

SICCITA', DESERTIFICAZIONE E GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

ANTONIO BRUNETTI(*), LUCA SALVATI(*)
* Ufficio Centrale di Ecologia Agraria

INTRODUZIONE

I termini siccità e desertificazione richiamano immediatamente l'idea di una anomala mancanza d'acqua nel terreno per cause meteorologiche. In molti casi ciò è vero, ma la siccità ed i processi di desertificazione sono condizioni nelle quali la componente meteo ha spesso ruolo determinante, ma non unico.

La siccità è una condizione meteorologica resa complessa da vari aspetti, tra cui particolare rilievo assumono la durata, l'estensione in vari ambiti territoriali, l'entità, e la relativa influenza sulle attività umane, in particolare sulle pratiche agricole. Conseguentemente, anche gli approcci metodologici nel definire il fenomeno, la scelta e la validazione dei relativi indicatori, nonché i metodi di riduzione dei danni devono essere vari e molteplici.

Un evento siccitoso deriva da una scarsa precipitazione rispetto ad un valore atteso di riferimento in un dato periodo e in una data area. Esso è inoltre condizionato dai parametri influenzanti l'evapotraspirazione, che mitiga o aggrava le condizioni di siccità dovute al ridotto apporto meteorico. Le caratteristiche dei suoli, con particolare riferimento alla capacità di ritenzione idrica, rendono il problema della siccità ancora più complesso a scala spaziale di dettaglio.

Le conseguenze della siccità sono diverse in relazione alla scala temporale in cui essa si manifesta. Ci si aspetta che la scarsità di precipitazioni rispetto alla quantità attesa avrà conseguenze a breve termine sull'umidità del suolo, ma solo la persistenza di tale anomalia di precipitazione potrà avere conseguenze sulla resa delle colture o sulle falde acquifere.

Strettamente connesso al fenomeno della siccità, appare rilevante dare una definizione dei processi di desertificazione, con particolare riguardo agli scenari climatici futuri nell'area Mediterranea. Il concetto di desertificazione si è progressivamente evoluto nel corso degli anni nel tentativo di definire un processo che, seppur riferito a cause locali, sta sempre più assumendo la connotazione di un problema globale. A questo termine è associato nell'immaginario collettivo il processo di espansione di aree desertiche e prive di vegetazione, ma questa immagine non rappresenta tutta la realtà dei fenomeni di degrado del territorio in atto. Appare tuttavia evidente che un elemento comune che associa le aree soggette a desertificazione è costituito dalla progressiva riduzione dello strato superficiale del suolo e della sua capacità produttiva. Qualche dato di riferimento: la desertificazione è una delle più gravi emergenze ambientali e minaccia circa 1 miliardo di abitanti degli oltre cento paesi a rischio. In Europa oltre 20 milioni di ettari sono stati degradati

dagli scarichi industriali e dalle piogge acide. Oltre il 25% delle terre agricole e il 35% di quelle a pascolo sono a rischio. Ogni anno vanno perduti 24 miliardi di tonnellate di terra coltivabile mentre si prevede un incremento di bisogno di terra ad uso produttivo del 27% nel 2015 e del 42% nel 2050. La perdita annuale stimata in termini di reddito totale a causa della desertificazione è stimabile in 42 miliardi di dollari di cui solo 12 miliardi nei paesi più industrializzati (Loguercio 1999).

In base ad un criterio di produttività biologica, la Conferenza delle Nazioni Unite sulla Desertificazione, tenutasi a Nairobi nel 1977, adottò una definizione di desertificazione ("riduzione o distruzione del potenziale biologico del terreno che può condurre a condizioni desertiche") che prescindeva dalla collocazione geografica delle aree colpite, dalle loro caratteristiche climatiche, dalle cause naturali o antropogeniche e dai processi quali salinizzazione, erosione e deforestazione, all'origine del degrado del potenziale biologico del suolo.

