

ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE
detta dei XL

SCRITTI E DOCUMENTI
XLVII

L'acqua in Calabria: risorsa o problema?

a cura di
Francesco Dramis, Annibale Mottana

Atti della Giornata di Studio
Arcavacata di Rende, 31 maggio 2013

in collaborazione con l'Università della Calabria



Roma 2013

Copyright © MMXIII
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-6138-1

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: ottobre 2013

Si ringrazia il Ministero per i Beni Culturali, Direzione Generale per le Biblioteche, gli Istituti Culturali e il Diritto d'Autore per il contributo dato all'organizzazione del Convegno e alla stampa degli Atti.

Un ringraziamento particolare al Dottor Tonino Caracciolo per aver contribuito ad organizzare l'incontro di studio, invitando personalmente alcuni dei relatori e per aver messo a disposizione il personale del suo studio di geologia professionale.

Si desidera ringraziare anche il Gruppo di Lavoro PON "Sistemi Integrati per il Monitoraggio, l'Early Warning e la Mitigazione del Rischio Idrogeologico lungo le Grandi Vie di Comunicazione", coordinato dal Prof. Pasquale Versace e l'Università della Calabria per l'ospitalità ed il CAMILAB, Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica della medesima Università, che ha collaborato attivamente all'evento.

Indice

- 7 L'iniziativa
Emilia Chiancone, Francesco Dramis, Annibale Mottana

La risorsa acqua

- 11 La risorsa idrica
Maurizio Polemio, Vittoria Dragone, Andrea Romanazzi
- 31 Piani di Gestione delle Acque dei Distretti Idrografici
Vera Corbelli
- 35 Il rischio desertificazione
Roberto Coscarelli

Il dissesto idrogeologico dall'emergenza alla previsione

- 57 Flussi detritici, conoidi alluvionali e fiumare
Marino Sorriso-Valvo
- 73 Instabilità dei versanti e frane: dall'emergenza alla prevenzione
Giovanni Gullà
- 101 Weathering, slope instability and erosion
Fabio Scarciglia

Aspetti storico-economici, pianificazione e gestione

- 115 Pianificazione intersettoriale e usi plurimi dell'acqua
 Giancarlo Principato



Il rischio desertificazione

ROBERTO COSCARELLI

Sommario

La desertificazione è un fenomeno complesso che interessa il suolo e conduce progressivamente alla perdita della sua capacità produttiva e funzionale. La Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione (UNCCD) ha definito la desertificazione come “degrado delle terre aride, semi-aride e sub-umide secche attribuibile a varie cause, fra le quali le variazioni climatiche e le attività umane”. In questa memoria ne vengono identificate le cause, di origine naturale e antropica, e vengono indicati i fattori che concorrono a determinare la predisposizione di un terreno al degrado, attraverso i cosiddetti “indicatori di desertificazione”. Viene riportata la metodologia ESAs (*Environmentally Sensitive Areas*), per l’individuazione delle aree sensibili alla desertificazione, introdotta nell’ambito del progetto MEDALUS, che si basa sull’elaborazione e interazione di quattro indici di qualità, relativi ad altrettante categorie di indicatori di desertificazione (clima, vegetazione, suolo, gestione territoriale). Il rischio di desertificazione che interessa la Calabria viene, quindi, delineato, con la rassegna dei risultati dei principali studi condotti su detto territorio. Poiché la gestione del territorio riveste un ruolo importante nell’instaurazione e nella progressione del fenomeno della desertificazione, vengono, infine, indicate alcune azioni e procedure che possono contribuire all’adattamento dei suoli al fenomeno e alla sua mitigazione.

Summary

Desertification is a complex phenomenon involving soil that progressively loses its productive and functional capacity. It is defined by the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) as “land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas resulting from various factors, including climatic variations and human activities”. In this paper the causes of desertification, both natural and anthropic, are presented as well as the factors that determine the predisposition of a soil to degradation phenomena by means of “desertification indicators”. The methodology ESAS for evaluating the areas with sensitivity to desertification, introduced in the ambit of the project MEDALUS, is presented: it is based on calculating and integrating four Quality Indexes relative to four categories of desertification indicators (climate, soil, vegetation and territory management). Then the desertification risk for the territory of Calabria (Southern Italy) is expounded, presenting the results of some studies carried out on this region. Since territory management has an important role in the onset and the evolution of desertification, finally, some actions and procedures able to mitigate the impact of the process on the soil are presented.

1. Introduzione

Il suolo rappresenta una importante risorsa del pianeta: senza la presenza di suoli fertili e degli organismi che vi risiedono, le piante non potrebbero crescere, i nutrienti non potrebbero essere riutilizzati. Fattori ambientali, legati anche ai *trend* climatici in atto, ed interventi dell'uomo nella utilizzazione e nella gestione delle risorse ambientali stanno, però, determinando un crescente degrado del suolo [30]. Le più significative forme di degrado comprendono l'erosione idrica ed eolica, la diminuzione della materia organica, la compattazione, la salinizzazione, la contaminazione, l'impermeabilizzazione, la diminuzione della biodiversità, ecc.

La desertificazione rientra nei fenomeni di degrado, essendo stata definita, nel 1994, a Parigi, in occasione dell'adozione della Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione,

come “degrado delle terre aride, semi-aride e sub-umide secche attribuibile a varie cause, fra le quali le variazioni climatiche e le attività umane” [32]. Con il termine “desertificazione”, quindi, si definisce l’insieme dei processi di degradazione di un terreno, legati a molteplici cause, che interessano “ambienti” non di esclusiva pertinenza delle zone già desertiche: aree vulnerabili alla siccità, all’erosione del suolo, agli squilibri nella gestione del territorio e delle risorse idriche. Le aree soggette a desertificazione sono caratterizzate dalla progressiva riduzione dello strato superficiale del suolo e della sua capacità produttiva e funzionale.

