



University of California
Agriculture and Natural Resources

Uso di Indici Bio-climatici per la valutazione degli effetti di aridita' e cambiamento climatico sulla domanda irrigua nelle aree di produzione agricola in ambiente semi-arido

Progetto Agrometeore CREA - Web Conference 15 ottobre 2020

Indici agrometeorologici per gli eventi estremi nel contesto dei cambiamenti climatici

Daniele Zaccaria, Ph.D.

Agricultural Water Management Specialist, UC Cooperative Extension

Ph.: (530) 219-7502 Email: dzaccaria@ucdavis.edu

OUTLINE DELLA PRESENTAZIONE

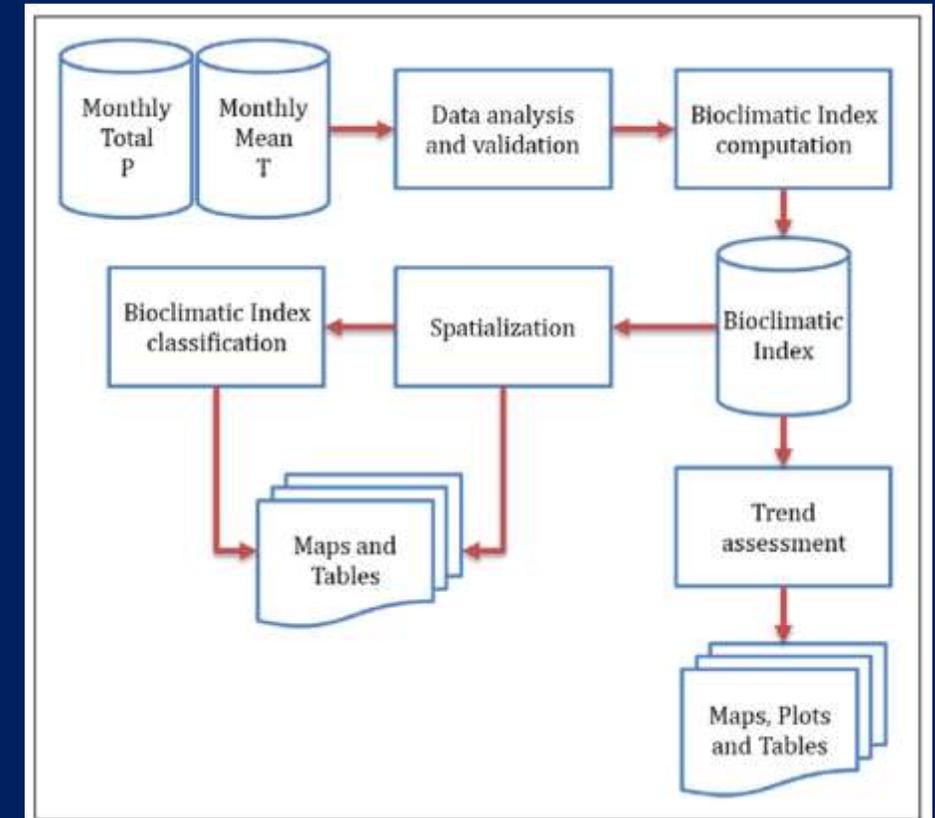
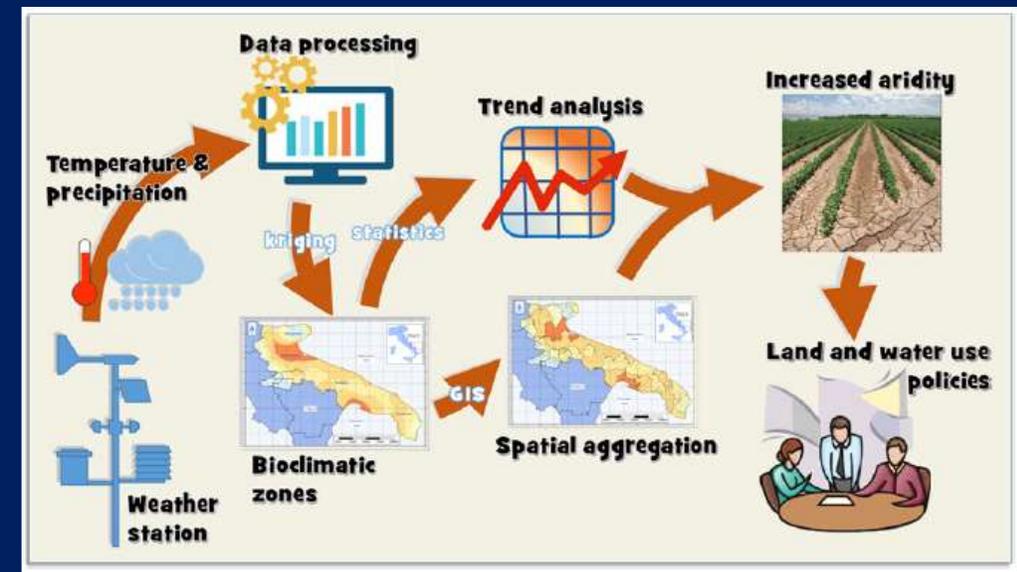
- 1) Background e motivazioni
- 2) Studio per la determinazione dei trends climatici in Puglia
- 3) Risultati e limiti dello studio
- 4) Elaborazioni preliminari sull'uso di Indici Bio-climatici per la valutazione della domanda irrigua nella San Joaquin Valley in California
- 5) Considerazioni riassuntive

Background & Motivazioni x Studi su Uso di Indici Bio-climatici

- ✓ In regioni semi-aride della California, Chile, e Italia, tutte caratterizzate da condizioni meteorologiche con variabilità pronunciata ed in progressivo aumento, la produzione agricola irrigua avviene con acqua resa disponibile da sistemi idrici con accumulo stagionale per soddisfare i fabbisogni delle colture e limitare gli effetti delle variazioni atmosferiche.
- ✓ Eventi atmosferici estremi quali siccità, ondate di calore, temperature invernali miti, ondate di gelo, ritorni di freddo si verificano con crescente frequenza e intensità. Tali eventi insieme alla rapida evoluzione di colture e sistemi produttivi, spesso fanno mettere in discussione l'adeguatezza delle allocazioni di acqua stabilite sulla base di serie idrologiche del passato e di ipotesi di stazionarietà.
- ✓ L'accesso e disponibilità di informazioni bio-climatiche affidabili per la produzione agricola irrigata consentirebbe di:
 - Analizzare in maniera quantitativa i parametri meteorologici nelle loro dinamiche spazio-temporali, i quali possono influenzare sia la domanda idrica delle colture sia la disponibilità di acqua;
 - Modificare le allocazioni di acqua o le strategie di uso del suolo per minimizzare deficit ed eccessi idrici rispetto alla domanda idrica influenzata dai fenomeni di cambiamento climatico;
 - Ottenere informazioni più dettagliate e realistiche per il trasferimento di risorse idriche tra bacini idrologici nonché per l'uso congiunto delle acque superficiali e di falda sotterranea.

Studio ed elaborazioni iniziali in Puglia

- ✓ Lavoro avviato e condotto nel 2018-2019 con colleghi dell'Istituto di Ricerche Sulle Acque (CNR-IRSA) di Bari
- ✓ Sviluppo di una metodologia per analisi di serie storiche di dati meteorologici per valutare la significatività dei trends spazio-temporali di aridità sulla base di indici climatici specifici (Indice di Aridità di De Martonne)
- ✓ La metodologia consente di ottenere:
 - ❖ Informazioni quantitative sul livello di aridità di un'area territoriale estesa (intero territorio regionale)
 - ❖ Identificazione delle zone climatiche caratterizzate da diversi livelli di aridità
 - ❖ Valutazione dei trends di evoluzione dell'aridità nello spazio e nel tempo



