

## LA DESERTIFICAZIONE IN ITALIA E IL PROGETTO RIADE

La desertificazione in Italia e il progetto RIADE

*Massimo Iannetta*

2006 ENEA  
Ente per le Nuove tecnologie  
l'Energia e l'Ambiente

ISBN 88-8286-143-0

L'indirizzo di posta elettronica dell'autore è [miannetta@casaccia.enea.it](mailto:miannetta@casaccia.enea.it)

# LA DESERTIFICAZIONE IN ITALIA E IL PROGETTO RIADE

MASSIMO IANNETTA



## ELENCO DELLE MONOGRAFIE

RIADE “Ricerca Integrata per l’Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione” ha proposto e realizzato un avanzamento non solo nelle conoscenze settoriali, ma nell’approccio integrato e multidisciplinare, indispensabile per una tematica così complessa come la desertificazione. Di seguito sono riportate le 12 monografie prodotte nel corso delle attività di progetto, che documentano il lavoro svolto ed i risultati conseguiti.

1. La Desertificazione in Italia e il progetto RIADE
2. Caratterizzazione tipologica dei fenomeni di desertificazione nell’Italia meridionale ed insulare
3. Indicatori di desertificazione: approccio integrato e supporto alle decisioni
4. Tecnologie innovative per l’analisi di variabili climatiche
5. Nuove tecnologie per lo studio della vegetazione in relazione ai cambiamenti climatici
6. Ricerca di metodi innovativi per l’analisi e la valutazione dell’erosione dei suoli mediante analisi isotopiche
7. La sostanza organica e la desertificazione: aspetti sperimentali e modellistica
8. Salinizzazione e qualità delle acque: impatti e ipotesi di mitigazione
9. Studio sulla gestione sostenibile delle risorse idriche: dall’analisi conoscitiva alle strategie di salvaguardia e tutela
10. Lettura dinamica delle relazioni tra territorio, insediamenti umani ed utilizzo delle risorse naturali: sistematizzazione e riproposizione in chiave innovativa delle conoscenze e tecniche tradizionali
11. Modellistica ambientale e sistemi di supporto alle decisioni per la lotta alla desertificazione
12. Appunti da un viaggio di studio...ciò che abbiamo imparato e che non avremmo altrimenti appreso (dal Master F-RIADE)

<http://www.riade.net>

Ricerca Integrata per l’Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione



## INDICE

Introduzione.....	7
1. LA DESERTIFICAZIONE.....	9
1.1 Descrizione del fenomeno.....	9
1.2 Le cause della desertificazione .....	10
<i>Le cause naturali</i> .....	11
<i>Le cause antropiche</i> .....	11
<i>I processi di degrado</i> .....	13
<i>Fattori predisponenti</i> .....	16
2. CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DELLE PRINCIPALI FORME DI DEGRADO OSSERVATE E STUDIATE NELLE REGIONI MERIDIONALI ITALIANE .....	19
3. INDICATORI PER L'ANALISI ED IL MONITORAGGIO DELLA DESERTIFICAZIONE .....	27
4. ESTENSIONE DEL FENOMENO DESERTIFICAZIONE .....	35
5. L'ATLANTE NAZIONALE DELLE AREE A RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE.....	47
6. STUDIO DELLE DINAMICHE DI USO DELLE TERRE E DEGLI IMPATTI DEI RELATIVI CAMBIAMENTI SUI FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE.....	51
Obiettivo dello studio .....	51
Approccio metodologico .....	52
Carta dei sistemi di terre.....	53
L'analisi dei cambiamenti delle coperture delle terre 1960-2000.....	54
Processi di degrado delle risorse naturali.....	58
Sistemi di allerta precoce (EWS) e di supporto alle decisioni (DSS) .....	62
7. ASPETTI ECONOMICI.....	65
7.1 Acqua come bene economico legato alla desertificazione .....	65
7.2 Suolo come bene economico legato alla desertificazione .....	70

8. AZIONI DI LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE .....	73
8.1 Progetti realizzati ed in corso.....	73
8.2 Il Progetto RIADE.....	77
9. APPLICAZIONE DELLA CONVENZIONE ONU SULLA LOTTA ALLA SICCIÀ E ALLA DESERTIFICAZIONE.....	83
9.1 Accordi di Programma 2004-2005 e 2005-2006 tra Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e Comitato Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione .....	89
<i>PIANO OPERATIVO 2004-2005 del Comitato Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione</i> .....	89
<i>PIANO OPERATIVO 2005-2006 del Comitato Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione</i> .....	91
10. CONCLUSIONI.....	101
11. BIBLIOGRAFIA E ALTRE PUBBLICAZIONI CONSULTATE PER LA REALIZZAZIONE DEL RAPPORTO .....	103

## **INTRODUZIONE**

Il percorso logico di questa monografia parte dalla descrizione generale del fenomeno desertificazione, ne sottolinea le specifiche peculiarità a scala locale, con particolare riferimento alle regioni meridionali italiane. Si analizzano i modelli di riferimento in grado di esplicitare le relazioni di causa ed effetto delle diverse tipologie di degrado ambientale e socio-economico, per arrivare ad una valutazione spaziale dell'estensione del fenomeno con l'indicazione delle aree maggiormente a rischio.

Nella parte successiva si fa riferimento ai più importanti progetti sulla Desertificazione in Europa e in Italia e ci sofferma sul progetto RIADE, iniziato nell'ottobre del 2002 e terminato nell'autunno del 2006. RIADE ha proposto e realizzato un avanzamento non solo nelle conoscenze settoriali, ma nell'approccio integrato e multidisciplinare, indispensabile per una tematica così complessa come la desertificazione. Vengono descritti i processi innovativi e le tecnologie utilizzati per l'analisi e la comprensione dei processi di degrado delle risorse naturali, finalizzati a fornire un sistema di allerta precoce per il supporto alle decisioni nella definizione degli interventi di mitigazione e/o adattamento sul territorio.

L'ultima parte è dedicata alla disamina di alcuni aspetti rilevanti della Convenzione delle Nazioni Unite sulla Lotta alla Siccità e alla Desertificazione (UNCCD) e degli Accordi di Programma avviati in Italia per la sua applicazione.



# 1. LA DESERTIFICAZIONE

## 1.1 Descrizione del fenomeno

Al termine “desertificazione” è associato nell’immaginario collettivo il processo di espansione dei deserti sabbiosi, che è più corretto definire “desertizzazione” .

La definizione ufficiale di “desertificazione” è stata elaborata durante la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (Rio, 1992), in termini di “degrado delle terre nelle zone aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, fra le quali le variazioni climatiche e le attività antropiche”. Questa definizione, recepita nell’ambito della Convenzione Internazionale delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e Desertificazione (UNCCD), è considerata profondamente innovativa per tre motivi principali:

il degrado riguarda sia la perdita delle caratteristiche bio-chimico-fisiche del suolo, sia la redditività economica;

le terre aride, semi-aride e sub-umide secche individuano le aree del pianeta più vulnerabili, escluse le aree artiche ed antartiche, nelle quali il rapporto tra le precipitazioni annuali e l’evapotraspirazione potenziale si situa tra 0,05 e 0,65.

la desertificazione può essere determinata dal sovrapporsi di cause di origine naturale ed antropica.

Fino al decennio scorso la desertificazione era percepita non tanto come elemento strutturale di una evoluzione ecologica preoccupante, ma come un elemento congiunturale attribuito a dei “periodi” di siccità. Si era verificata la siccità negli anni tra il 1968 e il 1973, poi il periodo di scarse precipitazioni tra il 1974 e il 1983 e infine la terribile annata del 1984. È solo a partire da questa data che la coscienza del fenomeno diviene di dominio pubblico ed assume la connotazione di un problema globale, seppure caratterizzato da cause locali.

Dati forniti dall’UNEP (Programma Ambientale delle Nazioni Unite) hanno mostrato che attualmente:

il 39% circa della superficie terrestre è affetta da desertificazione;

250 milioni di persone sono direttamente a contatto con la degradazione della terra nelle regioni aride;

più di cento paesi nel mondo sono interessati da questo fenomeno;

la perdita di reddito imputabile alla desertificazione è di circa 50 milioni di euro ogni anno;

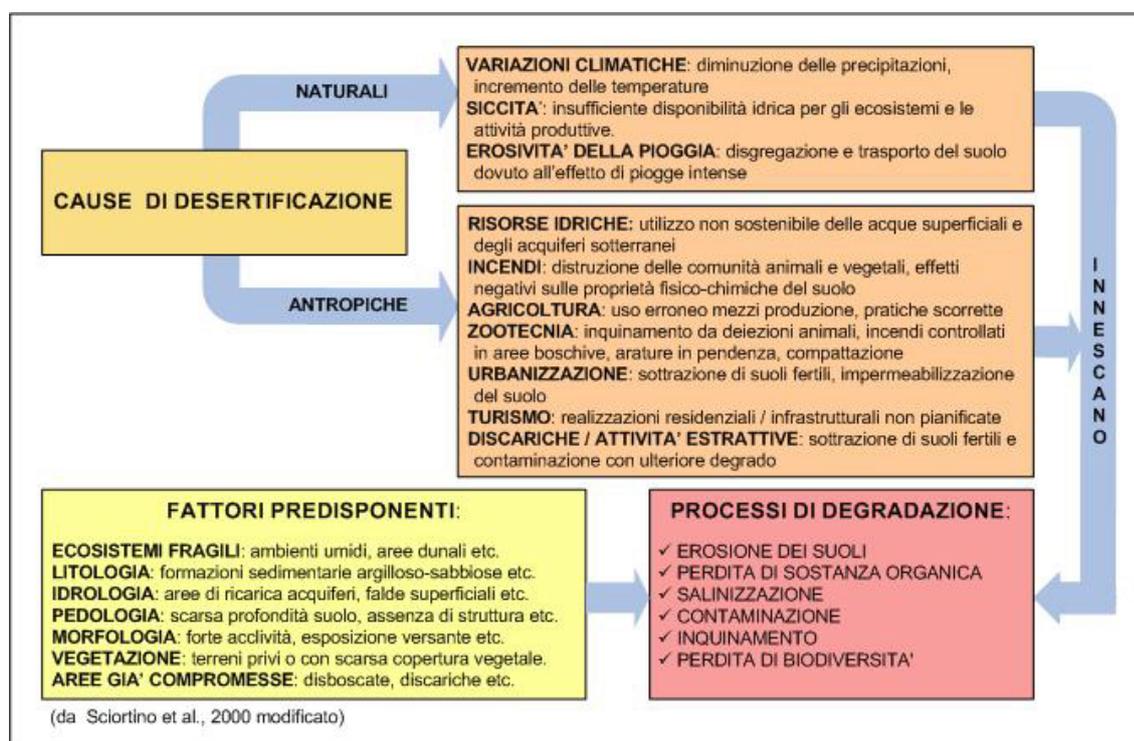
il 70% dei terreni aridi utilizzati in agricoltura è già degradato;

la desertificazione riduce le possibilità di produzione alimentare (ogni anno 12 milioni di ettari vengono persi);

la desertificazione impoverisce la biodiversità.

Alla luce di questa drammatica situazione, tutti i Paesi colpiti più o meno gravemente dalla desertificazione hanno sempre più sentito la necessità di monitorare e mitigare l'aumento progressivo di questo fenomeno, elaborando strategie e piani di azione comuni.

Ma cosa si intende per “desertificazione”? In breve si indica con questo termine quel complesso di trasformazioni che portano un terreno, prima fertile, a divenire progressivamente “sterile”. In altre parole il suolo degrada perdendo la propria capacità di produrre biomassa a tal punto che non è più possibile coltivarlo, perlomeno con le normali tecniche agronomiche. A monte di questo processo di degradazione vi è sempre una qualche degenerazione climatica o fisiografica, unita all'influenza esercitata dall'azione umana (Figura 1).



**Figura 1.1 - Framework logico relativo al fenomeno della desertificazione**

Fonte: Sciortino et al. 2000

## 1.2 Le cause della desertificazione

L'Italia è, come gli altri paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo, un paese a rischio di desertificazione. Le cause di origine naturale e di origine antropica che contribuiscono a determinare il degrado del suolo nell'area mediterranea sono infatti le stesse, sia pure agenti in misura diversa caso per caso.

### ***Le cause naturali***

- Fenomeni di origine climatica.

*L'aridità climatica.* È un fenomeno permanente di importante scarsità di risorsa idrica (rispetto alla domanda) in una data area. È determinata dalla contemporanea scarsità della pioggia (aree con precipitazioni annue dell'ordine dei 200-400 mm) e dalla forte evaporazione che sottrae umidità ai terreni. Si definiscono aride, semi-aride e sub-umide secche le zone in cui la pioggia apporta al bilancio idrico un contributo inferiore al 65% di quanto potenzialmente sottratto al terreno dall'evaporazione.

*La siccità climatica.* È un fenomeno temporaneo di importante scarsità di risorsa idrica (rispetto alla domanda) in una data area ed assume le caratteristiche di un evento estremo. Si verifica quando le precipitazioni sono sensibilmente inferiori ai livelli normalmente registrati: tale eventualità può determinare condizioni di degrado del territorio producendo danni alle attività produttive agrarie e zootecniche.

Mentre infatti gli ecosistemi naturali hanno, generalmente, la necessaria resilienza per superare periodi di siccità, i settori produttivi che dipendono da un costante apporto d'acqua possono essere danneggiati. Una siccità prolungata e severa può inoltre rompere il fragile equilibrio fra risorse ambientali ed attività produttive, portando crisi alimentari e abbandono di territori.

*L'erosività della pioggia.* Dipende dall'intensità delle precipitazioni. Quando precipitazioni brevi e intense colpiscono terreni privi di copertura vegetale, il ruscellamento rimuove dal terreno lo strato superficiale più ricco di sostanza organica. Le zone aride, semi-aride e sub-umide secche sono esposte al rischio di piogge brevi ma intense che, invece di mitigare gli effetti della scarsità delle precipitazioni, provocano fenomeni erosivi e quindi desertificazione.

### ***Le cause antropiche***

- L' utilizzo delle risorse idriche.

L'Italia è un paese mediamente ricco d'acqua, grazie alla presenza di estesi acquiferi calcarei e alluvionali che favoriscono l'accumulo nel sottosuolo di ingenti risorse. La ricchezza di acque sotterranee è tuttavia compromessa da un uso dissennato della risorsa stessa, caratterizzato da prelievi eccessivi e non pianificati nonché dall'inquinamento puntiforme e diffuso di diversa origine (urbana, agricola, industriale...).

L'incremento dei fabbisogni idrici e la concentrazione dei consumi in aree ben delimitate, dovuto al passaggio ad una agricoltura di tipo intensivo, ha portato ad un eccessivo prelievo della risorsa idrica sotterranea che ha causato l'abbassamento del livello della falda. Questo fenomeno può produrre delle modificazioni ambientali: possono essere determinate, per esempio, variazioni nei rapporti idraulici fra falde sotterranee e corsi d'acqua superficiali; in prossimità della costa, può essere provocato il richiamo di acque marine, causando la salinizzazione delle falde. Da qui si evince che il contributo negativo dello sfruttamento delle risorse idriche al fenomeno della desertificazione è da mettere in relazione più alle modalità di gestione delle risorse che ai suoi aspetti quantitativi.

- Gli incendi.

Possono influire sulla composizione e sulla struttura delle comunità vegetali ed animali condizionandone la loro evoluzione e la loro perpetuazione. Le alte temperature dovute al fuoco possono avere effetti negativi anche sulle proprietà fisico-chimiche del terreno: possono, ad esempio, cambiarne la struttura rendendolo meno permeabile e, quindi, più esposto a processi erosivi.

Con l'incendio, si formano sostanze idrorepellenti che accelerano lo scorrimento superficiale e quindi il trasporto solido. Gravi problemi idrologici si sviluppano pressoché sistematicamente nelle aree bruciate acclivi nella prima stagione piovosa immediatamente successiva all'incendio.

Nell'ultimo decennio in Italia si sono perduti più di 600.000 ettari di bosco a causa degli incendi, che avvengono quasi sempre per cause non naturali, cioè ricollegabili direttamente o indirettamente all'uomo. Il rischio d'incendi può aumentare in relazione all'abbandono delle pratiche selvicolturali tradizionali, alla costituzione di piantagioni monospecifiche (specialmente se resinose) ed all'urbanizzazione di aree boscate.

- La deforestazione.

La trasformazione degli ecosistemi forestali in ecosistemi agricoli avvenuta in epoche passate, ha predisposto al rischio di degrado le aree più sensibili dal punto di vista ambientale. Le conseguenze della deforestazione sono sentite soprattutto in Sardegna, dove attualmente una risorsa tipica della regione, la quercia da sughero, subisce di anno in anno un impoverimento. Il disboscamento provoca una forte riduzione della capacità di ritenzione idrica da parte del suolo. Inoltre, con questi interventi, si verifica l'asportazione degli orizzonti organici di superficie, ossia quelli maggiormente responsabili della regimazione dei deflussi idrici e dell'attività biologica del suolo. Anche il decespugliamento è una pratica dannosa perché scopre il suolo, accentuando l'erosione, altera il microclima e danneggia la fauna presente.

- Allevamento di specie esotiche.

Negli ultimi 50 anni, diverse aree degradate sono state risistemate con specie esotiche inadeguate per quella tipologia di suolo e clima. In questi casi, non si è ottenuto il risultato atteso, ma si è invece verificata un'erosione più spinta nelle aree collinari o montane ed una drastica diminuzione del numero delle specie locali con gravi ripercussioni sulla biodiversità. Quindi, per difendere aree a rischio, è necessario individuare e proteggere le risorse genetiche vegetali autoctone delle diverse zone, ripristinando ove possibile la vegetazione naturale.

- L'agricoltura.

I processi di degrado del suolo sono il risultato dell'uso a volte erroneo dei mezzi di produzione (fertilizzanti, acqua), delle superfici e delle modifiche degli ordinamenti produttivi. In questo senso, si deve porre attenzione sia all'uso dei mezzi meccanici che influenzano pesantemente la costipazione, la compattazione del terreno e la fertilità chimico-fisica dello strato di suolo arato, sia alla potenza dei trattori che permettono sistemazioni non tradizionali delle superfici collinari con evidenti effetti sui processi di ruscellamento delle acque.

Le lavorazioni, se idoneamente realizzate in termini tecnici e temporali, evitano il ruscellamento ed aiutano il mantenimento del tenore idrico del suolo. Inoltre, la modifica

della zootecnia da attività diffusa e di natura prevalentemente agricola (complementare nell'ambito dell'azienda) ad attività di tipo industriale separata dai cicli naturali, ha comportato l'abbandono dei più tradizionali ordinamenti produttivi cerealicoli-foraggeri, con il passaggio ad ordinamenti esclusivamente zootecnici o cerealicoli, con profonde ripercussioni come la diminuzione di erbai e la diffusione di monoculture di frumento depauperanti.

Il substrato organico, da elemento principale nel determinare le scelte produttive, è divenuto così un elemento secondario, comunque sostituibile con mezzi artificiali prodotti industrialmente. Si trascura il ruolo della sostanza organica quale elemento della fertilità fisica e microbiologica del suolo, per effetto delle sostanze colloidali sulla struttura del terreno e dell'aumento della capacità di ritenzione idrica, entrambi elementi benefici e contrastanti i processi di erosione superficiale.

- La zootecnia.

Il passaggio ad ordinamenti fortemente intensivi, ha modificato l'uso del territorio: da una parte si assiste a fenomeni di inquinamento a causa della necessità di smaltimento delle deiezioni animali su superfici spesso troppo limitate, dall'altra ad un più incisivo ricorso all'utilizzo delle aree pascolive, limitato a quelle di più facile accesso e meglio servite da acqua, strade e servizi, sulle quali si sono spesso riscontrati carichi di animali eccessivi, con conseguenti fenomeni di degrado della vegetazione, compattazione ed erosione dei suoli e, nelle aree più vulnerabili, di processi di desertificazione.

Viceversa, in altre aree, si sta verificando la sottoutilizzazione di pascoli naturali gradualmente in fase di riconquista da parte del bosco. Nel sud Italia si sta assistendo in parte a quanto è già accaduto negli altri paesi a clima arido e semiarido del bacino del mediterraneo, dove l'attività zootecnica, che costituisce il settore principale dell'agricoltura, è ritenuta una delle più importanti cause di desertificazione, associata all'impiego del fuoco per la pulizia dei pascoli ed alla mala coltivazione dei terreni poveri e fortemente acclivi.

- L'Industria, l'Urbanizzazione ed il Turismo.

Incidono sul fenomeno della desertificazione in termini di consumo e compattazione dei suoli, drastica riduzione delle coperture vegetali e forte richiesta di risorse idriche, concentrate nel tempo e nello spazio. Discariche ed attività estrattive. Sono entrambi fenomeni che sottraggono la risorsa "suolo" in maniera spesso incontrollata e possono essere correlati a processi di contaminazione che determinano ulteriore degrado del territorio.

### ***I processi di degrado***

Le cause naturali ed antropiche di desertificazione portano a processi degenerativi delle risorse suolo, vegetazione ed acqua. I processi di degradazione vengono distinti in:

- processi di degrado chimico;
- processi di degrado fisico;
- processi di degrado biologico.

- Processi di degradazione di origine chimica.

*Salinizzazione.* In molte regioni d'Italia, fra le quali spiccano Toscana e Sardegna, le pianure costiere, specialmente nelle zone più prossime al mare, presentano notevoli problemi per quanto riguarda il tenore di salinità dei suoli. L'innalzamento di quest'ultimo è dovuto alla risalita capillare ed all'utilizzo di acque ricche in sali, a causa del crescente fenomeno di intrusione di acque marine nei corpi acquiferi continentali, a sua volta determinato dal massiccio emungimento delle acque dolci sotterranee ed a non corrette pratiche irrigue.

Ciò implica che, in alcune zone, si irriga con acque sempre più salate, soprattutto se le caratteristiche di permeabilità del substrato non consentono una spontanea perdita di sali verso gli strati più profondi. Un drenaggio imperfetto, legato alla presenza di strati impermeabili, come ad esempio i depositi argillosi lagunari, spesso presenti nel sottosuolo di terreni alluvionali costieri, causa il permanere, in prossimità della superficie, di acqua di scarsa qualità e la conseguente risalita capillare nella zona radicale. Inoltre, l'eliminazione o la riduzione dell'effetto tampone delle zone umide costiere sul cuneo salino ad opera della bonifica meccanica non opportunamente organizzata e monitorata, può accelerare fortemente il processo di salinizzazione delle pianure costiere.

*Perdita di sostanza organica.* La sostanza organica è considerata uno degli indicatori più importanti di desertificazione. Questo è dovuto al ruolo fondamentale che svolge nella vita e nelle funzioni del terreno costituendo, in definitiva, uno dei principali fattori di ciò che comunemente viene definita la fertilità di un terreno. In linea generale, i processi che regolano l'evoluzione della sostanza organica sono alquanto complessi ma riconducibili a reazioni di tipo degradativo (mineralizzazione) e di sintesi (umificazione).

Nel suolo i due processi tendono all'equilibrio, assicurando il mantenimento della componente organica ad un livello che è funzione del clima (temperatura, piovosità), delle caratteristiche pedologiche (struttura, permeabilità, tessitura) e degli eventuali interventi agronomici (lavorazioni, concimazioni ecc.). I suoli naturali generalmente presentano un buon livello di sostanza organica, mentre i suoli coltivati, in cui il prodotto agricolo viene asportato, presentano spesso un livello di sostanza organica basso.

Questo è determinato da lavorazioni eccessive che provocano uno sminuzzamento sia degli aggregati che della stessa sostanza organica con perdita dell'attività biologica e della biodiversità, dal regime monocolturale (abbandono delle rotazioni), dalle diminuite letamazioni e dall'eliminazione dei residui vegetali dalla superficie del suolo. Per questo motivo, la maggioranza dei terreni coltivati in Italia mostra una dotazione in sostanza organica non ottimale e quindi una minore capacità di ritenzione idrica, che riduce l'efficacia degli interventi irrigui.