Le stime effettuate sulla desertificazione da *United Nations Environment Programme* (UNEP) [33], e confermate dal Comitato italiano per la Lotta alla Siccità e Desertificazione [8], evidenziano come il processo sia di proporzioni planetarie: un quarto delle terre del pianeta è minacciato dalla desertificazione; il 69% delle terre emerse coltivate va verso una situazione di degrado o è già soggetto a desertificazione; oltre un miliardo di persone, in oltre 100 nazioni, vive in aree a rischio desertificazione; ogni cinque anni vanno perduti 24 miliardi di tonnellate di suolo fertile in tutti i continenti; il costo del fenomeno di desertificazione mondiale ammonta ogni anno ad oltre 42 miliardi di dollari.

La desertificazione si instaura, come detto, per cause, naturali e antropiche, agenti su territori interessati già dalla presenza di fattori predisponenti al degrado stesso: ecosistemi fragili, caratteristiche geolitologiche e pedologiche sfavorevoli, criticità di tipo idrologico e idrogeologico, morfologia predisponente, coperture vegetali insufficienti o depauperate, aree già compromesse per varie cause.

Tra le cause naturali, sia predisponenti sia innescanti, quelle principali sono ascrivibili al clima, dato che esso regola le condizioni della vegetazione ed, indirettamente, influisce sulla desertificazione attraverso altri fenomeni da esso causati o incrementati [15]. Nello specifico, si considerano come cause agenti quei fenomeni legati alle caratteristiche delle precipitazioni, quali la frequenza di eventi siccitosi e l’incremento dell’erosività della pioggia, ed alle variazioni di temperatura, governate da mutamenti climatici a livello globale o locale. I dati sui cambiamenti climatici in atto, riportati nel IV Rapporto dell’IPCC–*Intergovernmental Panel on Climate Change* [20], indicano, per molte aree sub-tropicali, un *trend* negativo delle precipitazioni. Anche le

valutazioni effettuate sui *trend* delle piogge, registrate in Italia negli ultimi 50 anni, stimano una diminuzione più o meno conclamata delle precipitazioni annue, unitamente ad una diminuzione sensibile dei giorni piovosi, un aumento di frequenza dei periodi siccitosi specie negli ultimi 15 anni (più sensibile nel periodo invernale), un dimezzamento del periodo di ritorno degli eventi estremi, specie per le aree nord-orientali del Paese [4, 5]. Per la Calabria, si è valutato [3, 6, 12] un generale e omogeneo *trend* negativo delle precipitazioni annue, che viene confermato anche per le precipitazioni invernali, autunnali e primaverili. Per le precipitazioni estive, si registra, invece, un *trend* positivo per quasi tutte le stazioni pluviometriche. Gli esperti del II Gruppo di Lavoro dell'IPCC [20] classificano, a livello mondiale, come "impatto rilevante" dei cambiamenti climatici quello sul suolo e, quindi, sui diversi ambiti connessi ad esso: agricoltura, allevamento, patrimonio boschivo, ecc. Per quanto concerne le caratteristiche del suolo, la presenza di biomassa e le caratteristiche del substrato condizionano in maniera rilevante la produttività e la profondità di un suolo e, quindi, la sua capacità di "sostenere" diversi tipi di copertura vegetale. Fra le cause antropiche della desertificazione [16], l'agricoltura è certamente, tra le attività produttive, quella che più di ogni altra può favorire il processo di degrado, che si può innescare per un uso non corretto dei mezzi di produzione (fertilizzanti, acqua, ecc.), per pratiche errate di lavorazione del terreno, per modifiche degli ordinamenti produttivi. Anche la variazione, avvenuta nella zootecnia, da attività diffusa a carattere agricolo ad attività di tipo industriale, separata dai cicli naturali, ed il conseguente *overgrazing* (pascolamento eccessivo), ha comportato il sovrasfruttamento e il deterioramento di vasti territori, con riduzione della copertura vegetale e l'erosione del suolo. Fra le cause innescanti non possono trascurarsi il disboscamento e la deforestazione, causata dai sempre più frequenti incendi boschivi.

Inoltre, l'espansione urbana, la realizzazione di discariche e di attività estrattive, spesso incontrollate, la salinizzazione delle acque sotterranee e dei suoli, causata dalla progressiva intrusione dell'acqua di mare all'interno delle falde idriche costiere sovrasfruttate [27], determinando una sottrazione di risorsa, incidono profondamente sul fenomeno della desertificazione, anche in termini di degrado ambientale.