Pur nei limiti della iniziale mancanza di accuratezza concettuale nella definizione del fenomeno, con la Conferenza di Nairobi iniziò un processo di sensibilizzazione del grande pubblico che portò alla mobilitazione dei paesi sviluppati per alleviare le sofferenze delle popolazioni colpite da eventi di siccità catastrofici.

Sebbene tutti i paesi sviluppati siano intervenuti con programmi di cooperazione e di aiuto ai paesi colpiti dalla desertificazione dopo oltre un decennio il bilancio dei risultati ottenuti non è stato unanimemente ritenuto soddisfacente. La Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo di Rio del 1992, approvando l'Agenda 21, indicò, nella cooperazione internazionale finalizzata allo sviluppo sostenibile dei paesi più poveri, una nuova strategia nella lotta al degrado ambientale.

Uno strumento operativo per contrastare gli aspetti più rilevanti dei processi di desertificazione è rappresentato dalla "Convenzione per la Lotta contro la Desertificazione nei paesi colpiti da grave siccità e/o desertificazione, con particolare urgenza in Africa", che si prefigge di affrontare le dimensioni sociali ed economiche della desertificazione in Africa, continente maggiormente colpito, non limitandosi agli aspetti ambientali o agro-forestali del problema, ma dando grande enfasi alla crescita della capacità di pianificazione e di intervento sia a livello nazionale che a livello locale.

La Convenzione ha scelto di adottare una definizione di desertificazione che circoscrive il suo ambito di intervento territoriale in funzione delle caratteristiche climatiche introducendo esplicitamente fra le cause del fenomeno oltre all'azione dell'uomo anche le variazioni climatiche. Tale definizione può essere riassunta nel concetto di "degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, fra le quali variazioni climatiche ed attività umane".

La desertificazione ed il degrado delle terre interessano con intensità ed estensione diverse anche i paesi europei che si affacciano sul bacino del Mediterraneo. Le regioni dell'Italia meridionale ed insulare sono esposte a stress di natura climatica ed alla pressione, spesso non sostenibile, delle attività umane sull'ambiente.

In Italia e nei paesi sviluppati in genere, il contesto della lotta alla desertificazione è naturalmente diverso da quello dei Paesi in via di sviluppo ove il problema si pone in termini di sopravvivenza. A livello nazionale l'implementazione della Convenzione e dell'Agenda 21 si prefigge di individuare nuove alternative di salvaguardia ambientale e di sviluppo che, compatibilmente con i vincoli imposti dalla situazione esistente, offrano un'alternativa all'emigrazione ed all'abbandono del territorio.

IL P.F. CLIMAGRI ED IL MONITORAGGIO DELLA SICCIÀ

La ricerca 'Monitoraggio permanente della siccità in agricoltura ed evidenziazione dei processi di desertificazione nel sud d'Italia' svolta nell'ambito del progetto finalizzato 'CLIMAGRI' ha come obiettivo lo studio della siccità in relazione all'evoluzione dei nuovi scenari climatici, tramite la valutazione in tale contesto degli effetti di una persistente carenza idrica sulle attività produttive agricole. La problematica da affrontare è quindi la valutazione della capacità di adattamento del sistema agricolo rispetto al verificarsi di fenomeni siccitosi e come esso vada incontro a modifiche, presumibilmente in negativo, a causa dell'evoluzione climatica in atto. Ci si propone pertanto di individuare un limitato numero di indicatori delle condizioni di siccità di interesse per l'agricoltura che nel loro insieme permettano di spiegare il fenomeno nei suoi molteplici aspetti. E' opportuno inoltre valutare eventuali calibrazioni degli indicatori stessi per una corretta descrizione della realtà nazionale, caratterizzata da una notevole eterogeneità ambientale.