*Acidificazione.* Nel nostro Paese non esistono aree con fenomeni rilevanti di acidificazione, visto che la gran parte dei suoli della penisola si è sviluppata su rocce sedimentarie dove prevalgono carbonati, il cui effetto è quello di tamponare l'acidità apportata dalle precipitazioni. Comunque, le aree più vulnerabili alla acidificazione del suolo nella nostra penisola sono localizzate sull'arco alpino (3,3% del territorio).

*Contaminazione.* Questo aspetto riguarda in particolare le aree industriali, le aree minerarie (soprattutto quelle abbandonate) e le grandi vie di comunicazione. Recenti studi sulle aree minerarie abbandonate della Sardegna hanno messo in luce il grave fenomeno di inquinamento da metalli pesanti quali piombo, zinco, cromo, cadmio ecc.

Tale contaminazione, riscontrata nella parte sud ovest della Sardegna ove esiste il più grande bacino minerario d'Italia e del Mediterraneo, interessa in vaste aree corsi d'acqua, falde, laghi, lagune, suoli e mare raggiunti mediante l'azione del vento e della pioggia.

- Processi di degradazione di origine fisica.

*L'erosione.* Il degrado dovuto a perdita della risorsa suolo è legato sia ai processi di asportazione delle singole particelle e quindi di erosione dei singoli orizzonti di suolo, sia alla sottrazione di superficie utile per urbanizzazione e/o espansione delle attività produttive industriali, ricreative ecc. In entrambi i casi, si tratta di processi che inibiscono o impediscono la naturale capacità riproduttiva del suolo. L'erosione, nel territorio italiano, è dovuta principalmente all'azione dell'acqua, sotto forma di pioggia battente e di scorrimento superficiale e solo subordinatamente all'azione eolica.

Le piogge di forte entità possono infatti produrre un'azione erosiva nei confronti della superficie del suolo, specialmente nelle zone soggette a deficit idrico. L'erosività della pioggia, a sua volta espressione dell'aggressività climatica, va di pari passo con l'erodibilità, ossia la suscettività del suolo a subire processi erosivi. L'erosione idrica si esplica, infatti, più intensamente su terreni privi o con scarsa copertura vegetale, caratterizzati da forte acclività e sviluppati su substrati litologici appartenenti a formazioni sedimentarie argillo-sabbiose.

Per questo, le aree italiane soggette ad intensi processi di erosione idrica e di desertificazione sono generalmente le aree dell'Italia meridionale ed insulare, dove sono diffusi litotipi e suoli altamente erodibili, per composizione ed assetto morfologico ed il regime climatico è caratterizzato da un forte contrasto stagionale. Si registra, inoltre, un elevato tasso di interrimento, dovuto a processi erosivi, di diversi invasi realizzati in queste aree per l'accumulo di riserve d'acqua, che ne pregiudica l'utilizzo ottimale nell'arco di pochi anni. Ne è un esempio il bacino del Comunelli in Sicilia, dove i sedimenti accumulati hanno raggiunto circa il 90% della capacità di invasamento.

*Compattazione.* Determina la distruzione della porosità strutturale del suolo con conseguente riduzione della capacità d'infiltrazione dell'acqua ed incremento del ruscellamento. È il processo fisico che più frequentemente riguarda i suoli italiani, particolarmente predisposti per la loro natura spesso argillosa, soprattutto nella parte meridionale della penisola, ed è generalmente indotto dalla meccanizzazione e dal sovraccarico animale.

- Processi di degradazione di origine biologica.

*Perdita di sostanza organica.* La sostanza organica nel suolo è sottoposta a processi degradativi di umificazione e mineralizzazione ad opera della flora microbica. I suoli degradati, risultando impoveriti nel contenuto di tali microrganismi, vedono ridursi il contenuto in humus, in grado di assicurarne un'adeguata struttura, oltre che dei minerali indispensabili al sostegno delle produzioni agricole.

*Diminuzione della biodiversità.* La biodiversità, intesa come totalità dei patrimoni genetici delle specie e degli ecosistemi, riveste grande importanza nel funzionamento dell'ecosistema terrestre per il governo dei cicli bio-geologici, per la stabilità del clima, per la regolazione dei deflussi delle acque e per il rinnovo del suolo. L'intenso sfruttamento del suolo produce un impatto sul patrimonio naturale, stimabile in un determinato numero di specie a rischio di estinzione. Suoli degradati risulteranno, quindi, meno ricchi di microrganismi e di molteplici specie animali e vegetali importanti per la fertilità, manifestando un grave impoverimento in biodiversità.

### ***Fattori predisponenti***

Alcune tipologie territoriali e caratteristiche ambientali sono maggiormente sensibili ai processi degenerativi sopra menzionati. Nelle aree mediterranee i fattori predisponenti che possono accentuare le forme di degrado sono:

- ecosistemi fragili (tutte quelle aree caratterizzate da delicati equilibri bio-fisici, quali ambienti di transizione, lagune e stagni costieri, aree dunali e retrodunali, aree calanchive ecc.);
- litologia (formazioni sedimentarie argilloso-sabbiose ecc.);
- idrologia (aree di ricarica degli acquiferi, falde superficiali, aree costiere ecc.);
- pedologia (scarsa profondità dello strato pedogenetico, mancanza di struttura, scarso contenuto di sostanza organica, scarsa permeabilità ecc.);
- morfologia (forte acclività, esposizione dei versanti agli agenti atmosferici ecc.);
- vegetazione (terreni privi o con scarsa copertura vegetale ecc.);
- aree già compromesse (aree disboscate, aree già sottoposte ad attività estrattive, discariche, siti contaminati ecc.)

Il territorio italiano è caratterizzato da un paesaggio prevalentemente montuoso e collinare. L'esposizione dei versanti e la pendenza del terreno costituiscono un importante fattore di vulnerabilità del territorio nel contesto climatico e geomorfologico delle regioni soggette a condizione di stress idrico.

La pendenza riduce la capacità di assorbimento aumentando la percentuale di scorrimento superficiale ("runoff") rispetto al volume di precipitazione che si infila nel terreno. I versanti meridionali delle pendici di sistemi orografici sono inoltre esposti ad un flusso di radiazione solare che determina condizioni microclimatiche sfavorevoli alla rigenerazione della vegetazione naturale, una volta rimossa dall'azione diretta o indiretta dell'uomo. La pendenza e l'esposizione concorrono quindi a determinare la vulnerabilità del territorio a fenomeni erosivi di tipo idro-meteorico.

Al degrado del suolo concorre la degradazione quali-quantitativa della copertura vegetale, soprattutto nel caso della vegetazione mediterranea. La vegetazione potenziale della maggior parte dell'area mediterranea è costituita prevalentemente da specie sclerofille particolarmente adattate a sopravvivere e a superare lunghi periodi di siccità, e, in proporzione inferiore, da alberi e arbusti decidui con riposo vegetativo durante la stagione fredda.

Il livello massimo di organizzazione delle fitocenosi mediterranee è costituito dalla foresta sempreverde, in cui le specie dominanti sono querce sempreverdi. Diversi processi degenerativi, generalmente di origine antropica, possono degradare la foresta sempreverde portando ad associazioni vegetali più semplici fino a diventare suolo nudo nei casi più estremi e, man mano che avanza la serie regressiva, l'effetto protettore della vegetazione diminuisce in modo esponenziale. Quindi la continuità e la ricchezza di specie della copertura vegetale è essenzialmente in relazione alla capacità di protezione del suolo.

Un altro elemento di criticità è rappresentato dalle risorse idriche, che seppure consistenti nel nostro Paese sono sottoposte ad un uso dissennato, caratterizzato da prelievi eccessivi e non pianificati nonché dall'inquinamento puntiforme e diffuso di diversa origine (urbana, agricola, industriale ecc.). Nell'ultimo decennio, in particolare, si è assistito ad un raddoppio della quantità di acqua attinta da corpi d'acqua superficiali, mentre l'acqua emunta mediante pozzi abusivi sfugge a qualsiasi controllo. Oltre alla quantità totale emunta va rilevato che la concentrazione degli emungimenti, a parità di acqua emunta, può determinare fenomeni localizzati di desertificazione. L'incremento dei fabbisogni idrici e la concentrazione dei consumi in aree più predisposte al degrado per problemi legati alla ricarica degli acquiferi e per la presenza di falde superficiali è la risultante dello sviluppo turistico, industriale e dell'urbanizzazione, specie nelle zone costiere.



## 2. CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DELLE PRINCIPALI FORME DI DEGRADO OSSERVATE E STUDiate NELLE REGIONI MERIDIONALI ITALIANE

Nell'ambito del progetto RIADE "Ricerca Integrata per l'Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione", sono stati realizzati 3 Rapporti su "Suoli", "Acque" e "Foreste", consultabili sul sito [www.riade.net](http://www.riade.net), sulla base delle ricerche condotte in Italia nel corso degli ultimi 20-30 anni. Il lavoro ha evidenziato l'esistenza di lacune concettuali importanti. In primo luogo, in gran parte delle ricerche realizzate sino ad ora, la definizione di "desertificazione e degradazione delle terre" non è stata intesa secondo l'accezione proposta dalla UNCCD: è prevalsa la tendenza a far coincidere "degradazione delle terre" e "degradazione del suolo" laddove "terre" dovrebbe includere "il suolo, la vegetazione, il biota in generale e i processi idrologici ed ecologici che operano all'interno del sistema". Conseguentemente è stato dato poco spazio all'approfondimento dei processi di degradazione della componente forestale e idrologica e, quando questo è stato fatto, ciò è stato inteso soprattutto in rapporto alle conseguenze di tale degradazione nei confronti della componente pedologica. In secondo luogo, è molto scarsa la presenza di studi interdisciplinari che affrontino la complessità territoriale dei processi di desertificazione, considerando anche gli aspetti sociali ed economici, che spesso stanno alla base dei processi fisici di degradazione.

Il risultato è un'immagine incompleta che in alcuni casi non aiuta a comprendere l'origine dei problemi e quasi mai propone o suggerisce strumenti di prevenzione e mitigazione.

### *IDENTIFICAZIONE DI AREE TRATTATE DA PIÙ STUDI*

#### **BASILICATA**

- **Piana di Metaponto (MT)**

*Rapporto suoli:* salinizzazione dei suoli nelle aree costiere, caratterizzate da morfologia piana, e dai processi di degradazione, evidenti soprattutto lungo gli argini dei maggiori corsi d'acqua. L'intensità del fenomeno è aumentata negli ultimi anni poiché la carenza idrica costringe gli agricoltori ad attingere ingenti volumi d'acqua dalle falde freatiche profonde.

*Rapporto acque:* elevati livelli di inquinanti azotati (ammonio e azoto nitroso) nei fiumi Bradano e Basento. In particolare, un monitoraggio svolto su 5 stazioni del fiume Basento ha individuato per tali acque le classi 1 e 3 dell'indice IBE.

- **Val d'Agri**

*Rapporto suoli:* fenomeni erosivi particolarmente intensi in aree caratterizzate da formazioni argillose, soprattutto nei pendii a sud e dunque esposti ad alta insolazione, e privi di copertura erbacea (che ha funzione protettiva del suolo) ed arborea.

A questi fattori contribuisce l'attività antropica, in particolare gli impianti di colture cerealicole che originano fenomeni erosivi e riducono la profondità del suolo; determinante risulta l'influenza della litologia carbonatica che garantisce un basso grado di erodibilità.

*Rapporto acque:* elevati livelli di inquinanti azotati (ammonio e azoto nitroso) per le acque del fiume Agri, che, secondo i monitoraggi effettuati nel 1987/88, hanno riportato un valore medio dell'indice IBE pari a 11.

## **PUGLIA**

### ▪ **Gargano e Tavoliere**

*Rapporto suoli:* valori di salinità elevati (superiori a quelli consentiti dalle leggi vigenti) nelle acque utilizzate per l'irrigazione dei terreni, che, essendo costituiti dalle argille azzurre, risultano particolarmente inadatti ad esse.

*Rapporto acque:* contenuto salino elevato nelle acque sorgive del Gargano causato da eccessivi emungimenti o, secondo un'altra interpretazione, dalla presenza di acque fossili espulse naturalmente dai depositi argillosi; presenza eccessiva di boro negli acquiferi profondi del Tavoliere di Foggia.

### ▪ **Brindisi e Murge**

*Rapporto suoli:* processi di salinizzazione dei suoli, legati ad un eccessivo sfruttamento degli acquiferi costieri a scopi agricoli, industriali, civili; tecniche di rimozione dei massi, spietramento e macinazione dei primi 10 cm di substrato predispongono il terreno a fenomeni erosivi assai gravi poiché la superficie si presenta livellata e priva di asperità.

*Rapporto acque:* fenomeni di salinazione delle acque e di inquinamento da pesticidi, prodotti petroliferi, nitrati e cloro derivanti da scarichi fognari emessi direttamente sui suoli o, secondo un'altra interpretazione, dalla presenza di acque fossili espulse naturalmente dai depositi argillosi.

### ▪ **Lecce (LE)**

*Rapporto suoli:* alta pressione antropica e bassa estensione della superficie agraria per abitante hanno accentuato il consumo di suoli agricoli di migliore qualità in seguito ad urbanizzazione.

*Rapporto acque:* processi di intrusione di cuneo salino in area costiera.

## SARDEGNA

### ▪ Piana di Capoterra (Is Olias, CA)

*Rapporto suoli:* studi sperimentali in parcelle d'erosione hanno evidenziato come l'eucalipto abbia notevolmente compromesso le aree in cui è stato impiantato, poiché i fenomeni di erosione nelle aree da esso ricoperte risultano doppiamente consistenti rispetto a quelli delle aree attigue, caratterizzate da vegetazione naturale arbustiva ed erbacea; riduzione di sostanza organica negli orizzonti superficiali e conseguente danno economico.

*Rapporto acque:* l'acquifero freatico presenta una salinità più elevata rispetto a quello confinato, soprattutto nelle zone a sud, verso il mare, e ad est, a ridosso delle saline. Nell'acquifero profondo la salinità rimane bassa anche nella zona centrale di maggior depressione della piezometrica, mentre aumenta considerevolmente ad ovest della piana, probabilmente a causa della presenza di acque fossili o di circuiti di scorrimento della falda a differenti velocità.

*Rapporto foreste:* problematiche di degrado con processi erosivi innescati e/o accelerati da frequenti incendi. Sono stati realizzati diversi studi nell'ambito del progetto MEDALUS, in sei aree, con misurazione dei deflussi superficiali e della resa di sedimenti e valutazione dell'effetto prodotto dalle differenti coperture vegetali.

### ▪ Iglesiasiente (CA)

*Rapporto suoli:* consumo ed inquinamento dei suoli da attività mineraria, evidenziato dai valori delle concentrazioni di cromo, cadmio, alluminio con conseguenze visibili anche a distanza di anni dalla dismissione dell'attività.

*Rapporto acque:* inquinamento da metalli pesanti esteso a tutto il corpo idrico: rio Nara Cauli, rio Sa Roa, rio S. Giorgio, rio Roia Cani, rio Irvi, rio Sitzzerri, rivoli d'acqua dell'area mineraria Genna S'Olioni.

*Rapporto foreste:* degrado dei boschi di sughera causato da intensa pressione antropica a scopi produttivi, con conseguente declino della presenza delle sugherete a scala territoriale; semplificazione strutturale dei popolamenti e presenza esclusiva di individui d'origine agamica; alterazione della composizione floristica verso forme tipiche delle aree coltivate; diminuzione della presenza di specie arboree; diminuzione (verosimile) della produttività biologica del suolo conseguente alla frequenza e virulenza degli attacchi di insetti fitofagi e patogeni.

### ▪ Sarrabus Gerrei (CA)

*Rapporto suoli:* consumo ed inquinamento dei suoli da attività mineraria evidenziato dai valori delle concentrazioni di arsenico, fluoro, cadmio con conseguenze visibili anche a distanza di anni dalla dismissione dell'attività.

*Rapporto acque:* inquinamento da arsenico nel rio Baccu Locci in seguito a periodici scarichi degli impianti di trattamento.

- **Piana di Muravera (CA)**

*Rapporto suoli:* salinizzazione dei suoli, anche in zone lontane dalla costa (da ricondurre ad irrigazione con acque poco idonee), che ha causato un calo di produttività dei terreni ed il conseguente abbandono delle superfici agricole.

*Rapporto acque:* salinazione da commistione con acque fortemente salate.

- **Piana di Arborea (OR)**

*Rapporto suoli:* inquinamento degli orizzonti superficiali dei suoli causato da eccessivo utilizzo di fertilizzanti e dallo smaltimento dei liquami derivanti dalle attività intensive agro-pastorali di questa zona.

*Rapporto acque:* intrusione marina nella parte meridionale della piana causata da eccessivi e mal localizzati emungimenti delle falde; presenza di concentrazioni eccessive di nitrati derivanti da vicini depositi di stoccaggio e da vecchi canali contenenti liquami.

- **Quartu e Flumini di Quartu (CA)**

*Rapporto suoli:* consumo di suoli particolarmente produttivi in seguito a processi di urbanizzazione privi di strumenti di pianificazione e di razionali politiche di gestione.

*Rapporto acque* salinizzazione causata da intrusione marina, dalla vicinanza con gli stagni di Molentargius e Quartu, oltre che da processi chimici legati alla naturale geologia degli acquiferi.

## SICILIA

### ▪ Piana del Simeto (CT)

*Rapporto suoli:* problematiche di degradazione ed erosione legate ai frequenti incendi.

*Rapporto acque:* elevate concentrazioni di nitrati e stato ecologico scadente, causati da scarsa depurazione delle acque, attività zootecnica, cementificazione dei canali.

*Rapporto foreste:* problematiche di degrado legate agli incendi frequenti.

### ▪ Piana del Platani (AG)

*Rapporto suoli:* processi erosivi in aree a predisposizione naturale come quelli delle colline argillose.

*Rapporto acque:* inquinamento delle acque sotterranee da composti chimici organici e composti chimici inorganici non metallici che le rende soggette a forti limitazioni per l'utilizzo idropotabile; salinazione da commistione con acque fortemente salate.

*Rapporto foreste:* processi erosivi legati ad attività incendiaria.

### ▪ Licata (AG)

*Rapporto suoli:* salinizzazione legata a sistemi di drenaggio non efficienti nelle aree irrigue della piana e formazione di fiumi di fango che provengono dalle colline attigue; crostoni superficiali di sali di sodio che rendono i terreni improduttivi.

*Rapporto acque:* nel fiume Imera si riscontrano alte concentrazioni di nitrati.

## CALABRIA

### ▪ Piana di Sibari (CS)

*Rapporto suoli:* presenza di suoli molto sensibili all'erosione, a causa di intense trasformazioni socio-economiche e vulnerabilità intrinseca degli stessi; intrusione del cuneo salino che provoca salinizzazione dell'acqua di falda in corrispondenza delle fasce costiere interessate da attività agricola.

*Rapporto acque:* salinizzazione delle acque di falda superficiale legata ad intrusione del cuneo salino in corrispondenza delle zone a maggiore sfruttamento agricolo; valori delle concentrazioni di cloro oltre il limite di potabilità; problema di gestione e di smaltimento di rifiuti, che rilasciano inquinanti organici e metalli pesanti che da discariche inefficienti o abusive arrivano per percolazione alle falde.

- **Piana di Cariati (CS) - Crotona (CR)**

*Rapporto suoli:* intrusione del cuneo salino che provoca salinizzazione dell'acqua di falda in corrispondenza delle fasce costiere interessate da attività agricola; sono disponibili alcuni studi effettuati su parcelle situate in aree sensibili all'erosione e prive di vegetazione, che hanno evidenziato la variabilità dell'erosione all'interno di uno stesso bacino in funzione del diverso tipo di copertura vegetale.

*Rapporto acque:* salinizzazione; valori delle concentrazioni di cloro oltre il limite di potabilità.

*Rapporto foreste:* incendi e condizioni ecologiche sfavorevoli hanno reso le specie di eucalipti meno resistenti verso gli insetti patogeni, danneggiando gli impianti realizzati allo scopo di conservazione del suolo in termini di capacità produttiva.

- **Reggio Calabria (RC)**

*Rapporto suoli:* inquinamento chimico dei suoli per uso eccessivo di fitofarmaci e concimi.

*Rapporto acque:* processi di salinizzazione da commistione con acque fortemente salate in seguito a sfruttamento delle risorse idriche sotterranee per le attività produttive.

*Rapporto foreste:* incendi e condizioni ecologiche sfavorevoli hanno reso le specie di eucalipti meno resistenti verso gli insetti patogeni, danneggiando gli impianti realizzati allo scopo di conservazione del suolo in termini di capacità produttiva.

## CAMPANIA

- **Sarno (SA)**

*Rapporto suoli:* processi di erosione e degradazione in aree a predisposizione naturale e rese instabili dall'azione antropica.

*Rapporto acque:* il fiume Sarno è fortemente inquinato (classe quinta secondo l'indice IBE) ad opera di scarichi industriali e civili; secondo una classificazione basata sui macrodescrittori tutti i parametri tranne l'azoto nitrico ricadono nella classe di qualità inferiore.

- **Provincia di Napoli (NA)**

*Rapporto suoli:* inquinamento dei suoli dovuto ad insediamenti industriali nell'area di Ilva di Bagnoli che disperdono le sostanze derivanti dall'attività; consumo di suoli agricoli per urbanizzazione che riguarda terreni caratterizzati da elevata produttività e notevole valore naturalistico. Uno studio sull'inquinamento dell'area ha rilevato una notevole contaminazione che nel corso degli anni ha comportato una concentrazione di metalli pesanti.

*Rapporto acque:* inquinamento da nitrati (di tipo esteso) e di cromo e mercurio (di tipo localizzato) nelle falde della piana NE della provincia; piombo e nitrati nella zona urbana di Napoli; intrusione del cuneo salino sulla costa dell'area Flegrea.

▪ **Roccamonfina (CE)**

*Rapporto suoli:* i suoli sono caratterizzati da elevata vulnerabilità intrinseca non meglio specificata.

*Rapporto acque:* il fiume Savone è considerato di qualità scadente secondo macrodescrittori ed indice IBE.



### **3. DESERTIFICAZIONE**

È molto difficile descrivere in modo sintetico quali siano le cause e gli effetti della desertificazione, perché questo fenomeno si manifesta sotto molteplici aspetti legati al degrado del suolo, della vegetazione, delle risorse idriche oppure a processi economici e sociali locali, nazionali o internazionali. Per tentare una descrizione di questo quadro è utile ricorrere a specifici modelli logici.

#### *SCHEMI CONCETTUALI DI RIFERIMENTO PIÙ UTILIZZATI*

Gli indicatori possono essere raggruppati secondo diversi criteri. Tipicamente si fa ricorso ai cosiddetti framework logici, che sono basati su quadri di riferimento concettuali, sviluppati da Agenzie nazionali (APAT) ed internazionali (EEA) per soddisfare le esigenze di ordinamento delle conoscenze e per facilitare la comunicazione degli indicatori come strumenti di supporto decisionale. Per fungere da strumenti di lavoro adattabili a diverse situazioni, tali schemi si prefiggono di rappresentare la complessità del fenomeno da monitorare con un approccio duttile. Di seguito viene presentata una breve descrizione dei modelli più utilizzati tra quelli presenti in letteratura, ripresa e modificata da Enne e Zucca (2000).

#### **1. DI: Indicatori Diretti/Indicatori Indiretti**

Questo schema rappresenta uno dei primi tentativi di classificare gli indicatori di desertificazione, che possono essere suddivisi in:

- Diretti: costituiscono un elemento diagnostico dei fenomeni che regolano le condizioni ambientali in atto;
- Indiretti: riflettono interazioni secondarie dei processi di desertificazione.

#### **2. PSR: Pressione - Stato - Risposta**

In questo approccio proposto dall'OCSE (Organizzazione Mondiale per la Cooperazione Economica e lo Sviluppo), le interazioni uomo-ambiente assumono per la prima volta un ruolo primario per la comprensione dei processi di desertificazione, intesa come fenomeno dinamico e variabile. Il modello PSR ricostruisce infatti un sistema a catena circolare di cause-effetti che innescano, e allo stesso tempo controllano, i processi. Il PSR individua tre categorie di variabili:

- Pressione esercitata dai sistemi umani sull'ambiente;
- Stato dei sistemi ambientali;
- Risposta della società al processo di degradazione.