2. Metodologia per l'analisi del fenomeno

La metodologia più utilizzata per la valutazione della presenza del fenomeno della desertificazione rimane quella che si prefigge di individuare le "Aree Ambientali Sensibili alla Desertificazione" (ESAs), proposta nell'ambito del progetto della Comunità Europea MEDALUS — *MEditerranean Desertification And Land Use* [22]. La metodologia si basa sull'elaborazione di quattro indici di qualità (del suolo — SQI; del clima — CQI; della vegetazione — VQI; della gestione territoriale — MQI) che, combinati, forniscono la sensibilità ambientale. L'elaborazione degli indici SQI, VQI e CQI è fatta su indicatori di carattere fisico-ambientale, espressione delle caratteristiche climatiche, pedogenetiche, morfologiche e di qualità della copertura vegetale insistenti sull'area in esame. L'indice MQI è, invece, basato sull'analisi dell'intensità d'uso del suolo e sulla implementazione delle politiche di protezione ambientale. A ciascun indicatore di desertificazione (strato informativo), differenziato in classi, viene attribuito un punteggio [21], che varia da 1 a 4, proporzionalmente all'influenza nell'instaurare o alimentare fenomeni di degrado del suolo (Tab. 1). Il valore zero (no-data) è attribuito alle aree dove le misure non sono appropriate e per le zone urbanizzate o industriali. Dei quindici indicatori selezionati solo due hanno un punteggio massimo pari a 4: si tratta degli indicatori "profondità del suolo" e "precipitazioni", rientranti, rispettivamente, nelle categorie "suolo" e "clima", che quindi rappresentano i fattori maggiormente influenzanti il fenomeno. Il calcolo degli indici di qualità avviene, per ciascuna cella elementare (i,j) , come media geometrica dei punteggi attribuiti agli indicatori appartenenti ad ogni categoria, secondo la relazione seguente:

$$\text{Indice di Qualità } X_{ij} = (\text{strato } 1(x)_{ij} \cdot \text{strato } 2(x)_{ij} \cdot \dots \cdot \text{strato } n(x)_{ij})^{1/n} \quad (1)$$

dove X è il generico indice di qualità, ij rappresentano le "coordinate" di una singola unità elementare ed n è il numero di strati informativi usato per la determinazione di ogni indice di qualità.

La media geometrica dei quattro indici di qualità fornisce un valore di sensibilità ambientale, espresso dall'indice ESAI:

$$\text{ESAI}_{ij} = (\text{SQI}_{ij} \cdot \text{CQI}_{ij} \cdot \text{VQI}_{ij} \cdot \text{MQI}_{ij})^{1/4} \quad (2)$$

Il valore dell'indice ESAI così stimato può ricadere in una delle quattro classi (Tab. 2) in cui si esprime la sensibilità ambientale alla desertificazione: non affette, potenzialmente affette, fragili e critiche.

Come si può notare, l'elaborazione di ciascun indice di qualità è indipendente da quella degli altri, e ogni indice, nella successiva elaborazione dell'indice di sensibilità ambientale alla desertificazione (ESAI), ha lo stesso peso rispetto agli altri. Un algoritmo così strutturato consente di svincolare l'elaborazione dal numero degli strati considerati, dalla loro natura e formato (che siano qualitativi o quantitativi; misurati o stimati; ecc.), contemplando la possibilità di aggiornare e/o integrare le informazioni utilizzate, aggiungendo, ad esempio, altri indicatori. Tuttavia, operazioni del genere devono opportunamente essere validate per poter considerare le elaborazioni aderenti alla metodologia utilizzata e confrontabili con quelle già sviluppate per altre aree-studio [15].

In letteratura [23, 24, 25] sono state proposte modificazioni più dettagliate all'approccio originario del Progetto MEDALUS, consistenti nell'introduzione di due indicatori supplementari riferiti all'erosività delle precipitazioni, di un indice integrato per l'uso del suolo e la gestione del territorio, e di un indicatore della pressione antropica.

Coscarelli *et al.* [14], invece, hanno proposto un indice attinente esclusivamente ai tematismi fisico-naturali, denominato ESAPI (*Environmentally Sensitivity Areas Physical Index*), che, come suggerito anche da Ferrara e Kosmas [17], può risultare utile quando si vuole rappresentare una situazione "statica", non soggetta cioè alle conseguenze delle politiche di gestione del territorio, che hanno un'influenza nel corso degli anni. L'indice ESAPI, quindi, può essere adottato come espressione della propensione intrinseca del territorio a sviluppare fenomeni di desertificazione, in base alle sole caratteristiche chimico-fisico-naturali e a quelle climatiche esistenti, come risulta dalla sua formulazione :

$$ESAPI_{ij} = (SQI_{ij} \cdot CQI_{ij} \cdot VQI_{ij})^{1/3} \quad (3)$$

L'assenza del quarto Indice di Qualità nella sua formulazione impone ovviamente un nuovo calcolo degli intervalli dei valori per le varie classi di sensibilità ambientale [14].

3. La desertificazione in Calabria

Gli studi effettuati su base regionale per il territorio calabrese, applicando in modo completo o parziale la metodologia ESAs [18, 19, 28, 29], hanno evidenziato che le aree della fascia ionica sono le zone più esposte al rischio di desertificazione.

Predette analisi sono state poi confermate dall'A.R.P.A.CAL. (Agenzia Regionale per l'Ambiente della Calabria), che, nell'ambito del progetto DESERTNET, applicando la metodologia introdotta nel progetto MEDALUS, ha elaborato la Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione della Calabria (Fig. 1) a scala 1:250.000 [1]. Anche detta Carta mostra come la fascia ionica della regione risulti la più esposta a questi fenomeni di degrado. In particolare, le tre aree maggiormente vulnerabili risultano essere: le aree costiere dell'Alto Ionio, dalla Piana di Sibari fino al confine con la Basilicata, il Marchesato della Provincia di Crotona e la punta ionica meridionale, fra Reggio Calabria e Capo Spartivento.

