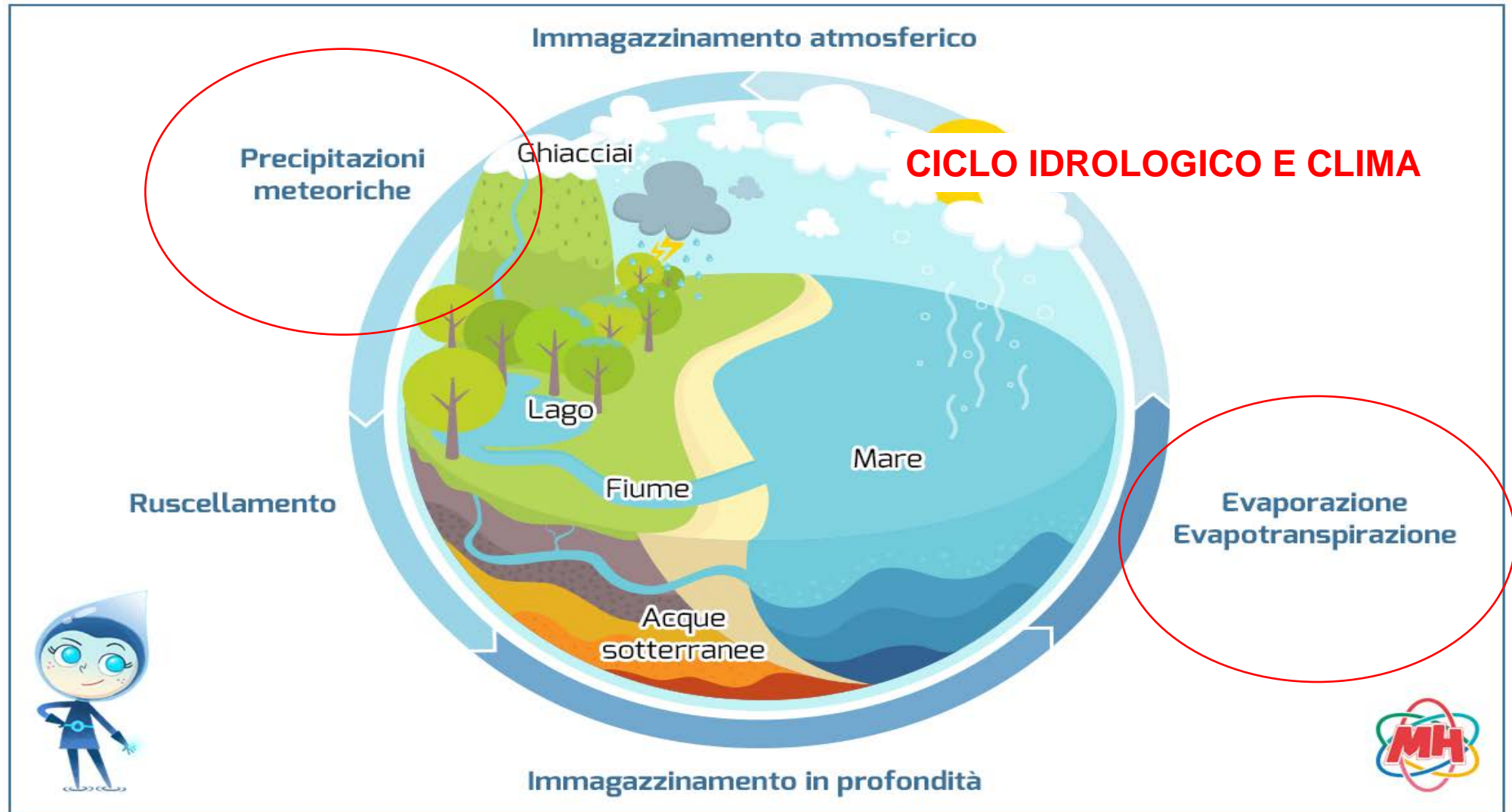


Fonte : Banca Mondiale - 2013
Copyright © Actualitix.com All rights reserved

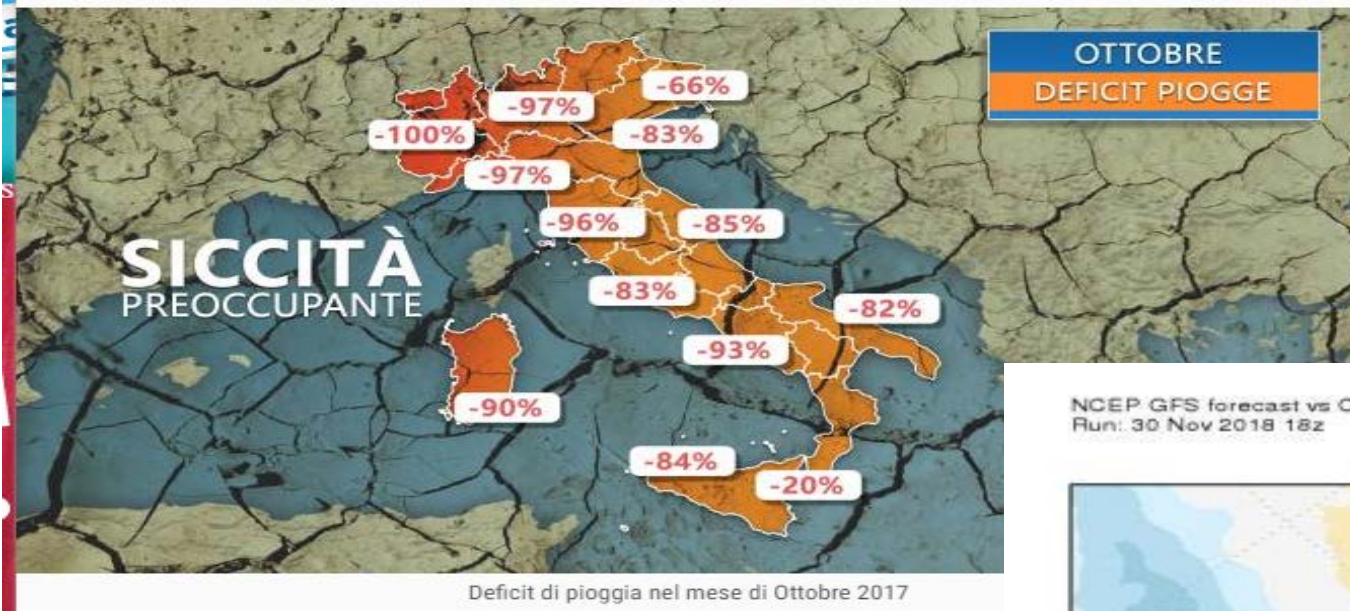


CReIAMO PA

Le risorse idriche

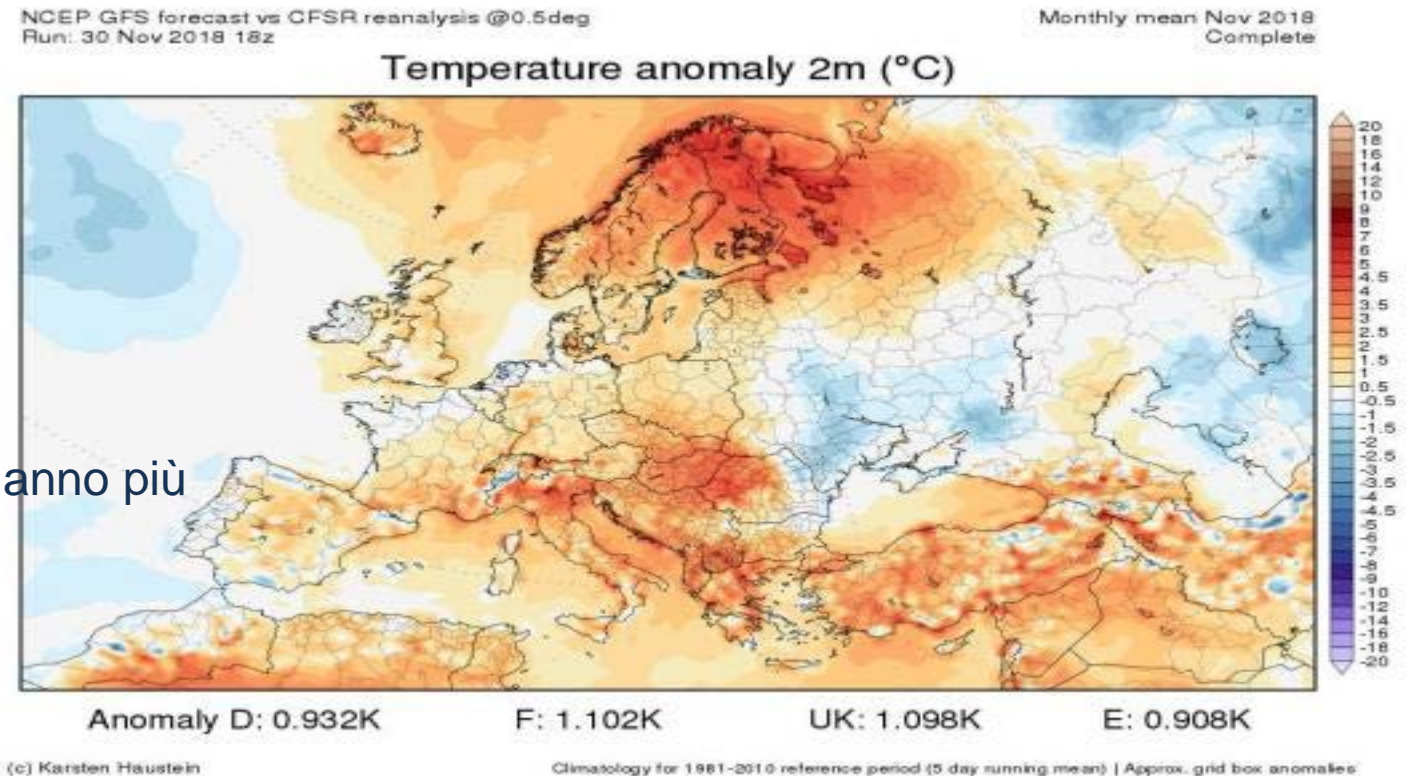


Il clima



Clima, siccità record: il 2017 l'anno meno piovoso in Italia dal 1800

Il 2018 chiuderà probabilmente come il secondo anno più caldo di sempre dal dopoguerra



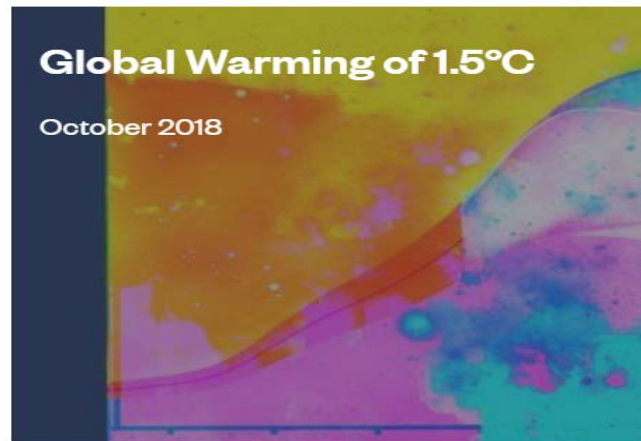
Il cambiamento climatico

ipcc

The IPCC prepares comprehensive Assessment Reports about climate change, its impact and future risks, and options for reducing the rate at which it is changing. It also prepares Special Reports on topics agreed to by its member governments, as well as Methodology Reports on the preparation of greenhouse gas inventories. Learn more about the reports [here](#).

Latest and Upcoming Report

Special Report



ipcc

REPORTS WORKING GROUPS ACTIVITIES NEWS CALEND

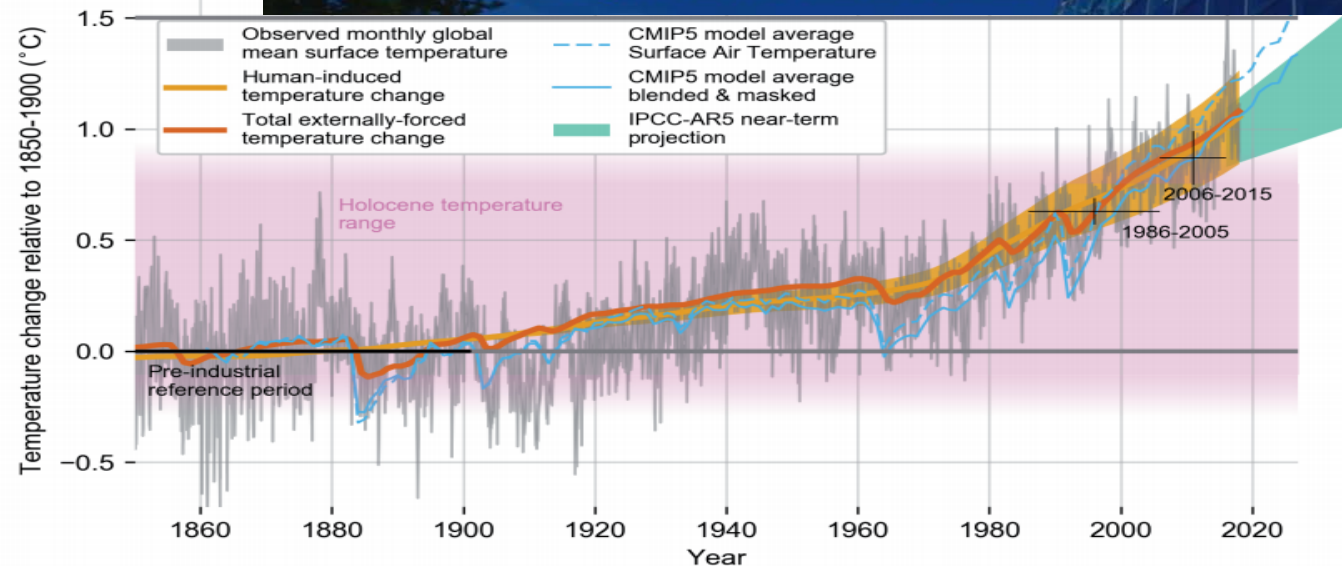


Figure 1.2 | Evolution of global mean surface temperature (GMST) over the period of instrumental observations. Grey shaded line shows monthly mean GMST in the HadCRUT4, NOAA GlobalTemp, GISTEMP and Cowtan-Way datasets, expressed as departures from 1850–1900, with varying grey line thickness indicating inter-dataset range. All observational datasets shown represent GMST as a weighted average of near surface air temperature over land and sea surface temperature over oceans. Human-induced (yellow) and total (human- and naturally-forced, orange) contributions to these GMST changes are shown calculated following Otto et al. (2015) and Hausteine et al. (2017). Fractional uncertainty in the level of human-induced warming in 2017 is set equal to $\pm 20\%$ based on multiple lines of evidence. Thin blue lines show the modelled global mean surface air temperature (dashed) and blended surface air and sea surface temperature accounting for observational coverage (solid) from the CMIP5 historical ensemble average extended with RCP8.5 forcing (Cowtan et al., 2015; Richardson et al., 2018). The pink shading indicates a range for temperature fluctuations over the Holocene (Marcott et al., 2013). Light green plume shows the AR5 prediction for average GMST over 2016–2035 (Kirtman et al., 2013). See Supplementary Material 1.SM for further details.