Per ciascuno di questi tre step possono essere selezionati indicatori opportuni che descrivono il fenomeno in ogni anello della catena.

Il modello parte dal presupposto che lo stato dell'ambiente è influenzato da un lato dal danno che scaturisce dal consumo e dalla distruzione delle risorse naturali e, dall'altro, dal modo in cui il sistema socioeconomico stesso reagisce ai cambiamenti che avvengono nell'ambiente naturale.

### **3. DPSIR: Driving Force – Pressione – Stato - Impatto - Risposta**

Questo schema, introdotto dall’Agenzia Europea per l’Ambiente, è un’evoluzione del PSR. Il modello è costituito da cinque fasi a cui corrispondono cinque categorie di indicatori che sintetizzano non solo lo stato ma anche l’evoluzione dell’ambiente:

- Forze Determinanti (Driving forces): costituiscono le attività ed i comportamenti umani derivanti da stili di vita, processi economici, produttivi e di consumo, che originano pressioni sul territorio;

- Pressioni: i Processi e le azioni specifiche attraverso i quali le forze determinanti esercitano un impatto sull’ambiente e ne modificano lo Stato;

- Stato: definisce le qualità ed i caratteri fisici, chimici, biologici, naturalistici ed economici che occorre tutelare e difendere e che sono suscettibili di degradazione;

- Impatti: conseguenze ambientali e socio-economiche della degradazione dello Stato;

- Risposte: sono tutte le azioni di governo attuate per contrastare e limitare gli impatti e possono essere indirizzate verso una qualsiasi componente DPSIR.

Questo modello, già ampiamente utilizzato dalla comunità scientifica in numerosi studi sulla desertificazione, ha il vantaggio di rappresentare, anche visivamente, l’insieme degli elementi e delle relazioni che legano i sistemi naturali con i fattori antropici e con le politiche avviate a tutela dei sistemi stessi.

Il modello DPSIR sembra adatto a descrivere la desertificazione in quanto è basato sull’ipotesi secondo la quale sono i comportamenti della società (e le attività economiche) a compromettere la qualità dell’ambiente.

Esso si fonda inoltre sull’assunzione che la degradazione delle terre può essere controllata e addirittura invertita, attraverso l’importanza attribuita alle risposte e alle iniziative politiche ed istituzionali necessarie (Turkelboom et al., 2004).

Il modello DPSIR si prefigge di descrivere l’evoluzione dei singoli indicatori e le loro reciproche interazioni favorendo in tal modo una visione multidisciplinare ed integrata della desertificazione. Le variazioni imposte all’ambiente dalle attività umane descritte nel modello DPSIR si sovrappongono alle naturali variazioni del clima che costituiscono una causa capace di determinare sul lungo periodo cambiamenti radicali sul territorio. I cambiamenti di lungo periodo esulano dagli obiettivi della Convenzione che concentra la sua attenzione sulla necessità di assicurare uno sviluppo sostenibile alle zone aride del pianeta e di prevenire il degrado dovuto all’azione umana. Le attività antropiche descritte dalle “forze trainanti” possono provocare cambiamenti di uso del territorio o l’adozione di tecniche produttive improprie che sono in grado di determinare nel breve periodo fenomeni di degrado del suolo, dell’acqua e della vegetazione.

I processi degenerativi si verificano in modo particolare laddove sussistono fattori predisponenti legati a particolari tipologie territoriali e caratteristiche ambientali.

#### **4. Evoluzione del modello DPSIR**

Una recente evoluzione del modello DPSIR è stata messa a punto nell'ambito del progetto RIADE ed è consultabile sul sito [www.riade.net](http://www.riade.net).

Gli elementi del DPSIR sono stati associati agli obiettivi strategici di prevenzione, monitoraggio, mitigazione ed adattamento, in modo da assegnare all'obiettivo di "prevenzione" il significato di osservazione degli elementi sui quali occorre agire o che bisogna considerare per prevenire; all'obiettivo di "monitoraggio" il significato specifico di osservazione dei fenomeni biofisici; all'obiettivo di "mitigazione/adattamento" il significato di osservazione delle azioni messe in atto e delle conseguenze ultime, a livello di impatti socioeconomici (dei processi e delle azioni). A questo insieme sono stati aggiunti gli indicatori di vulnerabilità, una classe di indicatori che normalmente non trova spazio nel sistema DPSIR e in sistemi simili.

Le scale spaziali definite sulle righe della matrice di seguito riportata suggeriscono che, in un determinato contesto geografico e socio economico, gli aspetti riconducibili alle sei colonne possono essere "osservati" a scale diverse. Ciò non implica che le rappresentazioni alle diverse scale siano tra loro indipendenti ma evidenzia che determinati fenomeni si possono osservare in maniera più efficace a diverse scale con informazioni e strumenti mirati. Zucca (2004) utilizza tale schema come guida per inquadrare organicamente alcuni set di indicatori testati in aree pilota dei progetti DESERTNET e RIADE (Tabelle 3.4.1 e 3.4.2, Figure 3.4.1 e 3.4.2).

**Tabella 3.4.1 - EVOLUZIONE DEL MODELLO DPSIR**

**Protocollo integrato di indicatori per l'analisi ed il monitoraggio dei processi di Desertificazione**

I DIVERSI OBIETTIVI TERRITORIALI DI LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE						
	Prevenzione		Monitoraggio		Mitigazione/Adattamento	
	vulnerabilità: (e/o resistenza, resilienza ecc.)	driving force e pressione: cause delle dinamiche di degradazione	Stato: livello di qualità/degrado dei suoli	Dinamica di processo: intensità e direzione dei processi	Impatto: conseguenze socio-economiche della land degradation	Risposta: come la società sta già rispondendo
SCALE SPAZIALI DI MONITORAGGIO, ANALISI	Scale Globale, Reg. , Nazionale, sub_Naz. ecc.					
	Scala "area vasta" o <b>comprensoriale</b> (circa 50000 ha)					
	Scala " <b>locale</b> " (circa 1000 ha)					
	Scala "parcellare" o <b>puntuale</b> (circa 1 ha)					

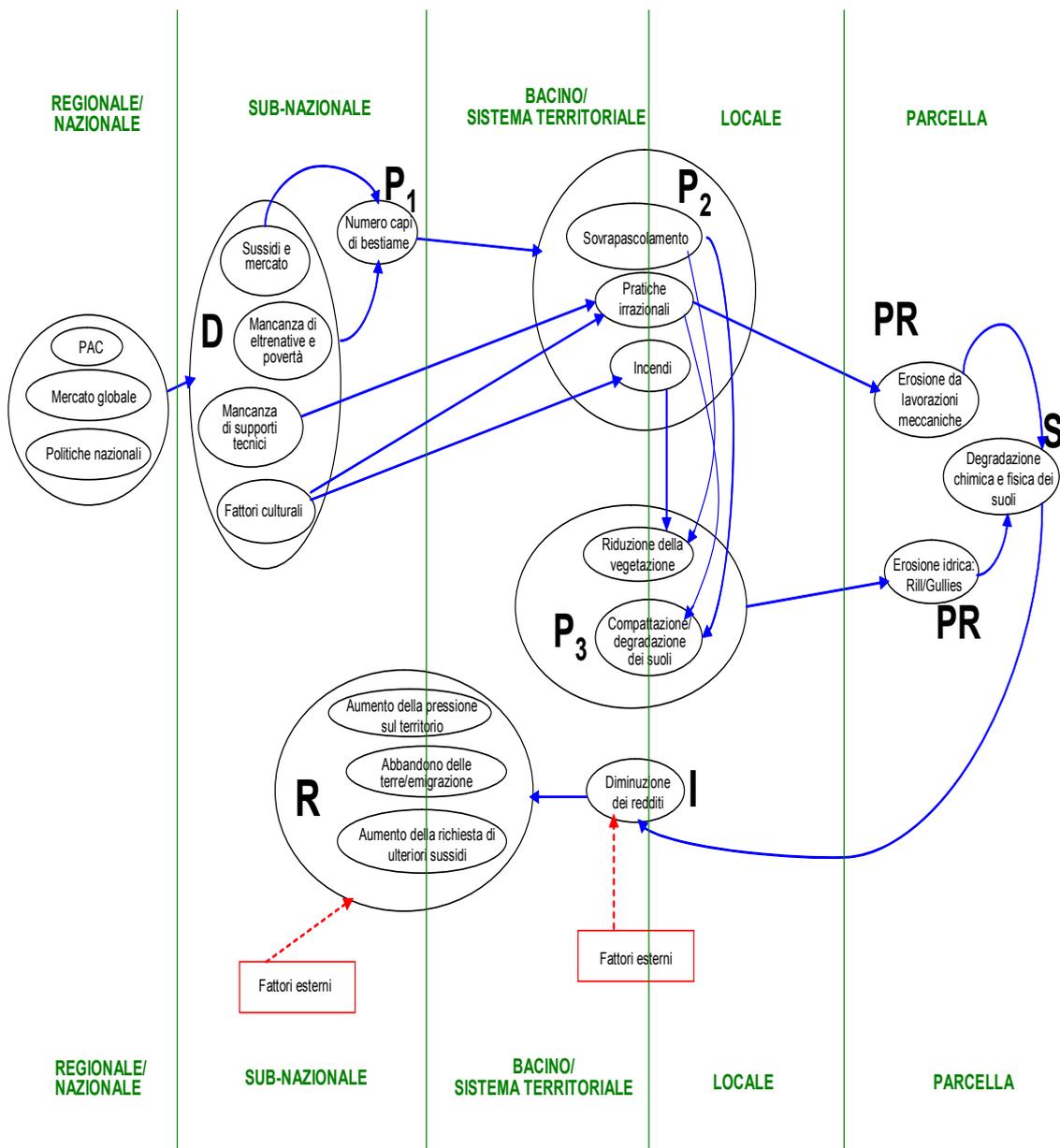
Fonte: Zucca (2004)

**Tabella 3.4.2 - Catena cause-effetti di *land degradation*, riferita ad un'area agropastorale della Sardegna, inserita nello schema DPSIR con l'aggiunta di alcune fasi intermedie**

Fonte: Zucca (2004)

<b>Driving forces</b>	Povert� rurale; mancanza di alternative economiche; sussidi pubblici per pratiche agricole non sostenibili; mancanza di supporti tecnici.
<b>Pressioni: fattori</b>	Aumento del numero di capi di bestiame e di azioni volte ad incrementare la produzione foraggera.
<b>Attivit� che generano impatti ambientali</b>	sovrapascolamento; pratiche agronomiche non appropriate; utilizzo di pratiche di incendio.
<b>Principali cause dirette di degrado</b>	Riduzione/eliminazione della copertura vegetazionale; compattazione e degrado del suolo, causati direttamente o indirettamente da attivit� agropastorali.
<b>Principali processi di degrado</b>	Erosione idrica che interessa le aree collinari del mediterraneo del nord; presenza di rill e gullies.
<b>Cambiamenti dello Stato dell'ambiente</b>	Degradazione fisica e chimica dei suoli.
<b>Impatti sulla societ� umana</b>	Diminuzione delle entrate derivanti da attivit� agropastorali.
<b>Risposte da parte della societ�</b>	Incremento nella richiesta di ulteriori sussidi; aumento della pressione sul territorio; fenomeni di emigrazione.





**Figura 3.4.2 - Rappresentazione degli elementi del sistema DPSIR presentato in relazione alle diverse scale spaziali nelle quali essi si esplicano**

Fonte: Zucca (2004)



#### 4. ESTENSIONE DEL FENOMENO DESERTIFICAZIONE

Le attuali valutazioni sull'intensità e sull'estensione della desertificazione rappresentano un compito difficile per la mancanza di una metodologia univoca che possa essere adottata sia a livello globale che regionale. La realizzazione di mappe di sensibilità alla desertificazione è stata una finalità di molti progetti scientifici europei soprattutto dopo che la Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla siccità e alla desertificazione (UNCCD) ha affidato ai paesi affetti dal problema l'elaborazione e l'approvazione di Programmi d'Azione Nazionali (PAN). L'elaborazione di mappe, oltre ad essere uno strumento di collaborazione scientifica tra i paesi affetti nelle regioni del nord mediterraneo, è dunque diventato parte integrante delle politiche ambientali adottate dai diversi paesi.

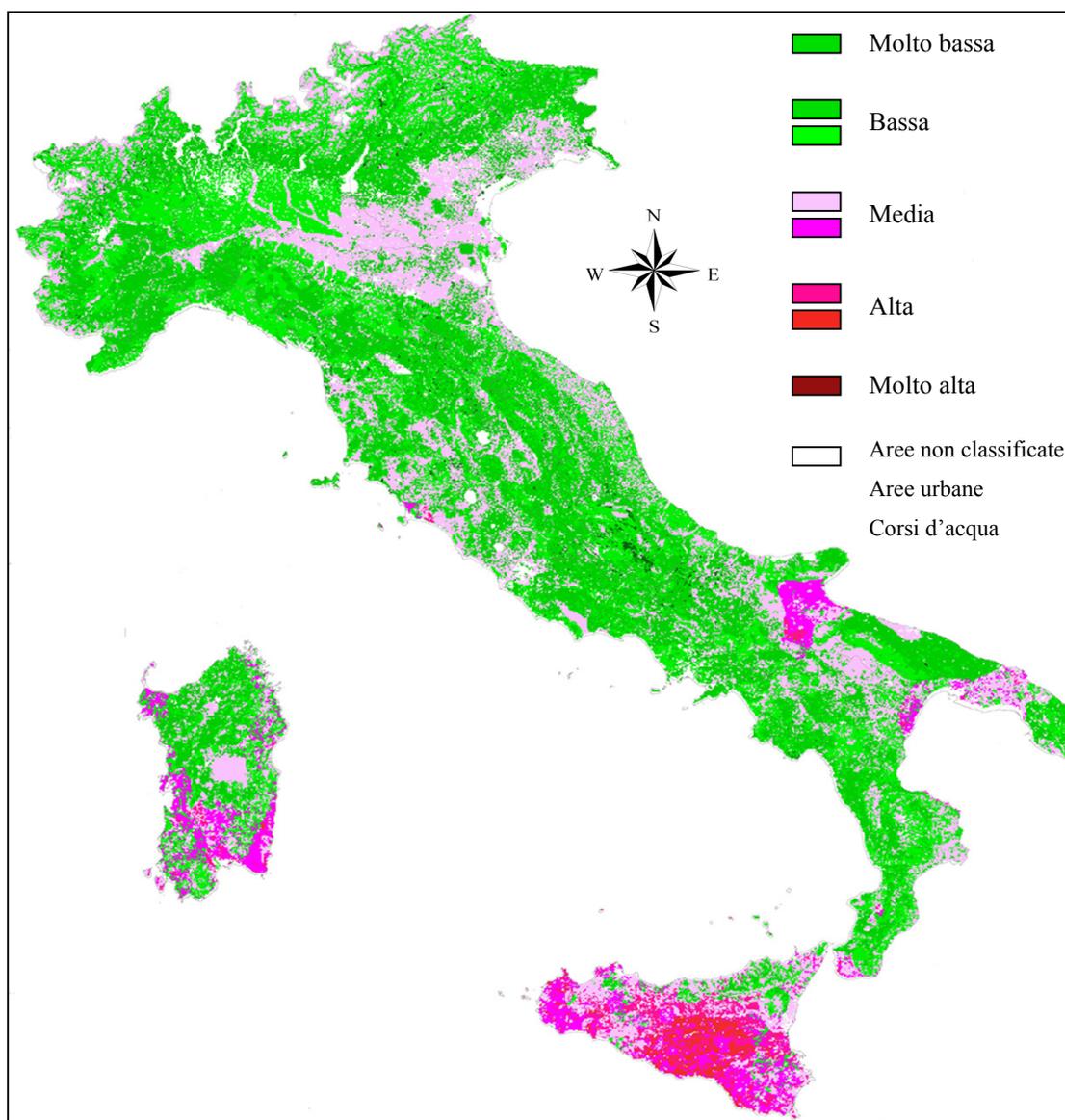
Il primo tentativo di applicazione di una metodologia comune a livello del bacino del Mediterraneo è stato compiuto nell'ambito del progetto Desertification Information System for the Mediterranean (DISMED <http://dismed.eionet.eu.int/>) coordinato dall'UNCCD, in collaborazione con l'Agenzia Europea per l'Ambiente e la Fondazione di Meteorologia Applicata. La valutazione della sensibilità ambientale, alla scala di 1:1.250.000 (Figura 4.1), è stata ottenuta dalla combinazione di diversi indicatori relativi al suolo, al clima e alla vegetazione (Box 4.1).

Dai risultati osservabili (Tabella 4.1), risulta che la Spagna è il paese maggiormente interessato dal rischio desertificazione, anche se le percentuali maggiori ricadono, per tutti i paesi coinvolti nel progetto, nelle classi di media e bassa sensibilità.

**Tabella 4.1 - Percentuale delle aree sensibili alla desertificazione risultate dal progetto DISMED. \*Somma delle percentuali delle classi da "Bassa" a "Molto Alta"**

	<b>Portogallo</b>	<b>Spagna</b>	<b>Italia</b>	<b>Grecia</b>
Area (km <sup>2</sup> )	91.858	505.988	301.401	131.992
Molto alta %	0	0	0	0
Alta %	2,51	8,53	3,07	5,83
Media %	28,88	48,29	32,15	36,88
Bassa %	64,70	39,93	64,11	56,27
Sensibilità totale %*	96,10	96,75	99,93	98,98
Molto bassa %	3,90	3,25	0,67	1,02

Fonte: <http://dismed.eionet.eu.int/>



**Figura 4.1 - Carta della sensibilità alla desertificazione in Italia realizzata nell'ambito del progetto DISMED**

Fonte: <http://dismed.eionet.eu.int/>

**Box 4.1 - Metodologia utilizzata nel progetto DISMED**

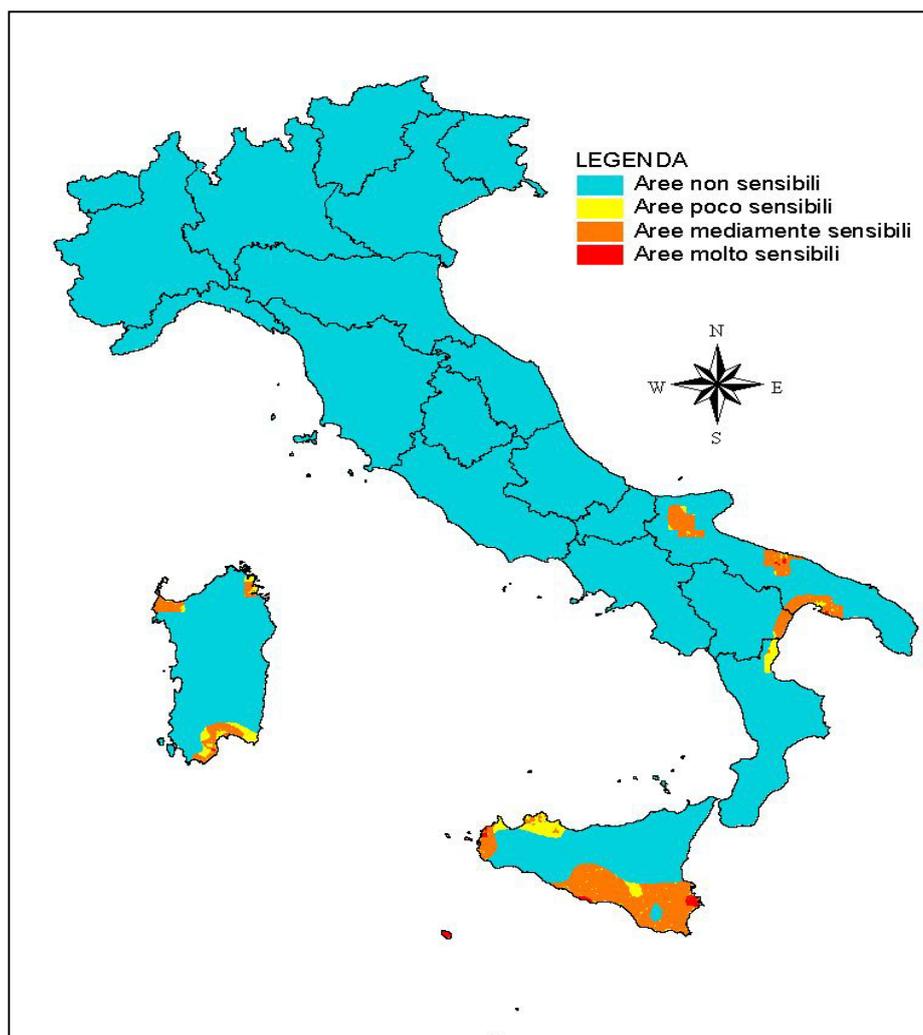
Indice di sensibilità alla desertificazione =  $(CQI * VQI * SQI)^{1/3}$  dove:

- VQI (Indice di Qualità della Vegetazione) =  $(\text{protezione dall'erosione} * \text{resistenza alla siccità} * \text{copertura vegetale} * \text{rischio d'incendio})^{1/4}$

- CQI (Indice di Qualità del Clima) Indice di aridità ottenuto dal rapporto tra precipitazione media annua e l'evapotraspirazione potenziale media annua:  $A_i = P/PET$

- SQI (Indice di Qualità del Suolo) =  $(\text{roccia madre} * \text{tessitura} * \text{profondità} * \text{pendenza})^{1/4}$

Fonte: <http://dismed.eionet.eu.int/>



**Figura 4.2 - Carta nazionale “preliminare” delle aree sensibili alla desertificazione**

*Fonte: Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione, 1999*

Precedente all’applicazione della metodologia elaborata nel progetto DISMED è la redazione della carta preliminare italiana (Figura 4.2 e Box 4.2), realizzata nell’ambito delle azioni di supporto al Programma di Azione Nazionale di lotta alla siccità e alla desertificazione (PAN).

Dai risultati delle analisi rappresentati nella carta risulta che le regioni maggiormente interessate dal fenomeno sono la Puglia, la Basilicata, la Calabria, la Sicilia e la Sardegna; complessivamente le aree vulnerabili sono risultate pari a circa 16.500 km<sup>2</sup>, corrispondenti a circa il 5,5% del territorio nazionale.

**Box 4.2 - Metodologia utilizzata nella Carta Nazionale elaborata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali**

Le aree vulnerabili al fenomeno sono state individuate attraverso l'elaborazione di 4 indici, che riflettono specifici processi legati alla desertificazione:

*Indice climatico:*  $A_i = P_m / ETP_m$  dove  $P_m$  rappresenta la media delle precipitazioni annuali e  $ETP_m$  la media annuale dell'evapotraspirazione potenziale;

Valori	Zone climatiche	Area (%)
0,05 ÷ 0,2	Aride	0
0,20 ÷ 0,50	Semiaride	0,3
0,50 ÷ 0,65	Sub-umide-secche	5,2
> 0,65	Umide	94,5

*Distribuzione delle classi di aridità*

*Indice del suolo*, in relazione alla classificazione pedoclimatica del territorio italiano (in funzione del suolo e della sua copertura biotica);

*Indice vegetazionale*, ottenuto attraverso una riclassificazione delle classi originali della carta di uso del suolo Corine Land Cover;

*Indice della pressione antropica*, definito come percentuale di variazione della popolazione dal 1981 al 1991, a scala comunale.

Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione, 1999

La valutazione delle aree vulnerabili in alcune regioni italiane si è basata principalmente sull'applicazione della metodologia elaborata all'interno del progetto MEDALUS (Mediterranean Desertification And Land Use - DGXII, Ambiente), che ha avuto come primario obiettivo quello di incrementare la comprensione di un vasto numero di problemi fisici ed ambientali e di mettere a disposizione strumenti per la loro risoluzione (Box 4.3).

Tuttavia i risultati relativi alle diverse cartografie regionali (Figura 4.3) non risultano tra loro confrontabili poiché le leggende ed i valori limite utilizzati per definire le classi di rischio differiscono tra loro. Inoltre, il più delle volte, alla metodologia originaria sono state apportate significative modifiche dovute all'impiego di ulteriori indici/indicatori calcolati con algoritmi diversi e derivanti da fonti dati non omogenee.

