

IL METODO ESAS PER LA MODELLIZZAZIONE DEL RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE. APPLICAZIONE IN UN'AREA DELLA SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE

Claudio ZUCCA*, Salvatore MADRAU**, Mario DEROMA**, Daniele PITTALIS*

* Nucleo Ricerca Desertificazione (NRD), Univ. di Sassari, via de Nicola, 9, 079 2111016,
fax 079 217901; nrd@uniss.it

** Dip. Ing. del Territorio, Sez. di Geopedologia e Geologia Applicata, Univ. di Sassari, via de Nicola, 9, 079 229350;
fax 079 229261; geopedol@uniss.it

Riassunto

Tecniche di elaborazione GIS sono state applicate allo scopo di valutare la sensibilità alla desertificazione di un'area della Sardegna nord-occidentale (Comuni di Alghero, Porto Torres, Sassari, Stintino). Ai fini della valutazione della vulnerabilità è stato applicato il modello ESAs (Environmentally Sensitive Areas to desertification) sviluppato nell'ambito del progetto MEDALUS III (EC - DG RES). Tale metodo utilizza un set di quindici indicatori raggruppati in quattro categorie (qualità del suolo, del clima, della vegetazione e della gestione del territorio). Gli indicatori vengono gestiti in layer indipendenti e successivamente aggregati in 4 indici sintetici, a loro volta poi combinati nell'indice finale di sensibilità. Il calcolo dei singoli indicatori è basato su sistemi di pesi predefiniti, mentre gli indici sono ottenuti attraverso algoritmi basati su medie geometriche. L'implementazione del modello ha evidenziato l'elevata vulnerabilità dell'area considerata.

Abstract

GIS elaboration was applied to assess the sensitivity to Desertification of an area of north western Sardinia. The ESAs model was used (Environmentally Sensitive Areas to desertification, developed by MEDALUS III EC - DG RES project. The model makes use of 15 indicators grouped into 4 classes: soil, vegetation, climate, land management. For each indicator independent layers are produced according to a pre-defined weights system and are then processed to create four synthetic indexes. Finally, the sensitivity index is produced as a geometric average. The implementation highlighted the high sensitivity of the concerned area.

Introduzione

La desertificazione è una delle più gravi emergenze ambientali e minaccia circa un quarto delle terre del pianeta. La definizione adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite e inserita nel testo della Convenzione per la Lotta alla Desertificazione ("*Degradazione delle terre in aree aride, semi aride e secco sub-umide, derivante da diversi fattori, comprese le variazioni climatiche e l'impatto antropico*") tiene conto di tutti quei processi che concorrono alla riduzione del potenziale biologico ed economico delle terre presenti in determinate regioni climatiche e assegna un ruolo centrale all'azione dell'uomo.

La Convenzione riserva uno specifico Annesso (il IV) al Mediterraneo del nord, del quale l'Italia fa parte. In queste regioni le aree a rischio di desertificazione presentano, secondo la UNCCD, un'elevata vulnerabilità naturale a causa delle scarse precipitazioni, della frequenza degli eventi estremi, della ridotta copertura vegetale dovuta anche all'alta frequenza di incendi boschivi, della limitata resistenza della vegetazione alla siccità, dei suoli altamente erodibili o ad elevata pendenza.

A queste cause si sommano fattori sociali ed economici quali le condizioni di crisi dell'agricoltura tradizionale con il conseguente abbandono di vaste aree che divengono marginali, lo sfruttamento eccessivo delle risorse idriche, la massiccia concentrazione delle attività economiche lungo le fasce costiere, le forti aggregazioni di aree urbane, il turismo e l'agricoltura intensiva. L'Italia ha ratificato la UNCCD nel 1997 come Paese affetto in particolare a livello delle regioni meridionali e insulari. La cartografia di rischio realizzata nel 1999 dal Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione (CNLD, 1999) evidenzia, tra le aree più sensibili, proprio il settore nord-occidentale della Sardegna, sul quale si è svolto il presente studio, ad una scala di maggiore dettaglio e secondo una metodologia più avanzata.

Nel presente lavoro è stato utilizzato un metodo rispondente a queste caratteristiche, il metodo ESAs (Environmentally Sensitive Areas to desertification - Kosmas, 1998) sviluppato nell'ambito del progetto MEDALUS III, e attualmente in corso di validazione e revisione nell'ambito del progetto DESERTLINKS (EC - DG RES), del quale gli autori sono partners.