Lo Studio sulla Regione Puglia

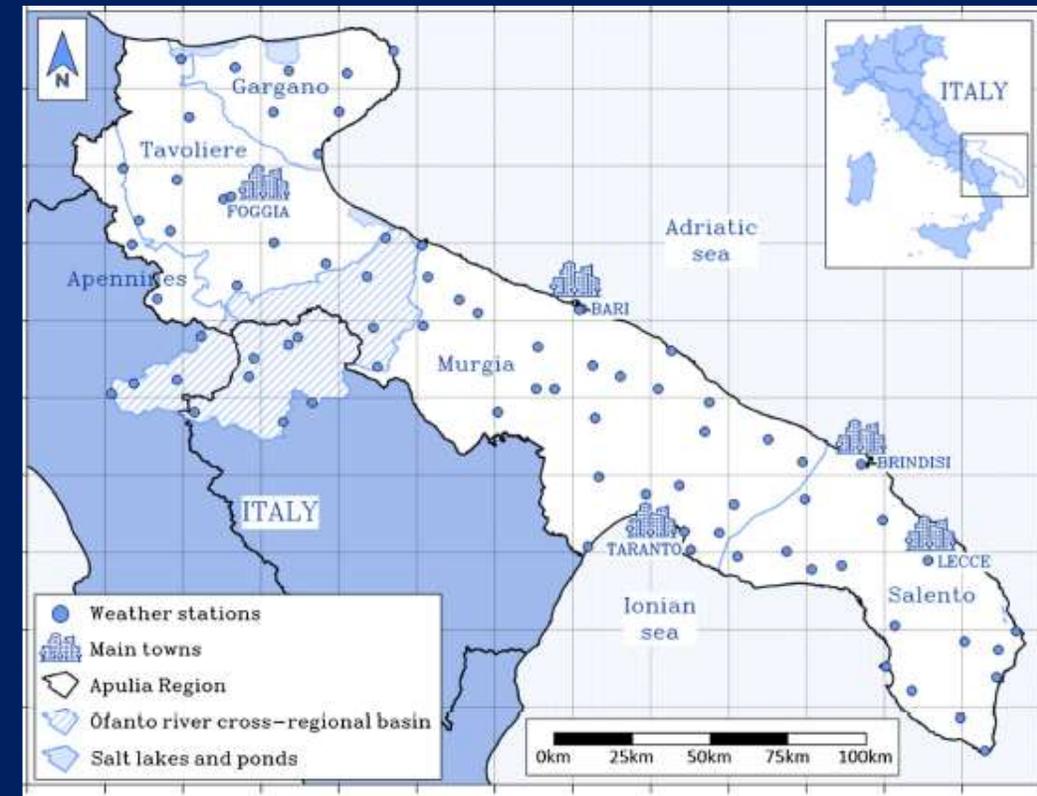
- ✓ Utilizzo dei dati meteorologici medi mensili (T e P) del periodo 1931-2010 raccolti da 80 stazioni meteo della Rete Agrometeo Regionale gestita dalla Protezione Civile
- ✓ Il livello di **Aridita'/Umidita'** e' stato valutato con l'Indice di Aridita' di De Martonne (1948) calcolato su base annua, il quale correla Temperatura e Precipitazione di un'area

$$I_{DM} = Pa / (Ta + 10)$$

Pa = pioggia totale annuale (mm)

Ta = temperatura media annuale dell'aria (°C)

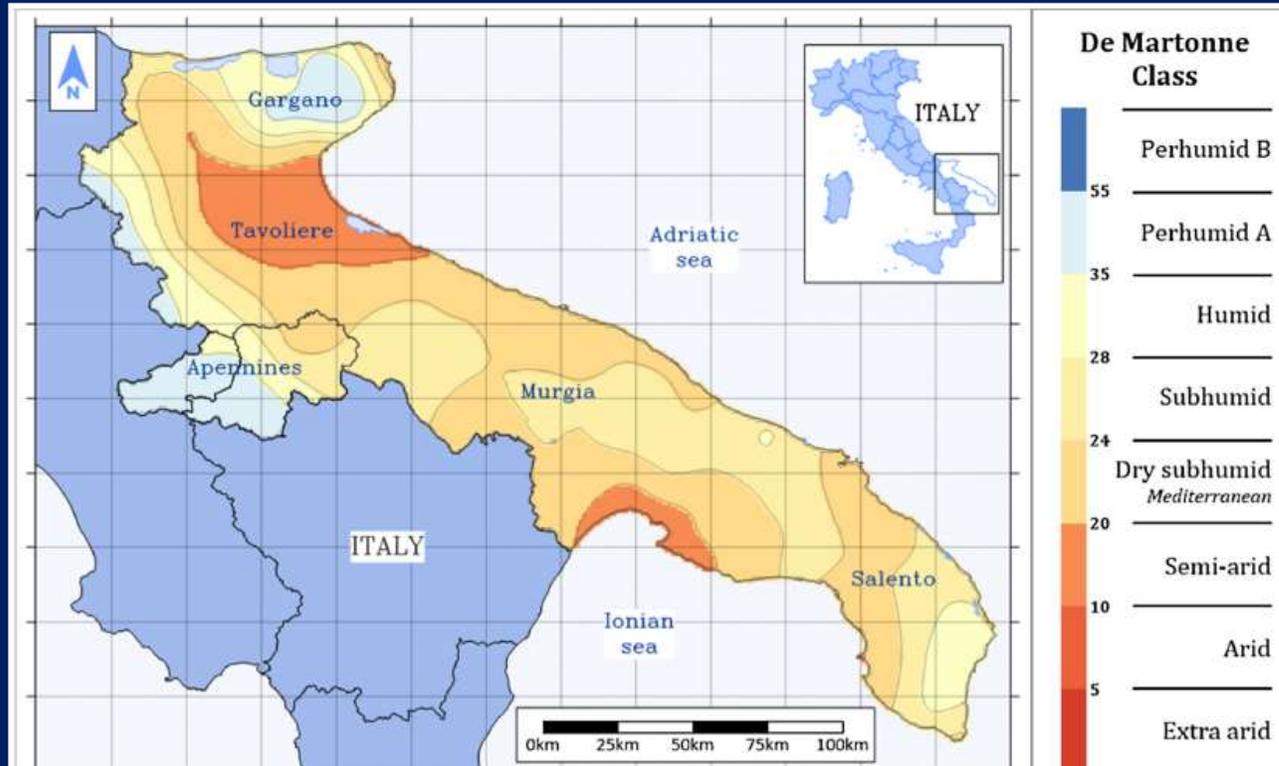
- ✓ I_{DM} permette di classificare il clima di un'area estesa e individuare condizioni di siccita' o eccessi idrici che potrebbero influenzare negativamente la produzione agricola, la vegetazione naturale e il paesaggio, o modificare le caratteristiche ecologiche dell'area.



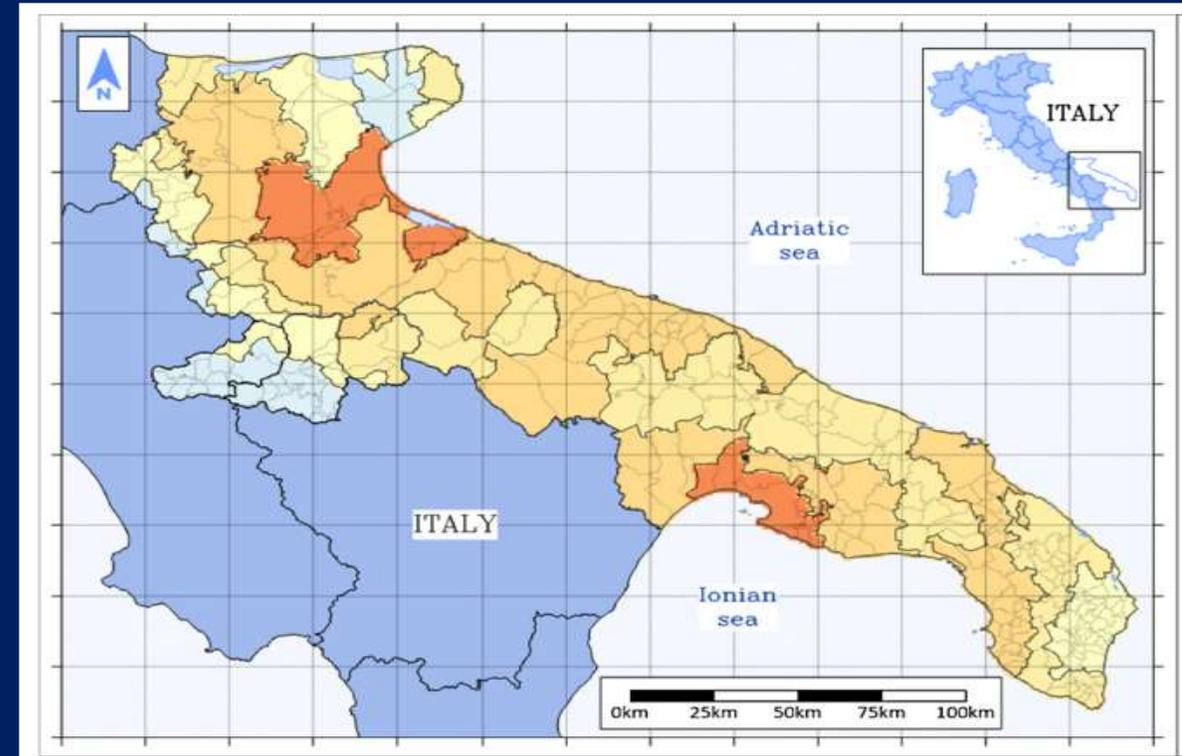
Climatic classification according to the De Martonne Index (I_{DM}) (Baltas, 2007; Deniz et al., 2011; Nistor, 2016; Rahimi et al., 2013; Passarella et al., 2001; Zareiee, 2014).