Coscarelli *et al.* [13], nell'ambito del progetto ISPARIDE [10], hanno effettuato un'analisi di dettaglio del fenomeno nella parte settentrionale della provincia di Crotona, comprendente i comuni di Cirò e Cirò Marina e parte dei territori comunali di Carfizzi, Crucoli, e Melissa. In particolare, il confronto dei risultati ottenuti per l'indice ESAPI e per l'indice ESAI ha evidenziato il ruolo fortemente condizionante, sull'instaurazione di fenomeni di degrado, svolto dalla gestione territoriale. Si è rilevato, infatti, che il 76% circa del territorio, a causa della gestione del territorio, registra un peggioramento della sensibilità ambientale al degrado, già compromessa per fattori fisico-ambientali.

Il ruolo fondamentale della gestione è anche dimostrato dal fatto che solo limitate aree, per le quali sono intervenute politiche di tutela, hanno migliorato la sensibilità ambientale. Sempre nell'ambito del progetto ISPARIDE, la validazione dei risultati, ottenuti tramite l'applicazione della metodologia ESAs, è stata effettuata mediante analisi chimico-fisico-biologiche su alcuni campioni di suolo, miranti, tra l'altro, alla ricerca della presenza e attività di complessi umo-enzimatici, indicatori della vitalità di un suolo e delle sue capacità di recupero, di produttività e funzionalità [7]. L'idoneità della procedura utilizzata per la descrizione delle condizioni del suolo è stata confermata dalle analisi statistiche effettuate a corredo della validazione stessa [13].

4. Strategie di mitigazione e adattamento

Come già riportato nel paragrafo precedente, la gestione di un territorio può avere un peso determinante nell'incremento della sensibilità ambientale di un'area e, quindi, della sua vulnerabilità nei confronti di fenomeni di degrado del suolo. Se nulla può essere applicato a quelle che sono le cause naturali, interventi e misure possono, invece, essere adottati per mitigare i processi di degrado in atto. In particolare, le strategie agronomiche che riescono ad evitare, totalmente o parzialmente, la riduzione delle produzioni agricole, possono dividersi in: aggiustamenti a breve termine e adattamenti a lungo termine [11].

Gli aggiustamenti a breve termine tendono ad ottimizzare la produzione con variazioni minime, a livello di costo, del sistema agricolo, da attuarsi in diversi modi. Possono comprendere: l'impiego contemporaneo di varietà con caratteristiche diverse, il cambio di varietà, le variazioni nelle pratiche agronomiche, le modifiche del tipo e/o delle modalità di impiego di fertilizzanti e pesticidi. Gli aggiustamenti, inoltre, possono riguardare anche le modalità per conservare l'umidità del suolo, introducendo tecniche oppure agendo sulla gestione dell'irrigazione.

Fra gli adattamenti a lungo termine, rappresentati da modifiche strutturali del sistema produttivo agricolo, si citano: il cambio dell'uso del suolo (ad esempio, la sostituzione di coltura con alta variabilità inter-annuale con coltura a più bassa variabilità), la sostituzione delle colture non più adatte alle caratteristiche modificate del suolo e/o del clima, le modifiche del microclima che incrementano l'efficienza nell'uso dell'acqua (ad esempio, utilizzando i frangivento, le colture intercalari, ecc.).

Per quanto concerne le variazioni dell'uso del suolo, sempre nell'ambito del Progetto ISPARIDE [10], sono state effettuate valutazioni dell'impatto delle variazioni di uso del suolo sul fenomeno della desertificazione, relativamente all'area campione del Crotonese oggetto di studio. Antronico e Scarpelli [2] hanno valutato l'influenza, tramite una matrice d'impatto, che le variazioni hanno avuto sui fenomeni di degrado. Il confronto della mappa degli impatti dei cambiamenti con quella relativa alla distribuzione dell'indice di Sensibilità Ambientale alla Desertificazione (ESAI), elaborata nell'ambito dello stesso progetto, ha permesso di verificare la reale influenza delle variazioni di uso

del suolo sui processi di desertificazione. Si menziona, inoltre, il Progetto Pilota “Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria attraverso la conversione colturale in aree ad elevata vulnerabilità”, finanziato dal Comitato per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione del Ministero dell’Ambiente, che, grazie alla collaborazione tra Agenzia Regionale per l’Ambiente della Calabria (A.R.P.A.CAL.), Agenzia Regionale per lo Sviluppo e per i Servizi in Agricoltura (A.R.S.S.A.) della Calabria, Università della Calabria e CNR–IRPI, ha permesso di sperimentare e verificare gli effetti positivi delle modifiche introdotte nell’uso del suolo su alcune particelle presenti nell’area crotonese [31]. Il Progetto Pilota ha avuto come obiettivo principale l’intervento consistente nella conversione colturale a prato, prato–pascolo, pascolo con specie foraggere autoctone, in alcune aree collinari, dove veniva praticata la monosuccessione a grano duro. I campionamenti eseguiti dopo solo due anni dall’avvio della conversione colturale già evidenziavano un consistente incremento della sostanza organica nei primi 30 cm di suolo nelle parcelle monitorate, segnale certo di sicura efficacia dell’intervento previsto [31].