CReIAMO PA

AR5 Synthesis Report

ipcc

[REPORTS](#) [WORKING GROUPS](#) [ACTIVITIES](#) [NEWS](#) [CALENDAR](#)



SYNTHESIS REPORT

AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014

October 2014

[EXPLORE](#)



WORKING GROUP REPORT

AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change

April 2014

[EXPLORE](#)



WORKING GROUP REPORT

AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability

March 2014

[EXPLORE](#)



CReIAMO PA

Proiezioni climatiche



SYNTHESIS REPORT

AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014

October 2014

[EXPLORE](#)

Projected Temperature Change

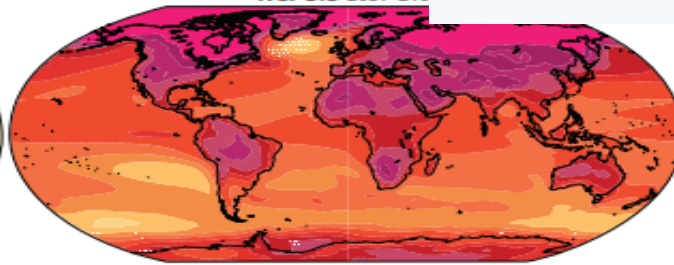
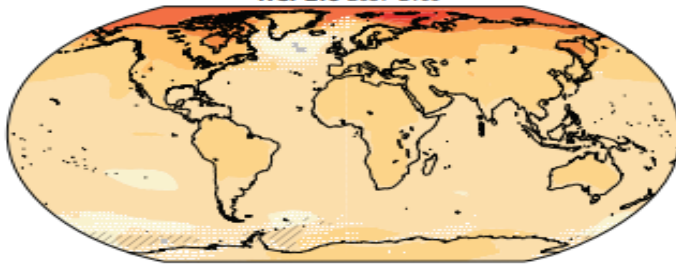


Solid Color Very strong agreement
Gray Divergent changes

White Dots Strong agreement
Diagonal Lines Little or no change

RCP2.6 2081-2100

RCP8.5 2081-2100



Projected Precipitation Change



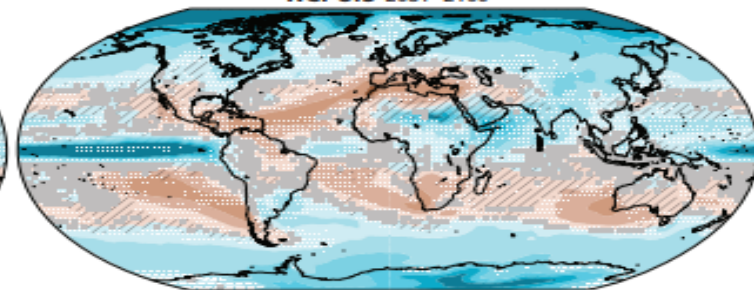
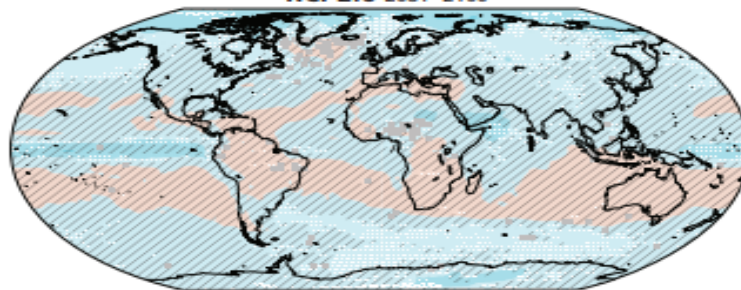
Difference from 1986-2005 mean (%)

Solid Color Very strong agreement
Gray Divergent changes

White Dots Strong agreement
Diagonal Lines Little or no change

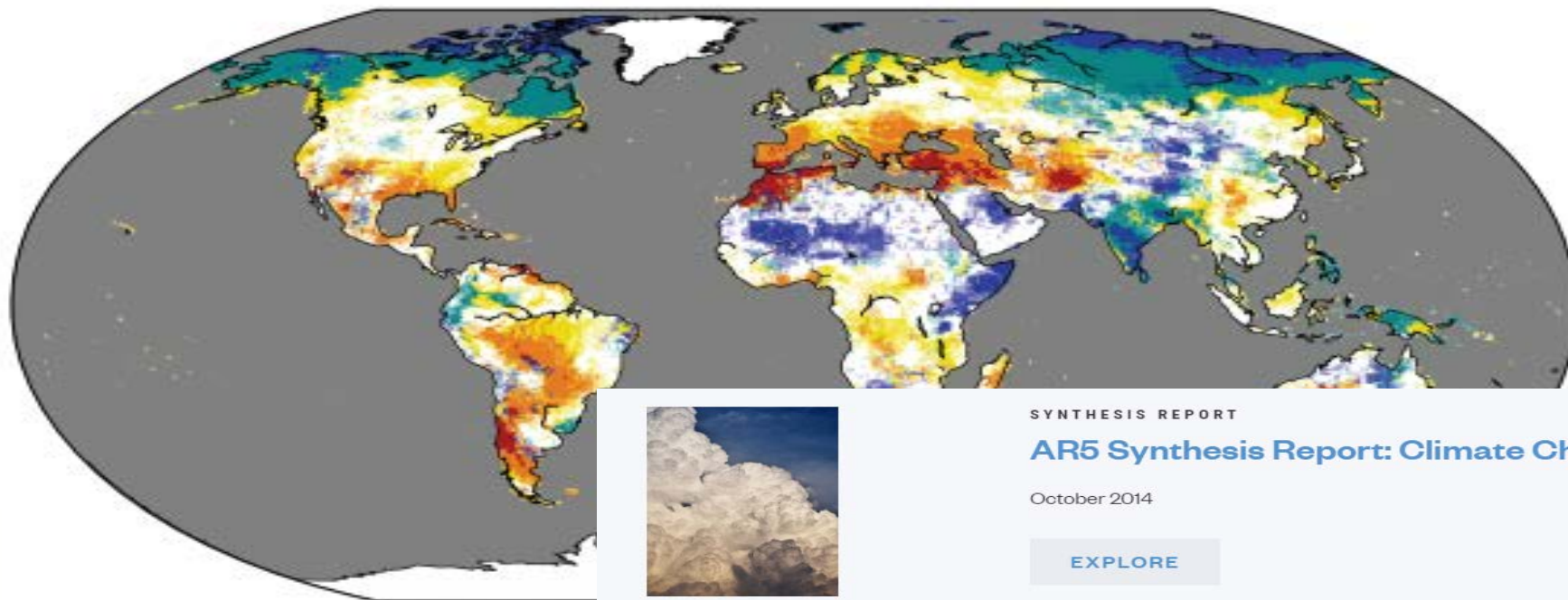
RCP2.6 2081-2100

RCP8.5 2081-2100



CREIAMO PA

Proiezioni disponibilità della risorsa idrica



SYNTHESIS REPORT

AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014

October 2014

EXPLORE

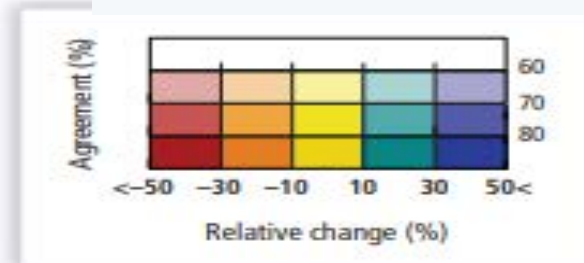


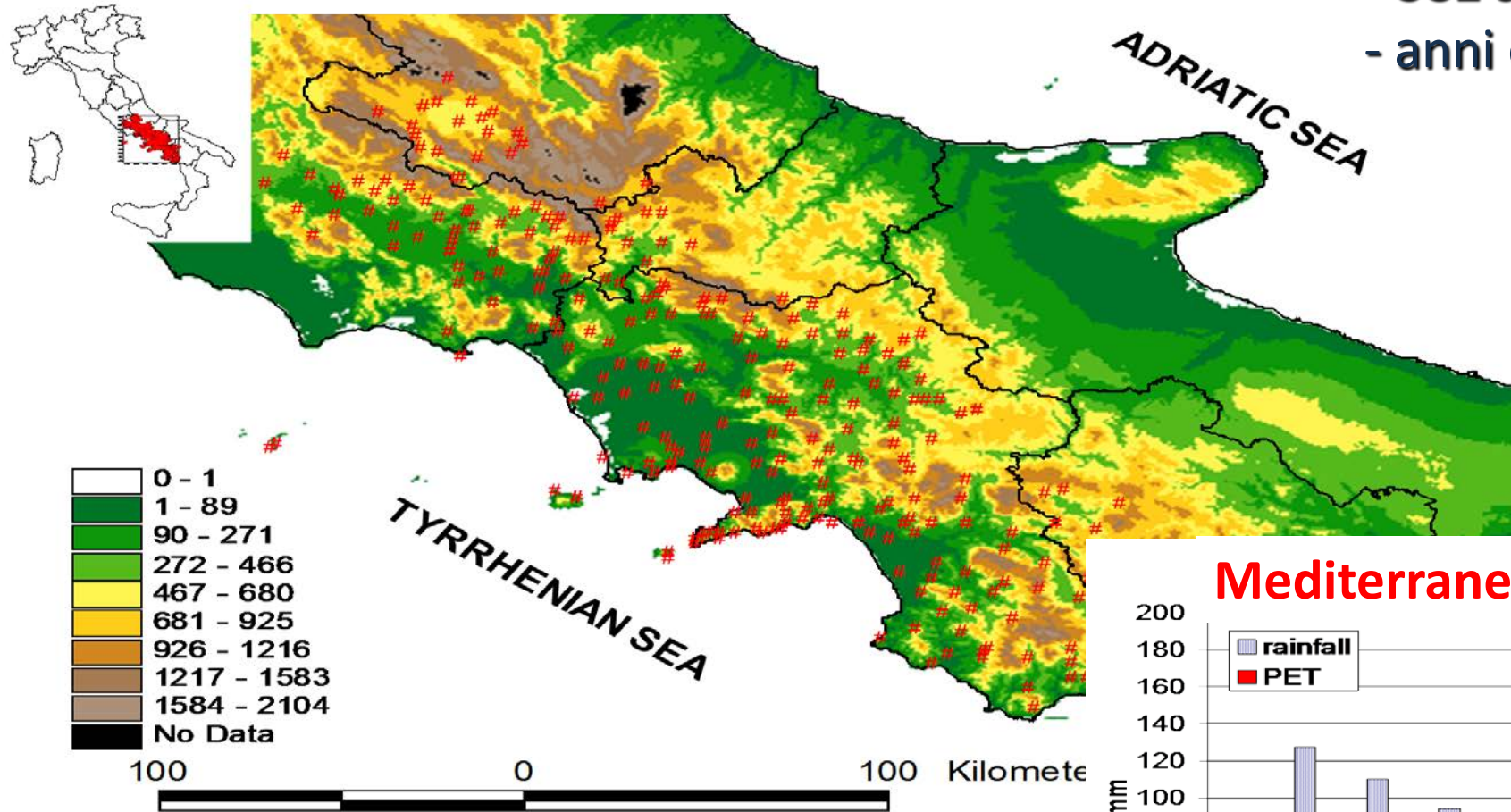
Figure 3-4 | Percentage change of mean annual streamflow for a global mean temperature rise of 2°C above 1980–2010 (2.7°C above pre-industrial). Color hues show the multi-model mean change across 5 General Circulation Models (GCMs) and 11 Global Hydrological Models (GHMs), and saturation shows the agreement on the sign of change across all 55 GHM–GCM combinations (percentage of model runs agreeing on the sign of change) (Schewe et al., 2013).



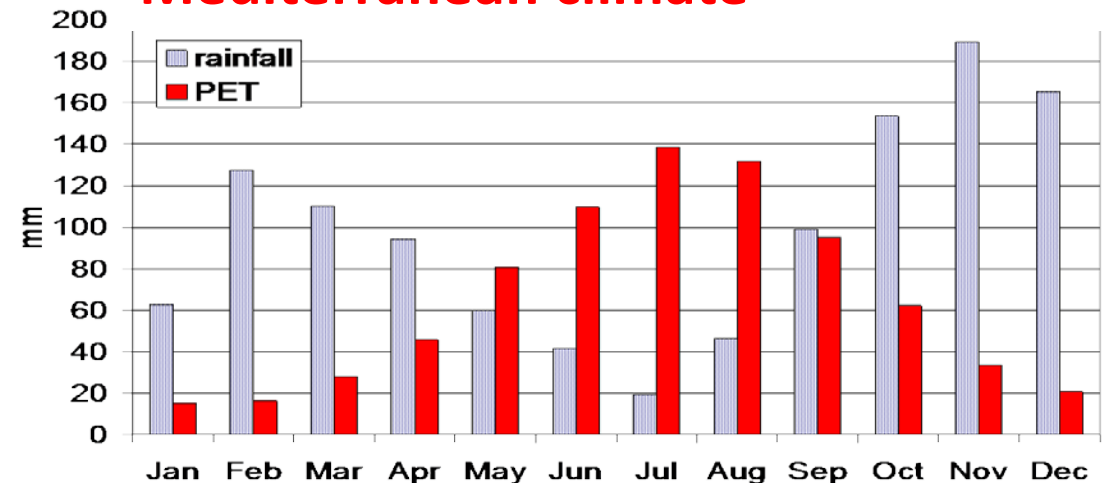
CReIAMO PA

Esperienza nella Regione Campania

- 382 stazioni pluviometriche
- anni osservazione = 1919 - 1999



Mediterranean climate



Clima e processi stocastici

Raccolta dato (serie storica)

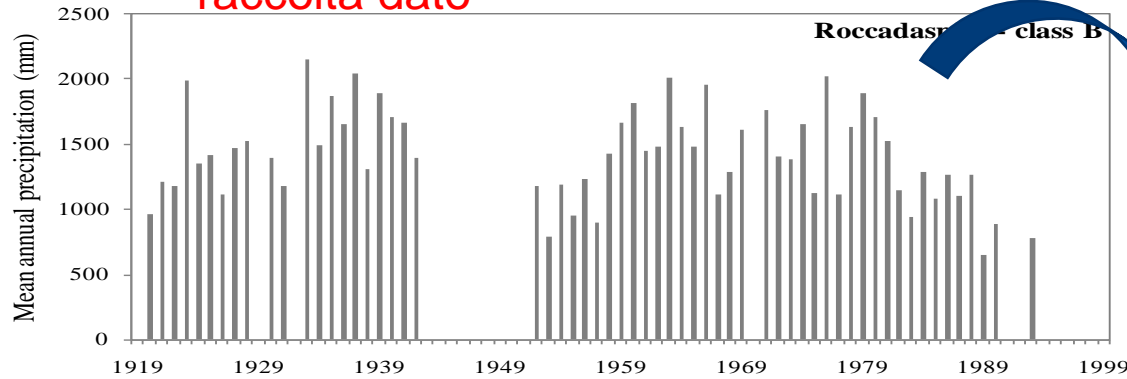
Controllo di qualità (omogeneità)

Analisi serie storica
(evoluzione temporale)