Materiali e metodi

Il territorio interessato (Comuni di Alghero, Porto Torres, Sassari, Stintino) occupa una superficie di 93165 ha. L'area è caratterizzata da una notevole complessità geologica, morfologica e pedologica. Climaticamente l'area riconducibile al tipo mediterraneo secco-subumido con precipitazioni distribuite prevalentemente nei mesi autunnali ed invernali, valori minimi nei mesi estivi in concomitanza con i massimi termici annui. Le precipitazioni medie annue variano tra 491 mm e gli 871 mm nelle aree a quota più elevata. Dal punto di vista fitoclimatico il territorio ricade nella fascia del *Lauretum*. Il climax più diffuso nell'area in studio è quello delle foreste miste di *sclerofille sempre verdi termoxerofile* che interessa le zone collinari interne e quello delle *hoscaglie e delle macchie termoxerofile litoranee* lungo le coste.

Il metodo ESAs si basa sulle informazioni derivanti da indicatori chiave relativi alla qualità del suolo, della vegetazione, del clima e della gestione del territorio per individuare aree caratterizzate da diverso grado di sensibilità alla desertificazione. Complessivamente il modello utilizza 15 indicatori: 6 per il suolo, 4 per la vegetazione, 3 per il clima, 2 per la qualità della gestione del territorio (Figura 1).

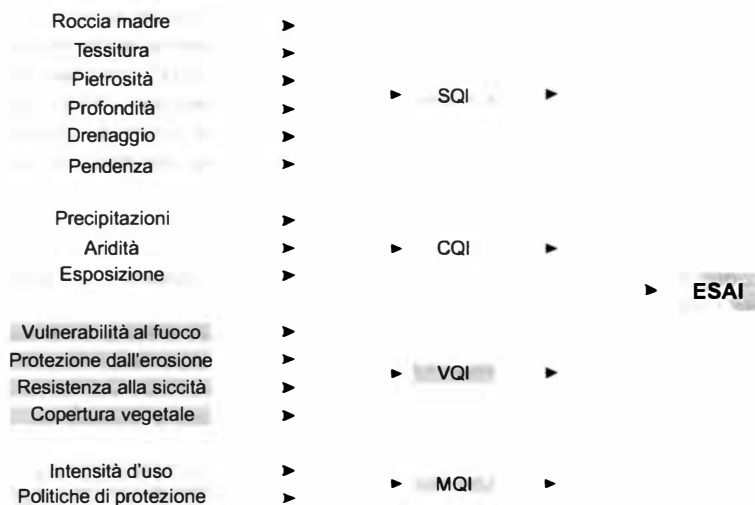


Figura 1 - Diagramma di flusso per la determinazione delle ESAs

L'elaborazione degli indici ESA avviene, inizialmente, attraverso il calcolo (o la misura) dei singoli indicatori. Quindi ai valori misurati si associa un valore indice sulla base di tabelle di conversione (Figura 2). Determinati questi valori indice per tutti e 15 gli indicatori se ne calcola la media geometrica, ottenendo i valori di SQI, CQI, VQI e MQI (Figura 3). I valori che ciascun indice può assumere rientrano in un range all'interno del quale sono definite tre classi di qualità, secondo apposite tabelle di conversione (esempio per SQI nella Figura 4).

Classe	Descrizione	Tessitura	Indice
1	Buona	F, FSA, FS, SF, FA	1 0
2	Moderata	AS, FL, FLA	1 2
3	Scarsa	L, A, AL	1 6
4	Molto Scarsa	S	2 0

Figura 2 - Esempio di tabella di conversione valori/coefficienti. Tessitura del suolo.

- SQI** (Roccia madre • Tessitura • Pietrosità • Profondità • Drenaggio • Pendenza)¹⁶
CQI (Precipitazioni • Aridità • Esposizione)¹³
VQI (Rischio d'incendio • Protezione dall'erosione • Resistenza alla siccità • Copertura)¹⁴
MQI (Intensità d'uso • politiche di protezione)⁹
ESAI (SQI • CQI • VQI • MQI)¹⁴

Figura 3 - Formule di calcolo degli Indici intermedi e dell'Indice Finale a partire dai coefficienti.

Classe	Descrizione	Range
1	Alta	> 1 13
2	Moderata	Da 1 13 a 1 45
3	Bassa	< 1 46

Figura 4 - Tabella di attribuzione delle classi dell'Indice di Qualità del Suolo (SQI).