ATTIVITA' IN CORSO

Per una verifica di tali affermazioni si analizzano serie storiche di precipitazione per individuare eventuali trend negativi e descrivere la variabilità intrinseca del segnale, perlomeno su scala annuale. Su tale analisi esplorativa si tenta di caratterizzare quantitativamente singoli episodi di siccità. Attraverso l'uso di indicatori diffusi quali ad esempio l'Indice di Precipitazione Standard (SPI), che può fornire indicazioni, su scala mensile, sia dell'entità della siccità che della durata dei periodi secchi. Uno strumento di analisi integrato, ovvero che tenga conto della quantità di precipitazione e degli eventi di evapotraspirazione in stretta relazione alle caratteristiche pedologiche dei suoli di riferimento, è fornito dalle carte di disponibilità idrica AW (Available Water) basate sulla capacità dei suoli di trattenere l'acqua (AWC). Tale cartografia è disponibile su base decennale e fornisce una spazializzazione dei dati a livello di regione agraria ISTAT. Infine, il tentativo di ottenere informazioni sulle condizioni di stress idrico sulla vegetazione a partire da immagini telerilevate, ha condotto alla definizione di aree-omogenee intese come siti permanenti di indagine per le quali costruire una serie storica di dati dell'indice di vegetazione NDVI in funzione delle variabili meteorologiche.

L'indice di precipitazione standardizzato SPI. L'Indice SPI, sviluppato da McKee et al. (1993), viene utilizzato per monitorare un deficit di precipitazione su scale temporali diverse misurando una anomalia di precipitazione. Essendo un indice standardizzato (quindi non influenzato dal dato medio di pioggia del sito considerato) ha il merito di poter confrontare stazioni climatologicamente differenti. Lo svantaggio consiste nel fatto che per essere rappresentativo necessita di serie storiche lunghe ed essenzialmente prive di dati mancanti perciò difficilmente reperibili.

La procedura per il calcolo dell'indice è teoricamente semplice. Si prende in esame la serie storica di precipitazione descritta con una distribuzione di probabilità convenientemente scelta e poi trasformata in una distribuzione normale attraverso una trasformazione di coordinate. L'utilizzo della distribuzione normale garantisce l'indipendenza dal dato medio peculiare del sito in questione. La variabilità del segnale (composto da valori positivi e negativi) indica condizioni di abbondanza o di deficit di precipitazioni rispetto al dato normalmente atteso sulla scala di tempo utilizzata. Il perdurare di segnali negativi indica la durata dell'evento siccitoso. La variabilità del segnale di cui stiamo parlando è indicizzata dal numero di deviazioni standard rispetto alle condizioni normali. Naturalmente la classificazione va intesa in termini probabilistici interpretando i segnali come frequenze di eventi che cadono in

ciascuna classe. Riportiamo in **Tabella 1** la distribuzione delle varie classi. I risultati, per una delle stazioni prese in esame, sono mostrati in **Figura 1**.

> 2.00	Molto umido
1.50 ÷ 1.99	Umido
1.00 ÷ 1.49	Mediamente umido
-0.99 ÷ 0.99	Normale
-1.00 ÷ -1.49	Moderatamente secco
-1.50 ÷ -1.99	Secco
< -2.00	Molto secco

Tabella 1 - Tabella di valutazione dell'indice SPI. Riporta il numero di deviazioni standard rispetto ad un valore medio di precipitazioni atteso per una data stazione.