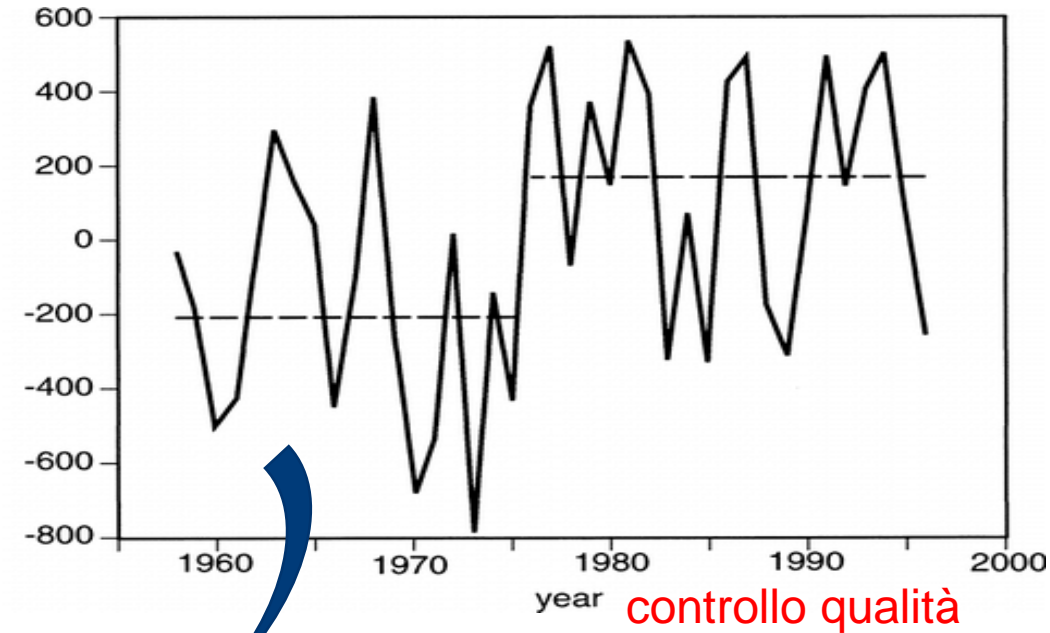


Clima e processi stocastici

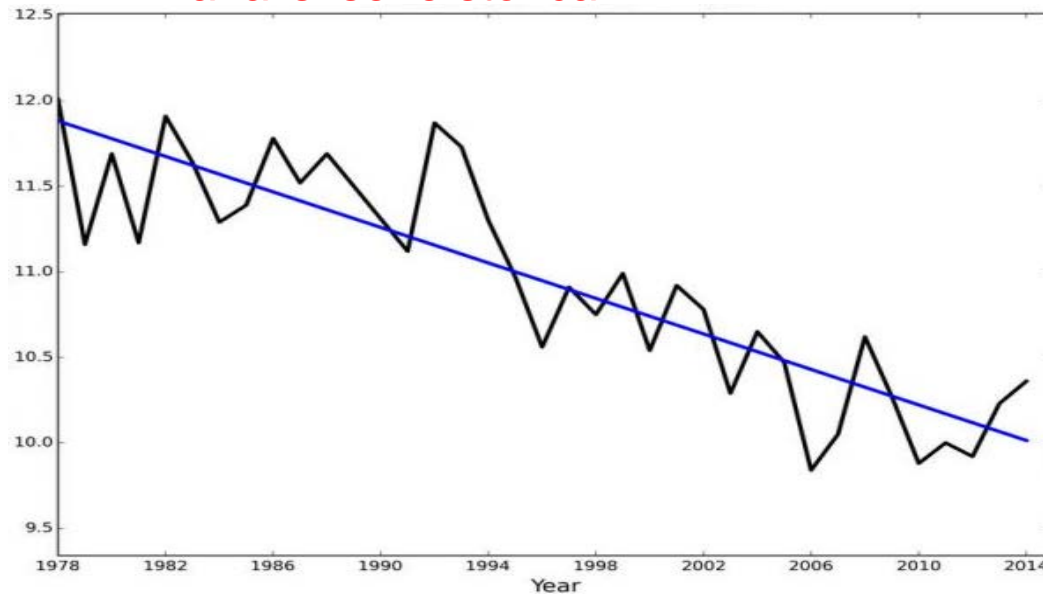
raccolta dato



identification of break points



analisi serie storica

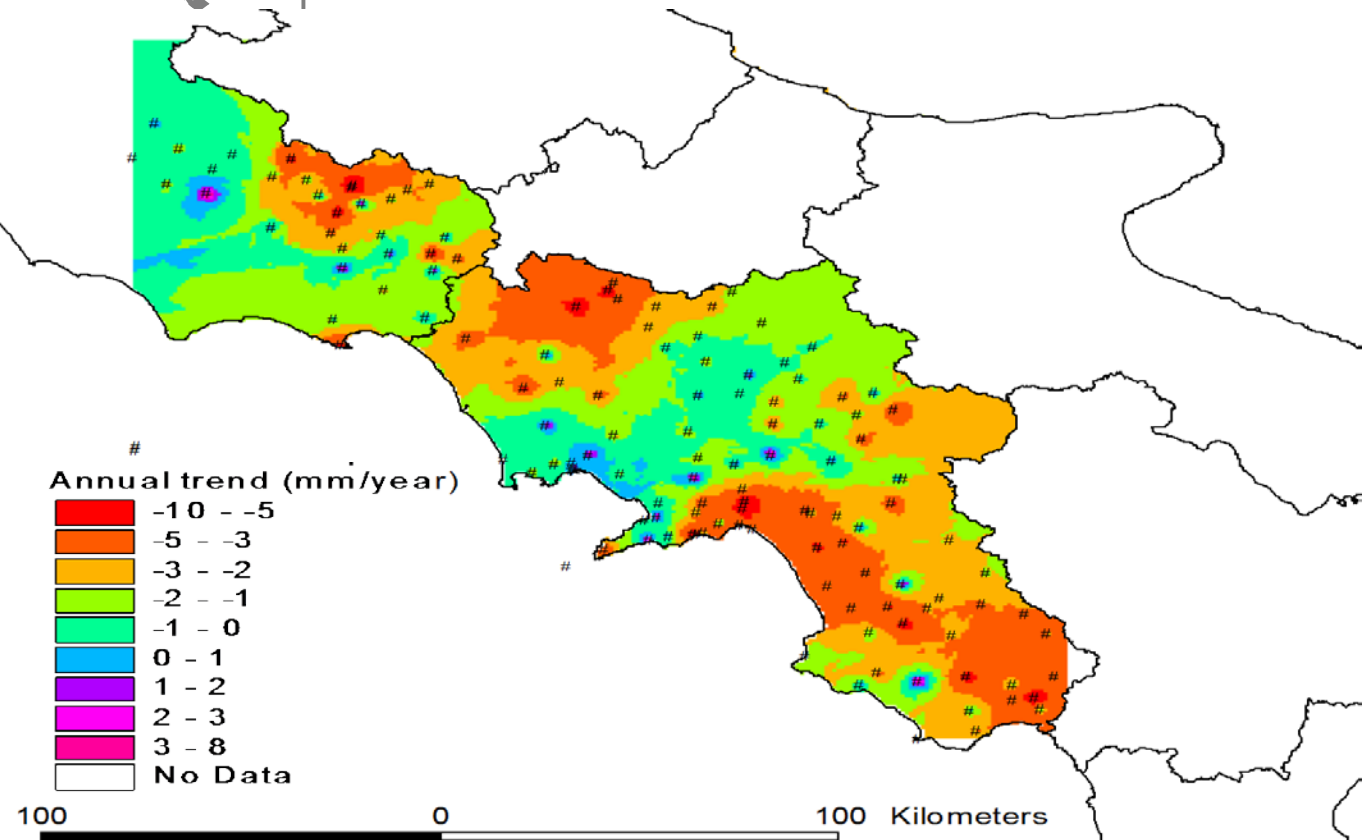
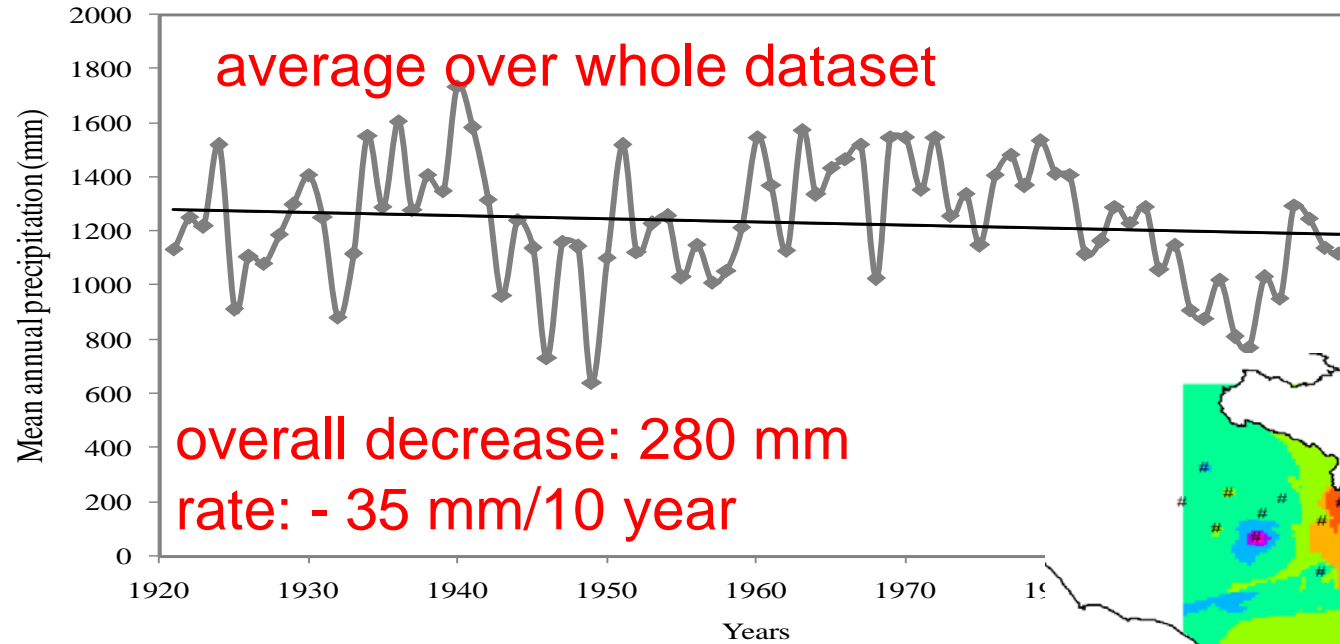


Temporal trend analysis

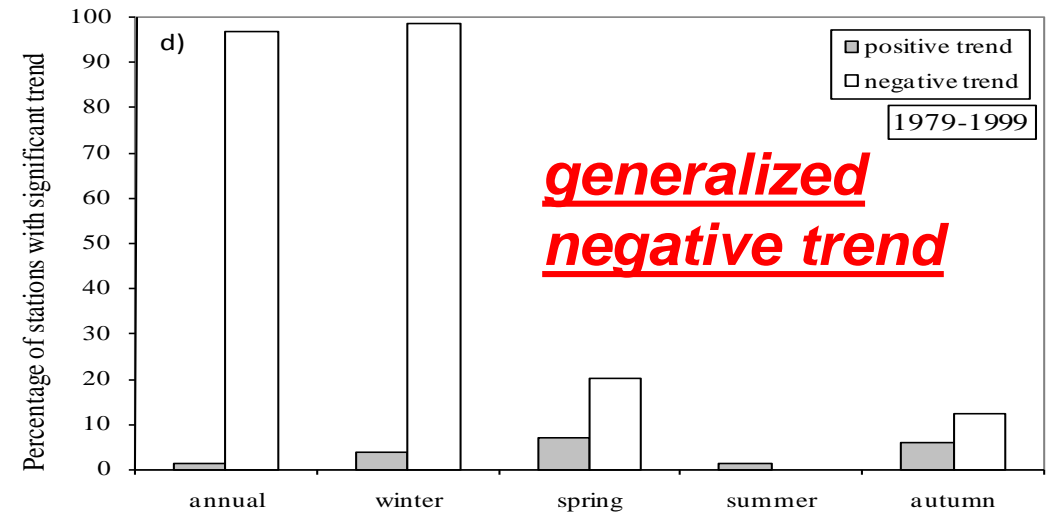
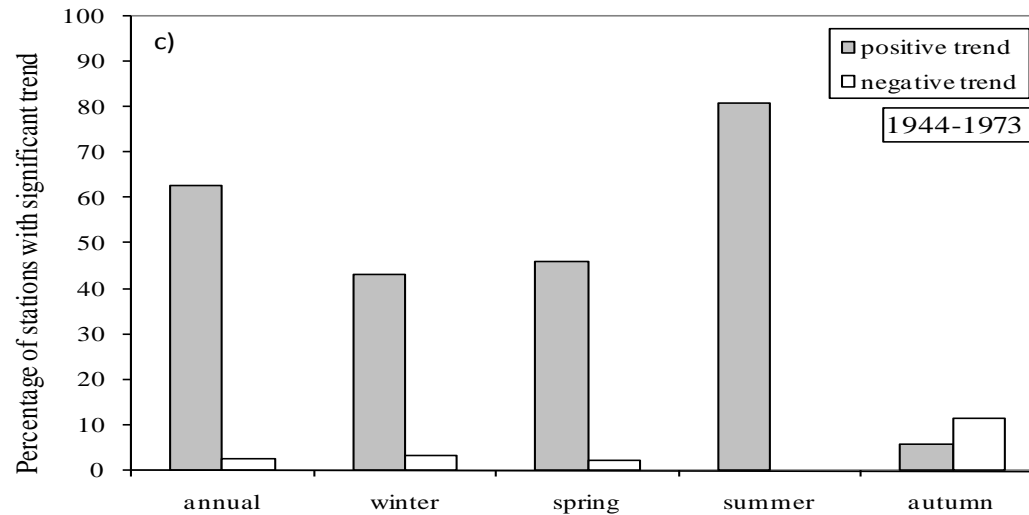
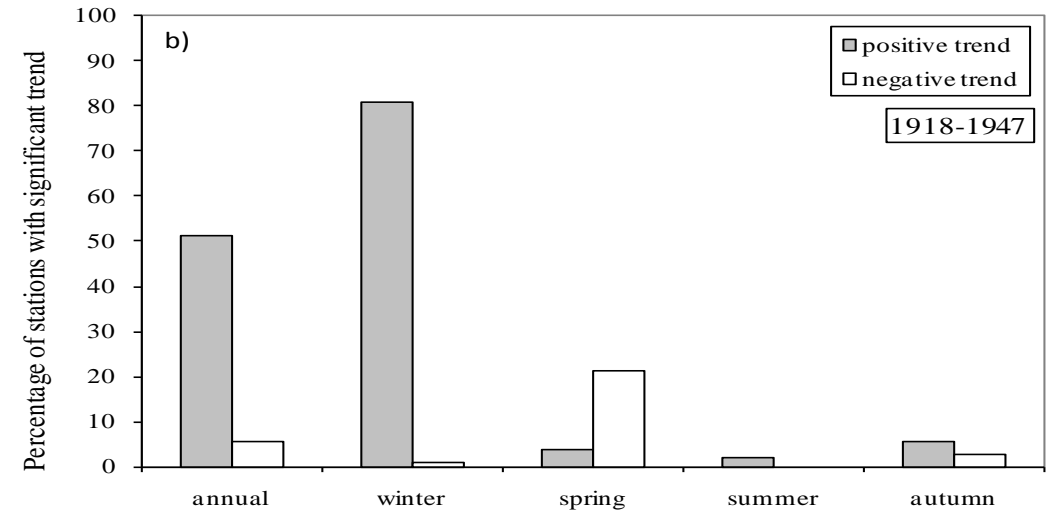
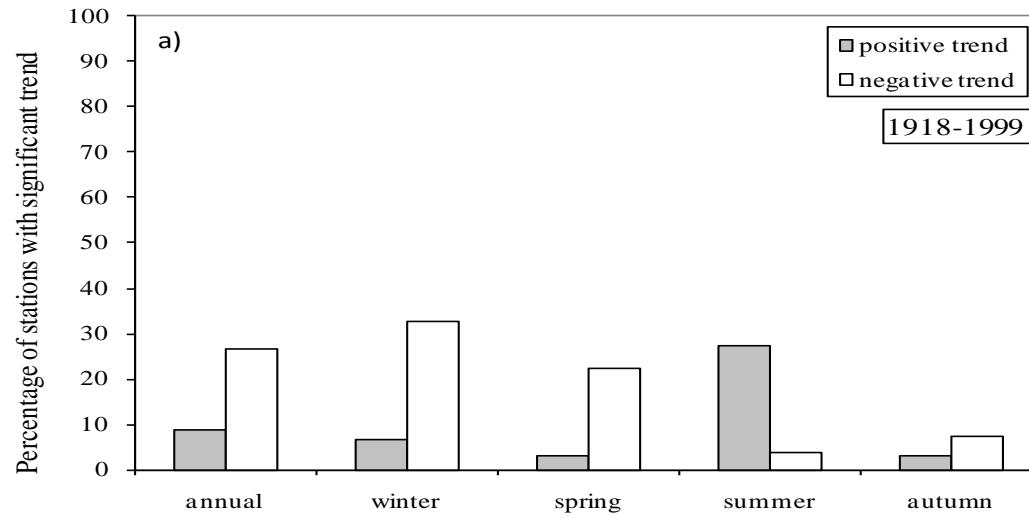
controllo qualità