### Box 4.3 - Metodologia utilizzata nel progetto MEDALUS

La metodologia proposta individua alcuni importanti indicatori di desertificazione, integrandoli in un sistema uniforme su scala regionale e definisce, secondo un approccio multidisciplinare, 4 classi d'indicatori di desertificazione afferenti alle seguenti categorie:

- Suolo (6 indicatori: roccia madre, tessitura, pietrosità, profondità, drenaggio e pendenza);
- Clima (3 indicatori: precipitazioni, aridità ed esposizione);
- Vegetazione (4 indicatori: rischio d'incendio, protezione dall'erosione, resistenza alla siccità e copertura vegetale);
- Gestione (2 indicatori: intensità d'uso e politiche di gestione).

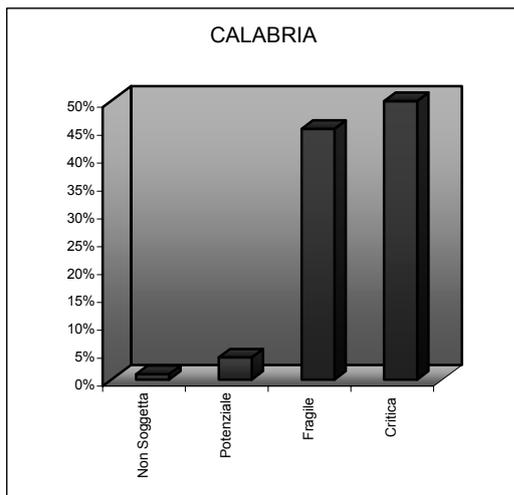
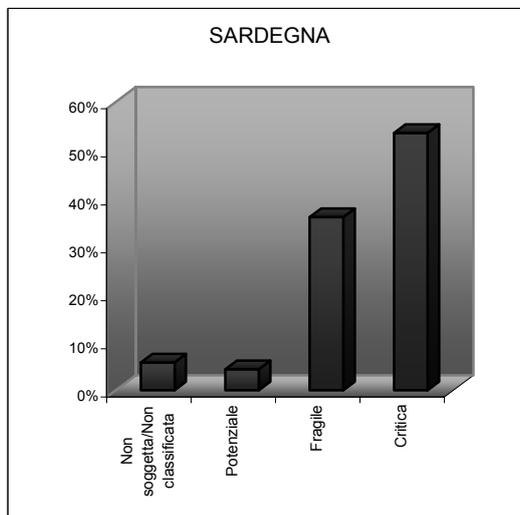
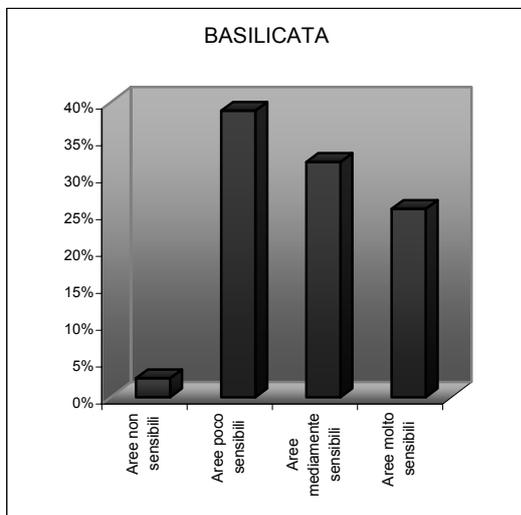
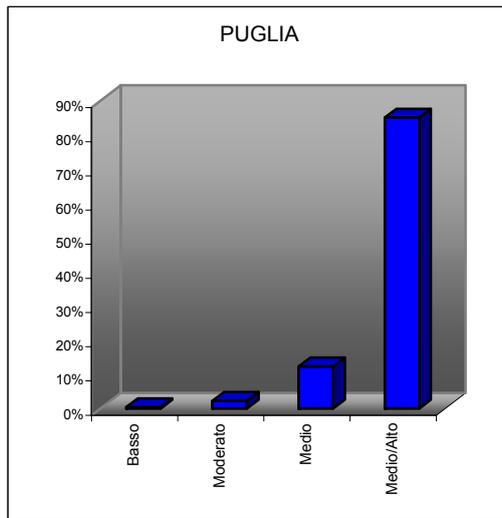
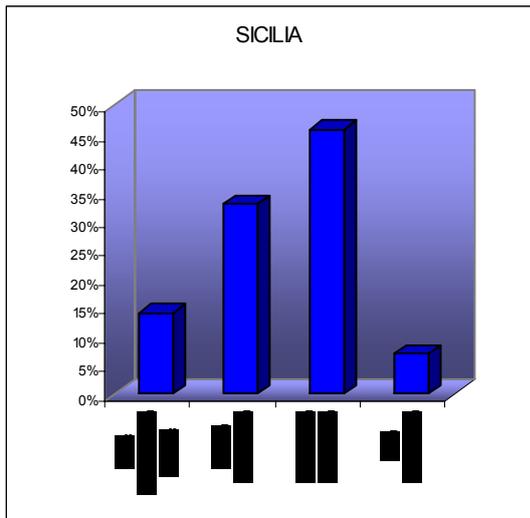
Dalla combinazione, tramite media geometrica, dei quattro indici si ottiene l'indice sintetico ESAI (Environmental Sensitive Areas Index):

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4}$$

Il risultato sintetico viene collocato all'interno di una delle seguenti quattro classi di sensibilità alla desertificazione:

6. ESAs critiche: aree già altamente degradate a causa di una precedente gestione errata e che rappresentano una minaccia per l'ambiente delle aree circostanti;
7. ESAs fragili: aree in cui qualsiasi cambiamento che alteri il delicato equilibrio tra risorse naturali e attività umane può portare alla desertificazione;
8. ESAs potenziali: aree a rischio di desertificazione solo in previsione di significativi cambiamenti climatici o di particolari combinazioni d'uso del territorio;
9. Aree non affette

Fonte: Progetto Medalus



**Figura 4.3 - Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione risultanti dalle cartografie regionali**

Fonte: APAT

È evidente come questa metodologia assuma implicitamente che ciascuno degli Indici abbia una limitata capacità di influenza sul valore finale e che solo quando più parametri hanno un alto punteggio, un'area può essere assegnata ad una classe di alta sensibilità. Questa ipotesi implica che nessuna condizione ambientale può autonomamente escludere o determinare la possibilità di un rischio di desertificazione. Per quanto riguarda il clima, ad esempio, anche in presenza di un clima arido, che nel modello è classificato nella categoria più ad alto rischio, se le condizioni del suolo, della vegetazione e della gestione delle attività produttive sono ottimali, il territorio non è in una condizione di sensibilità alla desertificazione; d'altra parte, un clima umido, classificato nel modello nella categoria ottimale, non può a priori escludere il rischio di degrado del territorio dovuto ad attività antropiche o ad altre caratteristiche naturali. Le attuali conoscenze sulla desertificazione e sul degrado del territorio confermano sostanzialmente questa assunzione.

Un modello di valutazione della vulnerabilità ai fenomeni di *land degradation* in Italia è stato messo a punto dall'UCEA-CRA nell'ambito del progetto CLIMAGRI.

L'approccio adottato in questo lavoro parte dalla logica DPSIR per arrivare alla elaborazione di un indice sintetico tenendo conto dei seguenti aspetti:

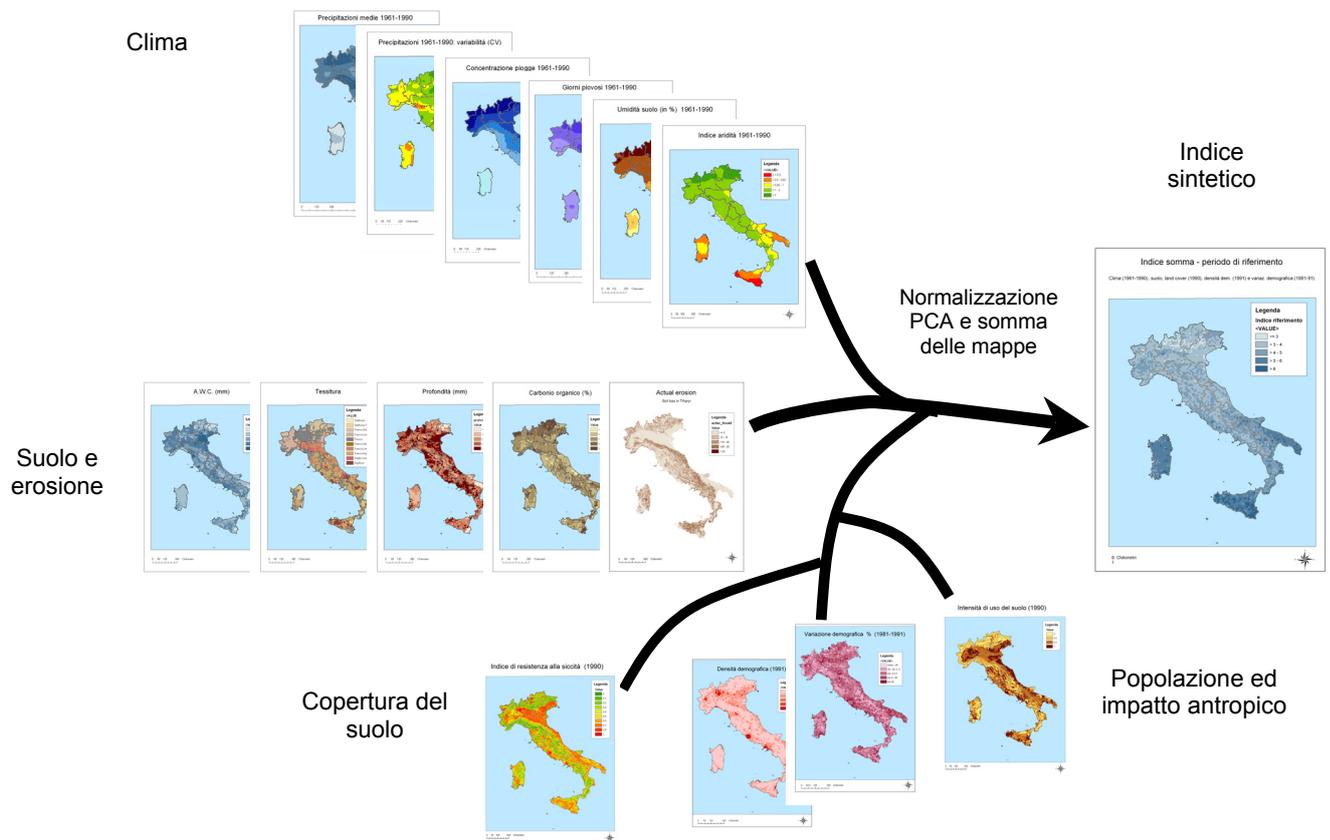
- la valutazione dell'importanza delle variabili identificate avviene attraverso tecniche di statistica multivariata (PCA), per determinare il peso relativo delle variabili ritenute responsabili dei processi di desertificazione;
- le variabili sono rappresentate in forma cartografica. Vengono quindi normalizzate in una scala 0-1 in modo da poter essere rese confrontabili e sommate tramite procedure GIS. Per ogni porzione del territorio viene così calcolato un indice sintetico che deriva dalle diverse variabili pesate a seconda della loro importanza relativa, in base a quanto emerso nell'analisi statistica. La Tabella 4.2 schematizza la procedura adottata e le variabili utilizzate.

Nelle Figure 4.4 e 4.5 viene riportato lo schema illustrativo del calcolo dell'indice sintetico di vulnerabilità alla desertificazione e i relativi valori in un confronto tra due serie temporali. Nella Tabella 4.3 sono indicate le variabili inserite nel modello di valutazione della vulnerabilità alla desertificazione.

**Tabella 4.2 - Variabili inserite nel modello di valutazione della vulnerabilità alla desertificazione**

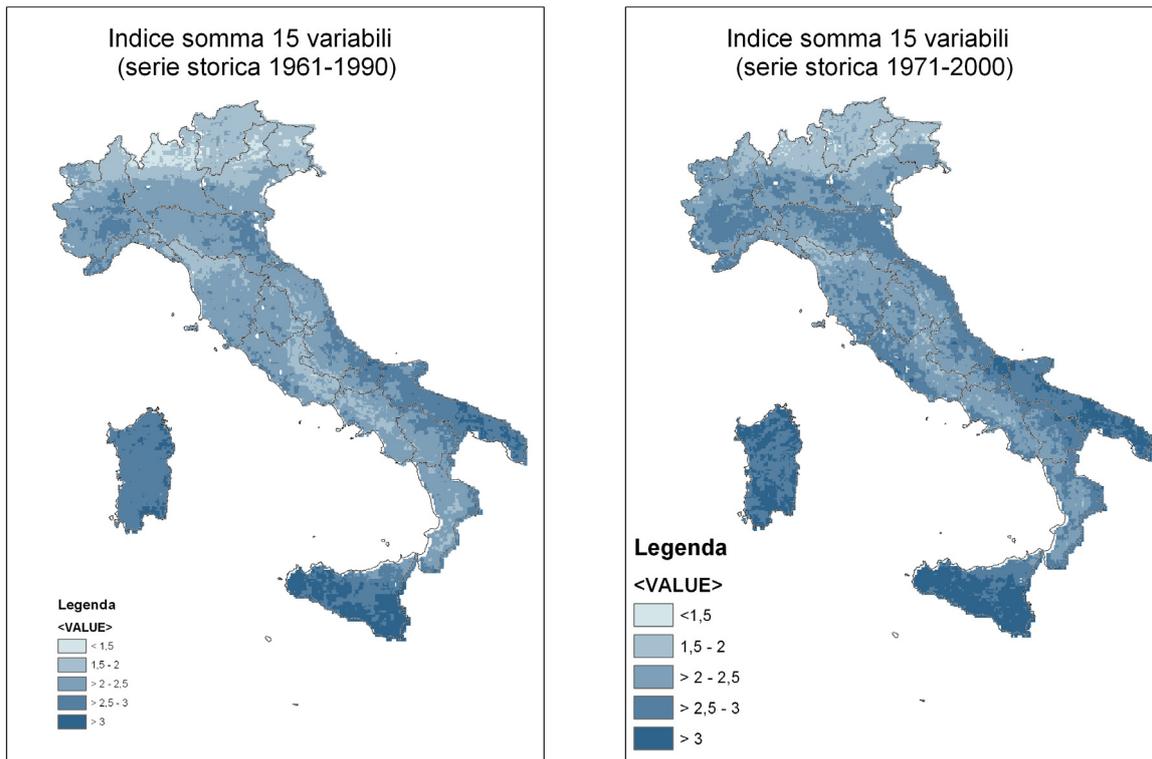
Variabile/strato tematico	Unità di misura	Serie storiche disponibili			Range dei valori e loro normalizzazione
<i>Clima</i>					
Piogge medie	mm	<b>1951- 80</b>	<b>1961- 90</b>	<b>1971- 00</b>	410 (1) – 1650 (0)
Variabilità pioggia	CV (%)				11 (0) – 38 (1)
Concentrazione piogge	mm/mm				0.3 (1) – 1 (0) <i>oppure</i> 1(0) - 2,2 (1)
Giorni piovosi	Numero giorni				67 (1) – 139 (0)
Aridità (IA)	mm/mm				0,4 (1) – 3,9 (0)
Umidità suolo (US)	Nr. giorni /anno con <20 mm				0 (0) – 245 (1)
<i>Suolo</i>					
AWC	mm	<b>1990</b>			10 (1) - 294 (0)
Tessitura	Classi	<b>1990</b>			Cfr. Salvati et al. (2006)
Profondità	mm	<b>1990</b>			200 (1) – 1100 (0)
Carbonio organico	%	<b>1990</b>			0.18 (1) – 6.9 (0)
Erosione effettiva	tonn/ha/anno	<b>1990</b>			0 (0) – 100 (1)
<i>Copertura del suolo e vegetazione</i>					
Resistenza a siccità	Classi Corine	<b>1975</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	Cfr. Salvati et al. 2006
<i>Popolazione e impatto antropico</i>					
Densità demografica	Ab./km <sup>2</sup>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	10 (0) – 8100 (1)
Variazione demografica	%	<b>1971-81</b>	<b>1981-91</b>	<b>1991-01</b>	-50% (1) - 0% (0) <i>oppure</i> 0% (0) - 144% (1)
Intensità uso suolo	Classi Corine	<b>1975</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	Cfr. Salvati et al. 2006

Fonte: L. Salvati, T. Ceccarelli, L. Perini – Convenzione CRA-UCEA/UNICAL nell'ambito dell'AdP 2004 UNICAL-MATT-CNLS



**Figura 4.4 - Schema illustrativo del calcolo dell'indice sintetico di vulnerabilità alla desertificazione (esempio relativo al periodo 1961-90)**

Fonte: L. Salvati, T. Ceccarelli, L. Perini – Convenzione CRA-UCEA/UNICAL nell'ambito dell'AdP 2004 UNICAL-MATT-CNLS



**Figura 4.5 - L'indice di vulnerabilità alla desertificazione: confronto tra le serie 1961-1990 e 1971-2000**

*Fonte: L. Salvati, T. Ceccarelli, L. Perini – Convenzione CRA-UCEA/UNICAL nell'ambito dell'AdP 2004 UNICAL-MATT-CNLS*

**Tabella 4.3 - Indice di vulnerabilità alla desertificazione**

Indice somma pesata	1961-1990		1971-2000		variazione (media 71-00 meno media 61-90)	
	media	deviazione standard	media	deviazione standard	variazione assoluta	variazione percentuale
<b>REGIONE</b>						
Sicilia	2.91	0.33	3.12	0.31	0.21	7.2%
Sardegna	2.74	0.26	3.01	0.23	0.27	9.7%
Puglia	2.72	0.24	2.95	0.23	0.23	8.3%
Molise	2.49	0.40	2.68	0.39	0.19	7.7%
Basilicata	2.33	0.38	2.62	0.32	0.29	12.5%
Calabria	2.22	0.35	2.51	0.31	0.29	13.1%
Abruzzo	2.29	0.38	2.51	0.34	0.22	9.4%
Emilia Romagna	2.35	0.30	2.50	0.26	0.15	6.5%
Marche	2.21	0.31	2.43	0.30	0.22	10.1%
Lazio	2.15	0.37	2.41	0.35	0.25	11.7%
Piemonte	2.19	0.37	2.38	0.31	0.19	8.7%
Campania	2.08	0.32	2.38	0.30	0.30	14.2%
Umbria	2.12	0.32	2.32	0.28	0.20	9.3%
Liguria	2.14	0.34	2.31	0.30	0.17	7.9%
Toscana	2.07	0.33	2.31	0.31	0.23	11.3%
Val d'Aosta	2.01	0.35	2.23	0.25	0.22	11.0%
Lombardia	1.99	0.45	2.17	0.40	0.18	9.0%
Veneto	1.98	0.37	2.13	0.37	0.15	7.4%
Friuli Venezia Giulia	1.88	0.31	1.95	0.30	0.07	3.6%
Trentino Alto Adige	1.65	0.30	1.78	0.24	0.13	8.0%

Fonte: L. Salvati, T. Ceccarelli, L. Perini – Convenzione CRA-UCEA/UNICAL nell'ambito dell'AdP 2004 UNICAL-MATT-CNLS



## 5. L'ATLANTE NAZIONALE DELLE AREE A RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE

Un utile supporto per le Regioni potrà essere l'Atlante Nazionale delle aree a rischio di Desertificazione, di recente realizzato dall'ISSDS e dall'INEA per conto del MATT. La metodologia di valutazione adottata si basa sulla struttura d'analisi dei processi DPSIR (determinanti, pressioni, stato, impatto, risposta), che è stata di recente applicata anche in Italia per i processi di degradazione del suolo che possono condurre alla desertificazione (Vacca e Marrone, 2004). Nel modello DPSIR le terre a sterilità funzionale, vulnerabili o sensibili, sono considerate indici d'impatto delle pressioni sull'ambiente. I determinanti della sterilità funzionale sono le caratteristiche ambientali che regolano le pressioni, vale a dire il clima, l'agricoltura, la geologia e geomorfologia, e la pressione umana nelle sue diverse forme (Enne e Zucca, 2000). Gli indicatori di stato esprimono lo stato di avanzamento nei processi di desertificazione, come erosione del suolo, contaminazione, salinizzazione e siccità (Dazzi, 2002). Gli indici di risposta sono le misure agroambientali, di pianificazione territoriale e di gestione irrigua, che possono mitigare il rischio di degradazione del suolo e riduzione della sua funzionalità.

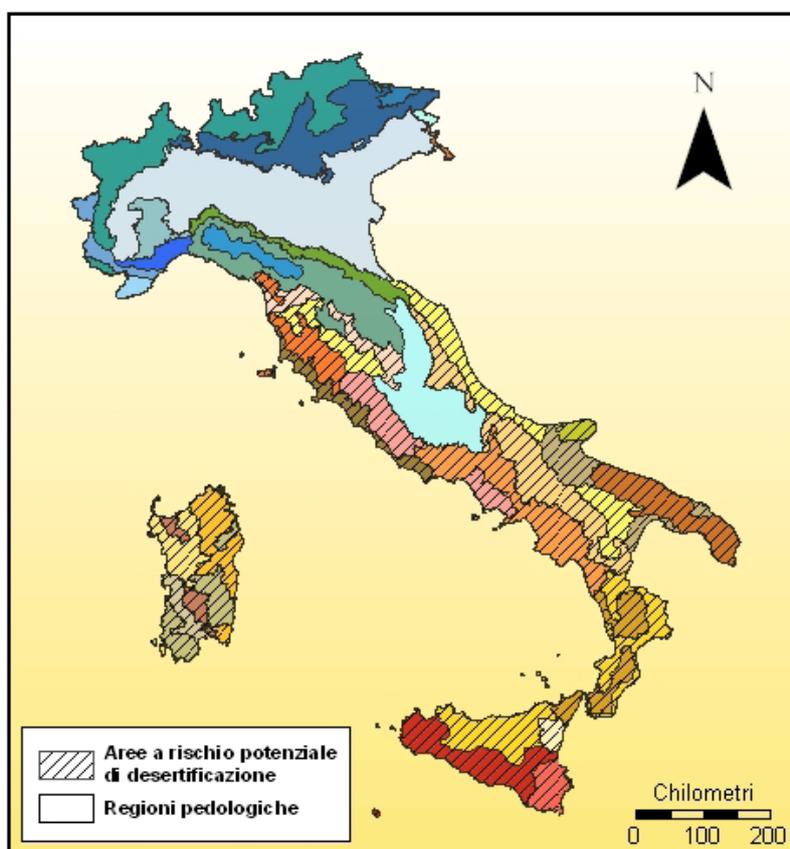
Sono stati considerati cinque sistemi di degradazione del suolo che possono portare alla sterilità funzionale agricola e forestale: l'erosione del suolo, la copertura per deposizione, la salinizzazione, l'urbanizzazione, la siccità. Non è stato trattato un importante processo, l'inquinamento, a causa della scarsità di informazioni disponibili. Sono state invece considerate le perdite di suolo per deposizioni laviche recenti e alluvioni, anche se risultano interessare molto marginalmente l'area in studio. L'urbanizzazione infine è stata valutata come un processo di desertificazione, in quanto induce la perdita irreversibile della funzionalità agricola e forestale, anche se il suolo acquista altre funzioni (Aru, 2001).

L'Atlante Nazionale delle aree a rischio di Desertificazione è costituito da una serie di indici di impatto e di risposta appartenenti ai sistemi di degradazione delle terre considerati (erosione, deposizione, salinizzazione, urbanizzazione e siccità). La versione digitale degli indici, organizzati in progetti su base regionale, completi di leggende, si trova nel CD-Rom allegato alla relazione, cui si rimanda per un'analisi accurata dei risultati. Gli indici sono stati tutti convertiti in formato raster con risoluzione 30 metri, riferiti al sistema di coordinate UTM fuso 32 datum WGS84. Gli strati informativi sono in formato grid e i progetti che li raccolgono sono in formato .mxd, entrambi nativi del programma ArcGIS della ESRI. Associato ad ogni file, in formato .xml, si trovano i metadati secondo lo standard ISO 19115.