Climate	Index range	Description
Extra-arid	$I_{DM} < 5$	Desert
Arid	$5 \leq I_{DM} < 10$	Needs continuous irrigation
Semi-arid	$10 \leq I_{DM} < 20$	Needs irrigation
Dry sub-humid - <i>Mediterranean</i>	$20 \leq I_{DM} < 24$	Needs supplementary irrigation
Sub-humid	$24 \leq I_{DM} < 28$	Needs supplementary irrigation
Humid	$28 \leq I_{DM} < 35$	Needs occasional irrigation
Per-humid A	$35 \leq I_{DM} < 55$	Needs infrequent irrigation
Per-humid B	$55 \leq I_{DM}$	Water self-sufficiency

Mappa dei valori medi dell'Indice di De Martonne per il periodo 1931-2010 spazializzati con Kriging ordinario



Mappa dei valori medi dell'Indice di De Martonne aggregati per territori provinciali (valore prevalente)



Secondo l'Indice di De Martonne:

- ✓ il 40% circa del territorio regionale pugliese ha clima sub-umido secco (mediterraneo)
- ✓ il 30% circa e' sub-umido
- ✓ del rimanente 30% del territorio, 1/3 ha clima semi-arido e 2/3 hanno clima umido

Analisi dei Trends Temporali

Le stazioni meteo che mostrano un trend verso maggiore aridita' sono quelle degli Appennini e del Gargano

Sono aree a quote altimetriche piu' elevate, con clima umido e per-umido a causa delle piovosita' elevate e temperature basse

⇒ rischio limitato di aumento aridita'

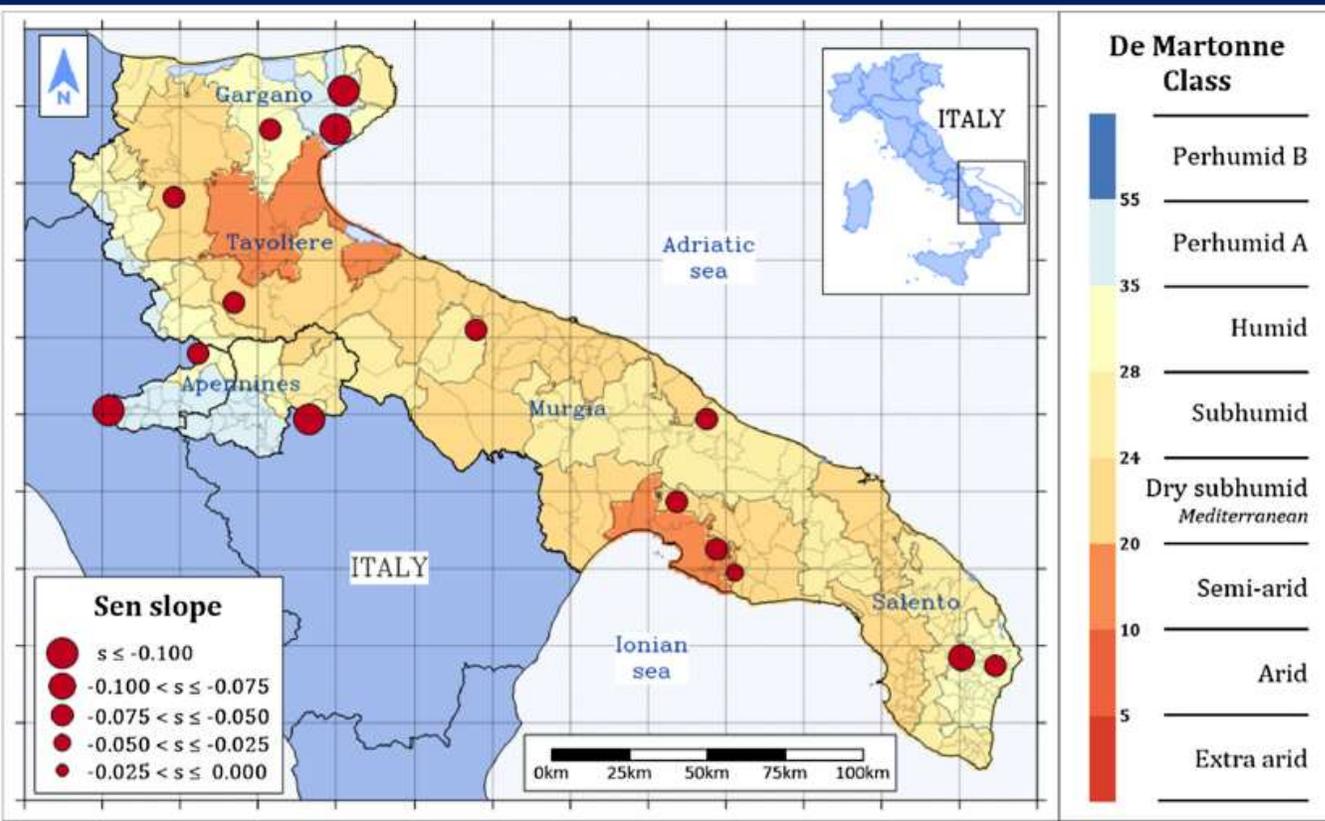
⇒ accurato monitoraggio per il fatto che queste aree generano le risorse idriche per gli invasi superficiali che servono gran parte del territorio pugliese

⇒ l'aridizzazione potrebbe comportare la generazione di minori risorse idriche

Anche Salento e Arco Ionico che sono aride e semi-aride, hanno tendenze di aridita' in aumento

