

AFFRONTARE IL RISCHIO DI SICCA' CON LA CONOSCENZA E LE PREVISIONI STAGIONALI

COPING WITH RISK OF DROUGHT THROUGH KNOWLEDGE AND SEASONAL FORECASTS.

Massimiliano Pasqui^{1*}, Edmondo Di Giuseppe¹, Ramona Magno² ed Elena Rapisardi²

¹ Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche Consiglio, Roma

² Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche Consiglio, Firenze

* massimiliano.pasqui@cnr.it

Abstract

The Mediterranean Basin is characterized by a strong vulnerability due to centuries of natural resources exploitation and it is one of the hot-spots of the planet affected by temperature rising and rainfall distribution modifications. Climate changes and land mismanagement are exacerbating pressure on natural resources, reducing their resilience. Understanding drought and its variability can allow a shift from an approach of crisis management to a more proactive one, where responses are planned in advance in respect to the droughts occurrence and therefore are more effective and coordinated during the event. Following this idea the Institute of Biometeorology developed an empirical seasonal forecast system as a component of a climate service to increase knowledge-based information for supporting decision making activity for a wide variety of stakeholders. A series of on going operational and research applications and projects (MACSUR, SERV_FORFIRE and MED-GOLD) for drought and forecasts will be shown both for the Italy and the Mediterranean Basin.

Parole chiave

Cambiamento climatico, previsioni stagionali, siccità, gestione della risorsa idrica

Keywords

Climate change, seasonal forecasts, drought, water management

Introduzione

Il bacino del Mediterraneo è caratterizzato da una forte vulnerabilità dovuta a secoli di sfruttamento delle risorse naturali ed è uno degli Hot-Spot di cambiamento climatico del pianeta interessati prevalentemente da innalzamento della temperatura e modifiche della distribuzione delle precipitazioni (Field, 2012). I cambiamenti climatici e la cattiva gestione della terra stanno esacerbando la pressione sulle risorse naturali, riducendo la loro capacità di recupero. La siccità, cioè lunghi periodi in cui la riduzione dell'apporto precipitativo risulta significativo, rappresenta quindi un evento ad elevato impatto sia per le comunità umane che gli per gli ecosistemi naturali delle aree interessate. Comprendere meglio le dinamiche della siccità ed, in particolare, la sua variabilità può consentire un passaggio da un approccio di gestione delle crisi ad uno di adattamento e più proattivo, in cui le risposte sono pianificate in anticipo rispetto all'occorrenza del periodo siccitoso, divenendo quindi più efficaci e coordinate durante l'evento stesso. Seguendo questa idea, l'Istituto di Biometeorologia ha sviluppato un sistema empirico di previsioni stagionali come componente di un servizio climatico che consente di aumentare le informazioni basate sulla conoscenza e finalizzato a supportare l'attività di "decision making" per un'ampia varietà di parti interessate (Magno et al., 2012, Magno et al., 2018). Una serie di applicazioni operative ([ClimateServices](#), [Drought Observatory](#)) e progetti di ricerca attualmente in corso ([MACSUR](#), [SERV FORFIRE](#) e [MED-GOLD](#)) stanno permettendo la costruzione di informazioni salienti e

robuste contribuendo al rafforzamento delle capacità di resilienza del nostro Paese e dell'area del Mediterraneo.

Materiali e Metodi

La valutazione dello stato di siccità è affidata ad un indice specifico, ben noto e largamente utilizzato sia nelle valutazioni di monitoraggio che di previsione: lo Standardized Precipitation Index (SPI). Per il suo calcolo le serie temporali di precipitazione a lungo termine sono adattate a una distribuzione di probabilità nota e successivamente, riportate sulla scala di variabilità di una distribuzione Gaussiana a media nulla e varianza unitaria, per mezzo di un procedimento di "standardizzazione". Più specificamente, i parametri stimati della distribuzione selezionata sono utilizzati per trovare la distribuzione cumulativa della precipitazione osservata e quindi, trasformando il valore di probabilità relativo al mese ed alla scala interessati sulla distribuzione Gaussiana standard, si ottiene il valore dell'indice SPI. Pertanto, l'SPI ha una configurazione di tipo Gaussiano in cui la deviazione dalla media è una misura probabilistica della gravità di un evento umido o secco. Per il calcolo dell'indice SPI è stato utilizzato il pacchetto SPEI di R ([CRAN-SPEI](#)), scegliendo la distribuzione Pearson III ed il periodo 1961-2010 per la standardizzazione (Vicente-Serrano, 2012).