Nel CD-Rom vi è un progetto per ogni regione in cui sono mostrati tutti gli indici elaborati per quella regione, l'indicatore del numero dei giorni di secco e, per dare un inquadramento ai risultati, le regioni pedologiche ottenute per aggregazione semantica dei sottosistemi di terre e una elaborazione del modello digitale del terreno (hillshade) che rappresenta la morfologia. I file sono organizzati gerarchicamente per regione e per sistema di degradazione delle terre e possono essere importati anche singolarmente in qualsiasi programma GIS. Nel CD-Rom c'è una cartella per ogni regione, all'interno della quale si trova il progetto (con riferimenti relativi, può quindi essere copiato assieme a tutta la cartella in qualsiasi altra cartella ed essere visualizzato correttamente) e, all'interno della sottocartella "indici", i singoli file.

Vi è anche un progetto all'interno della cartella "Area\_studio" in cui sono contenuti il progetto .mxd e i dati utilizzati per la definizione dell'area potenzialmente a rischio (regioni pedoclimatiche, elaborazioni pedoclimatiche, indice di aridità, temperatura media annua dell'aria, temperatura media annua del suolo, differenza fra temperatura estiva e invernale, precipitazione) e l'aggressività climatica. La cartella "Atlante\_fotografico" contiene il progetto dell'atlante fotografico con i relativi dati.

Nell'Atlante sono riportate le mappe dell'area di studio, dell'indice di aridità (per le regioni Sicilia, Sardegna, Puglia, Basilicata, Molise, Campania e Calabria) e dell'aggressività climatica. Vi è poi una sintesi per tutta la zona potenzialmente a rischio di desertificazione degli indici elaborati (Figura 5.1 e Tabella 5.1). Per ogni Regione sono infine riportati i singoli indici dell'Atlante, organizzati secondo il modello DPSIR.



**Figura 5.1 - Area di studio identificata dall'Atlante Nazionale**

*Fonte: Istituto sperimentale per lo studio e la difesa del suolo ed INEA*

**Tabella 5.1 - Superfici regionali appartenenti all'area di studio**

<b>REGIONE</b>	<b>Superficie regionale (ha)</b>	<b>Superficie potenzialmente a rischio (%)</b>
ABRUZZO	1.083.015	50
BASILICATA	883.015	93
CALABRIA	1.522.338	100
CAMPANIA	1.360.917	100
LAZIO	1.721.833	75
MARCHE	974.955	58
MOLISE	446.103	97
PUGLIA	1.953.386	100
SARDEGNA	2.392.008	100
SICILIA	2.555.398	100
TOSCANA	2.268.096	69
UMBRIA	846.108	45
<b>ITALIA</b>	<b>30.130.028</b>	<b>52</b>

*Fonte: Istituto sperimentale per lo studio e la difesa del suolo ed INEA*



## **6. STUDIO DELLE DINAMICHE DI USO DELLE TERRE E DEGLI IMPATTI DEI RELATIVI CAMBIAMENTI SUI FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE**

I cambiamenti di uso delle terre sono uno dei processi che influisce in maniera rilevante sui processi di desertificazione in ambiente mediterraneo. L'interazione tra dinamiche di land use e degradazione delle terre è di tipo complesso. Infatti, le trasformazioni del territorio rurale nel mezzogiorno d'Italia nell'ultimo cinquantennio hanno condotto alla riorganizzazione delle attività agroforestali a scala territoriale, con il prevalere di processi di abbandono colturale e rinaturalizzazione all'interno di sistemi di terre caratterizzati da più severe limitazioni ambientali e di accessibilità. Nei sistemi di terre pedemontani, collinari e di pianura caratterizzati da una più elevata capacità produttiva, maggiore potenziale di meccanizzazione, da sistemi irrigui e da migliore accessibilità si sono verificati processi di intensivizzazione colturale. Ambedue i fenomeni – abbandono colturale ed intensivizzazione – producono effetti molteplici e complessi sulle dinamiche di degrado irreversibile delle terre (desertificazione).

Sovente i due processi coesistono all'interno del medesimo sistema o unità di terre. Se l'impatto sui processi degradativi è evidente nelle aree interessate da intensificazione colturale (erosione, perdita di sostanza organica, squilibri dovuti all'accresciuto fabbisogno idrico ed alla degradazione delle acque superficiali e profonde), anche i processi di abbandono colturale possono avere impatti sfavorevoli. In ambienti costieri italiani, francesi e spagnoli interessati da abbandono colturale è stata riscontrata una progressiva diminuzione di variabilità e diversità del mosaico ecologico, che si accompagna alla diminuzione della frequenza dei fuochi ma, paradossalmente, all'aumento delle superfici incendiate, per il fatto che un singolo fuoco ha modo di propagarsi più speditamente in un paesaggio vegetale semplificato.

Lo studio, realizzato nell'ambito del progetto RIADE, si propone pertanto di caratterizzare le dinamiche evolutive del land use nei differenti sistemi di terre in un'area compresa tra le Regioni Puglia e Basilicata avente estensione di 15.000 kmq (hot spot rappresentativo), analizzando gli impatti che tali dinamiche comportano a carico delle risorse di base (acque, suoli, ecosistemi, paesaggi) e la loro influenza sui processi di degradazione e desertificazione.

### **Obiettivo dello studio**

Analizzare e caratterizzare con l'ausilio di strumenti GIS le dinamiche di uso delle terre nel corso del periodo che ha segnato, in Italia e nell'area di studio, un drastico mutamento del territorio rurale e delle tecniche di produzione in campo agroforestale. Ricerche analoghe realizzate in contesti territoriali simili hanno evidenziato come il declino del settore primario, il drastico calo del ruolo dell'occupazione agricola, la contrazione del numero di aziende agricole e forestali ed il calo della SAU e della SAT abbiano prodotto nel periodo preso in considerazione (1960-2000) un marcato cambiamento del paesaggio rurale. Il presente studio fornisce una caratterizzazione dettagliata le dinamiche di transizione ed i cambiamenti d'uso all'interno dei diversi sistemi ed unità di terre presenti nell'area interessata.

## Approccio metodologico

Lo studio si propone di analizzare le trasformazioni del territorio rurale e gli impatti dei cambiamenti d'uso sui fenomeni di desertificazione mediante la caratterizzazione:

- delle strutture di lunga durata del paesaggio: i sistemi di terre con le loro peculiarità fisiografiche, climatiche, pedologiche e vegetazionali;

- delle dinamiche storiche che hanno interessato l'uso dei diversi sistemi di terre, con riferimento all'ultimo quarantennio, caratterizzato nel contempo da profonde trasformazioni e da sorprendenti persistenze.

Tutto ciò nella convinzione che l'analisi integrata delle caratteristiche permanenti dei sistemi di terre e delle trasformazioni più o meno veloci che ne caratterizzano l'uso da parte delle comunità locali possa meglio sostenere la produzione di ipotesi di lavoro plausibili relative ai processi di degrado irreversibile delle terre in ambiente mediterraneo. L'approccio utilizzato è di tipo integrato e si basa dunque sull'analisi di cartografie storiche in ambiente GIS; sulla caratterizzazione ecopedologica dei land system presenti nell'area di studio; sul rilevamento di campagna delle caratteristiche pedologiche, vegetazionali, agronomiche in aree rappresentative dei differenti tipi di transizione; sulla predisposizione di matrici e grafici di transizione che illustrano le dinamiche di land use nei differenti sistemi di terre; sulla realizzazione di cartografie tematiche raffiguranti i diversi processi di degrado in corso nei diversi sistemi di terre ed il loro trend.

La carta dei "sistemi di terre", in scala 1:100.000, si basa sulla delimitazione di unità geografiche omogenee, in termini di fattori ambientali e risorse agro-forestali, in grado di influenzarne l'uso potenziale e le dinamiche dei possibili processi di degrado. La carta mostra 9 strutture ambientali permanenti, determinate dall'azione concomitante di clima, litologia, morfologia, comunità biotiche e cambiamenti antropici permanenti (es. bonifiche, terrazzamenti ecc.). Questa carta rappresenta uno strumento preliminare per analizzare e valutare le risorse naturali del territorio dell'aria di studio considerata, l'uso sostenibile del sistema agro-forestale ed il rischio di degradazione determinato dall'uso storico delle terre. Le transizioni d'uso sono state ricostruite grazie al confronto tra due carte di "land cover"; la prima del 1960 ottenuta per digitalizzazione di una vecchia carta del CNR-Touring Club, la seconda del 2000 acquisita dal "corine land cover".

Dall'unificazione delle 2 leggende sono state estrapolate 6 diverse tipologie di copertura: boschi ed arbusteti, praterie, sistemi agricoli ed agroforestali complessi, arborei da frutto, seminativi, aree urbane. Dall'analisi spazializzata delle transizioni d'uso emergono profondi cambiamenti e sorprendenti persistenze tra le diverse tipologie all'interno dei diversi sistemi di terre, non apprezzabili dalla lettura dei soli dati censuari.

Dalla sovrapposizione ed integrazione delle carte dei sistemi di terre e delle dinamiche di land cover 1960-2000 è stato possibile estrapolare altre 2 carte; la carta del rischio di degradazione con 6 possibili tipologie (degrado delle risorse idriche; salinizzazione, erosione, perdita di sostanza organica, urbanizzazione, nessun rischio specifico) e la carta della tendenza del rischio di degradazione delle terre, in funzione del cambiamento di land cover osservato nel periodo 1960-2000.

Un accordo di collaborazione con le amministrazioni locali e i servizi tecnici regionali delle 2 regioni interessate (Basilicata e Puglia) sta portando alla definizione di nuove opzioni di gestione delle risorse naturali per la mitigazione dei processi di degrado, nell'ambito dei Piani di Sviluppo Rurale, attraverso la messa a punto di un sistema di supporto alle decisioni.

## Carta dei sistemi di terre

La carta dei sistemi di terre dell'area pilota RIADE è stata redatta mediante elaborazione in ambiente GIS dei dati desunti dalle seguenti fonti cartografiche:

1. Carta ecopedologica d'Italia, Commissione europea, Centro di ricerca comune, Istituto "Ambiente e sviluppo sostenibile";

2. Carta dei sistemi di terre della provincia di Foggia, facente parte della documentazione del Piano di territoriale di coordinamento provinciale.

La carta dei sistemi di terre rappresenta un inventario d'insieme delle risorse ambientali ed agro-forestali del territorio dell'area di studio. L'approccio analitico, di tipo fisiografico ed integrato, è quello dei sistemi di terre (FAO, 1998). Esso si basa sul riconoscimento di ambiti geografici ragionevolmente omogenei per quanto concerne i fattori ambientali che influenzano gli usi agro-forestali ed urbani e le possibili dinamiche degradative. Essa pertanto illustra le strutture ambientali più o meno permanenti, legate all'azione integrata, nel tempo, del clima, dei substrati, della morfologia, delle comunità biotiche e delle modificazioni antropiche permanenti (es. bonifiche, terrazzamenti, erosione accelerata ecc.).

La legenda della Carta si articola in due livelli gerarchici:

- sistemi di terre;
- sottosistemi di terre;

I sistemi individuati nell'area di studio RIADE sono 3:

- pianura alluvionale e costiera
- pianura terrazzata
- rilievi collinari e submontani

I sistemi di terre rappresentano il repertorio essenziale di tipologie ambientali necessarie a strutturare e descrivere la complessa articolazione territoriale presente nell'area di studio, a renderla comprensibile, intellegibile agli occhi di osservatori afferenti a diverse discipline.

L'elenco dei sistemi è allo stesso tempo una lista ragionata dei differenti problemi e delle opportunità con cui hanno dovuto confrontarsi nei secoli le popolazioni per soddisfare le diverse esigenze legate all'abitare e al difendersi, al reperimento delle materie prime ed alla produzione di alimenti, alle comunicazioni ed agli scambi. All'interno di ciascun sistema le interazioni complesse tra clima, morfologia, suoli, manto vegetale indirizzano secondo modalità date i processi idrogeologici, ecologici, e quelli legati alle produzioni agro-forestali. Si tratta di strutture e di pre-esistenze forti, che influenzano permanentemente le dinamiche ambientali, insieme con la vita ed il lavoro degli uomini, in una storia secolare di relazioni e modificazioni reciproche.

L'insieme degli attributi morfologici, funzionali ed estetico-percettivi che caratterizza univocamente ciascun sistema di terre rappresenta dunque, in qualche modo, il risultato di una storia di lungo periodo delle interazioni tra l'uomo e le terre, una storia tuttora in corso e nient'affatto conclusa. Ciascuno dei sistemi si presenta a scala di area vasta come un insieme unitario, dotato di proprietà emergenti che lo caratterizzano rispetto agli altri sistemi.

Ciò non esclude che, ad un'analisi di maggior dettaglio, ciascun sistema evidenzia un'articolazione interna in porzioni che, seppur partecipano degli attributi e dei caratteri propri di quel sistema, si differenziano tra di loro per condizioni ambientali e possibilità d'uso. Nella legenda della carta dei sistemi di terre vengono pertanto individuati, ad un livello gerarchico inferiore, 9 differenti sottosistemi di terre, caratterizzati da maggiore uniformità climatica, lito-morfologica, pedologica, vegetazionale, agro-forestale.

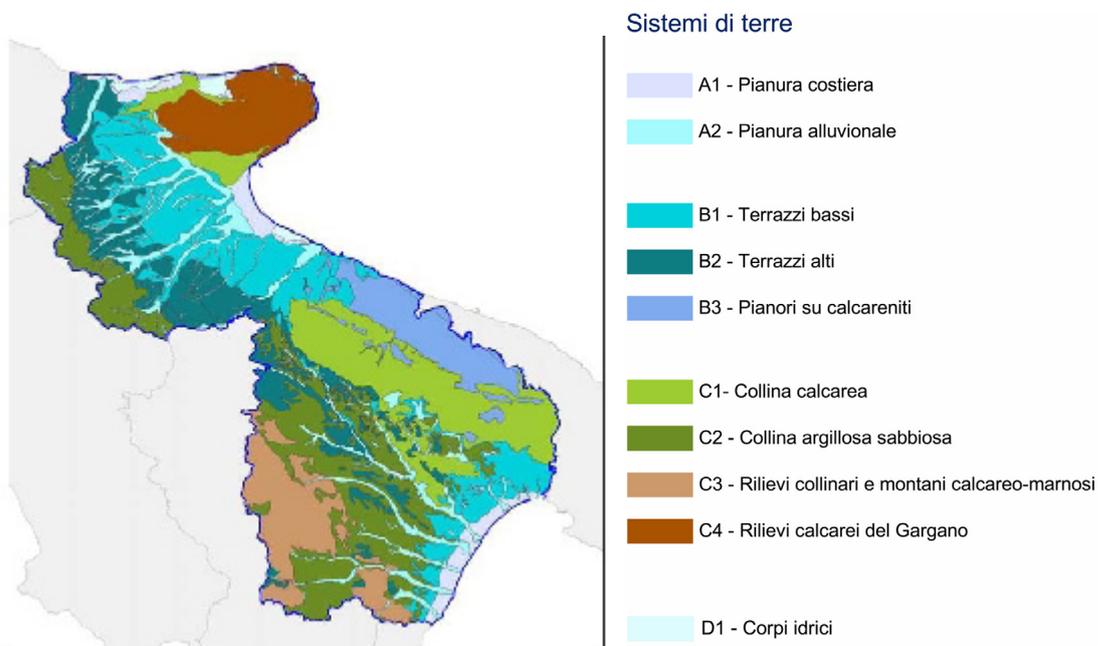
Se i sistemi di terre rappresentano il lessico di base necessario e sufficiente a raccontare compiutamente la struttura generale dell'ambiente indagato, i sottosistemi di terre costituiscono un repertorio più ampio di concetti e tipologie, al quale è necessario far ricorso per rendere conto delle specificità e delle articolazioni locali.

Così come accennato in precedenza, nella leggenda della carta dei sistemi di terre vengono individuati 9 differenti sottosistemi di terre (Figura 6.1):

- A - Pianura alluvionale e costiera
- A1 - Pianura costiera
- A2 - Pianura alluvionale
- B - Pianura terrazzata
- B1 - Terrazzi bassi
- B2 - Terrazzi alti
- B3 - Pianori su calcareniti
- C - Rilievi collinari e submontani
- C1 - Collina calcarea
- C2 - Collina argillosa sabbiosa
- C3 - Rilievi collinari e submontani calcareo-marnosi
- C4 - Rilievi calcarei del Gargano

In particolare, i sottosistemi di terre rappresentano all'interno del progetto RIADE, i contenitori geografici più appropriati per l'analisi:

- delle qualità delle terre che ne influenzano l'uso agro-forestale sostenibile;
- del rischio di degradazione delle risorse di base (suoli, acque, ecosistemi);
- delle dinamiche storiche di uso.



**Figura 6.1 - Carta dei sistemi di terre**

Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

## L'analisi dei cambiamenti delle coperture delle terre 1960-2000

L'analisi delle dinamiche delle coperture delle terre è stata condotta mediante confronto dei seguenti documenti:

- Carta dell'utilizzazione del suolo d'Italia in scala 1:200.000, realizzata dal Centro di Studi di Geografia Economica del CNR, in collaborazione con la Direzione Generale del Catasto e con l'Ufficio Cartografico del Touring Club Italiano. In particolare, il territorio della regione Campania ricade nei fogli n. 15-17-18-19 e pubblicati nel quadriennio 1956-60.
- Corine Land Cover 2000, in scala 1:100.000.

La Carta dell'utilizzazione del suolo pubblicata a cavallo del 1960 dal CNR e dal Touring Club costituisce una fonte di particolare valore conoscitivo, essendo l'unico documento tematico sull'uso delle terre prodotto su scala nazionale, utilizzando metodi di rilevamento cartografici e non statistici (Calomonico, 1953), in un momento storico cruciale per il nostro paese, quello cioè immediatamente precedente la fase di intensa urbanizzazione ed industrializzazione che ha contraddistinto l'ultimo quarantennio.

Il confronto in ambiente GIS dei due documenti ha richiesto la georeferenziazione e digitalizzazione della Carta di utilizzazione del suolo del CNR, e la riclassificazione delle due cartografie sulla base di una legenda comune semplificata, articolata in 6 unità cartografiche:

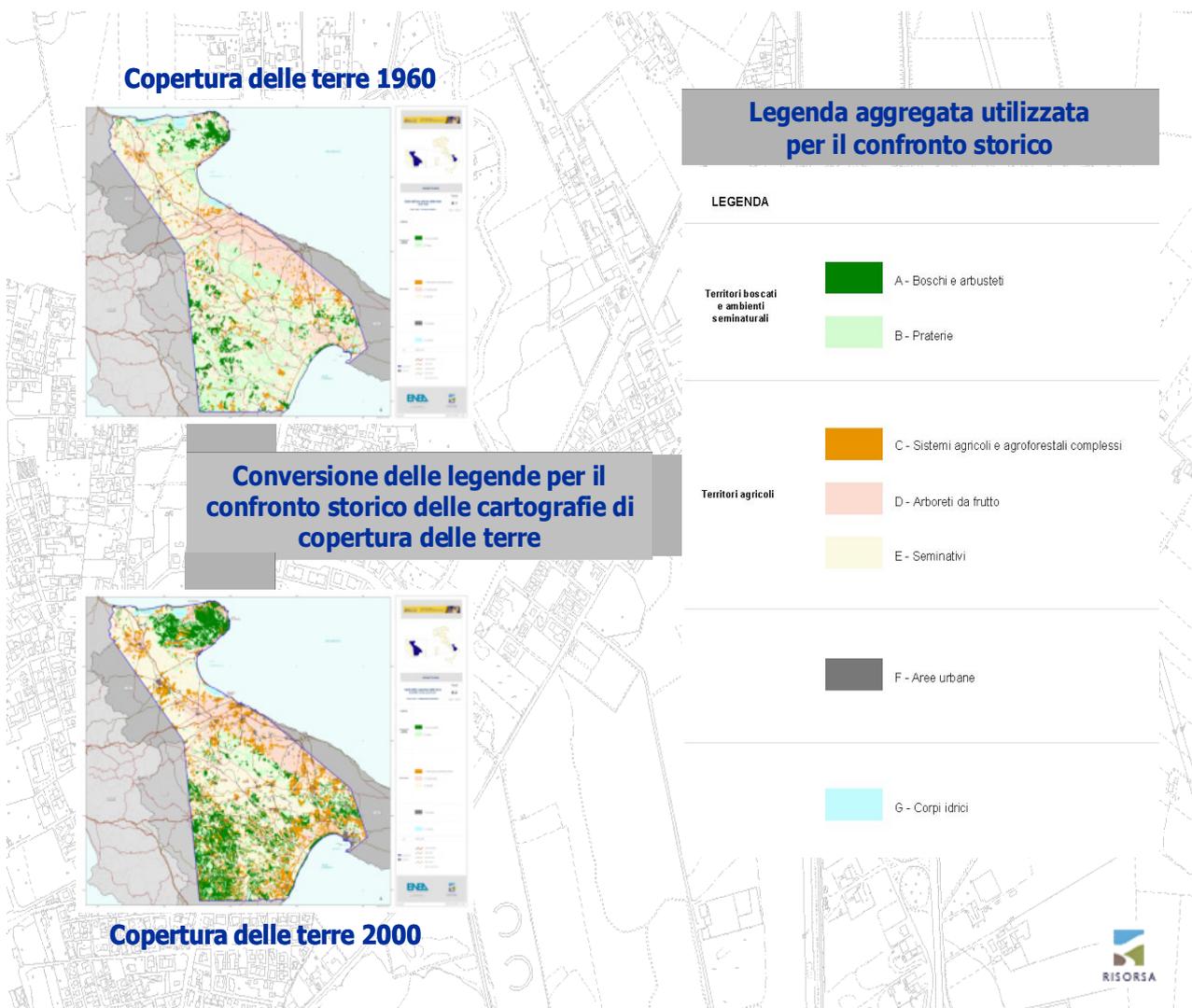
- Boschi e arbusteti
- Praterie
- Sistemi agricoli e agroforestali complessi
- Arboreti da frutto
- Seminativi
- Aree urbane.

Nella tabella 6.1 sono schematizzati i dati di uso delle terre al 1960 ed al 2000 relativi all'area di studio visualizzata nella Figura 6.2.