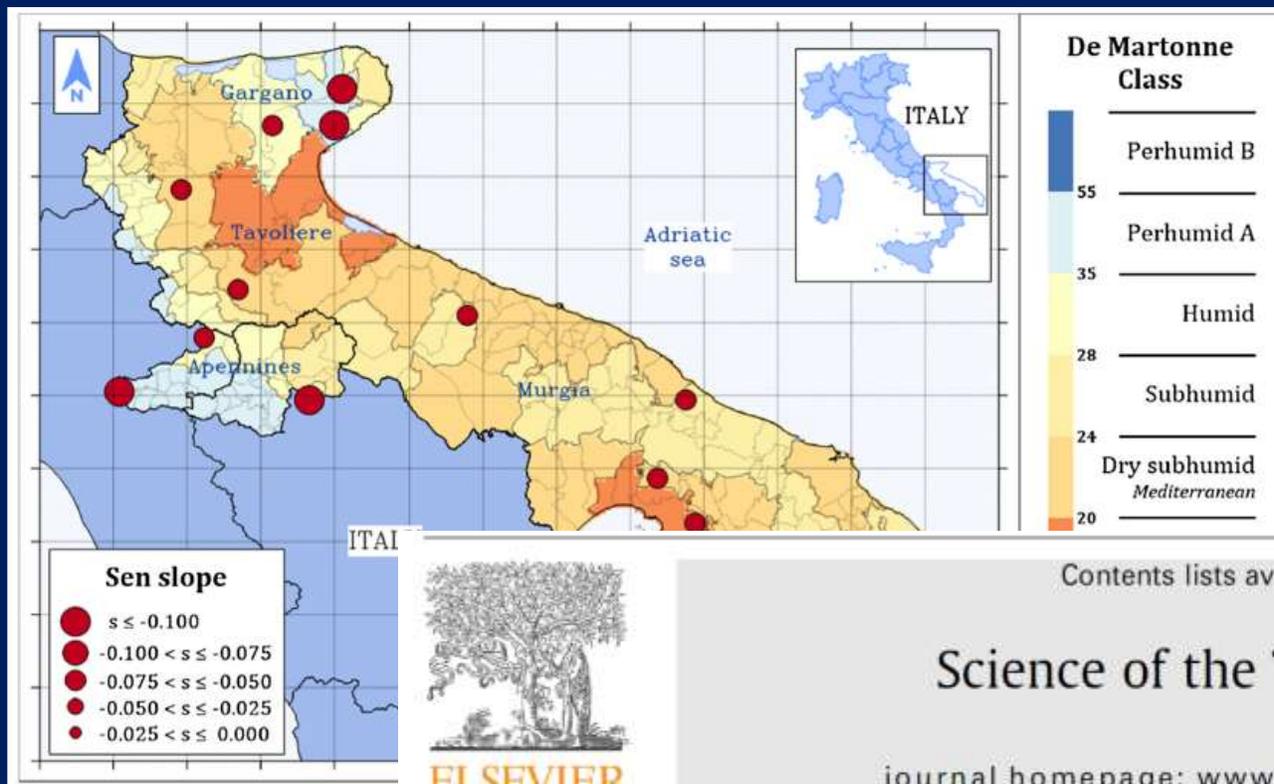
⇒ accurato monitoraggio di queste aree di produzione agricola intensive irrigua

⇒ **land use & water use policies**



Analisi dei Trend Temporali

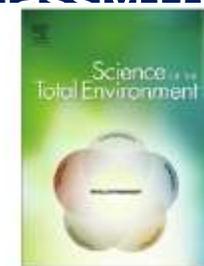
- ✓ L'analisi dei trends temporali rivela una sostanziale **stazionarietà meteorologica** per la gran parte delle stazioni meteo considerate in questo studio
- ✓ Solo il 20% delle stazioni meteo considerate manifesta un trend di aridità in aumento.
- ✓ Le aree rappresentate da queste stazioni sono molto importanti per la generazione delle risorse idriche per gli invasi superficiali (Appennini e Gargano) e per l'utilizzo massivo di acqua a



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Spatial and temporal classification of coastal regions using bioclimatic indices in a Mediterranean environment

Giuseppe Passarella ^{a,*}, Delia Bruno ^b, Aimé Lay-Ekuakille ^c, Sabino Maggi ^d, Rita Masciale ^a, Daniele Zaccaria ^e



Limitazioni dello Studio

- ✓ Lo studio condotto sulla Puglia e' una fotografia statica della evoluzione meteorologica nel tempo
- ✓ L'indice di Aridita' di de Martonne e' un indice **Climatico** (T & P) e non **Bio-climatico**. Caratterizza l'ambiente fisico in cui i processi biologici ed ecologici avvengono e da cui possono essere influenzati
- ✓ Non quantifica l'effetto dei parametri fisici sui processi biologici come ad esempio:
 - domanda evapotraspirativa delle colture
 - risposta produttiva delle colture
 - scioglimento delle nevi
 - ruscellamento e deflusso superficiale dell'acqua
 - infiltrazione dell'acqua nel suolo e sottosuolo
 - generazione di risorse idriche superficiali e sotterranee

Superamento delle Limitazioni

- ✓ Utilizzo di **Indici Bio-climatici** che considerano parametri collegati ai processi biologici in atto
- ✓ Verifica della applicabilita' di vari Indici Bio-climatici disponibili e scelta dell'Indice adatto in base alla sua correlazione con parametri rappresentativi rilevati sul territorio

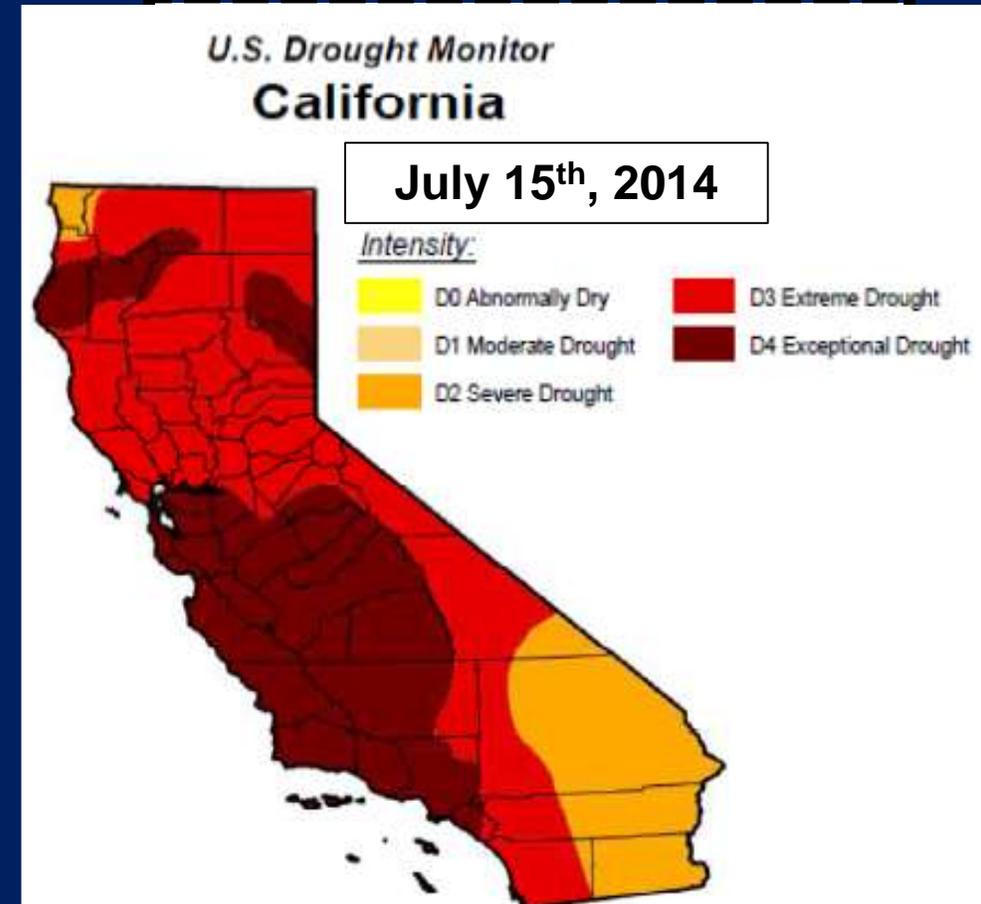
Studio intrapreso in California

Problematica principale

La maggior parte degli **Indici (Bio)Climatici** attualmente in uso per la pianificazione e gestione delle risorse idriche sono stati sviluppati nel passato per aree di pascolo o di rain-fed agriculture (agricoltura in asciutto), e pertanto non considerano i fabbisogni idrici specifici delle colture irrigate, i principali metodi irrigui utilizzati dagli agricoltori, né le modalità di distribuzione di acqua dai gestori dei comprensori irrigui

- **Modified De Martonne Index (IDM)**
 - Uses monthly average P or P_{eff} and T (Botzan et al., 1998)
- **FAO-UNEP Aridity Index**
 - Uses monthly average P or P_{eff} and ET_o (UNEP, 1992)
- **Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index (sc-PDSI)**
 - Uses monthly total P or P_{eff} and ET_o (Wells et al., 2004)

SWB	Site water balance
AT/PT	Ratio of actual to potential transpiration
AET/PET	Ratio of actual to potential evapotranspiration
DC15	Drought stress index of De Cáceres et al. (2015)
DWS	Dynamic water stress of Porporato et al. (2001)
WSI	Water stress integral



Seed Grant: “Uso di Indicatori Bio-climatici per Stima degli Effetti di Drought & Climate Change”

UC Davis Leader (California) + 3 Partner Countries (Brasile, Cile, Italia)

Obiettivi:

- 1) Spostare il focus oltre gli indici meramente fisico-ambientali (i.e. De Martonne Aridity Index; Palmer Drought Severity Index, e similari) verso gli **Indici Bio-climatici**
- 2) Definire indici di facile calcolo e basati sulla combinazione matematica di parametri legati al consumo idrico delle colture in differenti condizioni climatiche;
- 3) Valutare le informazioni bio-climatiche nello spazio e nel tempo;
- 4) Utilizzare le informazioni bio-climatiche per supportare le decisioni di pianificazione, allocazione e gestione dell'acqua per aree irrigue con ristrettezze idriche e problemi di sostenibilita' ambientale.