Il modello di previsione si basa su un approccio empirico per prevedere il valore dell'indice SPI alla scala trimestrale (SPI-3) e quindi utile per affrontare l'insorgere di un periodo di siccità meteorologica; questa previsione può essere costruita con alcuni mesi di anticipo a partire da una

relazione multilineare con gli indici climatici osservati su larga scala. Le previsioni di SPI-3 sono realizzate su una finestra geografica molto ampia (25°-65° N; 20° W-45° E) e con una risoluzione spaziale di 0.5°.

Questo sistema empirico di previsione stagionale adotta un approccio statistico basato su un modello di regressione multivariata (MR) per stimare le anomalie future attese [16] dove: 1) SPI-3 è la variabile dipendente, calcolato sulla base dei dati delle precipitazioni mensili del dataset del Climate Research Unit (CRU) nella sua versione TS v.4.00 (Harris, et al, 2014); 2) i predittori sono selezionati tra indici climatici di larga scala osservati sia di origine atmosferica che oceanica secondo l'elenco di seguito:

- Atlantic Multidecadal Oscillation ESRL-PSD <https://www.esrl.noaa.gov>
- Multivariate ENSO Index ESRL-PSD <https://www.esrl.noaa.gov>
- North Atlantic Oscillation CPC <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
- Seasonally Varying NH Annular Mode HOK <http://www.bio.mie-u.ac.jp/>
- Modified Zonal Index IRI-DL <http://iridl.ldeo.columbia.edu>
- Mediterranean SST, 1st EOF, 2nd EOF CPC <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
- Atlantic Tripole SST, 1st EOF ESRL-PSD <https://www.esrl.noaa.gov>
- Guinea Gulf SST, 1st EOF, 2nd EOF IRI-DL <http://iridl.ldeo.columbia.edu>
- Indian Ocean SST, 1st EOF, 2nd EOF IRI-DL <http://iridl.ldeo.columbia.edu>
- Eurasian Snow Cover Extent Rutgers GSL <https://climate.rutgers.edu>

Prima di essere inseriti nella matrice dei regressori, tali indici sono sottoposti ad una procedura di standardizzazione e di “de-trending”. Quest’ultima è basata su una regressione non parametrica locale e viene applicata anche alla variabile dipendente. Inoltre, per ogni predittore si considera un “lag” temporale fino a 8 mesi precedenti al tempo t di stima. Ad esempio, la matrice dei regressori del modello di previsione del SPI-3 relativo al mese di Maggio è composta dai predittori osservati nella finestra temporale da Ottobre a Febbraio precedenti.

La finestra temporale per la stima dei parametri del MR si riferisce al periodo 1974–2015. Un modello MR specifico viene stimato per ogni mese di previsione. L'intera procedura è stata eseguita in ogni cella della griglia del dominio spaziale.

Risultati

La prestazione predittiva del miglior modello per ogni SPI-3 è valutata attraverso la significatività statistica del miglior modello stimato per ogni punto griglia su un’area pilota centrata sulla regione Toscana.

Tab.1 – Valutazione delle performance del modello MR.

Tab.1 – Performances evaluation of MR model

Month	Evaluation			Predictive Performance			
	Signif 0.05 (%)	Signif 0.10 (%)	Range AdjR ²	Range RMSE		Range SPI	
Jan	52.0	71.0	(0.18 0.56)	(0.61 1.04)	(2.00 5.35)		
Feb	69.0	85.0	(0.36 0.71)	(0.53 0.79)	(1.96 3.62)		
Mar	87.0	94.4	(0.61 0.79)	(0.35 0.63)	(2.26 2.58)		
Apr	60.2	76.2	(0.30 0.61)	(0.60 0.93)	(3.85 2.59)		
May	77.5	86.0	(0.49 0.74)	(0.44 0.76)	(3.72 2.54)		
Jun	63.5	81.6	(0.48 0.68)	(0.52 0.83)	(3.25 2.48)		
Jul	42.0	62.4	(0.16 0.39)	(0.83 1.29)	(3.91 5.94)		
Aug	68.2	82.6	(0.29 0.74)	(0.52 1.23)	(6.52 2.80)		
Sep	65.5	79.4	(0.30 0.55)	(0.62 0.87)	(2.37 2.61)		
Oct	70.2	83.9	(0.24 0.53)	(0.54 0.78)	(2.19 3.13)		
Nov	81.7	92.4	(0.52 0.72)	(0.44 0.69)	(2.04 2.54)		
Dec	60.9	77.8	(0.26 0.56)	(0.63 0.88)	(2.30 2.23)		