**Tabella 6.1 - Dati di uso delle terre al 1960 ed al 2000**

Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

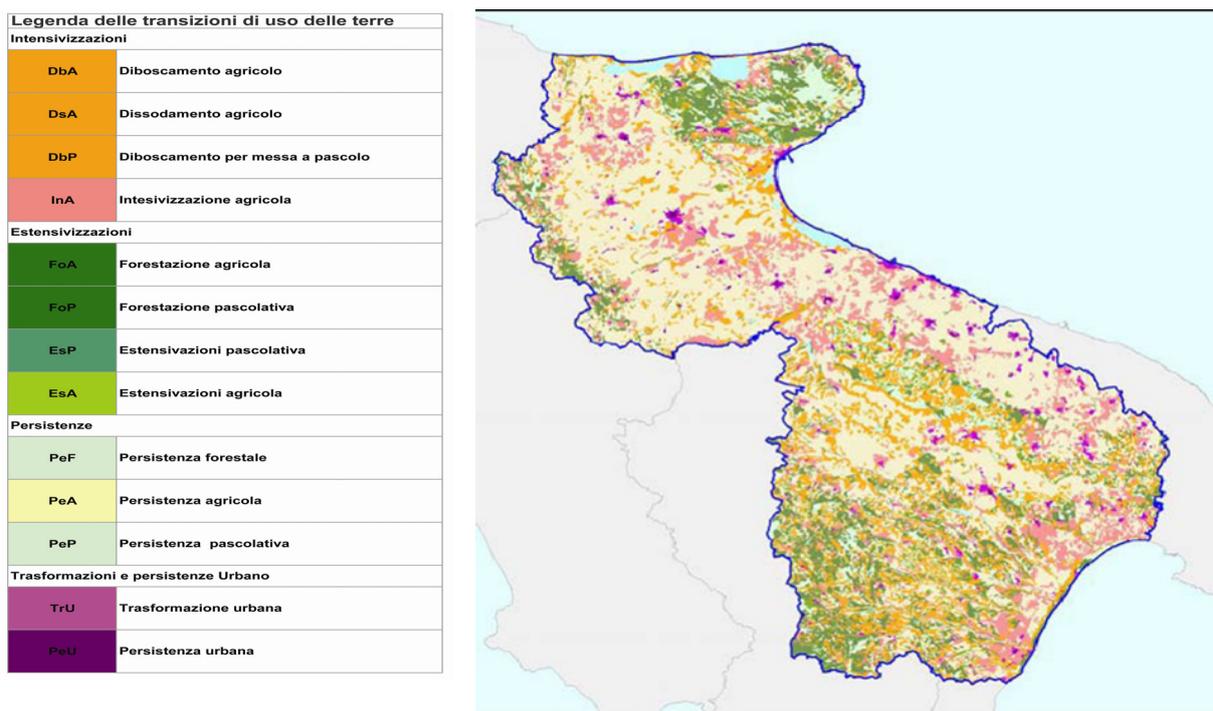
Coperture delle terre	Ettari 1960	Ettari 2000	Saldo netto	Saldo netto %
Boschi e arbusteti	108.605	293.124	+ 184.519	+ 170
Praterie	415.891	118.679	- 297.213	- 71,6
Sistemi agricoli e agroforestali complessi	91.777	257.457	+ 165.680	+ 180,5
Arboreti da frutto	361.184	280.869	- 80.314	- 22,2
Seminativi	707.323	707.509	+ 185	+ 0,03
Aree urbane	10.304	40.313	+ 30.009	+ 291,2



**Figura 6.2 - Riclassificazione delle cartografie 1960 e 2000 sulla base di una legenda comune semplificata**

Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

Le dinamiche di cambiamento delle coperture delle terre (Figura 6.3) sono state analizzate per ciascun sistema e sottosistema di terre, con l'ausilio di matrici e grafici di transizione nelle Tabelle 6.2 e 6.3.



**Figura 6.3 - Carta delle transizioni**

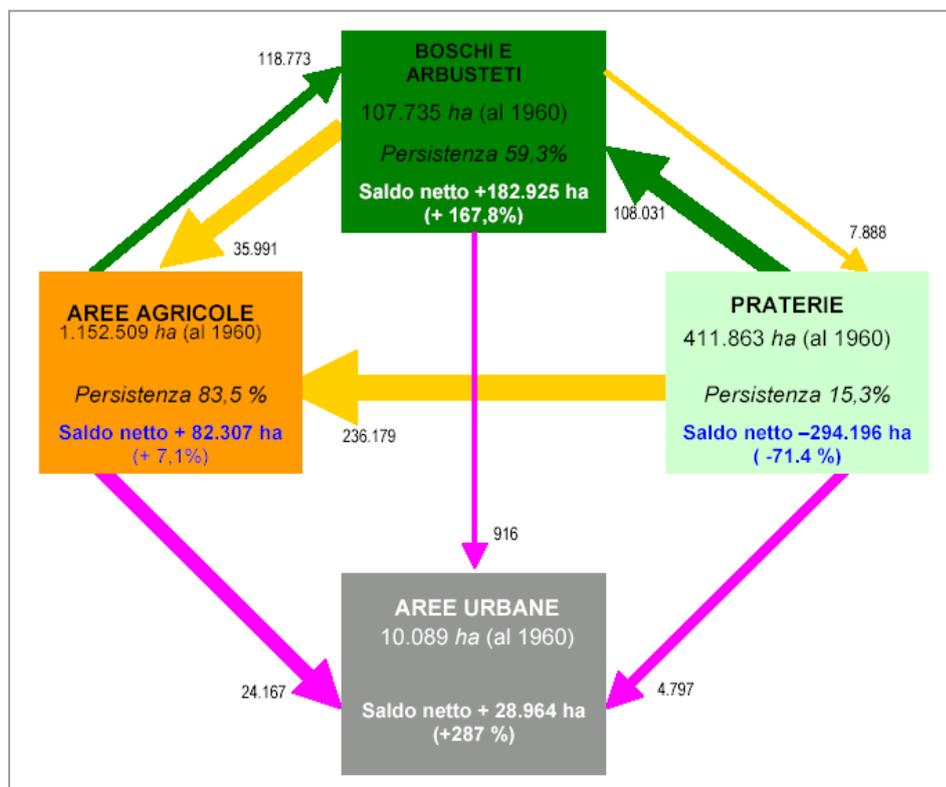
Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

**Tabella 6.2 - Matrice generale delle transizioni**

Copertura delle terre	2000						Totale 1960
	Boschi e arbusteti	Praterie	Seminativi	Arboreti da frutto	Sistemi agricoli agroforestali complessi	Aree Urbane	
1960							
Boschi e arbusteti	PeF	DbP	DbA	DbA	DbA	TrU	
Praterie	FoP	PeP	DsA	DsA	DsA	TrU	
Seminativi	FoA	Esp	PeA	InA	InA	TrU	
Arboreti da frutto	FoA	Esp	EsA	PeA	InA	TrU	
Sistemi agricoli agroforestali complessi	FoA	Esp	EsA	EsA	PeA	TrU	
Aree Urbane	\	\	\	\	\	PeU	
Totale 2000							

Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

**Tabella 6.3 - Grafico delle transizioni**



Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

Le informazioni relative alle caratteristiche e qualità delle terre nei diversi sottosistemi di terre sono state incrociate in ambiente GIS con quelle relative alle dinamiche di cambiamento delle coperture delle terre con l'obiettivo di analizzare la distribuzione geografica nell'area di studio:

- del tipo di rischio prevalente di degradazione delle terre;
- delle tendenze evolutive in atto dei rischi di degradazione prevalenti.

In particolare, l'attenzione è stata rivolta ai più importanti processi degradativi, con le relative tendenze evolutive dei rischi prevalenti, ipotizzabili in funzione delle dinamiche di land cover osservate nel periodo 1960-2000.

La matrice successiva (Tabella 6.4) è costruita per incrocio delle tipologie di dinamiche del land cover (intestazione delle colonne, la cui legenda è riportata nelle pagine precedenti), con i sottosistemi di terre (intestazione delle righe). In ogni cella compare la sigla del tipo di rischio (lettera) e della tendenza alla variazione del rischio (numero), codificate in funzione delle seguenti tabelle. Per ciascun sottosistema viene valutato, in funzione della dinamica di land cover osservata, un rischio principale (prima riga corrispondente a ciascun sistema) e un rischio subordinato (seconda riga). Così, ad esempio, nel sottosistema A2 della pianura alluvionale, il verificarsi di una intensivizzazione colturale (InA) comporta un aumento del rischio di degradazione quali-quantitativa delle risorse idriche (D1), legato soprattutto agli emungimenti incontrollati delle falde superficiali, ed un rischio subordinato legato a presumibile aumento del rischio di degradazione biologica (B2).

**Tabella 6.4 - Matrice di Valutazione**

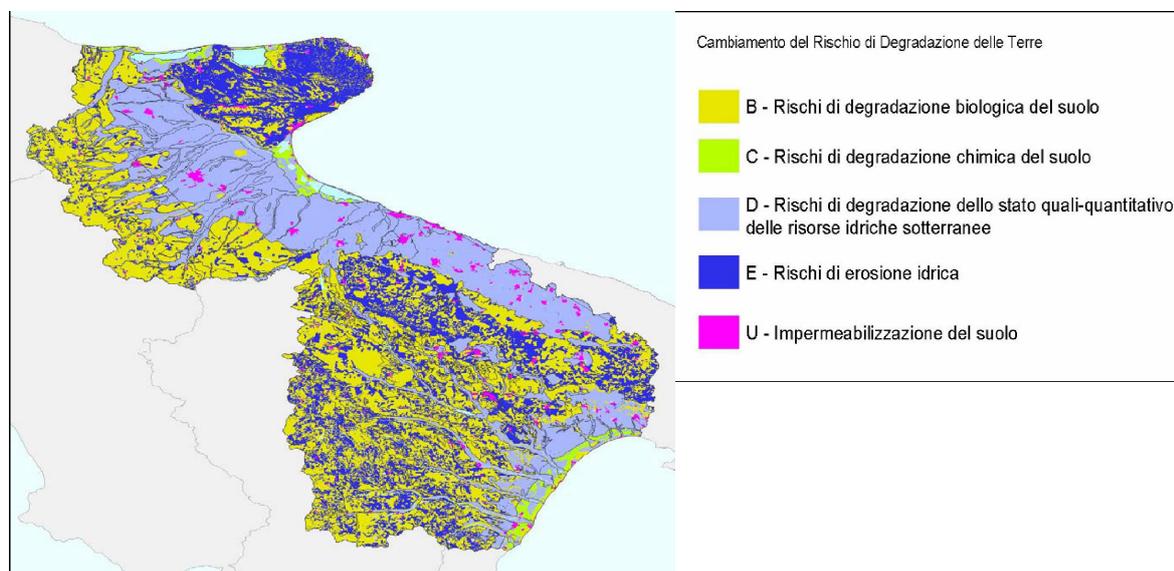
Sistemi di terre	Classe di pendenza	Tipologie di transizioni di land cover (1960-2000)													
		FoP	FoA	EsP	EsA	PeF	PeP	PeA	PeU	DbP	DsA	DbA	InA	TU	
A1. Pianura costiera	<8%	B3	D4	D4	D3	D0	D0	D0	U0	C2	C1	C1	C2	U1	
	8 - 25%	B3	D4	D4	D3	D0	D0	D0	U0	C2	C1	C1	C2	U1	
	25 - 50%	B3	D4	D4	D3	D0	D0	D0	U0	C2	C1	C1	C2	U1	
	>50%	B3	D4	D4	D3	D0	D0	D0	U0	C2	C1	C1	C2	U1	
A2. Pianura alluvionale	<8%	B3	B4	B4	D3	B0	B0	D0	U0	B2	D1	D1	D1	U1	
	8 - 25%	B3	B4	B4	D3	B0	B0	D0	U0	B2	D1	D1	D1	U1	
	25 - 50%	B3	B4	B4	D3	B0	B0	D0	U0	B2	D1	D1	D1	U1	
	>50%	B3	B4	B4	D3	B0	B0	D0	U0	B2	D1	D1	D1	U1	
B1. Terrazzi bassi	<8%	B3	B4	B4	D3	B0	B0	D0	U0	B2	D1	D1	D1	U1	
	8 - 25%	B3	B4	B4	D3	B0	B0	D0	U0	B2	D1	D1	D1	U1	
	25 - 50%	B3	B4	B4	D3	E0	E0	D0	U0	B2	B1	B1	B2	U1	
	>50%	B3	E4	E4	D3	E0	E0	D0	U0	E2	E1	E1	B2	U1	
B2. Terrazzi alti	<8%	B3	B4	B3	B3	B0	B0	B0	U0	B2	E2	E2	B2	U1	
	8 - 25%	B3	B4	B4	B3	B0	B0	B0	U0	E2	E1	E1	B2	U1	
	25 - 50%	E3	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	B2	E2	E2	B2	U1	
	>50%	E3	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	B2	U1	
B3. Pianori su calcareniti	<8%	B3	B4	B4	B3	B0	B0	D0	U0	B2	D1	D1	D1	U1	
	8 - 25%	E3	E4	B4	B3	B0	B0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	25 - 50%	E4	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	>50%	E4	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
C1. Collina calcarea	<8%	E3	E4	E3	B3	B0	B0	B0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	8 - 25%	E3	E4	E3	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	25 - 50%	E4	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	>50%	E4	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
C2. Collina argillosa sabbiosa	<8%	B3	B4	B4	B3	B0	B0	B0	U0	B2	E2	E2	B2	U1	
	8 - 25%	B3	B4	B4	B3	B0	B0	B0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	25 - 50%	B3	B4	B4	B3	B0	B0	B0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	>50%	B3	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
C3. Rilievi calcareo-mamosi	<8%	B3	B4	B4	B3	B0	B0	B0	U0	B1	E2	E2	B1	U1	
	8 - 25%	B3	B4	B4	B3	B0	B0	B0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	25 - 50%	E3	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	>50%	E3	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
C4. Rilievi calcarei del Gargano	<8%	E3	E4	E4	B3	B0	B0	B0	U0	B2	B1	B1	B2	U1	
	8 - 25%	E3	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	25 - 50%	E4	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	
	>50%	E4	E4	E4	E3	E0	E0	E0	U0	E2	E1	E1	E2	U1	

<b>Tipo di rischio di degradazione delle terre</b>	-
Rischio di degradazione chimica del suolo	C
Rischio di erosione idrica	E
Rischio di degradazione biologica del suolo	B
Rischio di degradazione dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche sotterranee	D
Impermeabilizzazione del suolo	U

<b>Cambiamento del rischio di degradazione delle terre</b>	
Presumibile stabilità	0
Aumento	1
Presumibile aumento	2
Presumibile diminuzione	3
Diminuzione	4

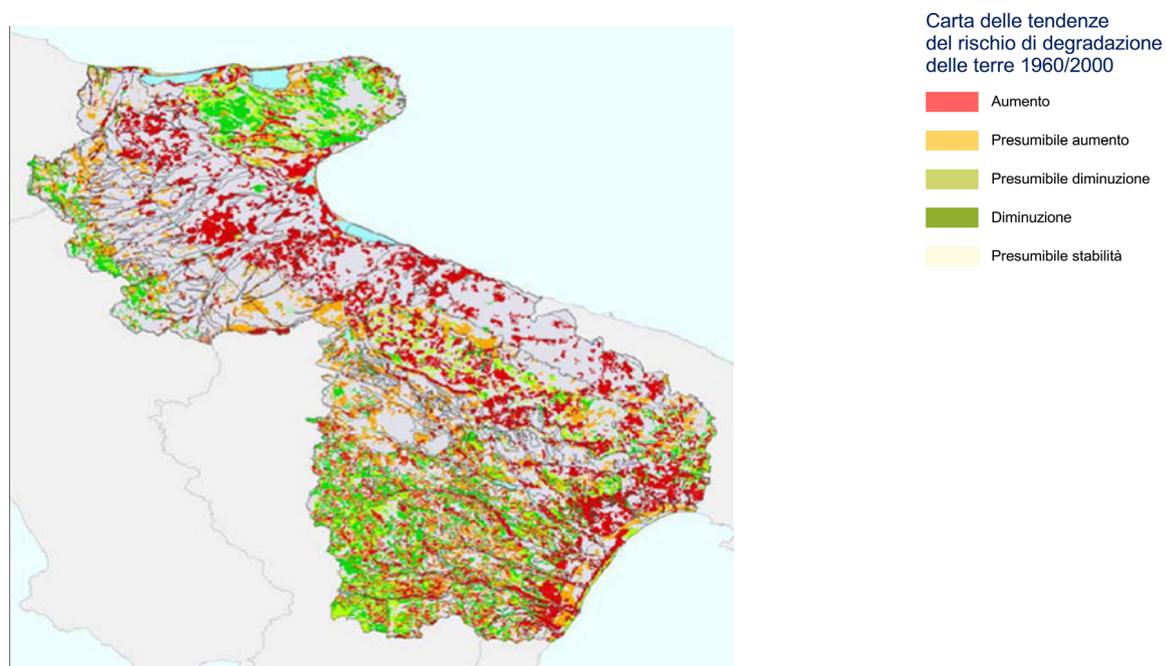
Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

Il risultato di tale attività è esplicitato dalle figure 6.4 e 6.5 in cui è possibile visualizzare all'interno di una mappa sia il rischio di degrado delle terre che la tendenza evolutiva.



**Figura 6.4 - Carta del rischio di degradazione delle terre**

Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro



**Figura 6.5 - Carta delle Tendenze evolutive**

Fonte: Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro

## Mitigazione del fenomeno

Il lavoro svolto nell'ambito del progetto RIADE contribuisce a delineare, al di là degli aspetti quantitativi, una geografia del cambiamento la cui conoscenza è indispensabile per la pianificazione sostenibile delle risorse e per la modulazione, a scala locale, delle misure e degli interventi di lotta alla desertificazione e di sviluppo rurale. Il territorio analizzato ha subito, nel corso degli ultimi quaranta anni, cambiamenti la cui natura e portata non hanno riscontro in alcuna epoca precedente.

I problemi posti dalla asimmetrica distribuzione dello spazio geografico dei processi contrastanti di intensivizzazione e di abbandono non possono trovare soluzione in una ipotetica compensazione a scala regionale quanto, piuttosto, nella definizione di specifici interventi di riequilibrio alla scala appropriata. Così, ad esempio, l'aumento dirompente di naturalità che caratterizza un sistema montano in fase di prevalente abbandono non compensa gli squilibri di una pianura sovrautilizzata: i due problemi non si elidono a vicenda, ma richiedono piuttosto soluzioni locali specifiche.

Si intravede, nella carta delle tendenze evolutive, una prima ipotesi di "Early Warning System" per la desertificazione, di grande utilità per la corretta individuazione degli interventi sul territorio e per la definizione delle relative priorità. È auspicabile che, con la prossima programmazione regionale 2007-2013, nell'ambito dei Programmi Operativi e di Sviluppo Rurale, si tenga conto di questo approccio innovativo per la individuazione di specifiche ipotesi di intervento.

Con il progetto RIADE sono stati formalizzati accordi di collaborazione con alcune amministrazioni regionali e locali per avviare questo processo, attraverso la realizzazione di specifici e condivisi sistemi di supporto alle decisioni. Un'ipotesi di lavoro concreta è stata avviata sulla riscoperta, in chiave innovativa, di conoscenze e tecniche tradizionali di conservazione del suolo e delle risorse idriche, che ben si coniuga con le nuove politiche di eco-condizionalità della PAC.

È stata realizzata una sistematizzazione delle tecniche e delle conoscenze tradizionali presenti nelle regioni meridionali italiane, con una valutazione di compatibilità ambientale ed economica rispetto ai sistemi di terre e alle specifiche condizioni aziendali. Poiché molte delle informazioni riferite alle conoscenze e alle tecniche tradizionali sono sito-specifiche, esse costituiscono un punto cruciale nella valutazione delle condizioni territoriali a scala locale (mentre risulta arduo un loro utilizzo a livello globale), così che ogni schema usato per integrare le conoscenze tradizionali con il database scientifico dovrebbe iniziare a livello locale ed aziendale. È ciò che si sta cercando di fare coniugando le esperienze maturate a livello locale con il progetto RIADE e a livello aziendale con il progetto di ricerca europeo Desertlink, per la valutazione della compatibilità ambientale ed economica di tecniche tradizionali di conservazione dei suoli. Lo strumento utilizzato è il Management Practices Assessment "ManPrAs" (Quaranta G., 2005), in grado di fornire, in modo semplice ed immediato, un giudizio sintetico sulle tecniche agricole. Tiene conto delle reciproche relazioni che intercorrono tra le operazioni colturali, le caratteristiche climatiche e le caratteristiche fisiche-chimiche del suolo. L'obiettivo del ManPrAs è di suggerire un metodo, basato sulla lista di indicatori del Dis4Me (Desertlink), per valutare la sostenibilità delle pratiche agricole, attraverso l'indice di conservazione del suolo (ICS) ed i risultati economici (Reddito lordo), e di simulare l'impatto di colture alternative, nonché delle relative tecniche colturali, in diversi contesti ambientali in termini di degradazione del suolo, redditività aziendale e caratteristiche socio-economiche.

In questo modo quanti operano direttamente sul territorio, utilizzandone le risorse o pianificandone le strategie di sviluppo, possono simulare l'effetto di soluzioni tecniche diverse, valutando gli impatti generati da una scelta piuttosto che un'altra.

Uno strumento così concepito può validamente supportare la concreta diffusione di tecniche e tecnologie sostenibili, configurandosi anche come un aiuto all'implementazione delle politiche comunitarie nonché funzionale alla programmazione e pianificazione su larga scala. Lo strumento è composto da due parti differenti ma integrate tra loro.

La prima permette di calcolare l'indice di conservazione del suolo (ICS), un indicatore "dinamico" della qualità del suolo derivante dall'interazione tra le caratteristiche fisico-chimico-climatiche del contesto e le singole operazioni colturali. Ogni interazione tra le tre classi di parametri (fisico-chimico-climatici; operazioni agricole; fenomeni di degrado del suolo) è stata stabilita sia tenendo in considerazione la letteratura esistente che utilizzando i risultati delle consultazioni con gli stakeholders. Per ogni parametro si sono derivate delle classi a partire dalle stesse informazioni.

La seconda parte è dedicata alla valutazione economica delle pratiche agricole. Attraverso un algoritmo è possibile ottenere il reddito lordo (RL) per ogni pratica agricola. Insieme ICS e RL, consentono di conoscere il grado di conservazione del suolo a livello aziendale ed il trade-off di scelte alternative, più o meno sostenibili, e di conoscerne l'impatto economico ed ambientale.

### **Sistemi di allerta precoce (EWS) e di supporto alle decisioni (DSS)**

La funzione principale di un Early Warning System, ossia di un sistema di allerta precoce, è la previsione, mediante una dettagliata analisi dei dati disponibili, delle evoluzioni future di un fenomeno, così che opportune misure di intervento possano essere intraprese in anticipo, prevenendo situazioni di crisi, ad esempio periodi di siccità intensi e prolungati.

Gli utilizzatori finali di un EWS dovrebbero essere degli specifici target-groups; i quali tuttavia non sono i diretti destinatari delle informazioni prodotte dal sistema, ma ne usufruiscono attraverso la mediazione di istituzioni locali e nazionali che individuano le azioni che è necessario intraprendere.

Dal report elaborato dal CeSIA – Accademia dei Georgofili (1999), in preparazione alla terza Sessione del CST in merito a Early Warning System e desertificazione, è emerso come tali tipologie di sistemi siano state sviluppate in particolare nel corso degli ultimi anni, soprattutto grazie alla più facile accessibilità delle informazioni e allo sviluppo di tecniche innovative volte a raccogliere ed elaborare tali informazioni.

Gli EWS più moderni sono basati su un approccio multidisciplinare, in cui l'aspetto socioeconomico rappresenta una delle componenti principali, mentre indicatori e valori soglia costituiscono il contenuto concettuale dell'informazione contenuta nel sistema. In generale un EWS è basato su tre componenti principali: raccolta di dati, elaborazione delle informazioni, disseminazione delle informazioni.

Il concetto di Early Warning System per la desertificazione è stato sviluppato a partire dalla fine degli anni '90, in seguito al verificarsi di eventi climatici estremi (crisi di siccità) che hanno interessato diversi continenti ed ha l'obiettivo di informare le popolazioni di un certo territorio circa il rischio di future crisi ambientali, suggerendo opportune misure di rimedio.

Un sistema di allarme per la desertificazione differisce da un sistema di monitoraggio e di analisi dei fenomeni poiché, mentre il primo parte da una analisi di “set di indicatori biotici ed abiotici per determinare lo stato e la vulnerabilità sia in termini spaziali che temporali”, il secondo analizza “lo stato dell’arte in un determinato momento e le evoluzioni dello scenario nel corso del tempo” (Kar e Takeuchi, 2003). Ad ogni modo, entrambi i sistemi si possono basare sul medesimo set di dati necessario a produrre indicatori validi.

Allo stato attuale non esistono set di indicatori globalmente condivisi a tale scopo. La UNCCD ha fornito alcune indicazioni di massima, sottolineando la necessità di una ricerca basata su un approccio multidisciplinare e auspicando l’utilizzo di indicatori biofisici e socioeconomici. Durante la Terza Conferenza delle Parti è stata decisa la costituzione di un comitato di dieci membri atto ad esaminare la struttura di un EWS apposito e suggerirne il funzionamento. In particolare, CILSS e OSS sono stati incaricati per individuare gli indicatori validi per un EWS e i relativi benchmarks, i cui dati forniranno una base per comprendere le dinamiche future. Tale sistema si deve basare su una scala temporale ampia in grado di evidenziare le variazioni e le evoluzioni dei fenomeni di desertificazione.