Precipitazioni annuali



Precipitazioni annuali

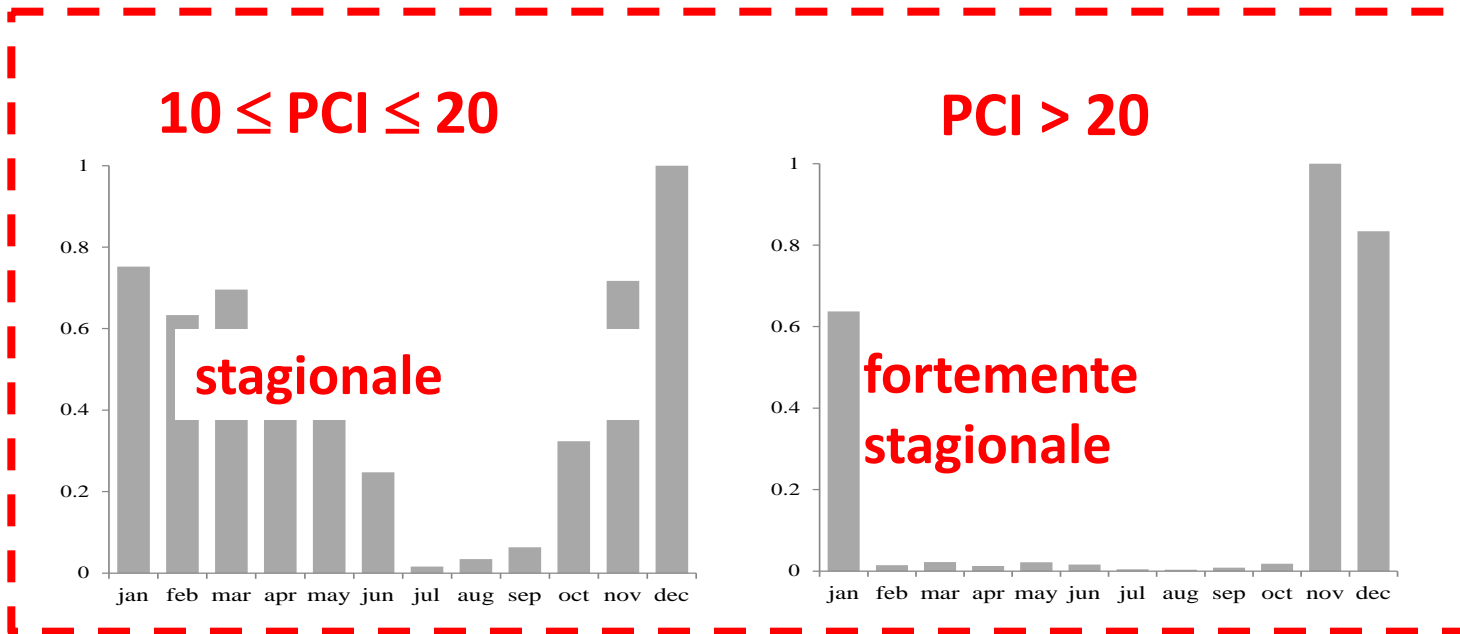
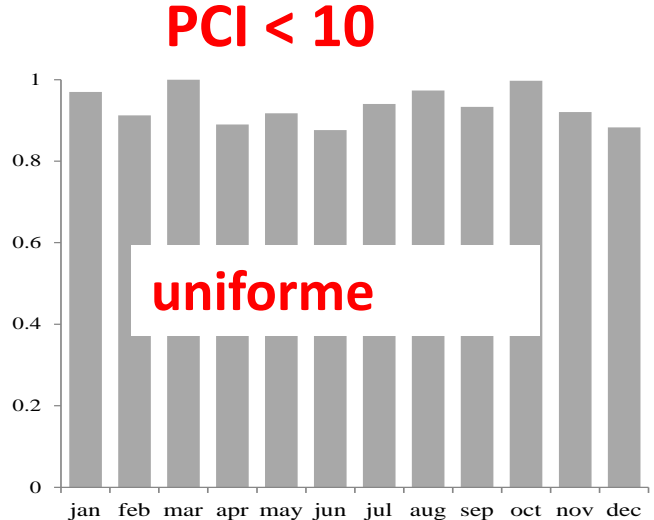


Distribuzione stagionale delle piogge

$$PCI = 100 \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{\left(\sum_{i=1}^{12} P_i \right)^2}$$

$$avPCI = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 100 \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{ij}^2}{\left(\sum_{i=1}^{12} P_{ij} \right)^2}$$

BACINI MEDITERRANEI



Cambiamento nella stagionalità delle piogge

Analisi spaziale e temporale della stagionalità delle piogge nell'Italia Meridionale

notoriamente caratterizzate da una stagione estiva praticamente siccitosa.

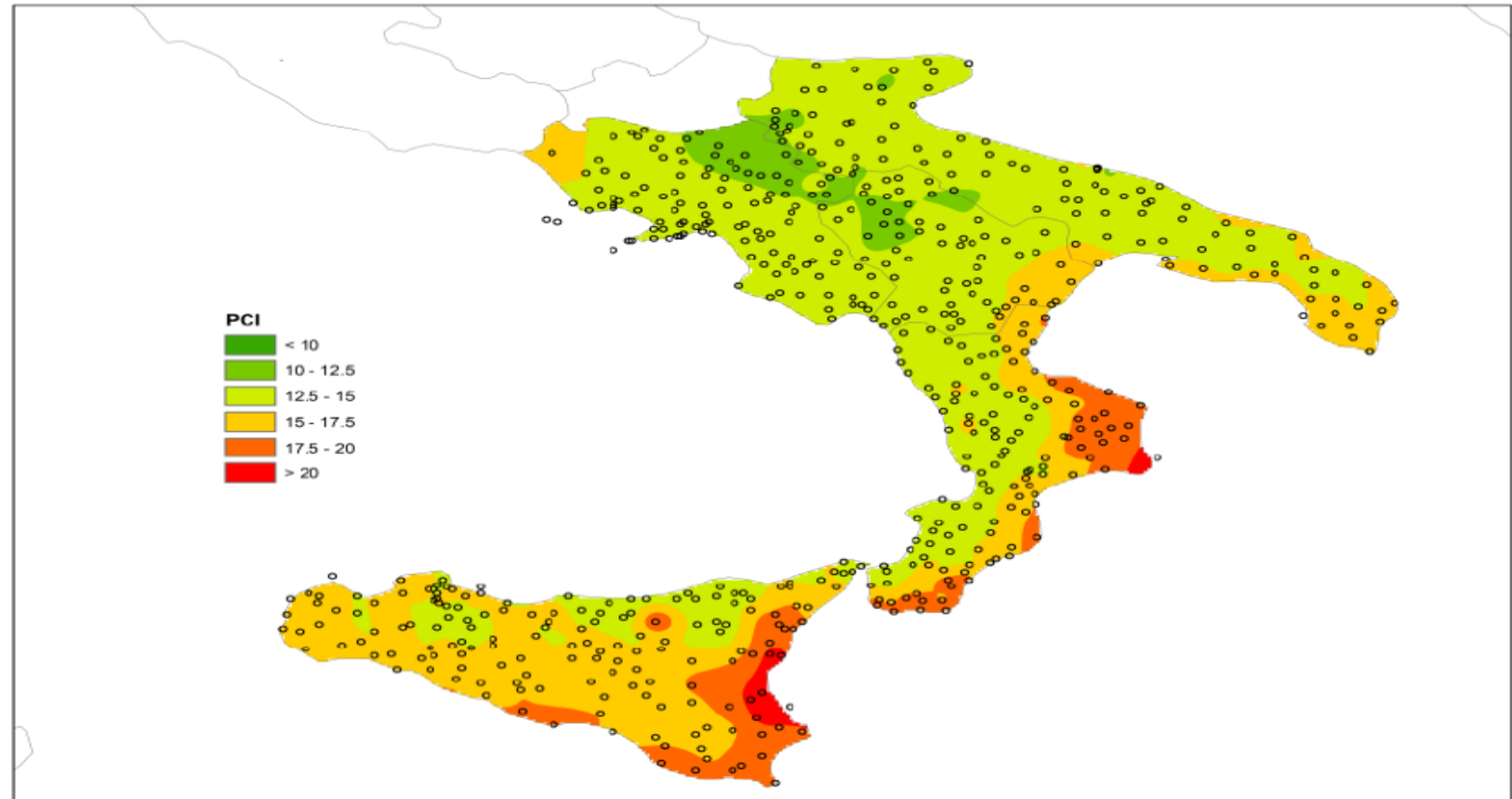
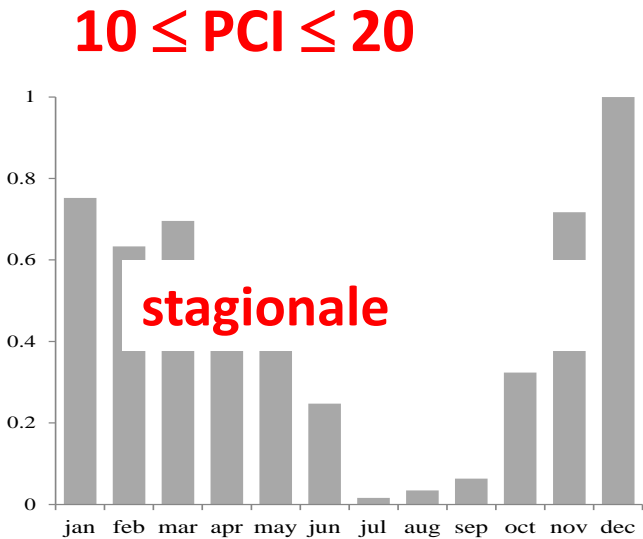


Figura 4. Caratterizzazione del regime climatico medio di lungo periodo, quantificato attraverso l'indice PCI.

Cambiamento nella stagionalità delle piogge

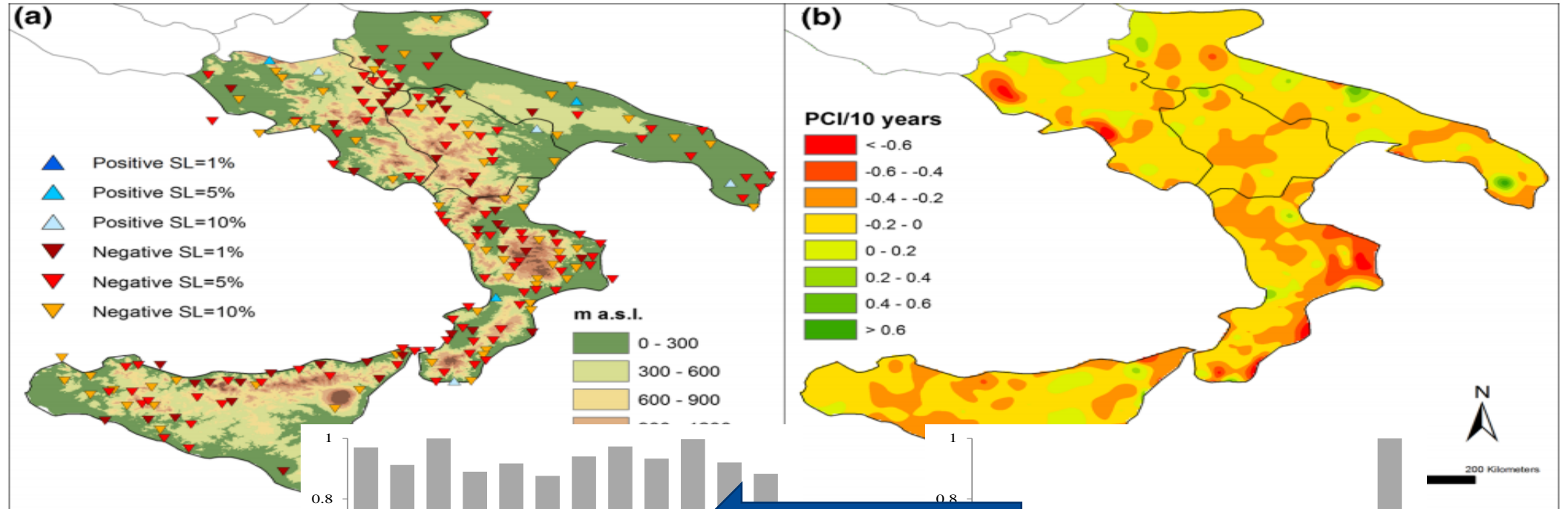
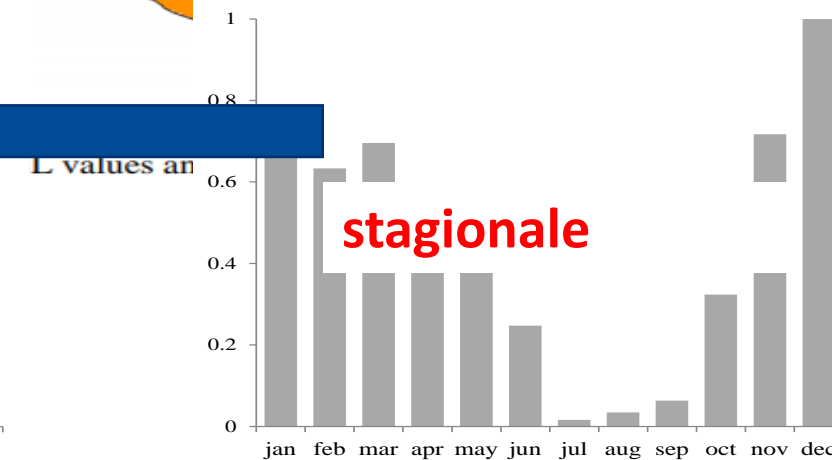
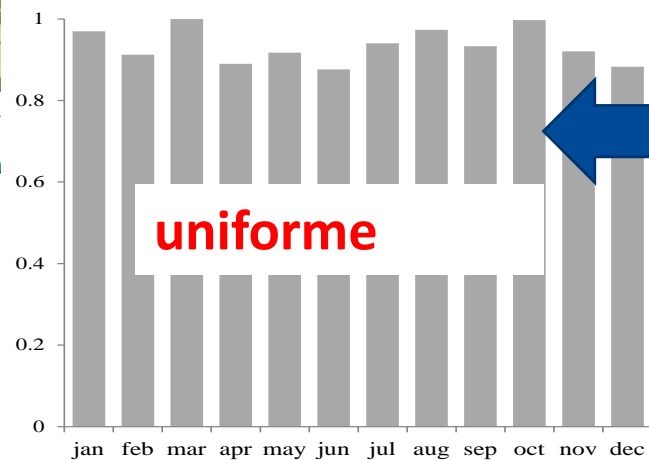