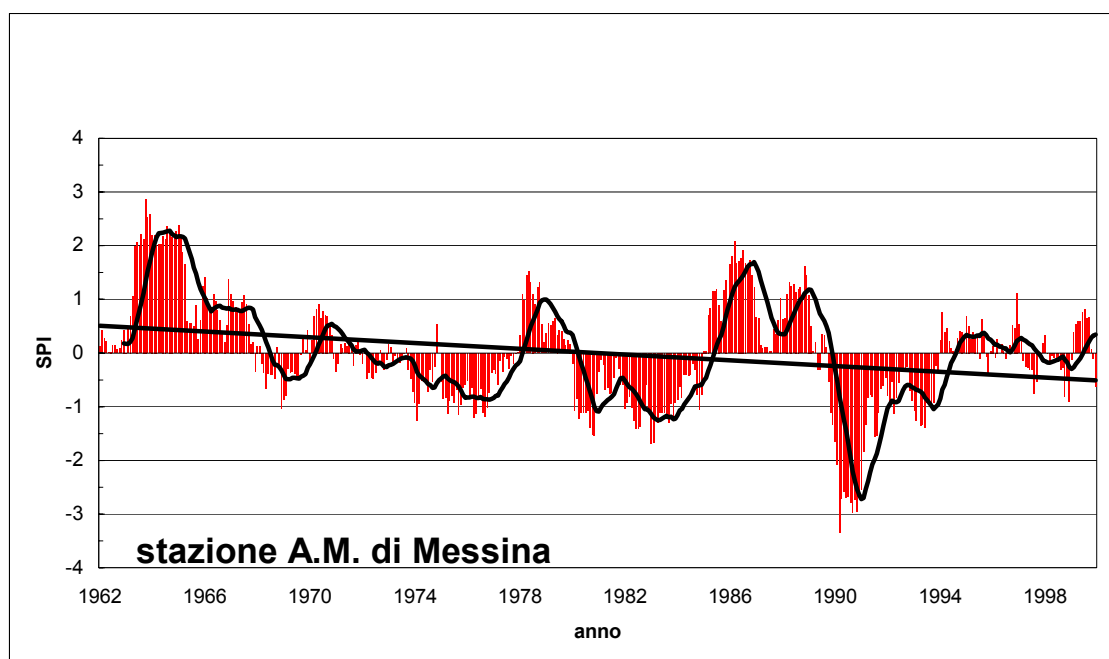


Figura 1 - Calcolo dell'indice di SPI per la stazione di Messina nel periodo 1962 -2000. La figura mostra come gli eventi positivi e negativi siano in qualche modo ciclici. La linea di tendenza e la media mobile a base annuale indicano, rispettivamente, la tendenza a periodi secchi e la ricorrenza di valori SPI negativi (a cura di Filippo Thiery).

Carenza idrica nel suolo e indice AW. Un ulteriore elemento di valutazione delle condizioni di siccità sono le mappe di Disponibilità Idrica (AW) e di Entità della Siccità che sono basate sulla capacità di ritenzione di acqua dei suoli. Il parametro AW rende conto dell'acqua disponibile nel suolo ad una certa data tenendo conto delle precipitazioni, dell'evapotraspirazione e delle caratteristiche pedologiche del suolo. A titolo di esempio riportiamo le carte di AW e di entità della siccità (Figure 2 e 3) riferite al mese di dicembre 2002 e la cui risoluzione spaziale è la Regione Agraria ISTAT. La carta dell'entità della siccità dà indicazioni della combinazione della durata e della intensità della carenza di acqua nel suolo.

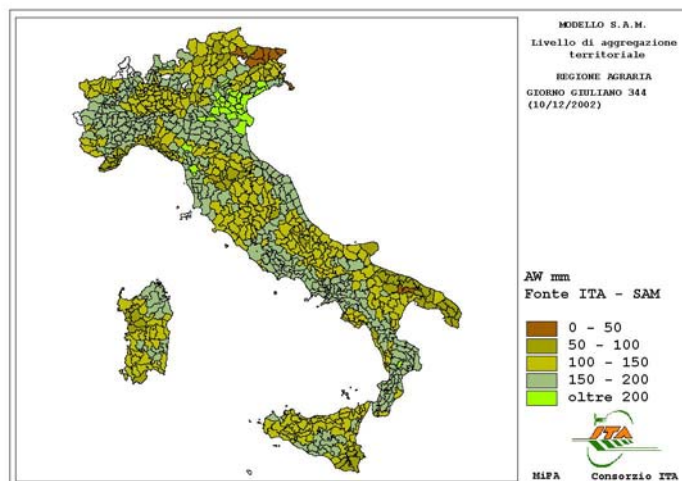


Figura 2 - Mappa di AW riferita al mese di Dicembre 2002.