Dai valori riportati in Tab. 1 il valore dei indici di performance è significativamente alto, fatto che attesta la robustezza dei modelli scelti. D'altra parte, l'intervallo di adjR², che è composto dai valori minimi e massimi ottenuti in tutto il dominio spaziale, mostra criticità solo per alcuni singoli punti di griglia e in alcuni mesi; tuttavia, il gran numero di valori sopra 0,50 rivela generalmente una buona definizione del modello. Questo comportamento è più pronunciato durante la stagione invernale, quando la siccità può essere più critica. La prestazione predittiva dei modelli selezionati è di conseguenza generalmente buona (vedere i valori minimi nell'intervallo di colonne RMSE rispetto al corrispondente valori SPI osservati). Le prestazioni inferiori sono state identificate nel periodo estivo, quando eventi di siccità sono meno impattanti per le caratteristiche climatiche Mediterranee.

Discussione e Conclusioni

Il cambiamento climatico già in atto ed atteso nei prossimi decenni rappresenta una sfida particolarmente impegnativa per le varie comunità ed un territorio vulnerabile come quello dell'Italia e del Mediterraneo in particolare. Inoltre il cambiamento climatico contribuirà a ridurre le risorse a disposizione, in particolare quella idrica, riducendo le opzioni di adattamento e aumentando il rischio di difficili situazioni di emergenza con un elevato livello di conflittualità tra usufruttori di acqua. Per l'agricoltura questa situazione sarà particolarmente critica (Dono et al., 2016). Eventi prolungati di siccità, sia invernale che autunnale potrebbero divenire non solo più frequenti, ma anche più impattanti su molti settori produttivi del bacino del Mediterraneo. La conoscenza dei processi di innesco e propagazione dei periodi di siccità e dei loro impatti in agricoltura risulta quindi chiave per affrontare il cambiamento climatico e impostare la sfida del adattamento dei sistemi produttivi (Dono et al., 2013, Dono et al., 2016). Uno strumento di previsione stagionale, come quello descritto in questo lavoro, potrà così aiutare i molti processi decisionali di gestione della risorsa idrica fornendo ulteriori e possibili opzioni di adattamento al cambiamento climatico.

Bibliografia

- Dono, G., Cortignani R., Doro L., Giraldo L., Ledda L., Pasqui M. and Roggero P.P., (2013). An integrated assessment of the impacts of changing climate variability on agricultural productivity and profitability in an irrigated mediterranean catchment. *Water resources management*, 27 (10), 3607–3622. doi: 10.1007/s11269-013-0367-3
- Dono, G., Cortignani, R., Dell'Unto, D., Deligios, P., Doro, L., Lacetera, N., Mula L., Pasqui M., Quaresima S., Vitali A., Roggero, P. P. (2016). Winners and losers from climate change in agriculture: Insights from a case study in the Mediterranean basin. *Agricultural Systems*, 147, 65-75, doi:10.1016/j.agsy.2016.05.013
- Field, C.B. 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel On Climate Change*; Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Harris, I.; Jones, P.D.; Osborn, T.J.; Lister, D.H., 2014. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations—the CRU TS3.10 Dataset. *Int. J. Climatol.*, 34, 623–642.
- Magno, R.; Angeli, L.; Chiesi, M.; Pasqui, M., 2014. Prototype of a drought monitoring and forecasting system for the Tuscany region. *Adv. Sci. Res.*, 11, 7–10.
- Magno, R.; De Filippis, T.; Di Giuseppe, E.; Pasqui, M.; Rocchi, L.; Gozzini, B., 2018. Semi-Automatic Operational Service for Drought Monitoring and Forecasting in the Tuscany Region. *Geosciences*, 8, 49.
- Vicente-Serrano, S.M.; Begueria, S.; Lorenzo-Lacruz, J.; Camarero, J.J.; López-Moreno, J.I.; Azorin-Molina, C.; Revuelto, J.; Morán-Tejeda, E.; Sanchez-Lorenzo, 2012. A. Performance of drought indices for ecological, agricultural, and hydrological applications. *Earth Interact.*, 16, 1–27.