Fig. 10 Spatial distribution slope estimator



Temperature annuali e stagionali

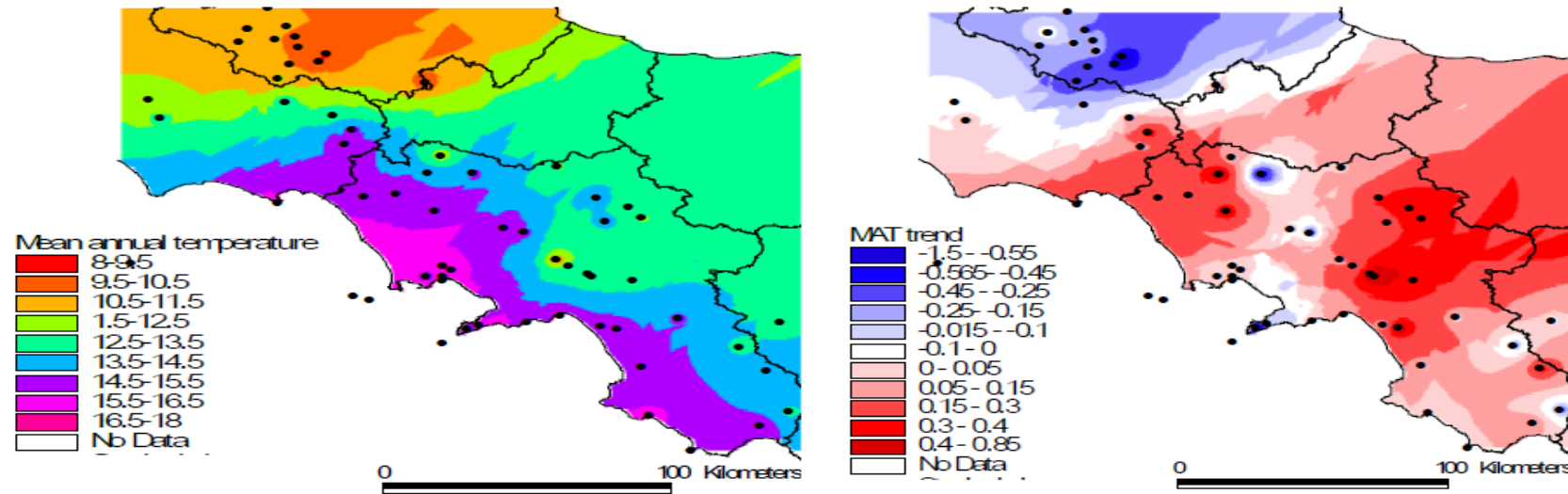


Figure 4.1: Mean annual temperature (left panel) and mean annual temperature trend spatial distribution (°C/decade – right panel) for the studied area.

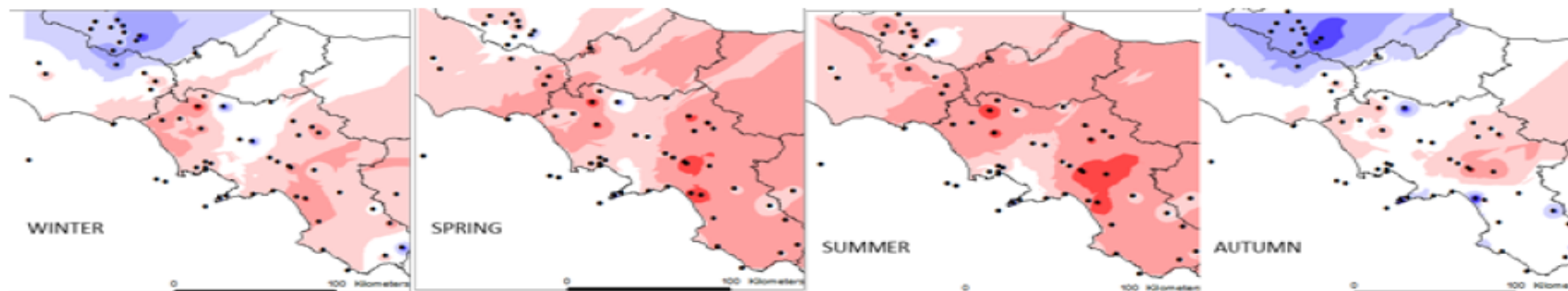


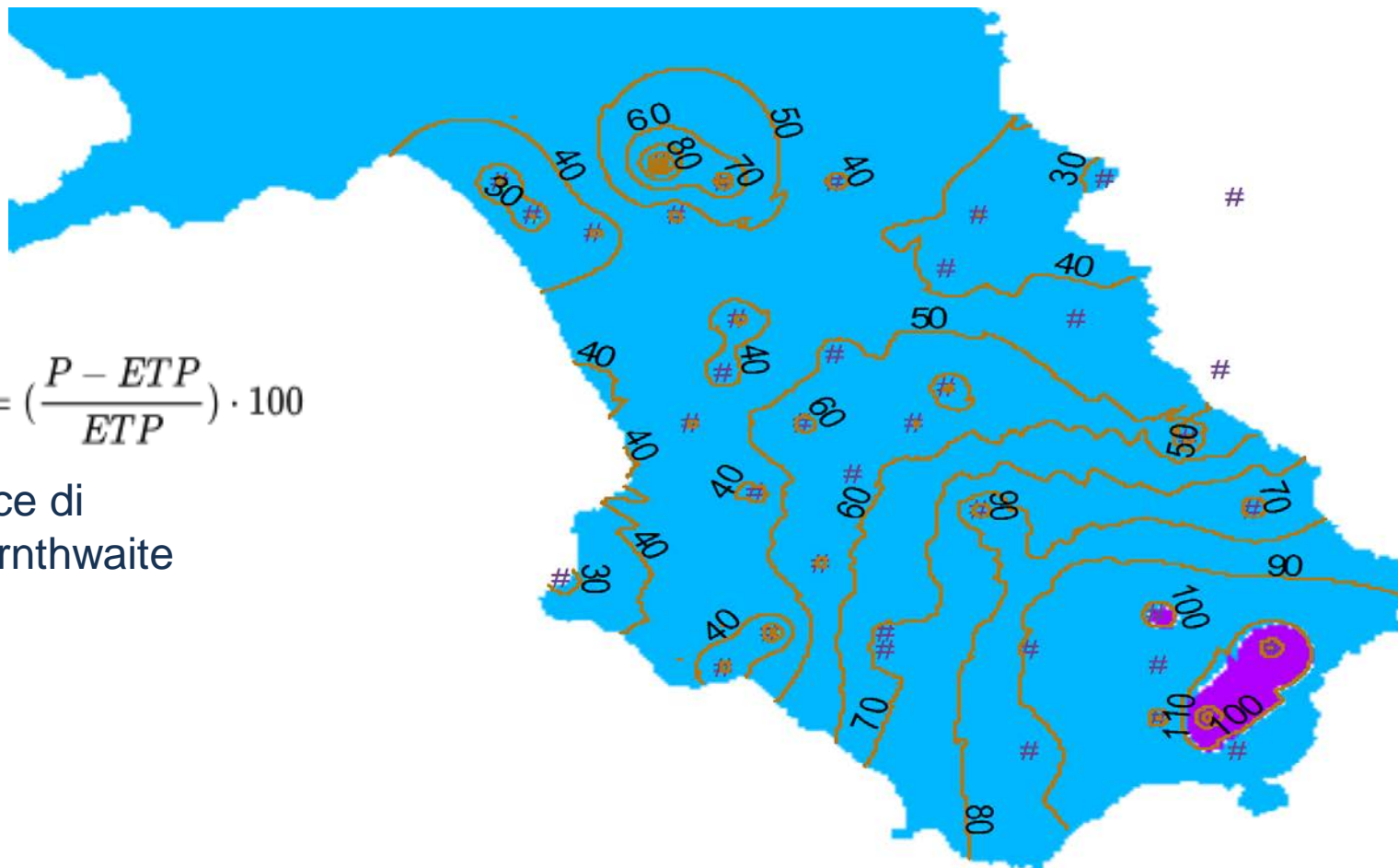
Figure 4.2: Seasonal temperature trend spatial distribution (°C/decade – right panel) for the studied area.



Evapotraspirazione potenziale

$$I_m = \left(\frac{P - ETP}{ETP} \right) \cdot 100$$

Indice di
Thornthwaite

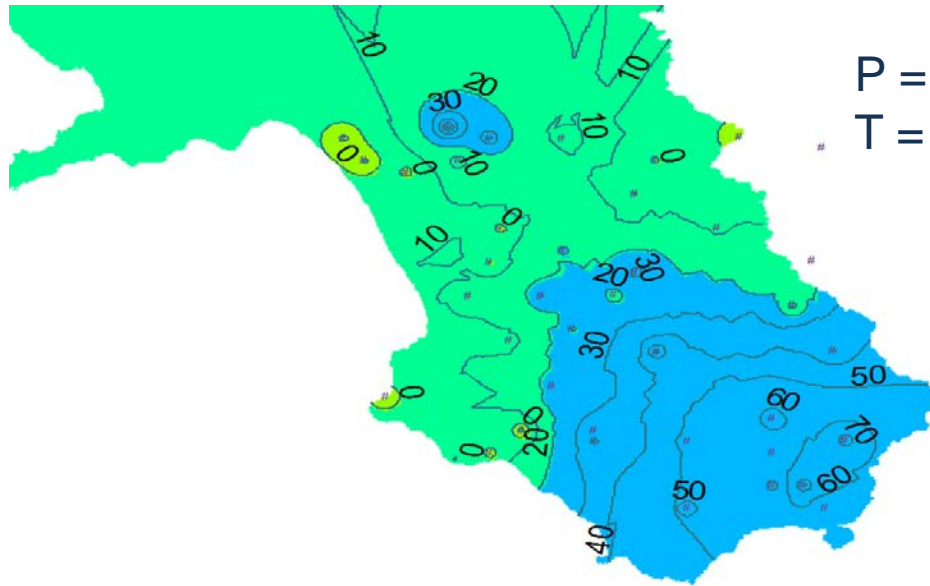


- Iperumido $I > 100$
- Umido $80 > I > 20$
- Subumido $20 > I > 0$
- Subarido $0 > I > -33$
- Semiarido $-33 > I > -66$
- Arido $I > -66$




CReIAMO PA

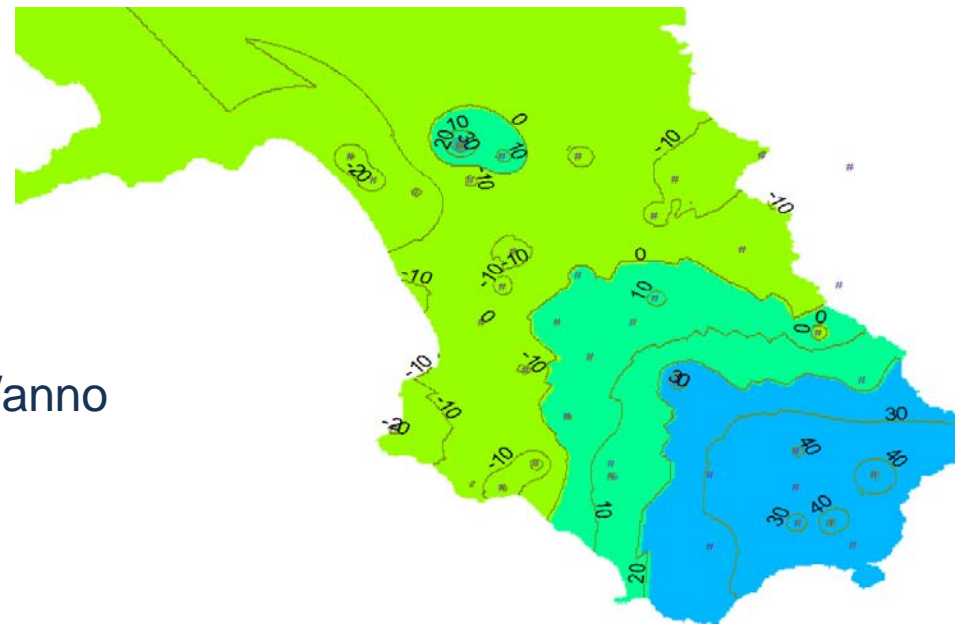
Tendenze evapotraspirazione potenziale



P = +3.5 mm/anno

T = +2°C

-  Iperumido $I > 100$
-  Umido $80 > I > 20$
-  Subumido $20 > I > 0$
-  Subarido $0 > I > -33$
-  Semiarido $-33 > I > -66$
-  Arido $I > -66$



P = +3.5 mm/anno

T = +4°C



CREIAMO PA

E la gestione della risorsa? Diga Alento

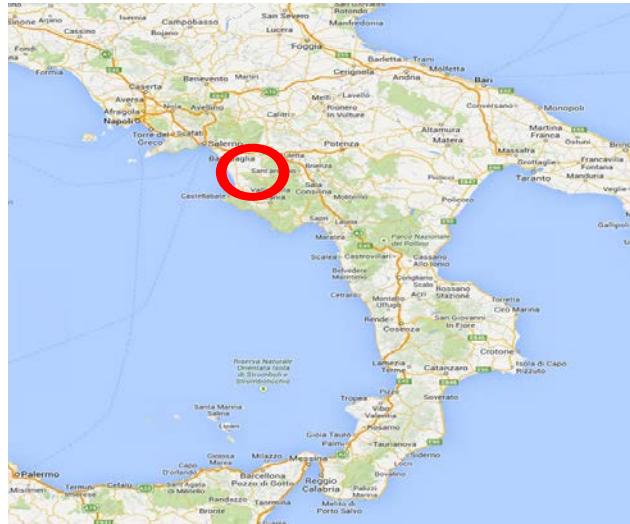
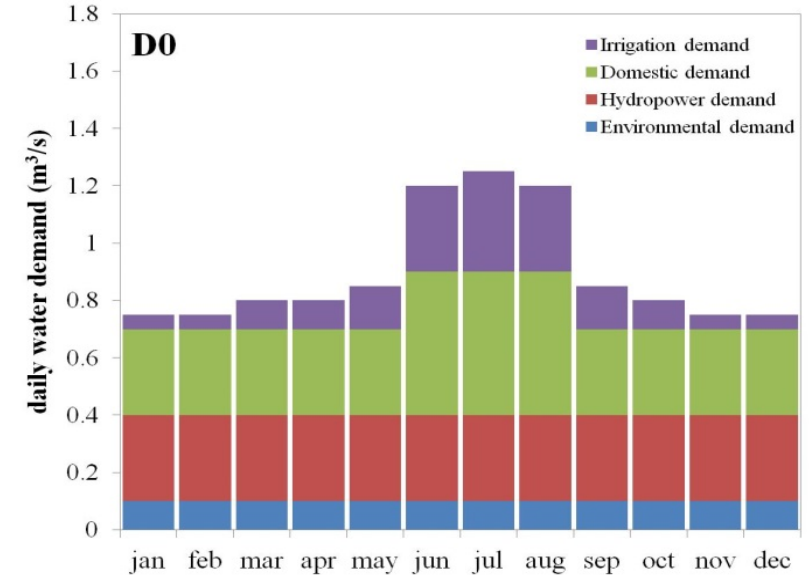


Figure 1. Invaso di Piano della Rocca sul Fiume Alento, Consorzio Velia.



La diga di Piano della Rocca sul Fiume Alento viene utilizzata per regolare la risorsa idrica a uso idropotabile, irriguo e per la produzione di energia elettrica. Il bacino di alimentazione è rappresentato da un'area, prevalentemente impermeabile, di circa 100 km², caratterizzato da un valore medio della pioggia annua di circa 1200 mm e da un deflusso specifico medio annuo pari a circa 500 mm. Il lago ha una superficie massima di circa 2.12 km² ed una capacità di regolazione di circa 28.5 hm³.