Per ciascuno si possono così individuare delle aree caratterizzate da alta, moderata o bassa qualità. I valori assoluti dei quattro indici vengono infine a loro volta utilizzati come fattori di una nuova media geometrica per la determinazione del valore finale dell'indice di sensibilità alla desertificazione o ESAI (*Environmentally Sensitive Area Index*). I valori che questo indice può assumere rientrano in un range all'interno del quale sono definite quattro classi, di cui due ulteriormente suddivise in tre sottoclassi (Figura 5).

Per la rappresentazione cartografica di ciascun indicatore occorre disporre di uno specifico strato informativo al fine di poter effettuare l'operazione di overlay matematico necessaria al calcolo dell'indice ESA.

Classe	Sottoclasse	Descrizione
CRITICA	C3, C2, C1	Aree altamente degradate a causa di una precedente gestione errata e che possono produrre un cosiddetto impatto off-site, cioè costituire una minaccia per l'ambiente delle aree circostanti. Per esempio aree fortemente erose soggette a forti deflussi superficiali e perdite di materiale sedimentario
FRAGILE	F3, F2, F1	Aree in cui qualsiasi cambiamento che alteri il delicato equilibrio tra risorse naturali e attività umane può, verosimilmente, portare alla Desertificazione. Per esempio quelle aree in cui il riscaldamento conseguente all'effetto serra, provoca un incremento delle condizioni di aridità, quindi una diminuzione della copertura vegetale e, infine, un aumento dei fenomeni erosivi
POTENZIALE	P	Aree a rischio Desertificazione solo in previsione di significativi cambiamenti climatici o di particolari combinazioni d'uso del territorio. Possono far parte di questa categoria terreni abbandonati che non sono stati gestiti correttamente in passato
NON AFFETTA	N	

Figura 5 - Definizione delle Classi e sottoclassi ESAs.

L'applicazione delle tabelle di conversione ha presentato per quanto riguarda i parametri pedologici (tessitura, pietrosità, drenaggio, profondità) la ben nota difficoltà dell'estrapolazione di valori parametrici quantitativi da una carta pedologica, con l'assegnazione, a ciascuna unità cartografica, di valori medi per i parametri interessati. Questo è stato fatto non solo sulla base delle note illustrative, ma anche sulla base di informazioni complementari (osservazioni pedologiche).

Risultati e discussione

L'elaborazione è stata effettuata mediante software GIS ARC VIEW 3.2, con dati in formato GRID (tutti i layer vettoriali sono stati quindi "rasterizzati"). Il calcolo delle medie geometriche avviene attraverso l'utilizzo di operatori matematici di prodotto e potenza che agiscono sui valori degli attributi di ciascun pixel appartenente a ciascuno strato informativo sovrapposto. Di seguito sono analizzati i risultati ottenuti, sia rispetto ai singoli indici di qualità parziali, sia rispetto all'indice ESA. Relativamente ai primi (grafici in Figura 6) e in particolare alla qualità del suolo, l'area in studio ricade per il 68,6% in classe 2 (qualità moderata). Solo l'8,3% in classe di qualità alta e il restante 16,6% presenta qualità bassa (classe 3). Riguardo all'ESAI secondo i risultati ottenuti (Figura 7 e Figura 8) la classe N corrispondente alle aree non affette da Desertificazione non è praticamente presente. Le aree potenziali sono invece presenti anche se su estensioni insignificanti. Le aree fragili (F1, F2, F3) interessano circa il 30% del territorio comunale, concentrandosi maggiormente intorno alle aree urbane di Sassari, Alghero e Stintino e sulla costa sud-occidentale, in parte occupate da oliveti e caratterizzate da buona qualità della gestione e da qualità dei suoli e della vegetazione moderate.

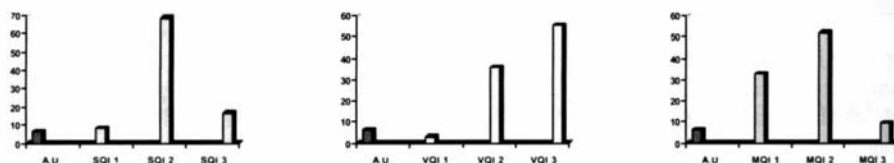


Figura 6 - Distribuzione degli indici di SQI, VQI, MQI nelle rispettive classi di qualità.