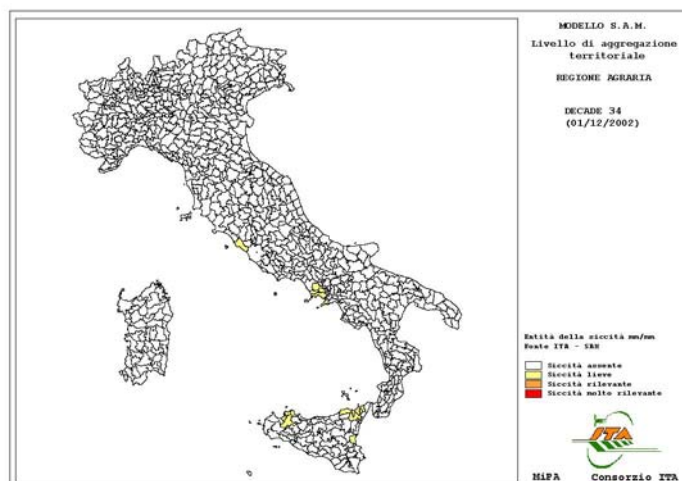


Figura 3 - Mappa dell'entità della siccità, derivante dal rapporto AW/AWC percentuale, e riferita al mese di Dicembre 2002.

Siti permanenti di indagine. Il concetto di monitoraggio permanente della vegetazione in funzione delle stagioni, dei cambiamenti climatici e della disponibilità delle risorse idriche è stato ampiamente descritto, tra gli altri, da James *et al.* 1994, Myneni *et al.* 1997, Steyaert *et al.* 1997). In quest'ottica è stato sviluppato il concetto di area permanente di osservazione, o siti permanenti di riflettanza (*Permanent Reflector Sites, PRS*); essi vengono considerati come riferimenti costanti nella valutazione della siccità, e per il futuro, del reale cambiamento climatico. Tali ambiti territoriali, con caratteristiche bio-fisiche definite, devono rispecchiare reali cambiamenti delle caratteristiche spettrali della vegetazione in risposta a variazioni climatiche consistenti, ad esempio stress idrici. In termini di copertura del suolo, essi devono rappresentare regioni omogenee o con un grado di eterogeneità costante, su cui l'intervento antropico è assai ridotto. Dal punto di vista strettamente agronomico, i pascoli di quota e le coltivazioni non irrigate a vite e ulivo sembrano rappresentare le classi di copertura del suolo più utili per la designazione dei PRS. In realtà la frammentazione del paesaggio agricolo italiano rende poco ragionevole usare classi di copertura del suolo tali da ottenere siti di osservazione estese meno della risoluzione minima della misurazione derivante da sensore satellitare. Più ragionevole è individuare, come PRS, superfici forestali a basso impatto antropico con estensioni consistenti e scarsa eterogeneità. A tal proposito è emersa la necessità di introdurre variabili ambientali al fine di selezionare foreste con caratteristiche di alto fusto,

decidue, in base all'altitudine, e al *climax* (e.g. Hunter & Schuck 2002). Le principali variabili ambientali che dovrebbero essere considerate nella scelta dei PRS sono: ampiezza del PRS, altitudine, pendenza, caratteristiche di copertura, omogeneità, presenza di una stazione meteorologica attendibile e prossima al PRS. In base a queste e ad altre caratteristiche è opportuno effettuare una selezione a soglia, ovvero individuare dei valori minimi 'di ingresso' nella selezione, per ciascuna variabile. Si ritiene anche indispensabile l'integrazione di questo metodo con una selezione manuale, che possa tener conto di indicazioni scientifiche e tecniche di altra natura, soprattutto in relazione alla eventuale validazione su campo, con altri metodi, dei dati ottenuti da telerilevamento.