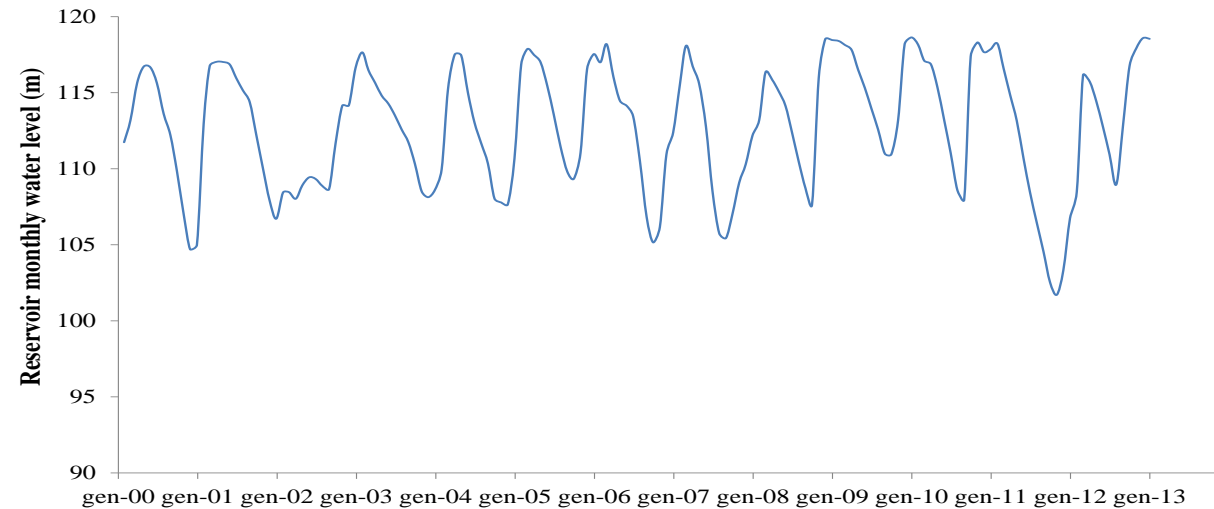


Figure 2. livelli idrici nell'invaso per il periodo 2000-2013.

L'esperimento pianificato: valutare la capacità di erogazione in funzione delle condizioni climatiche e di domanda

Disponibilità = volume di acqua nell'invaso

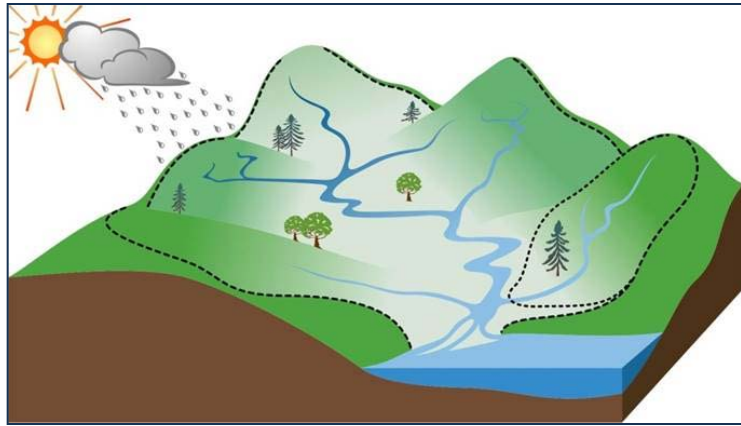
Erogazione = volume di acqua «dato» all'utenza

Domanda = volume di acqua «chiesto» dall'utenza

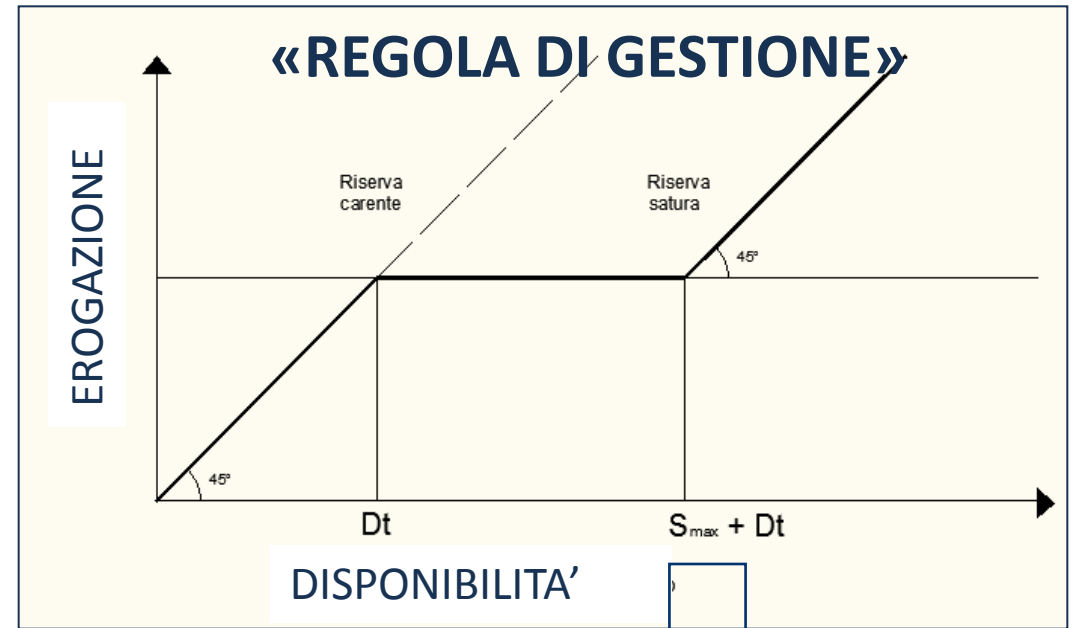
**CONFRONTO
MEDIANTE INDICI
DI AFFIDABILITA'**



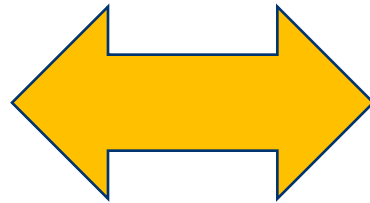
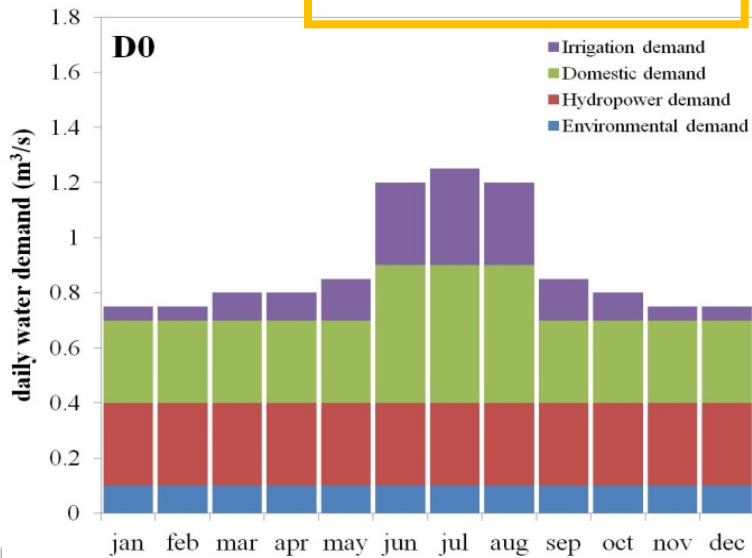
L'esperimento pianificato



«DISPONIBILITA'»



«DOMANDA»



«EROGAZIONE»

$$\text{se } A_{wt} \leq D_t, R_t = A_{wt}$$

$$\text{se } D_t < A_{wt} \leq S_{\max} + D_t, R_t = D_t$$

$$\text{se } A_{wt} > S_{\max} + D_t, R_t = A_{wt} - S_{\max}$$

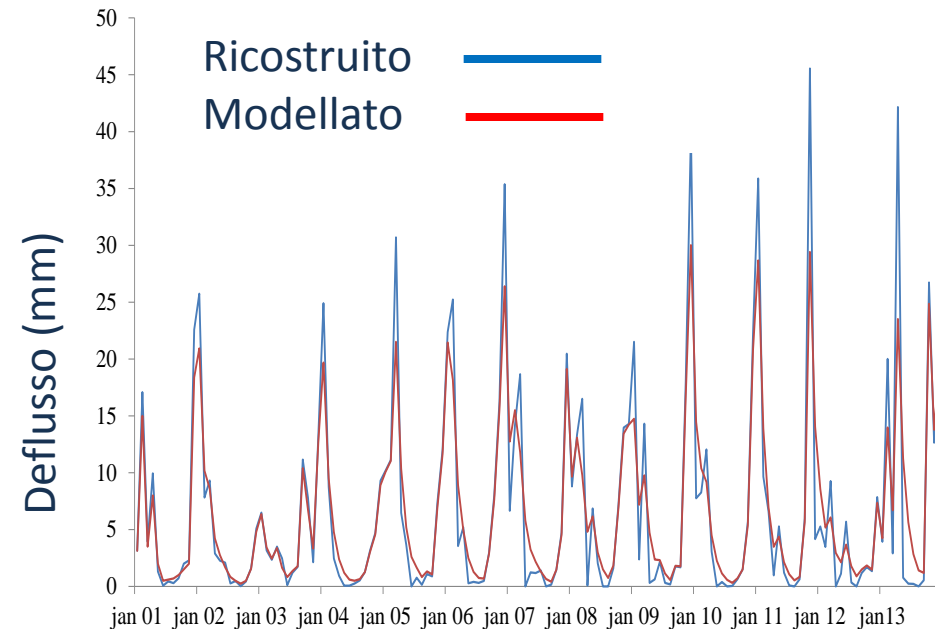
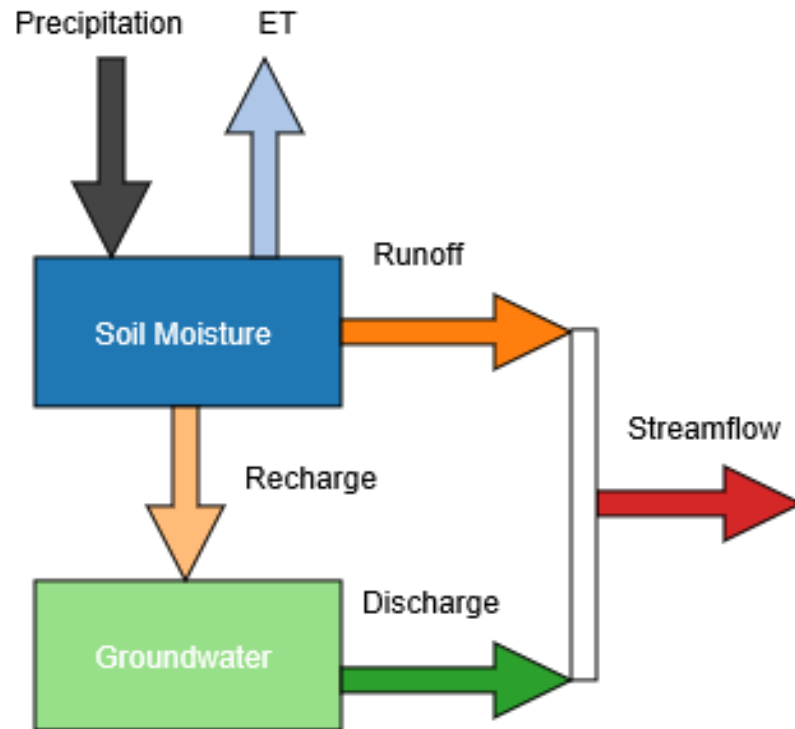
dove A_{wt} rappresenta la disponibilità idrica, D_t il deflusso idrico, R_t è il rilascio controllato, grandezze espresse in m^3 relative al mese t . La massima capacità dell'invaso S_{\max} è circa pari a $30.000.000 \text{ m}^3$.



CREIAMO PA

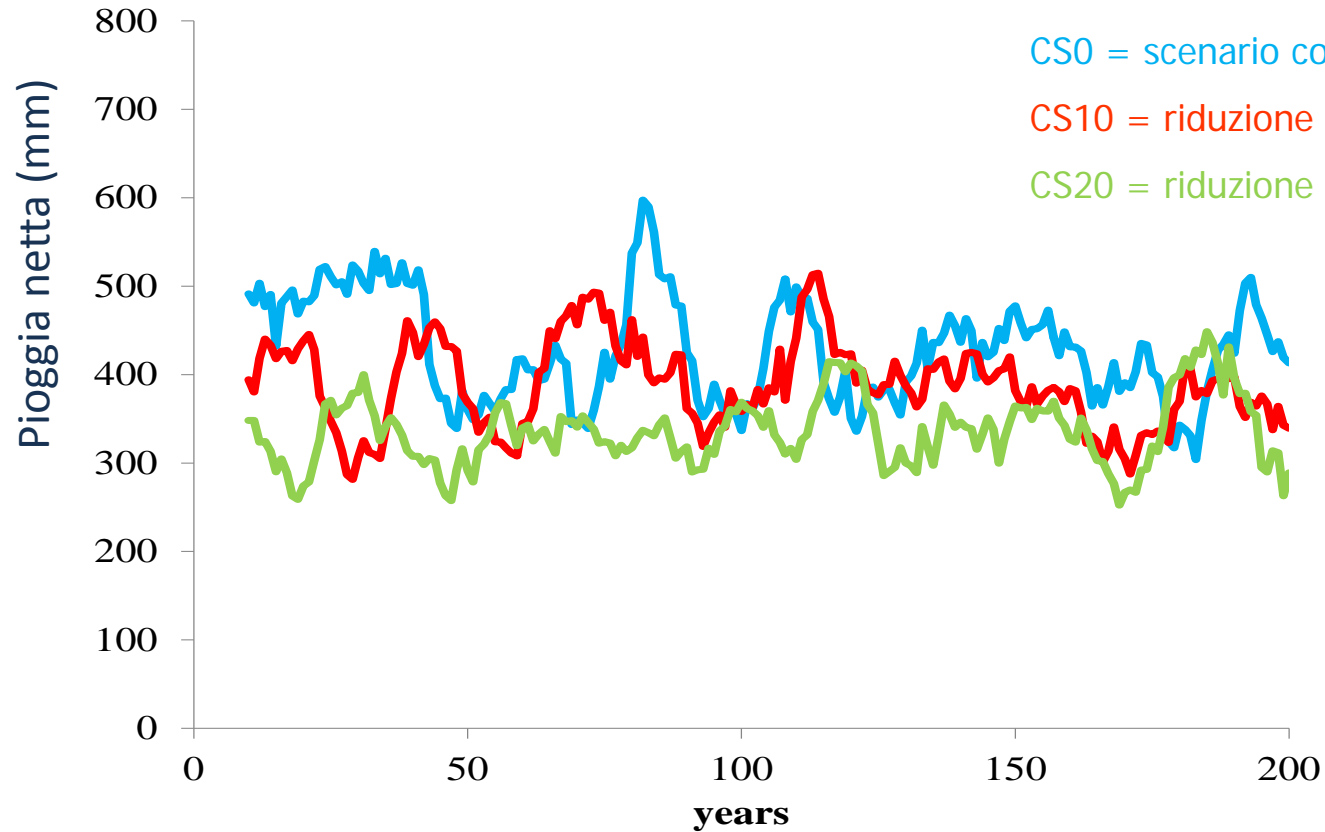
Passo 1: Modello di simulazione idrologica

L'ABCD (Thomas, 1981) è un modello idrologico di bilancio idrico abbastanza semplice, che, dati in ingresso la pioggia e l'evapotraspirazione potenziale, fornisce la simulazione dei deflussi. Il modello si basa sulla ripartizione dell'immagazzinamento dell'acqua in due diversi sistemi: umidità del suolo e acque sotterranee (fig.2a). L'umidità del suolo è alimentata dalle precipitazioni, e alimenta l'evapotraspirazione, il deflusso delle acque superficiali e la ricarica delle acque sotterranee. Il comparto delle acque sotterranee riceve l'acqua dalla ricarica e alimenta il deflusso sotterraneo. Il deflusso totale è quindi dato dalla somma del deflusso superficiale e di quello profondo.