Classe	Tipo	Subtipo	Range ESAI	Area (ha)	Area (%)
0	Non classificata	N C	0	6751	7,6
1	Non affetta	N	< 1 170	13	0,0
2	Potenziale	P	1 170 1 225	706	0,8
3	Fragile	F1	1 225 1 265	2676	3,0
4	Fragile	F2	1 265 1 325	15295	17,3
5	Fragile	F3	1 325 1 375	8474	9,6
6	Critica	C1	1 375 1 415	6829	7,7
7	Critica	C2	1 415 1 530	31043	35,2
8	Critica	C3	> 1 530	16510	18,7

Figura 7 - Incidenza delle diverse classi ESAs nel territorio studiato.

La maggior parte dell'area in studio, circa il 62%, è interessata dalle sottoclassi C1, C2, C3 che identificano la classe critica di sensibilità alla Desertificazione. Tali aree sono diffuse in maniera piuttosto omogenea sul territorio. La sottoclasse C3, in particolare, si concentra nella parte centrale dell'area in studio occupata in gran parte da colture agrarie a seminativi non irrigui (73% di C3 si trova in corrispondenza di queste superfici), e relativamente al suolo su una unità pedologica appartenente al paesaggio delle formazioni calcaree cristalline del Mesozoico. Aree rilevanti si trovano anche in corrispondenza dei rilievi metamorfici della Nurra caratterizzati da intensi processi erosivi (per sovrappascolamento, incendi, interventi non appropriati di miglioramento dei pascoli).

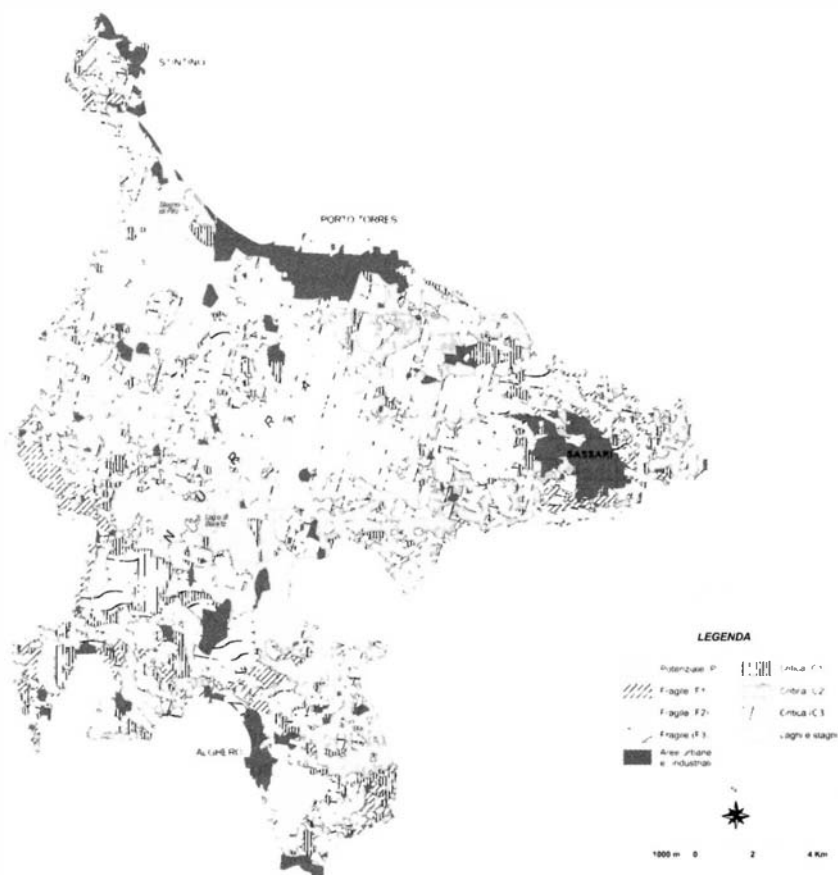


Figura 8 - Carta del rischio di desertificazione (ESAs).

Alcune statistiche incrociate hanno consentito di valutare il peso dei singoli indicatori rispetto al risultato finale (ESAI). L'analisi si è soffermata sulle classi fragili e critiche. Ponendo per esempio in relazione le classi ESAI con le classi dell'indice di qualità del suolo SQI (Figura 9), si evidenzia che le classi ESAI più critiche includono al loro interno suoli appartenenti a tutte le classi SQI, anche se nella classe C3 si concentrano solo suoli di classe 2 e 3 (moderata e bassa qualità), per il 54% e 45% rispettivamente. Considerando le ESAs C2, C1 e F3 si vede inoltre come queste presentino distribuzione abbastanza simile delle classi SQI.