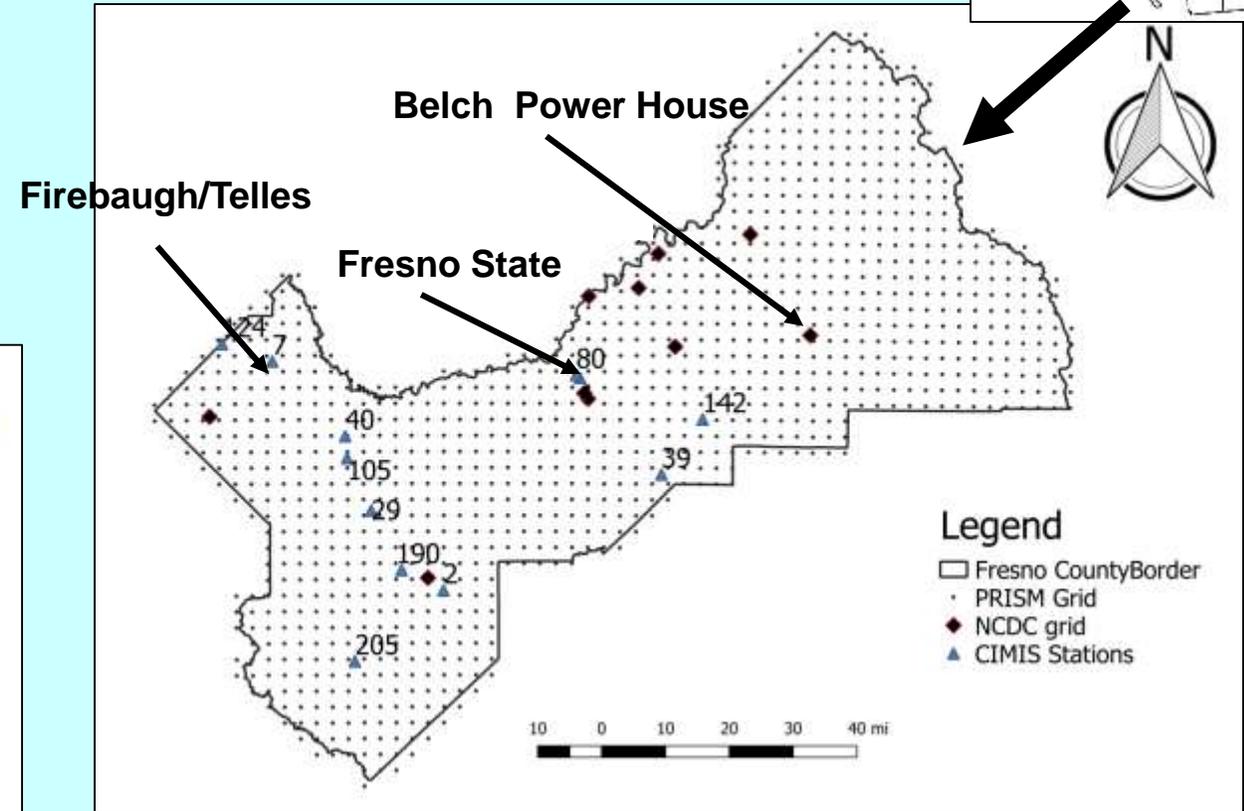
Target:

Aree agricole irrigue servite da schemi idrici con **accumulo (superficiale e sotterraneo)** in **regioni semi-aride**

Area di studio e dati disponibili

Area di Studio

- Fresno County => 1,556,800 Ha
- 4x4 km PRISM grid
- 1099 punti
- 12 Stazioni meteo attive di CIMIS
- 10 Stazioni di US National Climatic Data Center



PRISM HIGH-RESOLUTION SPATIAL CLIMATE DATA FOR THE UNITED STATES: MAX/MIN TEMP, DEWPOINT, PRECIPITATION

Summary Expert Guidance Metadata Get Data (External) References



PRISM is a set of monthly, yearly, and single-event gridded data products of mean temperature and precipitation, max/min temperatures, and dewpoints, primarily for the United States. In-situ point measurements are ingested into the PRISM (Parameter elevation Regression on Independent Slopes Model) statistical mapping system. The PRISM products use a weighted regression scheme to account for complex climate regimes associated with orography, rain shadows, temperature

inversions, slope aspect, coastal proximity, and other factors. Climatologies (normals) are available at 30-arcsec (800 meters) and monthly data are available at 2.5 arcmin (4 km) resolution. PRISM is the USDA's official climatological data.

3 punti della griglia PRISM sono stati selezionati: (a) due vicini a stazioni di CIMIS; (b) uno vicino a una stazione di NCDC

Approccio Metodologico

Dati Meteorologici:

□ **Scala giornaliera**

- Precipitazione (P, mm)
- Temperatura (T, °C)
- Evapotranspirazione di riferimento (ET_o, mm)
- Pioggia effettiva (P_{eff}, mm)
- ET of applied water (ET_{aw}, mm)

□ **Fonti dei dati meteo**

- P e T dalla griglia PRISM per il periodo 1981 – 2015
- ET_o, ET_{aw}, e P_{eff} generate per lo stesso periodo utilizzando il modello Cal-SIMETAW (Orang et al. 2013)

- **I valori dei parametri su menzionati** sono stati poi aggregati su scala mensile, annuale, stagionale (irrigua) e non-stagionale includendo i mesi high-peak e low-peak (ET_{aw}) nel corso della stagione irrigua

Indici Bio-climatici utilizzati

- ✓ **Modified De Martonne Index (IDM)**
 - Uses monthly average P or P_{eff} and T (Botzan et al., 1998)
- ✓ **UNEP AI**
 - Uses monthly average P or P_{eff} and ET_o (UNEP, 1992)
- ✓ **Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index (sc-PDSI)**
 - Uses monthly total P or P_{eff} and ET_o (Wells et al., 2004)
- ✓ **Normalized Ecosystem Drought Index (NEDI)**
 - Uses monthly total P or P_{eff} and ET_o (Chang et al., 2017)
- ✓ **Modified Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index**
 - Uses monthly total P or P_{eff} and ET_{aw}
- ✓ **Revised Normalized Ecosystem Drought Index (NEDI_{rev})**
 - Uses monthly total P or P_{eff} and ET_{aw}

Climate	IDM values
Arid	$IDM < 10.0$
Semi-arid	$10.0 \leq IDM < 20.0$
Mediterranean	$20.0 \leq IDM < 24.0$
Semi-humid	$24.0 \leq IDM < 28.0$
Humid	$28.0 \leq IDM < 35.0$
Very humid	$35.0 \leq IDM \leq 55.0$
Extremely humid	$IDM > 55.0$

Climate	AI values
Arid	$AI \leq 0.20$
Semi-arid	$0.20 < AI \leq 0.5$
Sub-humid	$0.5 < AI \leq 0.75$
Humid	$AI > 0.75$

Climate	Sc-PDSI values
Extreme drought	$sc - PDSI < -4$
Severe drought	$-3.9 \leq sc - PDSI < -3.0$
Moderate drought	$-2.9 \leq sc - PDSI < -2.0$
Near normal drought	$-1.9 \leq sc - PDSI < 1.9$
Unusual moist spell	$2.0 \leq sc - PDSI < 2.9$
Very moist spell	$3.0 \leq sc - PDSI \leq 3.9$
Extremely moist	$sc - PDSI > 4.0$