Passo 2: scenari di riduzione del deflusso totale

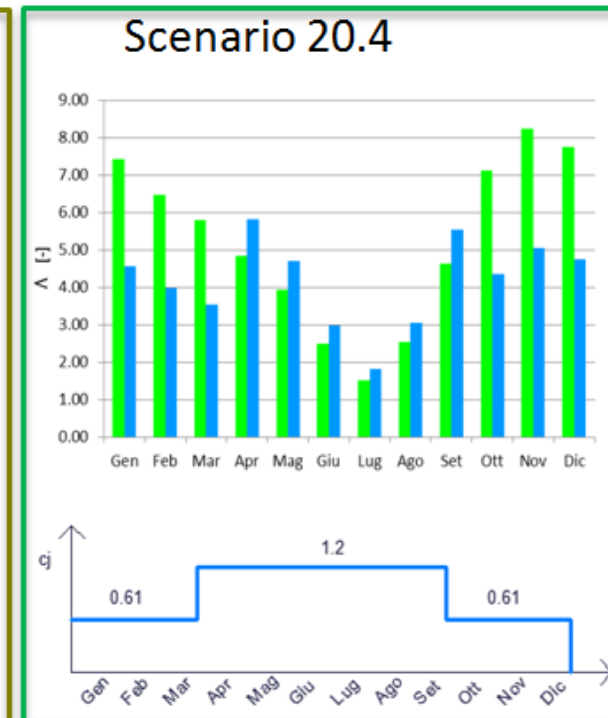
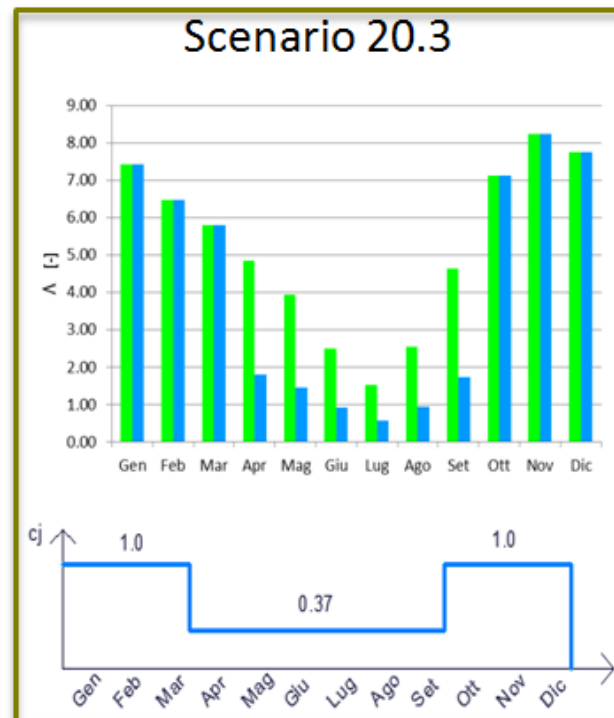
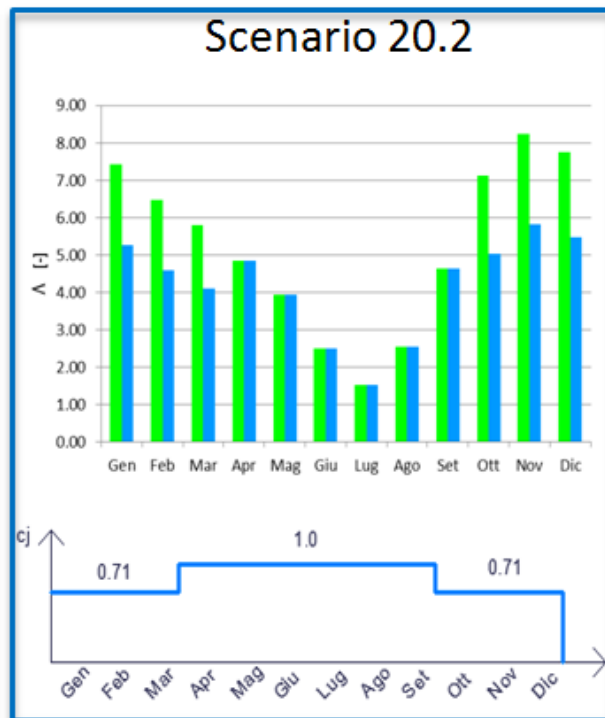
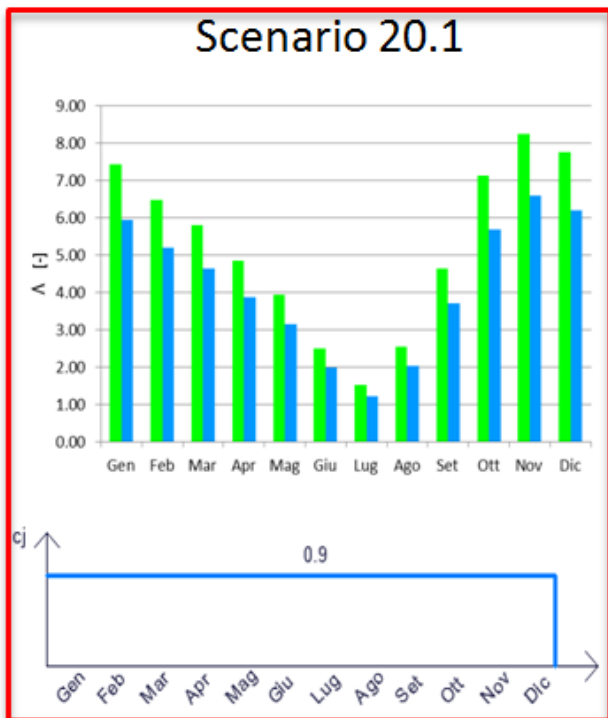
VARIAZIONE ANNUALE



	annuale		
	media (mm)	Varianza (mm)	Coefficiente di variazione
CS 0	428.9	186.0	0.4
CS10	388.1	151.1	0.4
CS20	334.6	131.2	0.4

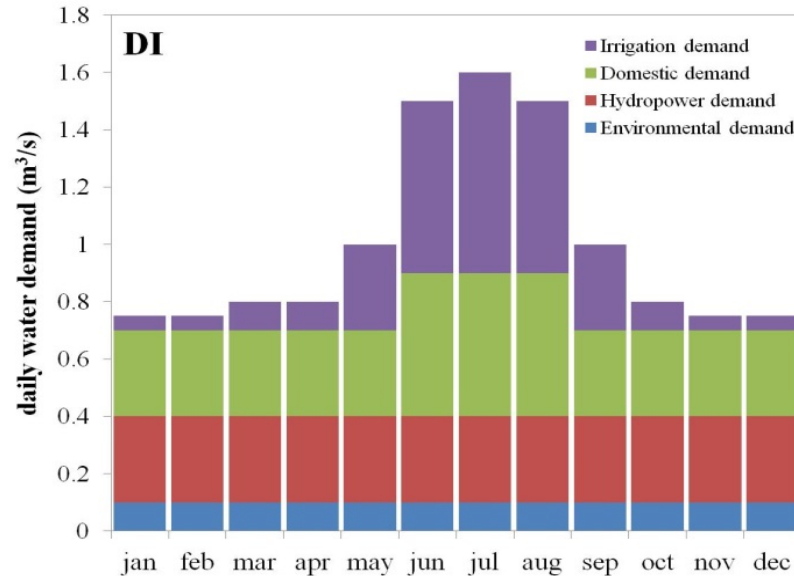
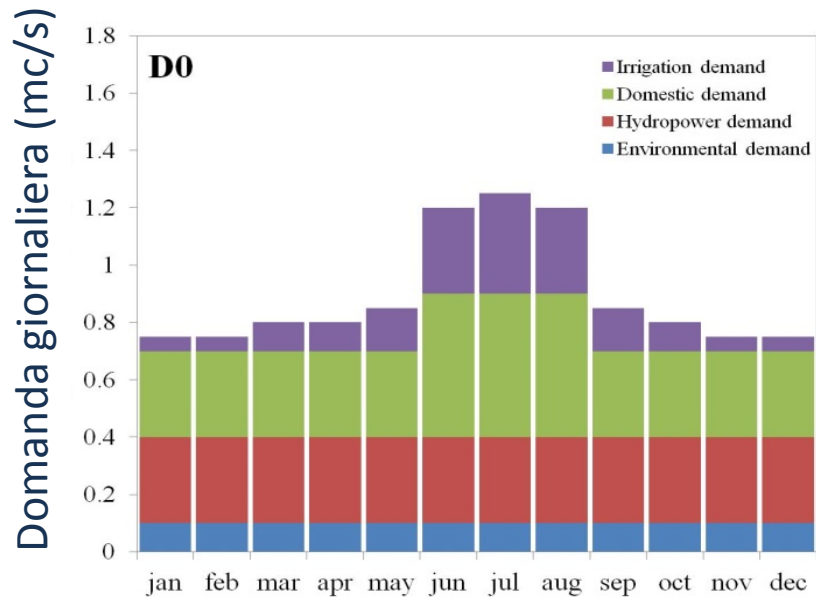
Passo 2: scenari di riduzione del deflusso totale

VARIAZIONE STAGIONALE

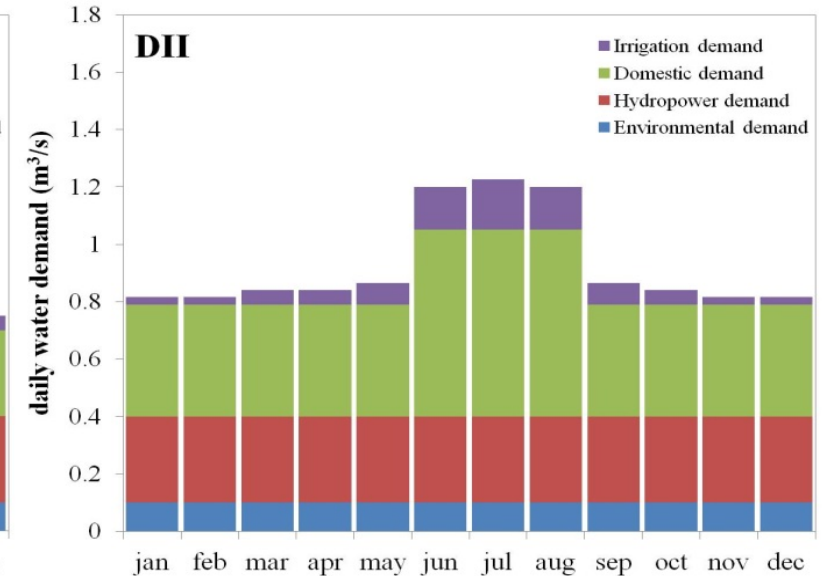


Passo 3: Scenari di domanda e relativa variazione

La variazione delle condizioni climatiche incide anche sulla domanda idrica:



Incremento nella domanda irrigua (D1) a causa dell'aumento di temperatura



Riduzione della domanda irrigua (D2) compensata da un aumento della domanda uso potabile

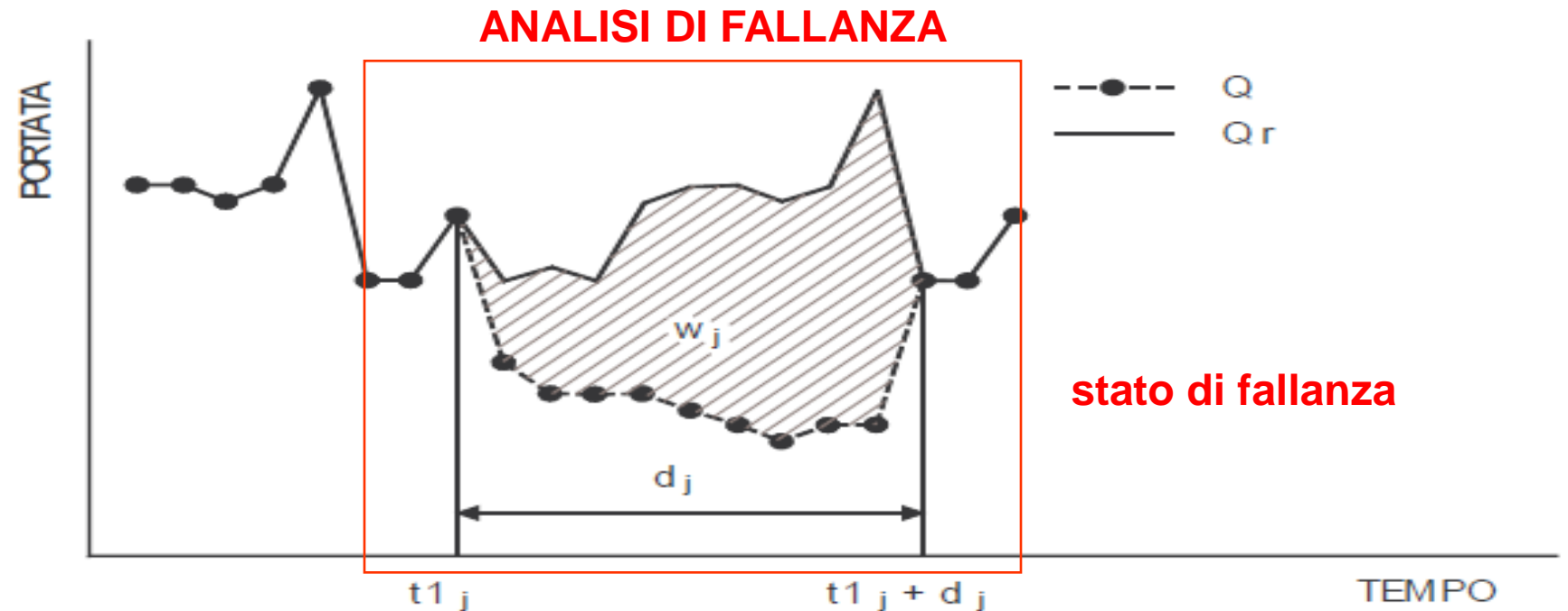


Passo 4: Analisi di affidabilità

L'Affidabilità di un sistema è la probabilità che l'elemento esegua una specifica funzione (EROGAZIONE) sotto specifiche condizioni (DOMANDA/CLIMA) in un dato istante o intervallo di tempo. Si confrontano tra di loro:

$Q_r = s = sollecitazione = domanda di prestazione = domanda$

$Q = r = resistenza = capacità di far fronte alla domanda = erogazione$



Indicatori di affidabilità (Hashimoto, 1982)

Le performance dell'invaso di Piano della Rocca sono individuate quantificando degli indici, facendo riferimento ad una serie di indicatori proposti da Hashimoto et al. (1982).

$$r_t = 1 - (f_p / n)$$

(2) affidabilità (f_p numero di intervalli di crisi su un totale di n intervalli);

$$\gamma_{\text{mean}} = \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N d_j \right]^{-1}$$

(3) resilienza (d_j durata del j-esimo evento di crisi ed N lunghezza totale eventi crisi);

$$v_j = \sum_{t=1}^{d_j} [RI_t - R_t]$$

(4) vulnerabilità (RI richiesta, R erogazione - Kjeldsen and Rosenberg, 2004);