Secondo Kar e Takeuchi (2003), una delle possibilità per selezionare gli indicatori per il bacino del Mediterraneo è identificare dei criteri diagnostici per la desertificazione in merito ad aspetti naturali e socioeconomici che consentono di individuare “comuni indicatori di base” da cui partire per attuarne una integrazione con altri più specifici. La chiave di lettura proposta per interpretare i suddetti dati è articolata secondo una suddivisione in diversi settori di analisi (Kar e Takeuchi, 2003):

a. Accelerazione naturale dei processi

Gli eventi naturali concorrono ad accentuare la velocità dei processi, soprattutto nel caso di aberrazioni climatiche a breve termine.

b. Intrinseca vulnerabilità del territorio

È valutata attraverso la Land Capability (misura dell’adattabilità del suolo alle diverse tipologie di attività sul territorio).

c. Pressioni umane

Dal momento che le attività agricole costituiscono la tipologia d’uso del suolo più diffusa nelle drylands, sono queste ad esercitare le maggiori pressioni sul territorio. I contributi che generano tali pressioni possono derivare da tecnologie utilizzate, frammentazione delle terre, stato sociale, pressione del mercato, degradazione del paesaggio. Secondo Kar e Takeuchi (2003), i punti su cui si deve basare l’EWS sulla desertificazione si riferiscono a:

- scala spaziale, che consenta una analisi a livello locale;
- conoscenze di campo (secondariamente di telerilevamento);
- approccio territoriale (bacino idrografico) per le conoscenze biofisiche;
- rafforzamento della simulazione dei modelli;
- integrazione dei dati biofisici con quelli socioeconomici.

Occorre pertanto mettere insieme, all’interno di un unico contenitore, rappresentato dai sistemi di supporto alle decisioni (DSS), sistemi informativi geografici alla scala adeguata, sistemi di monitoraggio efficaci di parametri significativi e sensibili, modelli di interpretazione e simulazione dei fenomeni oggetto di indagine. Si tratta di uno spazio condiviso, che integra in un ambiente interattivo, rivolto ad utenti qualificati, funzionalità e strumenti di repository, analisi, visualizzazione e simulazione in grado di dare indicazioni adeguate sugli interventi più efficaci di lotta alla desertificazione da realizzare sul territorio.



## **7. ASPETTI ECONOMICI**

### **7.1 Acqua come bene economico legato alla desertificazione**

Gli aspetti economici ed ambientali legati alla desertificazione sono fortemente integrati e l'acqua rappresenta un indice di sostenibilità territoriale da monitorare nel tempo, per un'analisi continua delle dinamiche del cambiamento e dell'efficacia delle strategie adottate. L'acqua è stata per lungo tempo considerata, anche dagli economisti, come una risorsa abbondante e disponibile in modo pressoché illimitato. Questa concezione e la consapevolezza della necessità dell'acqua hanno portato, quasi ovunque, ad una gestione pubblica caratterizzata da una continua espansione dell'offerta – attraverso una capillare infrastrutturazione del territorio – e dalla fornitura a costi bassi, tali da garantire a tutti la possibilità di accedere ad essa. Oggi la situazione è completamente differente. L'aumento dell'inquinamento idrico e il cambiamento climatico in corso in questi anni - con una più accentuata stagionalizzazione delle piogge e un aumento dei periodi di siccità e delle zone del pianeta con processi di desertificazione in corso - hanno reso l'acqua una risorsa scarsa. Il deficit idrico è una realtà non solo per i paesi dell'Africa, dell'Asia, del Medio Oriente e dell'America Latina, ma anche per i paesi OCSE in Europa, Nord America o Australia.

Lo sviluppo di una coscienza ecologista e delle teorie della sostenibilità hanno portato Governi, organismi internazionali (le Nazioni Unite tra le prime) e ONG a riunirsi, nel giugno del 1992, a Rio De Janeiro per il primo Earth Summit (United Nations Conference on Environment and Development) dove hanno dato vita all'Agenda 21, un documento per la gestione sostenibile dell'ecosistema mondiale nel 21° secolo, che include anche le acque. Ma queste stesse organizzazioni si erano già riunite, nel gennaio dello stesso anno, a Dublino, alla International Conference on Water and the Environment (ICWE), dove per la prima volta si era sancito il principio che l'acqua è una risorsa scarsa, alla quale viene riconosciuto un valore economico, e che come bene economico deve essere gestito per porre fine agli sprechi e ai danni ambientali e portare ad un uso efficiente ed equo che spinga alla conservazione e alla protezione di essa (The Dublin Statement on water and sustainable development, 1992). Nell'opinione di alcuni esperti la gestione pubblica dell'acqua è stata inefficiente e talvolta fallimentare: le grosse infrastrutture costruite, oltre a devastare il territorio, non sono state in grado di soddisfare il bisogno d'acqua della popolazione, sia in termini quantitativi che qualitativi; il prezzo eccessivamente basso – molto al di sotto dei costi di produzione – e la frequente evasione contributiva hanno portato ad un uso eccessivo della risorsa e a veri e propri sprechi – soprattutto nel settore agricolo – nonché alla mancanza di un costante flusso finanziario che garantisse la possibilità di fornire la manutenzione degli impianti esistenti o la costruzione di nuovi. È opinione diffusa che sia necessario un passaggio dalla gestione dell'offerta alla gestione della domanda, con l'utilizzo di strumenti economici per il controllo della stessa. Ciò d'altra parte non necessariamente implica che l'acqua da servizio pubblico diventi merce, anche se questa opinione è piuttosto diffusa presso i più radicali sostenitori della privatizzazione dell'acqua.

L'acqua è, dal punto di vista economico, una risorsa rinnovabile: tali sono le risorse i cui servizi si rinnovano regolarmente e che, se gestite correttamente, possono fornire una quantità infinita di servizi utili (Samuelson e Nordhaus, 1996). La quantità disponibile di una risorsa rinnovabile non è fissa: può essere accresciuta o ridotta, e se il tasso di utilizzo o prelievo supera continuamente quello naturale di rigenerazione o quando lo stock scende al di sotto di

una determinata soglia critica, allora la risorsa rinnovabile rischia di non essere più in grado di autorigenerarsi e si avvia all'estinzione (Pearce e Turner, 1989). Un uso non sostenibile delle risorse idriche –un eccesso di domanda rispetto all'offerta- conduce ad un deficit parziale o totale rispetto alla quantità potenzialmente disponibile o necessaria alla soddisfazione dei fabbisogni della popolazione e degli usi produttivi. Data l'offerta esistente, il prezzo politico, artificialmente basso, non è un adeguato indicatore di scarsità e non disincentiva l'uso in quantità superiore al tasso di rigenerazione.

Al fine di impedire l'ulteriore deterioramento degli ecosistemi acquatici proteggendone e migliorandone la qualità e la quantità, la Comunità Europea ha emanato la Direttiva 2000/60 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque: intendendo con ecosistema acquatico non solo il sistema delle acque superficiali interne, di transizione e costiere, ma anche quelle sotterranee e marine, le zone umide e gli ecosistemi terrestri interagenti con quelli acquatici. Il fine di ciò è condurre ad un uso idrico sostenibile fondato sulla protezione e gestione oculata nel lungo periodo delle risorse idriche disponibili, invertendo la politica attuata finora consistente in un continuo incremento dell'offerta d'acqua (supply policy), a favore di una politica di controllo e gestione della domanda d'acqua (demand policy). La Direttiva offre agli Stati Membri definizioni, approcci e misure basilari comuni, oltre ad un calendario attuativo. Gli obiettivi ambientali, diversificati tra acque superficiali, sotterranee e aree protette sono riassumibili nel miglioramento della condizione ecologica e chimica attraverso il raggiungimento di determinati livelli qualitativi e quantitativi, nell'ottica di una gestione sostenibile che mira al recupero, alla salvaguardia e alla conservazione nel lungo periodo dei corpi idrici presenti attualmente.

Una tra le novità apportate dalla proposta è che ogni intervento non è destinato al singolo corpo idrico, bensì al bacino idrografico. Con esso s'intende "...il territorio nel quale scorrono tutte le acque superficiali attraverso una serie di torrenti, fiumi ed eventualmente laghi per sfociare in un'unica foce, estuario o delta" (art. 2); ogni bacino idrografico viene poi assegnato ad un unico distretto idrografico, cioè "...un'area di terra e mare, costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere che, [...], è definito la principale unità per la gestione dei bacini idrografici" (art. 2). La gestione di ogni distretto idrografico è affidata ad un'unica autorità, anche sovranazionale, la quale coordina e mette in atto tutte le misure dirette ad implementare la proposta e a gestire i bacini sulla base di quanto disposto da essa. Questo anche nel caso di bacini fluviali appartenenti a più Stati, anche non comunitari: la proposta dispone infatti la creazione di bacini e distretti idrografici internazionali che permettano un approccio cooperativo e obiettivi comuni tra gli stati rivieraschi per una gestione congiunta della acque transfrontaliere.

Tra i principali strumenti decisi dalla Commissione per mettere in atto le politiche necessarie al raggiungimento degli obiettivi ambientali (prevenzione, recupero e miglioramento) vi sono il piano di gestione del bacino idrografico, l'analisi economica ed il sistema tariffario ad esso relativo. I criteri per la determinazione del sistema tariffario ottimale non sono definiti in modo preciso. Il prezzo dell'acqua deve essere direttamente legato alla quantità di acqua prelevata dall'ambiente e all'inquinamento ad esso causato. Il prezzo deve tener conto delle differenti caratteristiche ed impatti dei principali settori economici quali l'agricoltura, gli usi domestici, l'energia, l'industria e il turismo e gli usi ambientali (tra i quali il trattamento dei reflui o il mantenimento degli habitat naturali).

I principali costi che devono essere inseriti all'interno della struttura tariffaria sono:

- costi finanziari: essi includono il costo di fornitura e amministrazione dei servizi idrici; tutti i costi di funzionamento e manutenzione e i costi dell'utilizzo di capitali (il capitale iniziale e il pagamento degli interessi, i profitti secondo equità dove appropriati); essi corrispondono al costo marginale di lungo periodo.

- costi ambientali: essi rappresentano i costi da sostenere per i danni provocati all'ambiente dagli usi imposti all'acqua e all'ecosistema e quelli causati da coloro i quali utilizzano l'ambiente.

- costi delle risorse: essi rappresentano i costi che occorre sostenere quando un uso non sostenibile (cioè superiore al tasso naturale di ricarica o ravvenamento) o l'esaurimento delle risorse determinato dall'attività di alcuni utilizzatori genera delle esternalità negative nei confronti di altre categorie di *users* (costo opportunità).

La tariffazione per gli usi domestici deve temperare le esigenze di efficienza economica e di equità sociale (l'acqua è pur sempre un bene necessario, per livelli di consumo di base). La strategia ottimale per questo scopo è quella di utilizzare per specifici utilizzatori e/o settori un sistema tariffario a blocchi crescenti che garantisca un'equa distribuzione dei costi: garantendo da una parte il carattere di *merit good* dell'acqua con prezzi bassi per livelli di consumo necessario, ed incentivando il risparmio e la riduzione degli usi water intensive eccessivi e superflui con prezzi elevati per alti livelli di consumo. Evidentemente ciò rende necessaria l'installazione di sistemi di misurazione (contatori) per permettere un effettivo controllo dei consumi. L'analisi della funzione di domanda dell'acqua, le sue determinanti strutturali, la sua reattività al prezzo, è necessaria in quest'ottica per comprendere e predire quali effetti le variazioni dal lato dell'offerta (sia in termini di prezzo che di quantità, oltre che di qualità) potranno avere sulla domanda e sul benessere dei consumatori.

Nell'ambito di una collaborazione tra ENEA ed INEA sui progetti RIADE e MONIDRI sono state elaborate le stime delle quantità d'acqua domandate per usi civili ed agricoli nel Bacino della Nurra (hot spot rappresentativo), con l'analisi delle caratteristiche demografiche e socio-economiche dell'area in esame, l'analisi dei comparti produttivi e la descrizione dell'attuale livello dei consumi nell'area. Una seconda parte è dedicata alla stima della funzione di domanda: è stata condotta un'indagine campionaria, in base alla quale è stata studiata la domanda di acqua per usi residenziali (che costituisce la parte predominante dei consumi dell'area) nel comune di Alghero. Sono state ottenute delle stime sul valore che i consumatori attribuiscono all'acqua (condizionatamente a determinati miglioramenti nel servizio: nella continuità dell'erogazione, o nella qualità dell'acqua potabile); è stata calcolata la elasticità della domanda rispetto al prezzo; sono state prodotte delle stime della domanda d'acqua per utenza, in funzione del prezzo e del numero di individui per utenza. Tali dati potranno in lavori successivi essere utilizzati per stimare la quantità d'acqua domandata in seguito a determinate variazioni nella composizione media delle utenze o nel prezzo, come imposto dalla nuova struttura tariffaria approvata dall'ATO Sardegna.

Nella Tabella 7.1 si riportano i dati relativi alla Superficie irrigata e ai m<sup>3</sup> di acqua concessi dal Consorzio di Bonifica della Nurra nel 2004: 1.022 ha di colture appartengono alla classe A (alto fabbisogno idrico), 2.651 alla classe B (medio fabbisogno idrico) e 842 alla classe C (basso fabbisogno idrico). Il 79% della risorsa idrica è stata distribuita tra le colture della classe B, a medio fabbisogno idrico.

**Tabella 7.1 - Dati relativi alla Superficie irrigata e ai m<sup>3</sup> di acqua concessi dal Consorzio di Bonifica della Nurra nel 2004**

COLTURA	ha	.000 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha	cat
Barbabietola Autunnale	81,8	286,3	3.500	B
Barbabietola Primaverile	22,5	180,0	8.000	A
Carciofo	144,3	1.154,1	8.000	A
Carciofo A Goccia	41,8	146,2	3.500	B
Erbai Autunno Vernini	169,8	594,3	3.500	B
Floreali A Goccia	3,9	9,8	2.500	C
Floreali A Pieno Campo	3,1	24,8	8.000	A
Foraggiere	19,8	158,4	8.000	A
Forestali	13,1	45,8	3.500	B
Forestali A Goccia	5,2	13,0	2.500	C
Frutteti	68,4	239,6	3.500	B
Frutteti A Goccia	81,8	204,5	2.500	C
Mais	1.203,6	9.628,5	8.000	A
Mais A Goccia	2,0	5,0	2.500	C
Medica	734,9	5.879,6	8.000	A
Olivo	59,0	206,6	3.500	B
Olivo A Goccia	123,0	307,5	2.500	C
Ortive A Goccia	359,1	1.256,7	3.500	B
Ortive Avvicendate	261,4	2.090,9	8.000	A
Pomodoro	0,8	6,0	8.000	A
Pomodoro A Goccia	3,9	13,8	3.500	B
Prati Polititi e Monofiti	181,6	1.452,8	8.000	A
Serre	7,1	25,0	3.500	B
Sorgo	98,9	791,2	8.000	A
Vigneti	198,0	693,0	3.500	B
Vigneti A Goccia	626,5	1.566,4	2.500	C
<b>Totale</b>	<b>4.515,3</b>	<b>26.979,8</b>	<b>5.975</b>	

Fonte: Progetto Monidri

I contributi consortili si dividono in tre categorie:

*contributo istituzionale*: viene pagato ad ettaro ed è pari a circa 1,5 €/ha per gli agricoltori le cui aziende si trovano all'esterno del consorzio irriguo e di circa 5,7 €/ha per le aziende che invece si trovano all'interno dello stesso;

*contributo manutenzione impianti consortili irrigui*: viene pagato in ragione della superficie dominata effettivamente dagli impianti consortili per quanto riguarda le aziende che ricadono effettivamente nel comprensorio irriguo. Fa eccezione il Comune di Uri al quale viene concessa dell'acqua pur essendo fuori dal comprensorio. Uri, infatti attinge direttamente dal canale adduttore (per la cui acqua viene applicata la stessa tariffa per il comprensorio irriguo, in ragione della superficie irrigata) e dal bacino del Cuga (per la cui acqua invece le tariffe vengono ridotte dell'80%). Tale ruolo era pari a circa 27 €/ha nel 1998, 19 €/ha nel 1999/2000 e 13 €/ha nel 2001/2002;

*contributo esercizio irriguo*: in passato veniva applicato per ha/coltura mentre dal 2002 si sta cercando di applicare tale contributo sulla base dei consumi effettivi grazie a un sistema di contatori presenti nelle aziende. In base al regolamento irriguo consortile il tributo irriguo viene ripartito in ragione dell'utilizzazione dell'acqua ed in rapporto alla superficie effettivamente irrigata ed alla qualità delle colture. Le tariffe adottate per il comprensorio irriguo saranno ridotte del 40% del costo ad ettaro per gli utenti delle aree fuori comprensorio irrigate dal canale adduttore e dal bacino del Cuga.

La tabella 7.2 mostra la tariffa ad ettaro/coltura per l'esercizio irriguo 1999-2001. Come si è accennato, a partire dal 2002 il Consorzio applica la tariffa sulla base degli effettivi consumi e il suo ammontare è pari a 0,03 €/m<sup>3</sup> nel 2002.

**Tabella 7.2 - Tariffa ad ettaro/coltura per l'esercizio irriguo 1999-2001**

Gruppo Coltura	1999	2000	2001
A	€ 206,6	€ 309,9	€ 206,6
B	€ 149,8	€ 224,7	€ 149,8
C			€ 56,8
Carciofo	€ 258,2	€ 387,3	€ 258,2
Carciofo a goccia	€ 180,8	€ 271,1	€ 180,8

Fonte: Progetto Monidri

Una volta che entreranno in funzione i contatori, che permetteranno di pagare l'acqua in base ai consumi effettivi di ogni azienda, rimarranno legati alla superficie soltanto i contributi istituzionali e quelli di manutenzione degli impianti consortili. Con l'avvento dei contatori verranno ridotti gli sprechi e rilevato anche un eventuale uso scorretto per colture diverse dalle dichiarate, ad esempio (possono essere effettuate delle variazioni alle colture presenti nella domanda di richiesta dell'acqua ma solo con certi criteri e rispettando certi tempi).

Le letture iniziali, finali e intermedie permetteranno di avere un quadro più chiaro della situazione. Sulla base dei m<sup>3</sup> di acqua consumati verranno decisi i ruoli irrigui. Per il 2002 e 2003 il ruolo è stato pari a 0,0301 €/ m<sup>3</sup>. In questo modo si creano i presupposti per integrare il ragionamento economico con un'analisi degli aspetti riguardanti la sostenibilità ambientale dello sviluppo, e al contempo si lavora per costruire l'informazione statistica necessaria come supporto alle decisioni, in modo da favorire tale integrazione.

## **7.2 Suolo come bene economico legato alla desertificazione**

L'Italia, ratificando il Protocollo di Kyoto (L. 120/02) formalmente in vigore al 16 Febbraio 2005, ha deciso di condividere lo sforzo internazionale di riduzione delle emissioni di gas serra ai fini della prevenzione e mitigazione del cambiamento climatico, individuando una serie di azioni da implementare per il mantenimento dell'impegno assunto (Delibera CIPE n. 123 del 12 Dicembre 2002 "Linee Guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra"). Tra queste azioni, elencate nel dettaglio nel "Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra - 2003-2010" figurano anche interventi nel settore dell'uso del suolo e della forestazione, dal momento che il Protocollo di Kyoto prevede, in base a quanto statuito negli articoli 3.3 e 3.4 ed ai successivi accordi negoziali, l'impiego dei pozzi di carbonio (sinks, foreste, suoli agrari e forestali, pascoli, rivegetazione) per la riduzione del bilancio netto nazionale delle emissioni di gas ad effetto serra.

Nel contesto delle misure nazionali previste, l'agricoltura rappresenta una delle attività cosiddette "addizionali opzionali", attività, cioè, nei confronti delle quali l'Italia dovrà valutare l'opportunità di utilizzazione ai fini della realizzazione del proprio bilancio di emissioni di gas ad effetto serra<sup>1</sup>.

Il ricorso all'agricoltura tra le attività eleggibili determinerebbe oltre ad una voce di potenziale detrazione nel totale delle emissioni nazionali, la possibilità per l'agricoltore di far parte di un meccanismo<sup>2</sup> per il quale l'impegno a realizzare opzioni di gestione in grado di aumentare il C nel suolo e di ridurre le emissioni di gas serra associate alla pratica agricola (es. conversione all'agricoltura biologica) determinerebbe il rilascio da parte dello Stato di un "credito di carbonio" remunerabile pari alla quantità di C assorbita e della mancata emissione realizzata.

---

<sup>1</sup> La decisione dovrà essere comunicata al Segretariato della Convenzione UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, entro il 31 dicembre 2006

<sup>2</sup> Tale meccanismo fa riferimento alle disposizioni del "Piano dettagliato per il triennio 2004-2006 per la realizzazione del potenziale massimo nazionale di assorbimento di carbonio" realizzato in base all'art. 7.1 della Delibera CIPE n.123/02

Il cambio di destinazione d'uso del suolo, le lavorazioni, la meccanizzazione e la gestione del suolo, in generale, hanno causato una perdita significativa di quella sostanza organica che era contenuta nel terreno. Così, la media dei suoli agrari italiani contiene oggi circa lo 0,9 per cento di sostanza organica contro il 2-3 per cento di qualche decennio fa.

La sostanza organica del suolo può giocare un ruolo centrale nella mitigazione del cambiamento climatico. Alcuni calcoli hanno giustamente sottolineato il fatto che un aumento dello 0,15% del carbonio organico nei suoli arabili italiani potrebbe fissare nel suolo la stessa quantità di carbonio che ad oggi è rilasciata in atmosfera per l'uso di combustibili fossili in un anno in Italia.

La sostanza organica di un suolo è, in media, costituita per circa il 50% da carbonio. E così, la perdita di sostanza organica si traduce in un flusso netto di carbonio che sotto forma di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) si trasferisce dal terreno all'atmosfera. Fenomeno che prende il nome di "respirazione" e che è effettivamente un processo di ossidazione del carbonio organico a CO<sub>2</sub> operato dalla flora microbica del suolo. Se il contenuto di sostanza organica del suolo aumentasse di una frazione pari all' 1% all'anno, soli 18 milioni di ettari di terreno agrario italiano (ovvero la metà della SAU) potrebbero "sequestrare" una quantità di CO<sub>2</sub> uguale a quella che, secondo gli accordi del Protocollo di Kyoto, il nostro Paese dovrebbe eliminare dalle proprie emissioni di gas serra. Ma è possibile invertire questo processo? Ci sono strategie adeguate per "sequestrare" nuova sostanza organica nei suoli agricoli del nostro Paese e del mondo? L'obiettivo di un aumento di sostanza organica dei suoli dell'1% l'anno è davvero raggiungibile? Ci sono evidenze sperimentali, anche in Toscana, che una diversa gestione del suolo, come ad esempio l'introduzione di tecniche alternative di lavorazione dei terreni (no-tillage o minimum tillage, concimazioni organiche ecc.), possono consentire di raggiungere questo obiettivo. Ricerche condotte dall'Università di Pisa e di Udine nell'ambito del Progetto MIUR-CARA dimostrano che questo obiettivo è alla nostra portata e va davvero perseguito. Un tema che riguarda la programmazione e la pianificazione degli interventi in agricoltura, un impegno a cui le pubbliche amministrazioni non possono sottrarsi nel disegnare le future politiche di sostegno al settore agrario.

Ad oggi non si rilevano fonti di dati sufficienti per valutare l'effettivo potenziale dell'agricoltura ai fini dell'aumento del C organico nel suolo e della riduzione di gas serra nella pratica agro-pastorale e la direzione Ricerca Ambientale Sviluppo del Ministero dell'Ambiente<sup>3</sup> è attualmente alla ricerca di tutta l'informazione disponibile a livello nazionale per supportare l'eventuale processo decisionale.

Questi gli argomenti specifici su cui indagare:

- determinazione e valutazione dello stock di C organico del suolo nelle tipologie di ecosistema rappresentate dalla scelta dei siti sperimentali;
- spazializzazione dei dati a livello nazionale ed incertezza associata;
- identificazione di opzioni di gestione del suolo tali da realizzare aumenti dello stock di C organico;
- potenzialità di variazione dello stock di C organico a seguito della implementazione delle opzioni di gestione sopra identificate.