Fra le strategie di mitigazione dei fenomeni di degrado del suolo rientra pure il recupero delle “conoscenze tradizionali”, che, per diversi secoli, hanno garantito l’assetto ambientale e paesaggistico, riuscendo ad equilibrare le alternanze climatiche e le avversità naturali, assicurando altresì la rinnovabilità delle risorse. Per “conoscenze tradizionali” si intende l’insieme di “buone pratiche”, tecniche e conoscenze, verificate dall’esperienza, trasmesse attraverso le generazioni e incorporate nel sistema del sapere tradizionale [26]. Queste conoscenze, che un tempo permettevano il raggiungimento degli scopi produttivi, salvaguardando l’ambiente e assicurandone la continua manutenzione, si stanno oggi perdendo a causa di uno sviluppo basato sullo spreco delle risorse naturali, sull’abbandono dell’agricoltura e delle aree rurali, sulla crescita produttiva illimitata. I terrazzamenti con muretti a secco (Fig. 2), i sistemi di raccolta di acqua meteorica e dell’umidità dell’aria, l’utilizzo delle falde superficiali solo, ove era possibile, con il tramite della forza di gravità o, al limite, tramite metodi di prelievo che garantivano la “ricarica” della risorsa, i sistemi di raccolta delle acque ruscellanti, solo per citarne alcuni, erano inseriti in “un ciclo continuo di attività in cui il risultato dell’una era la base per la realizzazione dell’altra” [26]. Con questo principio, così simile

al “funzionamento” della natura, ogni residuo di un sistema veniva utilizzato da altri sistemi: non esisteva cioè “il concetto di rifiuto” o la possibilità di ricorrere a risorse esterne. Le tecniche polifunzionali, il multiuso, lo sviluppo autopropulsivo, indipendente da fattori esterni, garantivano occasioni di riuscita anche nelle avversità.

Purtroppo a livello europeo non esiste ancora una normativa sul suolo, anche se il Parlamento Europeo e il Consiglio hanno proposto nel 2006 una Direttiva [9] che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE. La Proposta di Direttiva, anche se, finora, non ha avuto ancora seguito, rappresenta, comunque, un passo importante verso la mitigazione dei fenomeni di che trattasi. Essa pone l’attenzione sul fatto che il suolo vada considerato come una risorsa a se stante e che riceva la stessa attenzione che viene rivolta ad altre risorse naturali, quali l’acqua e l’aria, istituendo, come per questi ultimi, programmi armonizzati e orientati alla valutazione, su ampie superfici, dello stato del suolo e alla sua evoluzione nel tempo.

Si rende, quindi, necessario, nella pianificazione territoriale, assegnare alla conoscenza dei suoli un ruolo strategico [10]. Le scelte di indirizzo, le tecniche di intervento sul territorio e la gestione dello stesso non possono non tener conto delle caratteristiche dei suoli, che insieme a quelle del clima, rappresentano fattori determinanti nelle predette scelte. Sistemazioni idraulico-agrarie e forestali, sistemi di irrigazione, bonifiche idrauliche, concimazioni e correttivi devono necessariamente essere differenziati in funzione dei suoli.

5. Conclusioni

La desertificazione rappresenta un fenomeno complesso, in base al quale un suolo perde progressivamente la propria capacità produttiva e funzionale. Le cause del fenomeno sono sia di origine naturale (*trend* pluviometrici, caratteristiche del suolo e della vegetazione), sia dovute all’azione dell’uomo. I risultati che emergono da diversi studi, effettuati sia a livello mondiale sia su scala regionale, evidenziano situazioni rese ancora più critiche a causa di gestioni del territorio, e del suolo in particolare, non consone alle caratteristiche dell’ecosistema.

Risulta, quindi, urgente attuare strategie per mitigare detti fenomeni di degrado e intervenire con le tipologie di azione più idonee,

da valutarsi area per area: un intervento che può essere risolutivo del problema in una determinata zona non è detto sia valido in altre.

Opportune campagne informative da effettuarsi verso gli utilizzatori del suolo (aziende, singoli agricoltori, ecc.) ed un recupero delle “conoscenze tradizionali”, nel campo della gestione del suolo e, più in generale, della pianificazione delle risorse, potranno rappresentare azioni concrete per fronteggiare i fenomeni di degrado del suolo e, soprattutto, per sviluppare una pianificazione e una gestione sostenibili di un territorio.

Bibliografia

- [1] Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria (AR-PACAL), 2005. *Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione in Calabria* (scala 1:250.000). Progetto DESERTNET-INTERREG IIIB MEDOCC.
- [2] ANTRONICO L., SCARPELLI M., 2007. *Valutazione dei cambiamenti di uso del suolo e dei fenomeni erosivi in un'area di studio del Crotonese (Calabria, Italia)*. In: *Il Progetto I.S.PA.RI.DE. - Identificazione e Stima dei Parametri per la Valutazione della Desertificazione* (R. Coscarelli, ed.), NUOVA BIOS, Cosenza.
- [3] BRUNETTI M., CALOIERO T., COSCARELLI R., GULLÀ G., NANNI T., SIMOLO C., 2012. *Precipitation variability and change in the Calabria region (Italy) from a high resolution daily data-set*. *International Journal of Climatology*, 32.
- [4] BRUNETTI M., COLACINO M., MAUGERI M., NANNI T., 2001. *Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951 to 1996*. *International Journal of Climatology*, 21.
- [5] BRUNETTI M., MAUGERI M., NANNI T., 2001. *Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in north-eastern Italy*. *International Journal of Climatology*, 2013/69754, 21.
- [6] CALOIERO T., COSCARELLI R., FERRARI E., MANCINI M., 2011. *Trend detection of annual and seasonal rainfall in Calabria (Southern Italy)*. *International Journal of Climatology*, 31.
- [7] CECCANTI B., MASCIANDARO G., 2003. *Stable humus-enzyme nucleus: the last barrier against soil desertification*. In: *Preserving soil quality and soil biodiversity - The role of surrogate indicators* (M.C. Lobo, J.J. Ibanez, eds.), CSIC-IMIA, Madrid.
- [8] CNLD-Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione, 1999. *Comunicazione Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione*.
- [9] Commissione delle Comunità Europee, 2006. *Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE, 0086 (COD), COM(2006), 232, Bruxelles*.
- [10] COSCARELLI R. (ed.), 2007. *Il progetto I.S.PA.RI.DE. Identificazione e stima dei parametri per la valutazione del rischio di desertificazione*, Nuova BIOS, Cosenza, ISBN 88-6093-025-1.