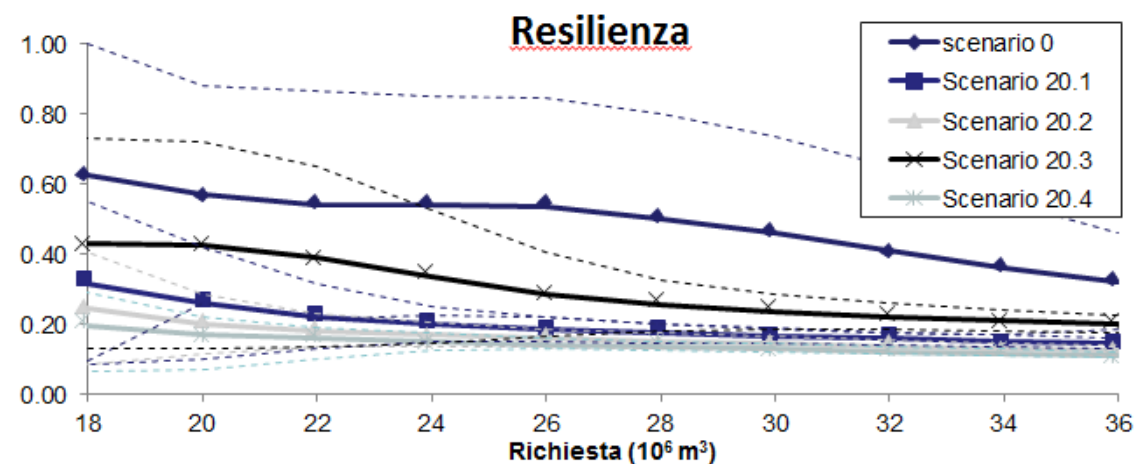
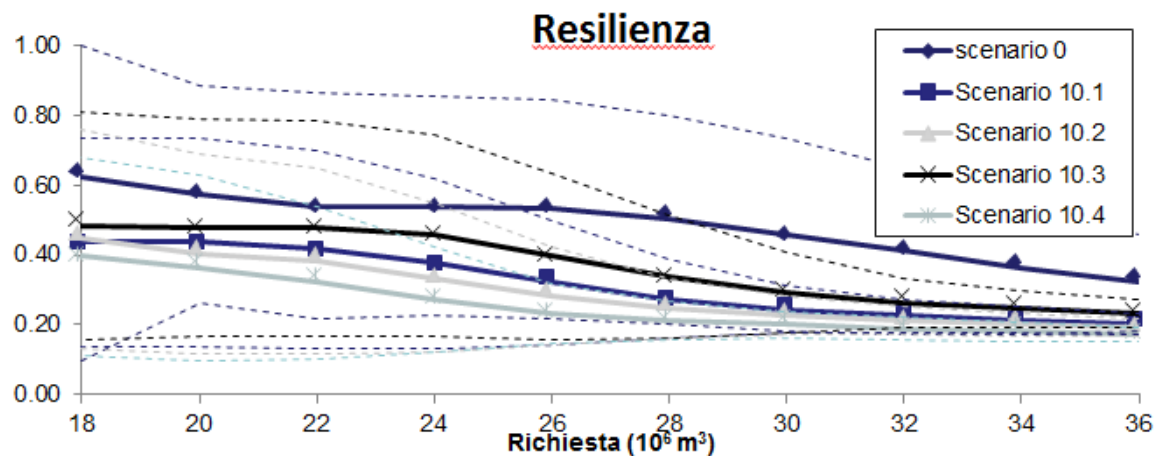
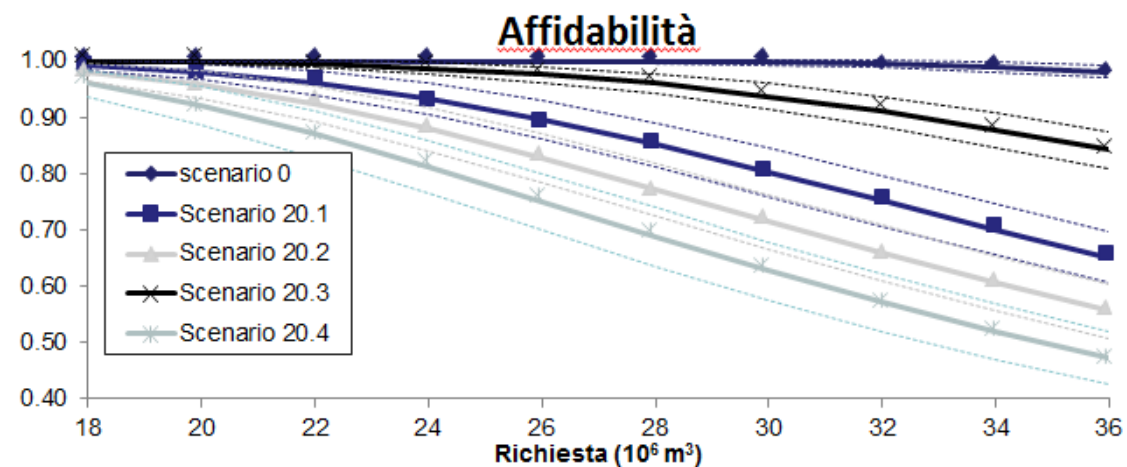
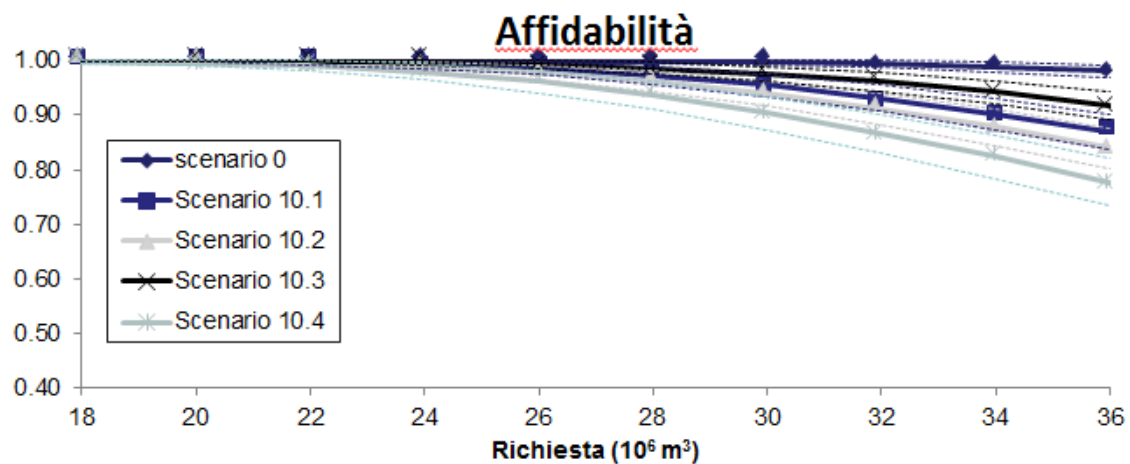
$$I_\beta = \left(\frac{RI - R}{RI} \right)^\beta$$

(5) danno (β è l'esponente della funzione di costo).



Indicatori di affidabilità (Hashimoto, 1982)

SOLO CLIMA

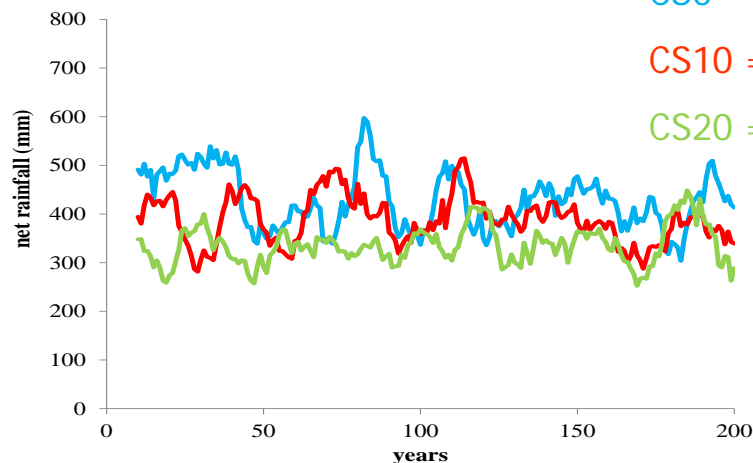


Indicatori di affidabilità (Hashimoto, 1982)

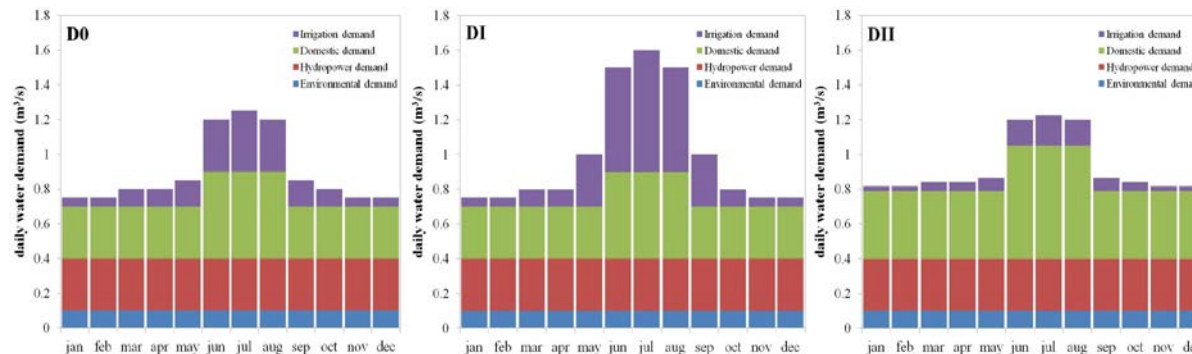
CS0 = scenario corrente

CS10 = riduzione del deflusso pari al 10%

CS20 = riduzione del deflusso pari al 20%



CLIMA+DOMANDA



D1 = incremento domanda irrigua

D2 = riduzione domanda irrigua

affidabilità (r)	scenario		
	CS 0	CS I	CS II
D0	0.91	0.91	0.91
D1	0.91	0.91	0.9
D2	0.91	0.91	0.9
resilienza (1/mesi)	scenario		
	CS 0	CS I	CS II
D0	0.70	0.58	0.56
D1	0.51	0.49	0.45
D2	0.74	0.60	0.57



CREIAMO PA

Bibliografia

- A. Longobardi**, F. Rossi, P. Villani (2007). A case study: main hydrological drought indexes analysis in a GIS environment. In: La Loggia G., et al. (eds) Water resources assessment and management under water scarcity scenarios, edizioni CSDU, Milano, pp. 29-48, (ISBN: 978-88-900282-8-1).
- A. Longobardi**, D. Pellegrino, P. Villani (2007). Long rainfall time series trend analysis in Campania region, Southern Italy. IUGG 2007, Perugia, Italy.
- A. Longobardi**, P. Villani (2007). Rapporto tra non stazionarietà delle precipitazioni intense e rischio di alluvione. "Cambiamenti climatici e dissesto idrogeologico: scenari futuri per un programma nazionale di adattamento" Workshop, Napoli, 9 – 10 luglio 2007.
- A. Longobardi**, P. Villani. (2010). Trend analysis of annual and seasonal rainfall time series in a Mediterranean area. International Journal of Climatology, 30 (10), 1538-1546.
- A. Longobardi**, P. Villani (2011). Time and space variability of precipitation trends in a large Mediterranean region. In: 3rd International Meeting on Meteorology and Climatology of the Mediterranean, pp. 1- 4, Marina di Pisticci, 7-10 Giugno 2011.
- A. Longobardi**, H. Meddi, M. Meddi, M. Mehaiguene (2011). Characterization of precipitation variability in the Mediterranean basin. In Cancelliere, A and Rossi, G. (eds), VI International Workshop EWRA 2011 Water Engineering and Management in a Changing Environment, Quaderni CSEI Catania, III serie, vol 6, pp. 22-32, ISSN 2038-5854.
- G. Buttafuoco, T. Caloiero, R. Coscarelli, **A. Longobardi**, P. Villani (2012). Analisi spaziale e temporale della stagionalità delle piogge nell'Italia meridionale. In: XXXIII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Edibios, pp. 127- 136, ISBN: 978-88-97181-18-7, (Brescia, 10-15 Settembre 2012).
- A. Longobardi**, H. Meddi, M. Meddi, M. Mehaiguene (2013). Spatial analysis of climate regime in North West of Algeria. In: 5th International Conference on Water Resources and Sustainable Development, pp. 1- 5, Algier, Algeria, 24-25 February 2013.
- T. Volkova, **A. Longobardi**, N. Krasnogorskaya (2014). Gamma distribution function as a tool for monthly precipitation generation in the Bashkortostan Republic, Russian Federation. In: J.G. Ceron Breton, J. Quartieri, M. Guida, D. Guida and C. Guarnaccia (eds) Latest Trends in Energy, Environment and Development, pp. 88-95, ISBN: 978-960-474-375-9 (7th International Conference on environmental and geological science and engineering, June 2014 Salerno).

Bibliografia

- I. Afanasev, T. Volkova, A. Elizaryev, **A. Longobardi** (2014). Spatial interpolation of average long-term annual precipitation in the Republic of Bashkortostan, Russian Federation. In: J.G. Ceron Breton, J. Quartieri, M. Guida, D. Guida and C. Guarnaccia (eds) Latest Trends in Energy, Environment and Development, pp. 329-336, ISBN: 978-960-474-375-9 (7th International Conference on environmental and geological science and engineering, June 2014 Salerno).
- A. Longobardi**, M. Mautone, C. De Luca (2014). Reservoirs performances under climate variability. A case study analysis. In: A. Castellarin, S. Ceola, E. Toth and A. Montanari (eds), Evolving Water Resources Systems: Understanding, Predicting and Managing Water–Society Interactions, IAHS Publ. 364, pp. 526-531, (ISBN: 978-1-907161-42-1).
- A. Longobardi**, M. Mautone (2014). Le prestazioni degli invasi artificiali per scenari di variabilità climatica e di domanda. In: XXXIV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Edibios, pp. 511-512, ISBN: 978-88-904561-8-3, (Bari, 8-10 Settembre 2014).
- A. Longobardi**, P. Villani (2015). Reservoirs performances under climate and demand variability. A case study. In: Rome2015 – Science Symposium on Climate, 2015, FAO Headquarters, Rome.
- A. Longobardi**, G. Buttafuoco, T. Caloiero, R. Coscarelli (2015). Analysis of the precipitation regime in a wide Mediterranean area. In: Rome2015 – Science Symposium on Climate, 2015, FAO Headquarters, Rome.
- A. Longobardi**, M. Mautone, (2015). Trend Analysis of Annual and Seasonal Air Temperature Time Series in Southern Italy. In: G. Lollino, M. Arattano, M. Rinaldi, O. Giustolisi, J. C. Marechal, G. E. Grant (eds), Engineering Geology for Society and Territory - Volume 3, River Basins, Reservoir Sedimentation and Water Resources, Springer, pp. 501-504, (ISBN: 978-3-319-09053-5).
- A. Longobardi**, G. Buttafuoco, T. Caloiero, R. Coscarelli. (2016). Spatial and temporal distribution of precipitation in a Mediterranean area (southern Italy). Environmental Earth Sciences, 75 (3), 189, pp. 1-20.
- P. Furcolo, **A. Longobardi**, C. Capuano (2016). Simulazione dell’impatto della variabilità climatica sulle prestazioni di un invaso artificiale sul F. Alento. In: XXXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM), Università di Bologna, pp. 597-600, ISBN: 978-88-980104-0-0, (Bologna, 14-16 Settembre 2016).
- O. Boulariah, **A. Longobardi**, M. Meddi (2017). Hydroclimate temporal variability in a coastal Mediterranean watershed: the Tafna basin, North-West Algeria. Geophysical Research Abstracts, Vol. 19, 17462, 2017, (EGU General Assembly, 2017). ISSN 1029-7006.