De Martonne Index annual & seasonal

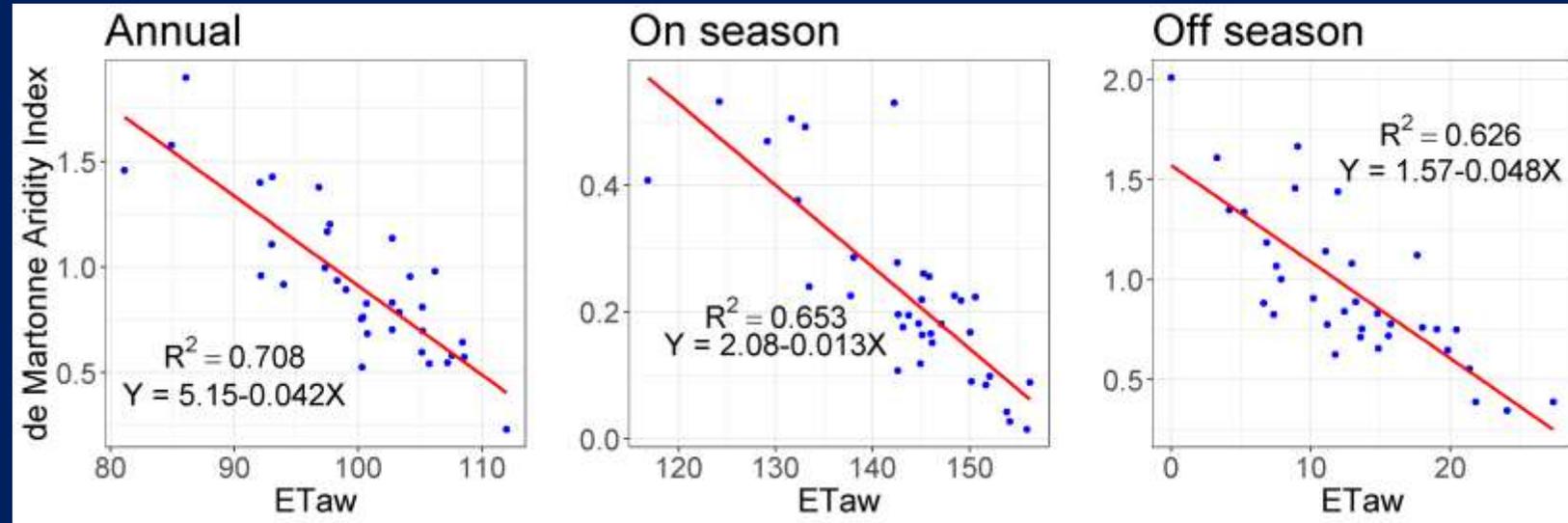
Utilizza le medie mensili di P o Peff e T (Botzan et al., 1998)

Equation:

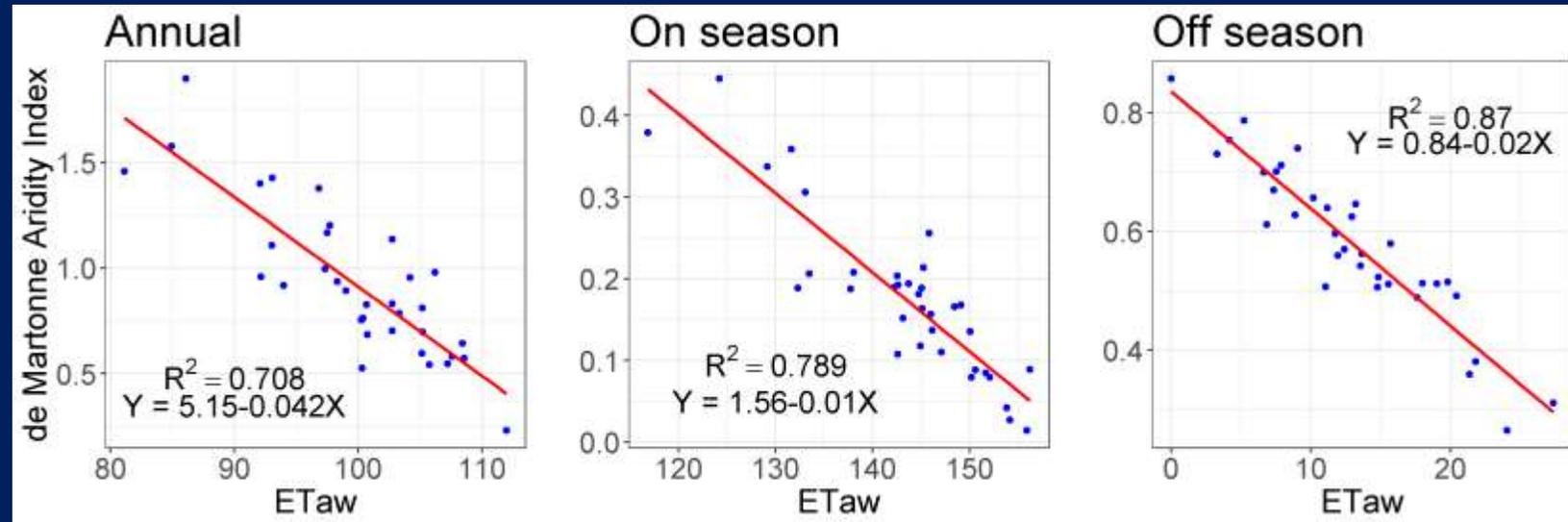
$$IDM = \frac{12P_m}{T_m + 10}$$

where P_m and T_m are monthly av. P and T

Normal Precipitation



Effective Rainfall



FAO UNEP Aridity Index annual & seasonal

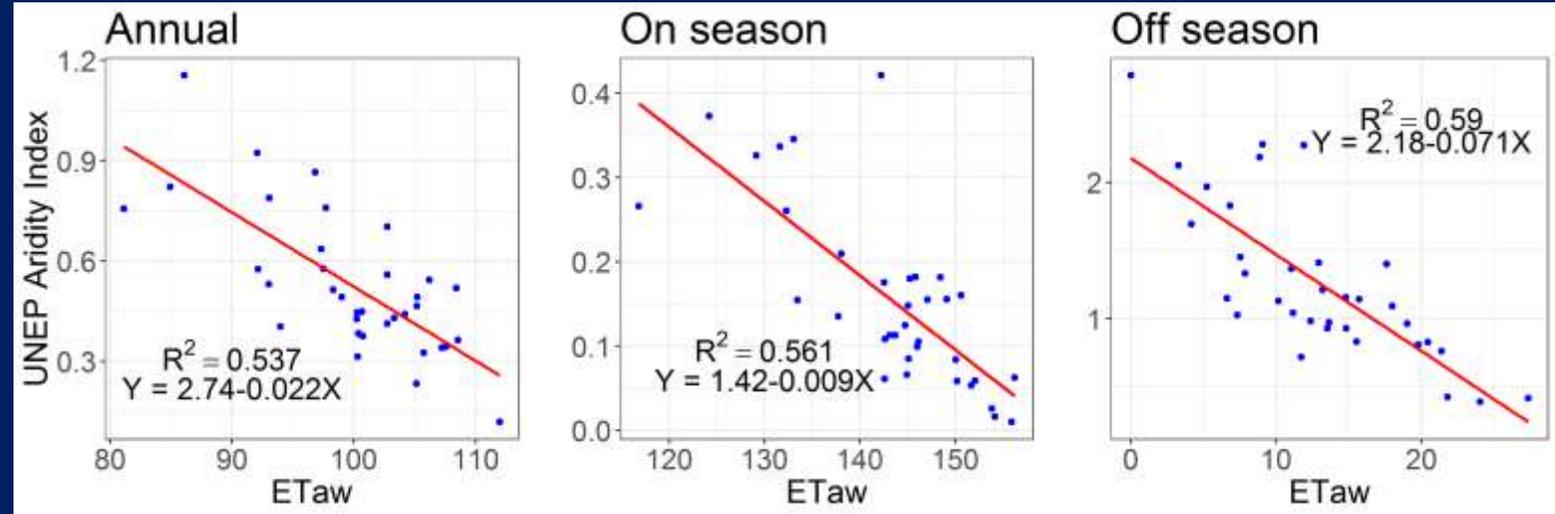
utilizza le medie mensili di P or Peff ed ET_o (UNEP, 1992)

Equation:

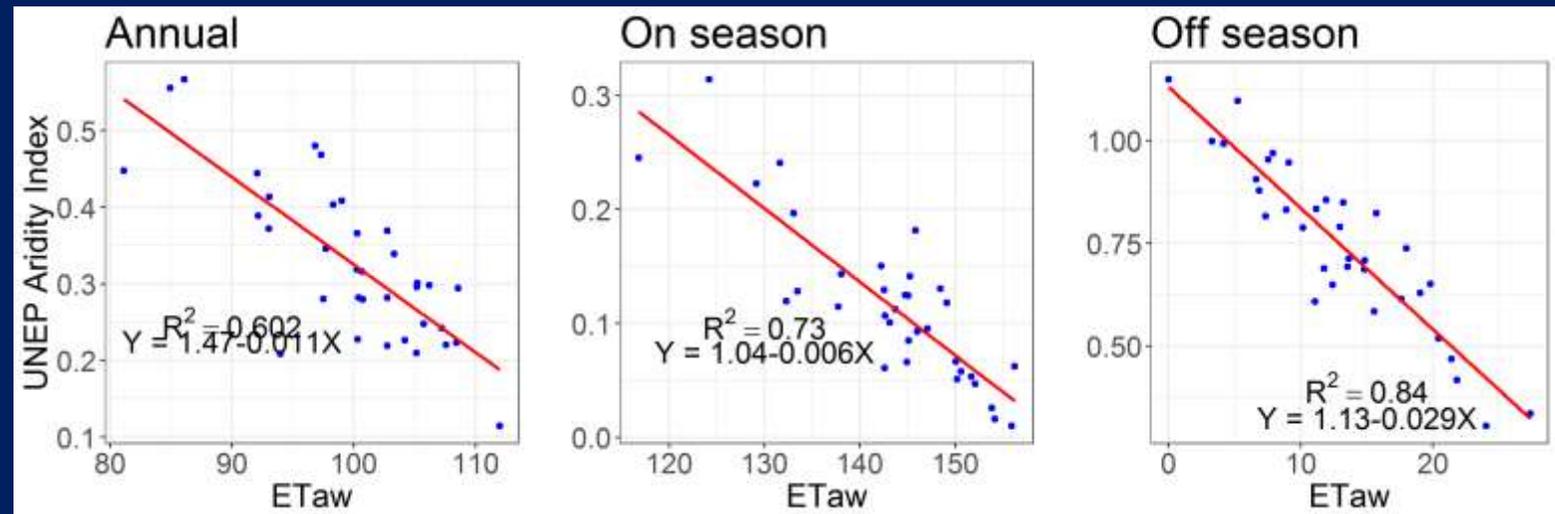
$$UNEP\ AI = \frac{P}{ET_o}$$

where P and ET_o are monthly averages

Normal Precipitation



Effective Rainfall



Normalized Ecosystem Drought Index (NEDI) annual & seasonal

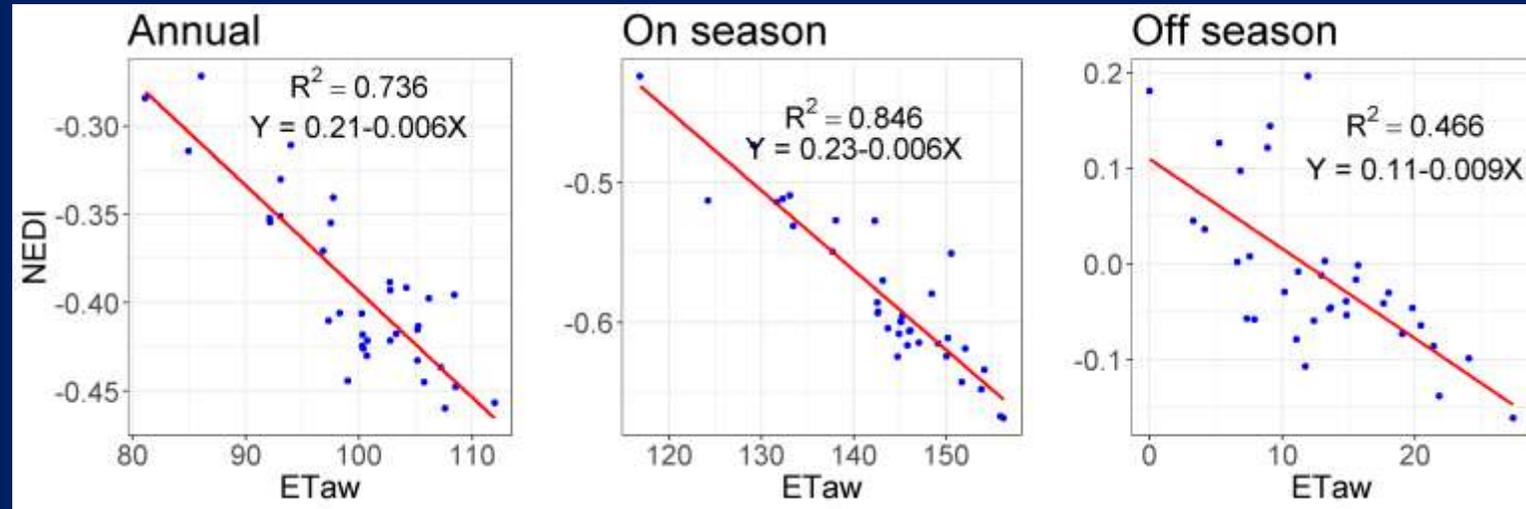
utilizza i totali mensili di P o Peff and ETo (Chang et al., 2017)

Equation:

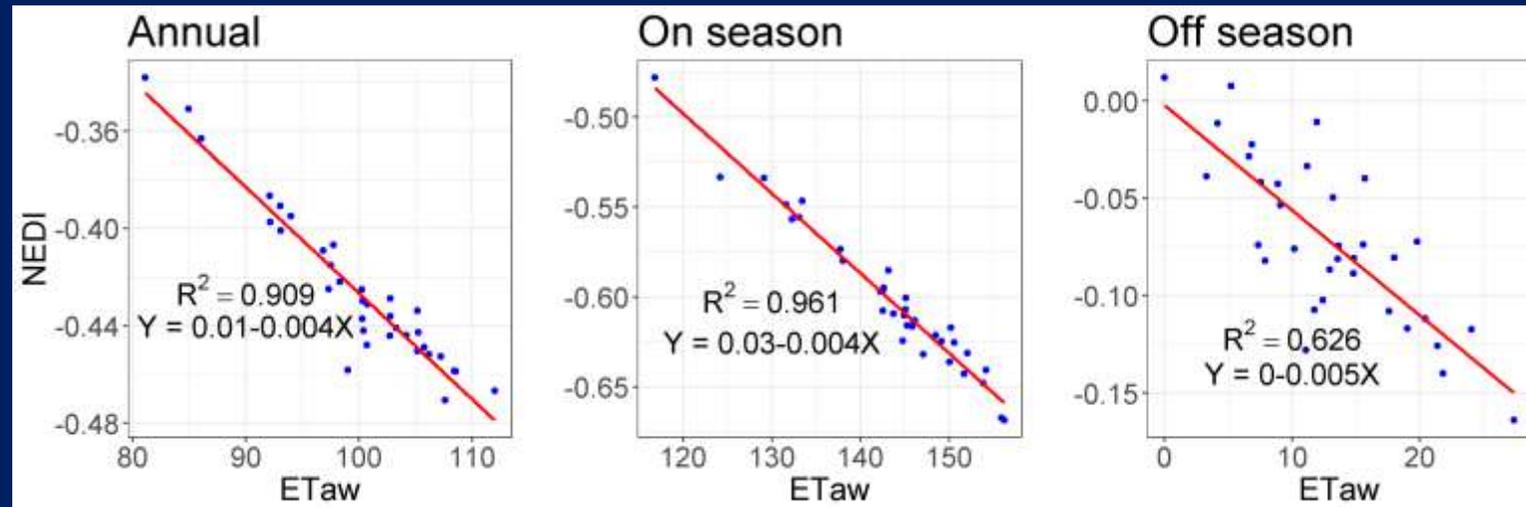
$$W_i = P_{i-j} - PET_i$$
$$NEDI = \frac{W_i}{\max(abs(W_i))}$$