Considerando sia le condizioni ambientali tipiche, sia le caratteristiche climatiche e pedologiche della regione, una prima macro-area PRS è stata scelta nella provincia di Foggia. Essa include la zona del Parco Nazionale del Gargano, un'area sottoposta a vincolo integrale di protezione ambientale, quasi del tutto gestita a boschi d'alto fusto e cedui, e un'ampia fascia limitrofa strettamente agricola, a bassa urbanizzazione. E' stata acquisita una serie storica parziale di immagini telerilevate NOAA-AVHRR inerenti tale area di studio insieme alle serie storiche di dati meteo-climatici provenienti da stazioni collocate nella medesima zona. Una seconda macro-area è stata identificata nella regione Lazio, con particolare riferimento alla fascia climatica costiera maggiormente influenzata da condizioni locali di stress idrico dovute alla siccità e che presenta particolari vocazioni agricole. Con criteri analoghi, le altre due macroaree sono state scelte nelle regioni Sardegna e Sicilia. Si tratta, nel primo caso, di un'area ad alta vocazione pascolativa, con caratteristiche ambientali omogenee, particolarmente soggetta ad episodi di stress idrico. Nel secondo caso, è stata scelta un'area ad agricoltura estensiva, con prevalenza di colture cerealicole, in cui di particolare rilievo è stato l'ultimo episodio di siccità, relativo all'anno 2001. Dal punto di vista climatologico, è stato creato un data set di supporto alle analisi di telerilevamento e relativo ai dati pluviometrici raccolti in stazioni meteo delle reti nazionali al fine di poter usufruire di informazioni meteo-climatiche su tutto il territorio nazionale. Tali informazioni potranno supportare i risultati derivanti dall'elaborazione dell'indice NDVI telerilevato in tutti i siti PRS scelti sul territorio nazionale.

CONCLUSIONI

La siccità è un fenomeno meteorologico che mostra tutta la sua complessità in particolare quando lo si analizza nel contesto delle pratiche agricole. Occorre infatti considerare contemporaneamente sia l'influenza delle caratteristiche pedologiche del suolo sulla dinamica delle riserve di acqua utili alla produzione agraria sia le carenze stagionali peculiari delle produzioni agrarie. Si sono riportati alcuni esempi di modalità di studio della siccità con particolare riguardo agli approcci adottati dall'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria. Alcuni di questi sono metodi standard, come ad esempio lo studio dei trend di precipitazione o il calcolo dell'indice di SPI, altri, come le cartine di durata ed entità della siccità basate sulla AW e AWC del suolo, sono più originali e consentono una valutazione oggettiva a scala di dettaglio su tutto il territorio nazionale. E' da evidenziare comunque che tutte le metodologie considerate mettono in luce come il fenomeno della siccità sia complesso sia a livello temporale che territoriale e che la necessità di approcci integrati di natura socio-economica e climatica-ambientale può fornire spiegazioni più dettagliate sulla distribuzione eterogenea e scarsamente prevedibile del fenomeno siccità.

BIBLIOGRAFIA

- Hunter I. & Schuck A. 2002. Increasing forest growth in Europe – possible causes and implications for sustainable forest management. *Plant Biosystems* 136: 133-142.
- James M.E. & Kalluri S.N.V. 1994. The Pathfinder AVHRR land data set : an improved coarse-resolution data set for terrestrial monitoring. *Int. J. Remote Sens.* 15 : 3347-3364.
- Loguercio C. 1999. Il ruolo dell'Italia nella lotta alla desertificazione. Iniziative del nostro Paese per attuare la convenzione delle Nazioni Unite. Ministero dell'Ambiente, CUEN.
- McKee, T.B., N.J. Doesken & J. Kleist, 1993. The relationship of drought frequency and duration ot time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan 17-23, 1993, Anaheim CA, pp. 179-186.
- Myneni R.B., Keeling C.D., Tucker C.J., Asrar G. & Nemani R.R. 1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature* 386: 698-702.
- Steyaert, L.T., Hall F.G. & Loveland T.R. 1997. Landcover mapping, fire regeneration, and scaling studies in the Canadian boreal forest with 1 km AVHRR and Landsat TM data. *J. Geophys. Res.* 102: 29581-29598.