- [11] —, 2010. *Mitigazione degli effetti sul suolo dei trend climatici*. In: *Metodologie e Tecniche dell'Ingegneria Idraulica per il Territorio* (G. Frega, F. Macchione, eds). Quaderni di Idrotecnica, p. 19, NUOVA BIOS, Cosenza.
- [12] COSCARELLI R., CALOIERO T., 2012. *Analysis of daily and monthly rainfall concentration in Southern Italy (Calabria region)*. *Journal of Hydrology*, pp. 416–417, pp. 145–156.
- [13] COSCARELLI R., CECCANTI B., MASCIANDARO G., MINERVINO I., SORRISO-VALVO S., 2007. *Applicazione della metodologia ESAS in un'area di studio e validazione con dati di campo*. In: *Il Progetto ISPARIDE. Identificazione e Stima dei Parametri per la valutazione del Rischio di Desertificazione* (R. Coscarelli, ed.), Nuova Bios, Cosenza.
- [14] COSCARELLI R., MINERVINO I., SORRISO-VALVO M., 2005. *Methods for the characterization of areas sensitive to desertification: an application to the Calabrian territory (Italy)*. In: *Geomorphological Processes and Human Impacts in River Basins* (R.J. Batalla, C. Garcia, eds.), IAHS Publ. p. 299.
- [15] —, 2007. *Il fenomeno della desertificazione e gli indicatori per la sua valutazione*. In: *Il progetto ISPARIDE. Identificazione e Stima dei Parametri per la valutazione del Rischio di Desertificazione* (R. Coscarelli, ed.), Nuova Bios, Cosenza.
- [16] —, 2009. *L'Influenza dei fattori antropici nei fenomeni di degrado del suolo. Un caso di studio nel crotonese*. In: *La crisi dei sistemi idrici: approvvigionamento agro-industriale e civile*, Atti dei Convegni dei Lincei, p. 248, Bardi Editore, Roma.
- [17] FERRARA A., KOSMAS C., 2004. *Expert system for evaluating the Environmental Sensitivity Index (ESI) for a local area: methodology*. In: *DISforME—Desertification Indicators System for Mediterranean Europe*. <http://www.unibas.it/desertnet/esi/method.htm>.
- [18] FREGA G., PIRO P., MANGIARDI R., 2003. *Sustainable indicators in desertification phenomena: application to Calabria, Italy*. In: *Ecosystems and Sustainable Development V. Transactions on Ecology and the Environment* (E. Tizzi, C.A. Trebbia, S. Jorgensen, D. Almorza Gomar, eds.), Vol. 81, WIT Press, Southampton.
- [19] IOVINO F., FERRARI E., ARAMINI A., PAONE R., VASTA F., 2005. *Individuazione delle aree vulnerabili alla desertificazione in Calabria*. *Estimo e Territorio*, p. 11.
- [20] IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. *Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cam-

bridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

- [21] KOSMAS C., KIRKBY M., GEESON N., 1999. *The Medalus project Mediterranean desertification and land-use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*. European Commission. EUR 18882.
- [22] KOSMAS C., POESEN J., BRIASSOULI H., 1999. *Key indicators of desertification at the ESA scale*. In: *The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification* (C. Kosmas, M. Kirkby, N. Geeson, eds.), European Union, 18882.
- [23] LADISA G., 2001. *Criteri di quantificazione delle Aree Sensibili alla desertificazione in ambienti mediterranei*. Tesi di dottorato di Ricerca, Università di Padova.
- [24] LADISA G., TODOROVIC M., TRISORIO LIUZZI G., 2002. *Environmental Sensitive Areas to Desertification model: supplementary indicators accounting for particular environmental conditions of Southern Italy*. In: *Proceedings of International Conference on Environmental Problems of the Mediterranean Region, Near East University, Nicosia, North Cyprus, April 12–15 2002*.
- [25] LADISA G., TRISORIO LIUZZI G., 2001. *Presentazione di alcuni indicatori sulla desertificazione*. In: *Biodiversità: Monitoraggio e indicatori ambientali*, Seminario Nazionale del Centro tematico Nazionale Conservazione della Natura, ANPA-ARPA Valle d'Aosta. Saint Vincent (AO), 22–23 ottobre 2001.
- [26] LAUREANO P., 2001. *Atlante d'acqua, conoscenze tradizionali per la lotta alla desertificazione*, Bollati Boringhieri, Torino.
- [27] MONTELEONE M., 2006. *Problematiche della salinità nelle aree irrigue meridionali*. Italian Journal of Agronomy, 1.
- [28] PIRO P., CARBONE M., FREGA F., 2005. *Analisi della inclinazione alla desertificazione del territorio assistita da un sistema informativo geografico (GIS). Applicazione alla regione Calabria*. In: *Atti del XXV Corso di aggiornamento in Tecniche per la difesa dall'inquinamento*, BIOS, Cosenza.
- [29] PIRO P., FREGA F., MANGIARDI R., 2003. *Identificazione delle Aree Sensibili alla Desertificazione e applicazione alla regione Calabria*. In: *Atti del XXIV Corso di aggiornamento in Tecniche per la difesa dall'inquinamento*, BIOS, Cosenza.
- [30] ROMANOV A.N., 2009. *Remote assessment of the degree of soil degradation from radiation properties of soils*. Eurasian Soil Science, 42, 3.