where P_{i-j} and PET_i are the monthly total P and pot ET

Normal Precipitation



Effective Rainfall



Revised Normalized Ecosystem Drought Index (NEDI) annual & seasonal

utilizza i totali mensili di P o Peff and ETaw

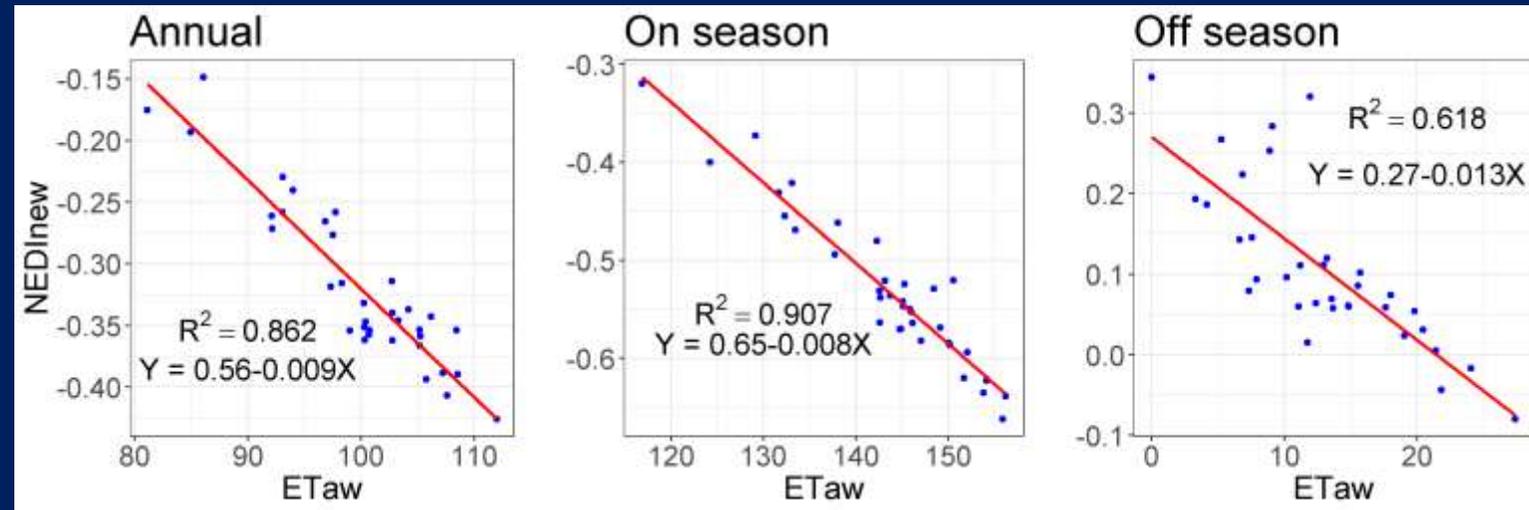
Equation:

$$W_i = P_{i-j} - ETaw_i$$

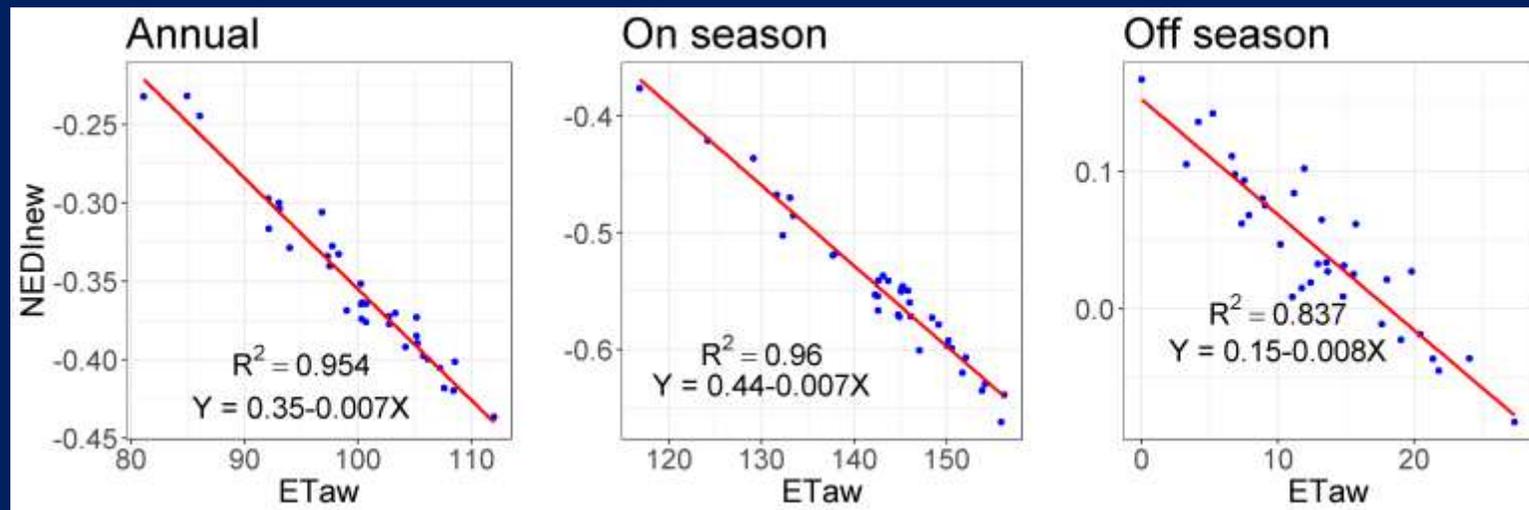
$$NEDI_{new} = \frac{W_i}{\max(abs(W_i))}$$

where P_{i-j} and $ETaw_i$ are monthly total P and ETaw

Normal Precipitation

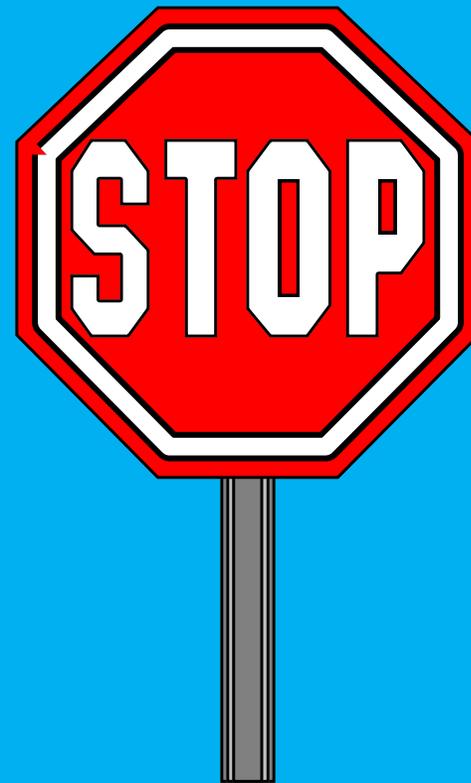


Effective Rainfall



Considerazioni riassuntive

- ✓ I dati ottenuti da PRISM hanno una buona correlazione con quelli ottenuti dalle stazioni meteo CIMS (irrigated grass) e quelle del National Climate Data Center, specialmente per ciò che riguarda i dati di Temperatura.
- ✓ Le correlazioni di dati meteo sono state analizzate per tre scale temporali: giornaliera, mensile, annuale. Per la precipitazione e la temperatura, sono state comparate sia le medie che i valori aggregate (cumulati totali)
- ✓ Si è proceduto alla determinazione di 4 Indici Bio-climatici (IDM, UNEPAI, sc-PDSI, e NEDI) usando dati meteorologici. Tali indici sono stati calcolati sia considerando: (a) pioggia normale; e (b) pioggia effettiva.
- ✓ Lo studio ha rivelato che l'Indice Bio-climatico NEDI ha la correlazione più elevata con il parametro di controllo, ETaw, seguito poi da I_{DM} e quello di FAO-UNEP, rispettivamente.
- ✓ L'indice NEDI modificato che utilizza ETaw invece di ETo fornisce una correlazione ancora più elevata. Al contrario, l'indice sc-PDSI modificato (uso di ETaw al posto di ETo) non ha mostrato miglioramento della correlazione ETaw.
- ✓ In genere, l'utilizzo del parametro della Pioggia effettiva migliora le correlazioni di tutti gli Indici con ETaw che è il parametro di controllo selezionato.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

DOMANDE O COMMENTI?