Valutando rispetto a SQI (Figura 10) si osserva d'altra parte che la classe 3 tende a mantenersi in proporzioni costanti relativamente a ciascun tipo di ESA considerato, con l'eccezione della classe C3 nella quale costituisce il 51,5%. Si può in sintesi affermare che l'indice SQI non ha un peso determinante nella discriminazione delle classi ESAI. Queste considerazioni sono state confermate dal confronto relativo all'incrocio tra ESAI e qualità della vegetazione (VQI) e tra SQI e VQI.

Da tale elaborazione emerge che le classi critiche ed in particolare la C2 e la C3 sono influenzate in maniera decisiva dai valori di bassa qualità della vegetazione (97% di C3 e 92% di C2 si trovano in corrispondenza rispettivamente di VQI 3 e 2) e solo in subordine dai suoli: quando i suoli sembrano avere un peso rilevante, questo si deve in realtà alla concomitante presenza di coperture vegetali di scarsa qualità.

SQI	ESAs=F1		ESAs=F2		ESAs=F3	
	ha	%	ha	%	ha	%
SQI=1	552	20,6	437	2,9	1379	16,3
SQI=2	1663	62,1	13113	85,7	5949	70,2
SQI=3	461	17,2	1745	11,4	1146	13,5
Totale	2676	100	15295	100	8474	100
	ESAs=C1		ESAs=C2		ESAs=C3	
	ha	%	ha	%	ha	%
SQI=1	1497	21,9	3248	10,5	0	0
SQI=2	4421	64,7	25050	80,7	8942	54,4
SQI=3	911	13,3	2745	8,8	7536	45,6
Totale	6829	100	31043	100	16510	100

Figura 9 - statistiche incrociate SQI/ESA

ESAs	SQI=1		SQI=2		SQI=3	
	ha	%	ha	%	ha	%
N C	29	0,4	990	1,6	70	0,5
N	11	0,1	2	0	0	0
P	216	2,9	468	0,8	22	0,1
F1	552	7,5	1663	2,7	461	3,1
F2	437	5,9	13113	21,6	1745	11,9
F3	1379	18,7	5949	9,8	1146	7,8
C1	1497	20,3	4421	7,3	911	6,2
C2	3248	44,1	25050	41,3	2745	18,8
C3	0	0	8942	14,8	7536	51,5
TOTALF	7370	100	60598	100	14635	100

Figura 10 - statistiche incrociate ESA/SQI

Infatti il 64% dei suoli di classe 3 ricade in aree caratterizzate simultaneamente anche da vegetazione di classe 3 (colture cerealicole in presenza di suoli su formazioni calcaree cristalline e pascoli migliorati su suoli dei paesaggi delle metamorfiti). Viceversa la vegetazione di classe 3, che ricade per circa il 96% nelle ESAs critiche, è associata solo per il 19% a suoli di medesimo livello di qualità. Considerazione analoga, ma ancora più netta, vale nel caso del confronto con l'indice di qualità della gestione (MQI).

In conclusione il territorio studiato è certamente a rischio, infatti, il 62% di questo è compreso nelle classi critiche e include aree già altamente degradate. La classe C3, la più critica, si concentra in particolare in aree dove l'azione antropica con attività agricole non sempre razionali e con una errata gestione, ad esempio il mancato rispetto della vocazione agricola e l'adozione di colture che contribuiscono ad aumentare la vulnerabilità del territorio, ha contribuito in maniera decisiva alla degradazione ambientale. Le aree C3 sono per la maggior parte occupate da colture agrarie a seminativi asciutti, le quali si concentrano sui suoli nei paesaggi delle formazioni calcaree cristalline, che sono generalmente sottili e particolarmente vulnerabili nei confronti dell'erosione.

Riferimenti bibliografici

CNLD (1999). Comunicazione Nazionale per la Lotta alla Desertificazione. Min Ambiente. ISBN 99-452-2657-3.

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, Brussels.

Madrau S., Zucca C., Deroma M., Pittalis D. (2003). Modelli e cartografia di vulnerabilità dei suoli ai processi di desertificazione. Il caso del Comune di Sassari. Convegno della Società Italiana di Scienza del Suolo (SISS). Siena, giugno 2003. In stampa.