- [31] RONCONI M.L. (ed.), 2010. *La desertificazione. Mitigazione di un processo*, Pieraldo Editore, Roma.
- [32] UNCCD, 1994. *United Nations Convention to Combat Drought and Desertification in those Countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. Geneve.
- [33] UNEP–United Nations Environmental Program, 1992. *World Atlas of Desertification* (N. Middleton, D.S.G. Thomas, eds). Arnold Publisher, London.

Tabella 1. Strati informativi e relativi punteggi per la stima degli Indici di Qualità [15, 21]

Strato	Classi	Punteggi
Categoria suolo		
Caratteristiche in base alla tipologia di roccia madre	Suoli che, malgrado la loro generale scarsa produttività durante anni piovosi, riescono ad assicurare una non trascurabile produzione di biomassa in anni asciutti grazie alla loro capacità di immagazzinamento idrico (es. su: argilliti, conglomerati, depositi non consolidati, scisti filladici, rocce basiche). Sono compresi anche quei suoli profondi formati entro fratture e faglie che riescono a mantenere bene la vegetazione naturale in clima mediterraneo.	1
	Suoli superficiali e a regime di umidità relativamente asciutto caratterizzati da alta erodibilità e lenta capacità di recupero per la vegetazione (es. su: calcari, arenarie).	1.7
	Suoli che, nonostante la profondità e l'alta produttività in anni a piovosità normale e buona, non consentono di mantenere nessun tipo di vegetazione annuale in anni particolarmente siccitosi (es. su: marne), e suoli poco profondi ad alta erodibilità (es. su: piroclastiti).	2
Tessitura	F, FSA, FS, SF, FA	1
	AS, FL, FLA	1.2
	L, A, AL	1.6
	S	2
Pietrosità superficiale (%)	> 60	1
	20-60	1.3
	< 20	2
Profondità (cm)	> 75	1
	30-75	2
	15-30	3
	< 15	4
Drenaggio	Buono	1
	Mediocre	1.2
	Scarso	2
Pendenza (%)	< 6	1
	6-18	1.2
	18-35	1.5
	> 35	2
Categoria clima		
Precipitazione annua (mm)	> 650	1
	280-650	2
	< 280	4
<i>Continua alla pagina successiva</i>		

<i>Continua dalla pagina precedente</i>		
Indice di aridità (di Bagnouls e Gaussen)	< 50	1
	50–75	1.1
	75–100	1.2
	100–125	1.4
	125–150	1.8
	> 150	2
Esposizione	Nord, pianeggiante	1
	Sud	2
Categoria fattori socio-economici		
Implementazione delle politiche	Alta	1
	Moderata	1.5
	Bassa	2
Intensità d'uso del suolo	Bassa	1
	Media	1.5(*)
	Alta	2
Categoria Vegetazione		
Grado di copertura (%)	> 40	1
	10–40	1.8
	< 10	2
Protezione dall'erosione	Macchia mediterranea a leccio	1
	Macchia mediterranea, conifere, pascoli permanenti, colture agricole perenni sempreverdi (oliveti)	1.3
	Boschi di latifoglie decidue	1.6
	Frutteti	1.8
	Coltivazioni annuali (prati, cereali, mais, tabacco, girasole, ...), vigneti	2
Resistenza alla siccità	Macchia mediterranea, macchia mediterranea a leccio	1
	Conifere, boschi di latifoglie decidue, oliveti	1.2
	Frutteti, vigneti	1.4
	Pascoli	1.7
	Coltivazioni annuali (prati, cereali, mais, tabacco, girasole,...)	2
Rischio di incendio	Suoli nudi, frutteti, vigneti, oliveti, coltivazioni annuali irrigue (mais, tabacco, girasole, ...)	1
	Pascoli, cereali, prati, boschi di latifoglie, macchia mediterranea a leccio	1.3
	Macchia mediterranea	1.6
	Conifere	2

(*) 1.2 per le aree naturali

Tabella 2. Classi ed intervalli di valori relativi all'Indice di Sensibilità Ambientale alla Desertificazione ESAI [15, 21].

Classe	Descrizione	Intervalli	Subclasse	Intervalli
Non affetta	Aree caratterizzate da terreni in buone condizioni chimico-fisiche su cui si effettuano pratiche agricole conservative o su cui insiste una buona copertura vegetale	<1.17	N	<1.17
Potenziale	Territori in cui profondi cambiamenti climatici, quali prolungati periodi di siccità, o drastici cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo, che comportano l'applicazione di tecniche agricole non sostenibili, possono condurre all'instaurarsi di fenomeni di degrado	1.17-1.22	P	1.17-1.22
Fragile	Aree in cui già sussistono condizioni di equilibrio precario tra le risorse naturali e le attività antropiche (metodiche colturali, deforestazione, sovrappascolamento, ecc), in cui alterazioni anche minime di questi equilibri provocano la progressiva desertificazione del territorio	1.23-1.37	F1 F2 F3	1.23-1.26 1.27-1.32 1.33-1.37
Critica	Territori caratterizzati da fenomeni di degrado particolarmente evidenti (erosione accelerata, perdita di suolo, formazione di croste superficiali, perdita di biodiversità) che si ripercuotono sulla produttività dei suoli	>1.37	C1 C2 C3	1.38-1.41 1.42-1.53 >1.53

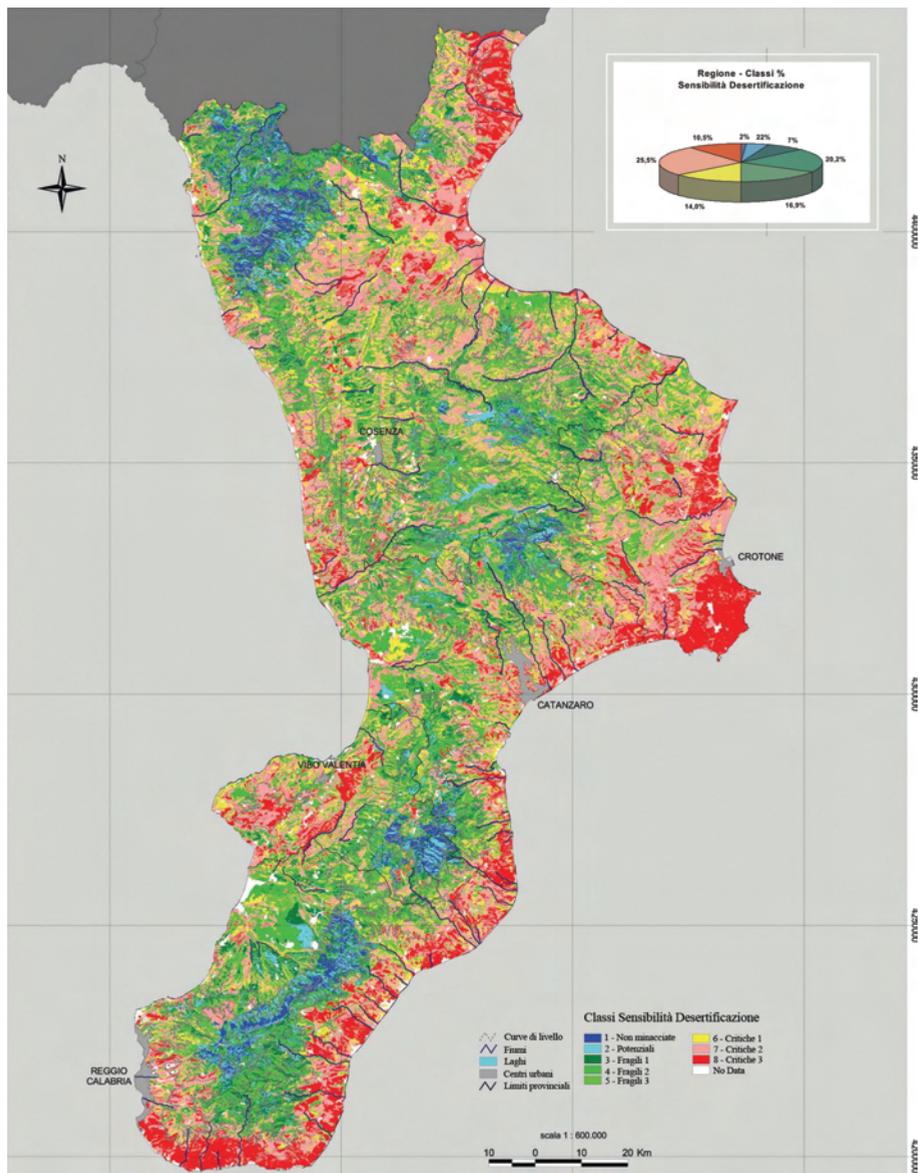


Figura 1. Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione in Calabria [1].

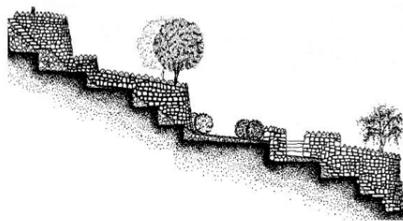


Figura 2. Un tipico intervento di sistemazione con tecniche tradizionali.

Roberto Coscarelli

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR-IRPI), U.O.S. di Cosenza
r.coscarelli@irpi.cnr.it

AREE SCIENTIFICO–DISCIPLINARI

AREA 01 – Scienze matematiche e informatiche

AREA 02 – Scienze fisiche

AREA 03 – Scienze chimiche

AREA 04 – **Scienze della terra**

AREA 05 – Scienze biologiche

AREA 06 – Scienze mediche

AREA 07 – Scienze agrarie e veterinarie

AREA 08 – Ingegneria civile e architettura

AREA 09 – Ingegneria industriale e dell'informazione

AREA 10 – Scienze dell'antichità, filologico–letterarie e storico–artistiche

AREA 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche

AREA 12 – Scienze giuridiche

AREA 13 – Scienze economiche e statistiche

AREA 14 – Scienze politiche e sociali

Il catalogo delle pubblicazioni di Aracne editrice è su

www.aracneeditrice.it

Compilato il 23 ottobre 2013, ore 14:01
con il sistema tipografico \LaTeX 2 ϵ

Finito di stampare nel mese di ottobre del 2013
dalla «ERMES. Servizi Editoriali Integrati S.r.l.»
00040 Ariccia (RM) – via Quarto Negroni, 15
per conto della «Aracne editrice S.r.l.» di Roma