---

*3 In qualità di Focal Point della Convenzione UNFCCC*



## 8. AZIONI DI LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE

### 8.1 Progetti realizzati ed in corso

Forti impulsi alle ricerche nella lotta contro la desertificazione provengono da finanziamenti europei e/o nazionali che negli ultimi anni hanno incentivato la nascita di progetti finalizzati alla cooperazione tecnica e scientifica tra i paesi colpiti dai processi di desertificazione (in particolar modo i paesi dell'Annesso IV: Grecia, Italia, Spagna, Portogallo e Turchia). Nella tabella seguente vengono presentati gli obiettivi e le finalità dei principali progetti, in corso d'opera o appena conclusi, nel bacino del Mediterraneo.

Ulteriori informazioni si possono acquisire consultando la *clearing house* sulla desertificazione realizzata con il progetto europeo CLEMDES, dove è possibile trovare anche i siti web dei vari progetti e delle organizzazioni coinvolte.

Nei progetti elencati, insieme alla dimensione bio-fisica, inizia a farsi strada sempre con maggiore enfasi la dimensione umana, sociologica ed economica del problema e come queste due diverse dimensioni, bio-fisica e antropologica, interagiscono e si influenzano l'un l'altra.

La desertificazione ha un impatto sul territorio a scala locale e altera gli schemi produttivi che forniscono beni e servizi che gli uomini ottengono dal territorio. Gli impatti della desertificazione diventano significativi a livello globale soltanto attraverso gli effetti cumulativi. Le interazioni, nel caso della desertificazione, agiscono perlopiù ai livelli più bassi, dal regionale in giù, dove risiede la capacità di un ecosistema di fornire beni e servizi e dove agiscono gli sforzi dell'uomo per gestire, migliorare e sostenere questa capacità.

La comprensione dell'interazione tra le dimensioni ecologiche, meteorologiche ed antropologiche vede impegnati ricercatori di svariate discipline in un numero sempre maggiore di iniziative e progetti. Il rapporto tra le scienze umane e le scienze naturali, tra "cultura" e "biologia" mette in evidenza, da un lato, la necessità di abbandonare convinzioni trionfalistiche sulle possibilità illimitate da parte dell'uomo di dominare la materia e, dall'altra, l'esigenza di soluzioni articolate, innovative e comunque il più possibile informate delle istanze provenienti da diversi ambiti di conoscenza, inevitabilmente accompagnate, in misura più o meno costante, dall'elemento dell'incertezza. In questa luce si spiega come nell'affrontare i problemi ambientali globali si siano sempre più abbandonate scelte politiche o misure basate sul tradizionale approccio coercitivo, a favore di approcci nuovi che privilegiano forze alternative diverse, quali quelle di mercato, dei movimenti di associazioni non governative o spontanee, fino al ruolo del singolo individuo, attraverso un approccio partecipativo, in grado di determinare la consapevolezza del problema locale.

Progetto	Finanziatore	Partners	Obiettivi	Area interessata	Riferimenti
<b>MEDRAP</b>	Comunità Europea	Portogallo, Grecia, Italia, Spagna, Turchia	Organizzazione di 5 workshop diretti ad identificare lo stato dell'arte sui principali temi della desertificazione.	Regioni del Nord Mediterraneo	<a href="http://nrd.uniss.it/medrap/index.htm">http://nrd.uniss.it/medrap/index.htm</a>
<b>DESERTLINKS</b>	Comunità Europea	Italia, Inghilterra, Spagna, Portogallo, Olanda, Grecia	Creazione di un sistema di indicatori di desertificazione per l'Europa Mediterranea	Regioni del Nord Mediterraneo	<a href="http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/">http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/</a>
<b>CLEMDDES</b>	Comunità Europea	Italia, Israele, Spagna, Portogallo, Turchia, Grecia	Promozione e sviluppo di un network a vasta partecipazione sociale attraverso l'implementazione di un Clearing House Mechanism (CHM)	Regioni del Nord Mediterraneo	<a href="http://www.clemdes.org">http://www.clemdes.org</a>
<b>DISMED</b>	Cooperazione Italiana e cofinanziamento dei paesi europei partecipanti	Algeria, Egitto, Francia, Grecia, Italia, Libia, Marocco, Portogallo, Spagna, Tunisia, Turchia	Stabilire un sistema informativo comune per monitorare le condizioni fisiche e socioeconomiche nelle aree minacciate o affette dalla desertificazione e dalla siccità	Regioni del Nord Mediterraneo	<a href="http://dismed.eionet.eu.int/index.html">http://dismed.eionet.eu.int/index.html</a>
<b>DESERTNET</b>	Comunità Europea	Italia Spagna, Tunisia	Creazione di una Piattaforma di servizi e di una Rete di Azioni Pilota finalizzati alla realizzazione di un sistema omogeneo per lo scambio di dati/informazioni	Italia (Sardegna, Liguria, Campania, Calabria, Toscana, Emilia Romagna, Basilicata), Spagna (Murcia,	<a href="http://www.desertnet.org">http://www.desertnet.org</a>

<b>MEDACTION</b>	Comunità Europea	Italia, Inghilterra, Spagna, Portogallo, Olanda, Grecia	Sviluppo di politiche di uso del suolo e strategie di gestione sostenibile per la mitigazione dei problemi di degradazione dei suoli, desertificazione e sviluppo sostenibile a varie scale	Andalucia) e Tunisia	<a href="http://www.icis.unimaas.nl/medaction/">http://www.icis.unimaas.nl/medaction/</a>
<b>REACTION</b>	Comunità Europea	Italia, Spagna, Portogallo, Francia, Grecia	Definire un database sulle iniziative di ripristino ambientale condotte nel Nord del Mediterraneo, selezionando le metodologie più appropriate per valutare i progetti e fornendo linee guida sul ripristino ambientale	Regioni del Nord Mediterraneo	<a href="http://www.gva.es/ceam/reaction">http://www.gva.es/ceam/reaction</a>
<b>SEDEMED</b>	Comunità Europea	Italia, Spagna, Grecia, Portogallo, Tunisia, Marocco	Sviluppo di metodologie per il monitoraggio della siccità, attraverso la scelta di opportuni indicatori.	Italia, Portogallo, Spagna, Marocco, Tunisia	
<b>DESURVEY</b>	Comunità Europea	Consorzio di 39 organizzazioni coordinate dall'Istituto di Ricerca delle zone Aride (Spagna),	Sviluppo di un sistema di sorveglianza per il monitoraggio e valutazione della desertificazione	Bacino del Mediterraneo ed aree test di Cina, Cile, Marocco,	<a href="http://www.gfz-potsdam.de/pb1/pg5/research/projects/sand/desurvey.html">http://www.gfz-potsdam.de/pb1/pg5/research/projects/sand/desurvey.html</a>

<b>RIADE</b>	MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca)	Italia	Sviluppo di un sistema informativo integrato e tecnologicamente innovativo per il monitoraggio dei processi di desertificazione.	Italia (Basilicata, Puglia, Sicilia, Sardegna)	<a href="http://www.riade.net/">http://www.riade.net/</a>
<b>SIDES</b>	Legge 91/2001	Italia	Allestimento di un sistema informativo per l'analisi e la valutazione di dati sulla desertificazione nelle regioni coinvolte nel progetto	Italia (Basilicata, Calabria, Puglia, Sicilia, Molise)	<a href="http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/L_93-2001/Progetti_a_gestione_APAT/Progetto_26/">http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/L_93-2001/Progetti_a_gestione_APAT/Progetto_26/</a>
<b>ATLANTE ITALIANO</b>	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – ISSDS (Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo)	Italia	Realizzazione di un Atlante Nazionale delle aree soggette e/o sensibili al fenomeno della desertificazione	Italia	<a href="http://www.soilmaps.it/ita/progetti2_1.html">http://www.soilmaps.it/ita/progetti2_1.html</a>
<b>RIMBDES</b>	MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca)	Italia	Studio dell'influenza e del ruolo di frangimento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente Mediterraneo.	Italia (Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna)	<a href="http://www.geolab.unifi.it/it/index.htm">http://www.geolab.unifi.it/it/index.htm</a>
<b>DESERTWATCH</b>	ESA	Italia, Spagna, Germania, Olanda	Monitoraggio della desertificazione mediante telerilevamento	Italia, Portogallo, Grecia, Turchia	<a href="http://www.esa.org">http://www.esa.org</a>

## 8.2 Il Progetto RIADE

RIADE (Ricerca Integrata per l'Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla Desertificazione) è un progetto cofinanziato dal MIUR (Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca Scientifica) nell'ambito del Programma Operativo Nazionale di "Ricerca, Sviluppo Tecnologico ed Alta Formazione" 2000-2006.

L'obiettivo del Progetto RIADE è lo sviluppo di un sistema informativo integrato e tecnologicamente innovativo per il monitoraggio dei processi di desertificazione localizzati in aree del Mezzogiorno d'Italia, in grado di contribuire alla determinazione dei rapporti di causa - effetto nei fenomeni in esame e promuovere interventi di salvaguardia del territorio.

La partnership è composta da:

- Advanced Computer Systems ACS SpA;
- ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente);
- Nucleo Ricerca Desertificazione (NRD) dell'Università degli Studi di Sassari (UNISS).

La ricerca ha avuto una durata di 48 mesi, con inizio dall'ottobre 2002 e le regioni italiane coinvolte sono state Basilicata, Puglia, Sardegna e Sicilia.

Un Master Universitario di primo livello, finalizzato alla Formazione metodologica e tecnologica di Esperti della desertificazione, è stato associato alle attività del progetto. Il Master si è svolto, per la sua parte teorica, in Sardegna presso l'Università degli Studi di Sassari ed ha avuto una durata di 15 mesi a decorrere dal 8 ottobre 2003.

### Sintesi del progetto

Malgrado il patrimonio considerevole di esperienza e di conoscenze relative alla desertificazione, soltanto raramente i risultati degli studi sono stati trasformati poi in sistemi strutturati ed integrati. Ciò è in gran parte dovuto alla focalizzazione dell'attenzione degli esperti sulle condizioni locali e sui diversi processi più che sulla loro interazione complessiva.

Nello sforzo di comprendere il fenomeno della desertificazione la sinergia tra le diverse discipline è un punto chiave.

Il progetto è difatti fortemente multidisciplinare, sia nelle applicazioni tecnologiche sia nelle conoscenze impegnate e sviluppate. Da un lato, propone l'integrazione di tecnologie tradizionalmente applicate in campi molto diversi come il telerilevamento, la spettrometria laser e le analisi isotopiche, dall'altro affronta una tematica che richiede l'integrazione di discipline quali la meteorologia, la pedologia, la geologia, l'idrologia, la biologia, l'archeologia ecc.

Le attività del progetto possono essere suddivise nelle seguenti fasi:

- Analisi dei diversi livelli di desertificazione che caratterizzano l'Italia del sud, nelle zone di studio più rappresentative, attraverso l'installazione di adeguati sistemi di monitoraggio e l'utilizzo di metodologie in grado di valutarne le dinamiche ed i trend in maniera spaziale.
- Sviluppo di procedure innovative per il monitoraggio di aspetti rilevanti del processo di desertificazione (uso integrato di dati a terra e da satellite per la stima delle piogge, per ricostruire le dinamiche della vegetazione e per la misura dell'evapotraspirazione

reale, uso di spettrometria laser e analisi isotopiche per valutare l'erosione del suolo e la dinamica delle acque sotterranee ecc.).

- Sistematizzazione di indicatori chiave sulla desertificazione.
- Realizzazione di un sistema di supporto alle decisioni (DSS), condiviso con le amministrazioni locali, per la definizione degli interventi di lotta alla desertificazione.

### **Metodologia**

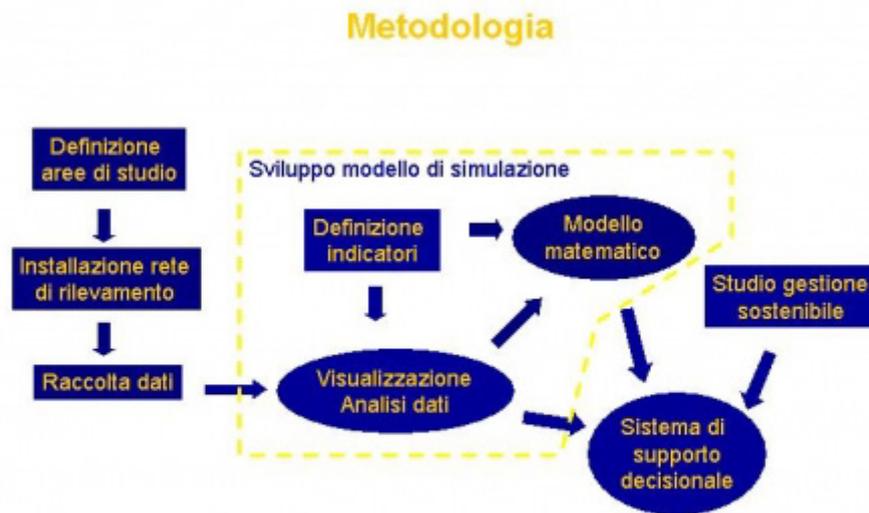
La metodologia di studio è caratterizzata dalla implementazione coordinata delle seguenti azioni:

- **Definizione delle aree di studio:** per la identificazione di varie tipologie di fenomeni di desertificazione in Italia e la individuazione di aree in cui realizzare e gestire un sistema di monitoraggio ambientale integrato.
- **Installazione di una rete di rilevamento:** per la messa a punto di tecniche, protocolli e sistemi innovativi di rilevamento dei dati/parametri fisici, storici e strutturali, individuati nelle aree pilota.
- **Raccolta dati:** mediante integrazione di dati da archivio (storico-archeologico), da telerilevamento e a terra, attraverso reti di rilevamento in situ, supportate da strumenti, tecnologie e processi innovativi.
- **Sviluppo di un modello di simulazione:** per la realizzazione di un prodotto software che potesse essere utilizzato dagli esperti di desertificazione al fine di esplorare i dati, effettuare analisi e ricavare informazioni riguardo ai rapporti di causa-effetto governanti il fenomeno.

Allo scopo si è proceduto secondo le seguenti fasi:

- **Definizione di un set strutturato di indicatori:** per la descrizione dei fenomeni oggetto di studio, rappresentativi delle diverse tipologie di processi in corso, per la diagnosi ed il monitoraggio dei fenomeni di desertificazione.
- **Visualizzazione ed analisi dati:** lo studio di nuove tecnologie di rappresentazione dell'informazione ha consentito una gestione ed un utilizzo sufficientemente agevoli dei dati, favorendo la fruibilità e la comprensione da parte di una ampia fascia di utenti.
- **Modelli matematici:** la formulazione di modelli matematici ha avuto lo scopo di consentire la elaborazione di una metodologia di calcolo semplice ed efficiente per valutare la risposta integrata degli strati informativi ed applicare il risultato ottenuto alla specifica realtà presa in esame.
- **Sistema di supporto alle decisioni:** studio ed implementazione del prototipo di sistema informativo idoneo a fornire un valido contributo agli esperti impegnati nella lotta alla desertificazione ed agli amministratori locali che devono intervenire sul territorio. Il sistema è supportato da un modello di simulazione in grado di valutare gli effetti ambientali e socio-economici degli interventi ipotizzati e di evidenziare la soluzione migliore in termini di gestione integrata e sostenibile dell'area presa in esame.

La metodologia di ricerca è illustrata nel seguente grafico.



## Risultati

Alla conclusione del progetto RIADE, i risultati sono stati principalmente di due tipi:

**Risultati scientifici:** conoscenze e metodologie che arricchiscono il patrimonio della comunità scientifica impegnata nella lotta alla desertificazione, in particolare su:

- **La comprensione delle relazioni di causa ed effetto** dei più importanti processi di desertificazione e definizione di modelli interpretativi da utilizzare per la simulazione del fenomeno, a supporto delle decisioni da parte delle amministrazioni locali chiamate a pianificare e gestire il territorio.
- **La messa a punto di nuove tecniche di analisi e processi innovativi** per il rilevamento, l'estrazione e la determinazione di variabili climatiche, ambientali ed antropologiche e lo sviluppo di metodi innovativi di elaborazione dei dati.

**Strumenti software:** ricerca e sviluppo di prodotti software destinati al:

- **supporto alla ricerca** con strumenti avanzati di analisi dei processi di desertificazione.
- **supporto ai processi decisionali** a livello delle Amministrazioni locali.

Tutti i dati raccolti sono confluiti in un sistema che ha come cuore un archivio centralizzato con funzioni di Analisi e Visualizzazione Avanzate che sono state utilizzate da differenti tipologie di utenti (es. ricercatori, amministratori ecc.) per rilevare relazioni di causa/effetto tra i fenomeni osservati nei dati archiviati.

Tale sistema è stato denominato **RVA (Repository Visualizzatore Analizzatore)**.

La principale complessità deriva dalla forte eterogeneità dei dati che sono stati raccolti nell'ambito della ricerca. Essi sono infatti molto diversi dal punto di vista del contenuto, della risoluzione ed estensione spaziale e temporale.

Il prodotto RVA è costituito dai seguenti elementi:

- **Repository:** contiene tutti i dati acquisiti durante la campagna di rilevamento di RIADE. Esso è costituito principalmente da un sistema di storage fisico dei dati e da un catalogo che consente agli utenti di selezionare i dati da utilizzare per la visualizzazione/analisi, secondo criteri di ricerca desiderati.
- **Visualizzatore:** consente di esplorare i dati ambientali acquisiti durante la fase di rilevamento. Il sistema consente di effettuare visualizzazioni molto complesse, combinando un numero elevato di dati, ed offrendo strumenti quali visualizzazione 3D, navigazione nel tempo, visualizzazione di volumi e linee di flusso, flythrough. Scopo del visualizzatore è quello di suggerire all'esperto di desertificazione, attraverso presentazioni integrate di dati, eventuali relazioni tra fenomeni ambientali.
- **Analizzatore:** permette agli utenti di RIADE di effettuare analisi matematiche e statistiche multivariate. L'esperto di desertificazione è in grado di individuare correlazioni multiple, di formulare ipotesi ed effettuare verifiche preliminari.

Ne deriva la realizzazione del prototipo di sistema di supporto alle decisioni (DSS), che è stata avviata mediante un percorso iterativo a spirale che concretizza il punto d'incontro ottimale fra tre elementi fondamentali: i requisiti dell'utente finale, la disponibilità effettiva dei dati e i modelli di simulazione. L'utente finale ha nel percorso un ruolo attivo in quanto è colui che da una parte indica le necessità cui il DSS deve rispondere, dall'altra è un soggetto centrale nella fase di validazione e sperimentazione.

Il DSS di RIADE è fortemente innovativo poiché non utilizza modelli e tecnologie prestabiliti ma punta piuttosto alla ricerca di nuove relazioni causa-effetto basate sull'analisi di dati e misure, e si avvale di strumenti di visualizzazione ed analisi tecnologicamente avanzati, quali il 3D, la rappresentazione di serie temporali e i dati multiparametrici per arrivare a definire potenziali interventi e valutarne gli effetti.

Di conseguenza, gli strumenti di simulazione, pur partendo da modelli matematici consolidati, realizzati in precedenti progetti di ricerca, sono stati specializzati attraverso customizzazioni, perfezionamenti e riadattamenti agli specifici contesti.

Il DSS di RIADE è uno strumento software che gestisce ed elabora dati di tipo geografico (e.g. GIS) e implementa modelli che esprimono matematicamente i fenomeni naturali ed antropici dei quali è in grado di produrre scenari futuri.

Il sistema prevede una serie di modelli matematici, integrati tra loro, che sono di carattere generale rispetto alla tematica della desertificazione. Tali modelli, analizzati e sviluppati nell'ambito di precedenti progetti, quali MODULUS e MedAction, hanno dimostrato in diversi casi d'applicazione la loro potenzialità. In RIADE sono ora adattati, implementati, calibrati e validati nelle aree test del progetto, e più in generale nel contesto italiano.

Il sistema DSS di RIADE ha tra le sue caratteristiche quello d'essere flessibile e versatile, ciò consente di implementare nel tempo altri modelli aggiuntivi/alternativi o versioni modificate degli stessi.

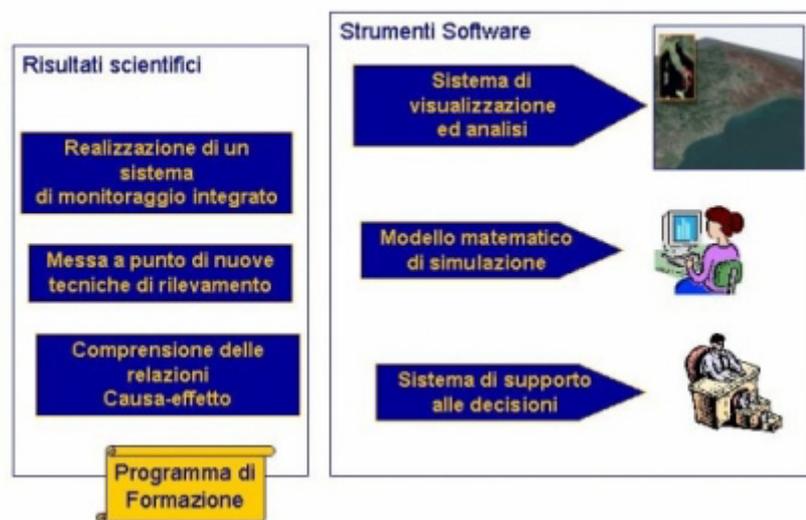
La flessibilità e la versatilità sono caratteristiche indispensabili, in quanto sia l'applicazione che la validazione di un DSS in un dato ambito territoriale, devono essere connesse e adattate alle particolari caratteristiche locali, e ciò risulta chiaro facendo i seguenti esempi:

- nel tempo cambiano i fenomeni di interesse da osservare e le priorità di analisi indicate dai decision makers locali;
- è necessario effettuare una calibrazione locale sulla base di parametri caratteristici;
- la disponibilità di dati in quantità e qualità è differente in contesti territoriali diversi.

Per questo motivo è stato parallelamente sviluppato un **Environmental Model Builder (EMB)** che consente ai ricercatori di implementare rapidamente nuovi modelli e configurare facilmente i modelli esistenti. Il tutto genera un sistema integrato che è in grado di produrre scenari futuri secondo le esigenze di indagine.

I risultati ottenuti sono mostrati nel seguente grafico.

### Risultati attesi



### Master Universitario di Primo Livello

Il progetto formativo ha risposto alla necessità di qualificazione metodologica e tecnologica dei ricercatori impegnati in problematiche connesse alla gestione sostenibile dell'ambiente in aree vulnerabili alla desertificazione.

L'offerta è stata strutturata per coinvolgere laureati già attivi nel settore, con competenze multidisciplinari in studi territoriali, che necessitavano di acquisire nuove capacità metodologiche e tecniche per affrontare la complessità delle problematiche ambientali di oggi.

Al termine del percorso formativo gli allievi sono stati in grado di:

- valutare criticamente quale approccio metodologico e tecnologico è più appropriato allo specifico contesto e problema che si trovano ad affrontare;
- applicare ed integrare efficacemente strumenti e metodi di analisi innovativi;
- mantenere aggiornata la base di conoscenza metodologica e tecnologica acquisita;
- progettare ed implementare lo sviluppo metodologico ed applicativo che meglio risponde alle esigenze del proprio settore;
- esprimere capacità specifiche di gestione strategica e organizzazione operativa di progetti di ricerca.

I laureati coinvolti nel corso sono stati 18, di diversa provenienza universitaria, che oltre alle ore frontali, svolte nella sede del corso presso l'Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna in località Bonassai (SS), hanno partecipato a visite tecniche in Basilicata e Sicilia, in Tunisia e in Niger. Sono stati inoltre coinvolti in un periodo di affiancamento con i ricercatori impegnati nel progetto di ricerca per i necessari approfondimenti delle tesi di Master.

Un gruppo di ragazzi del Master RIADE stanno dando vita ad una iniziativa di Spin-Off, nell'ambito del progetto Spinta, gestito dal Consorzio IMPAT partecipato ENEA.

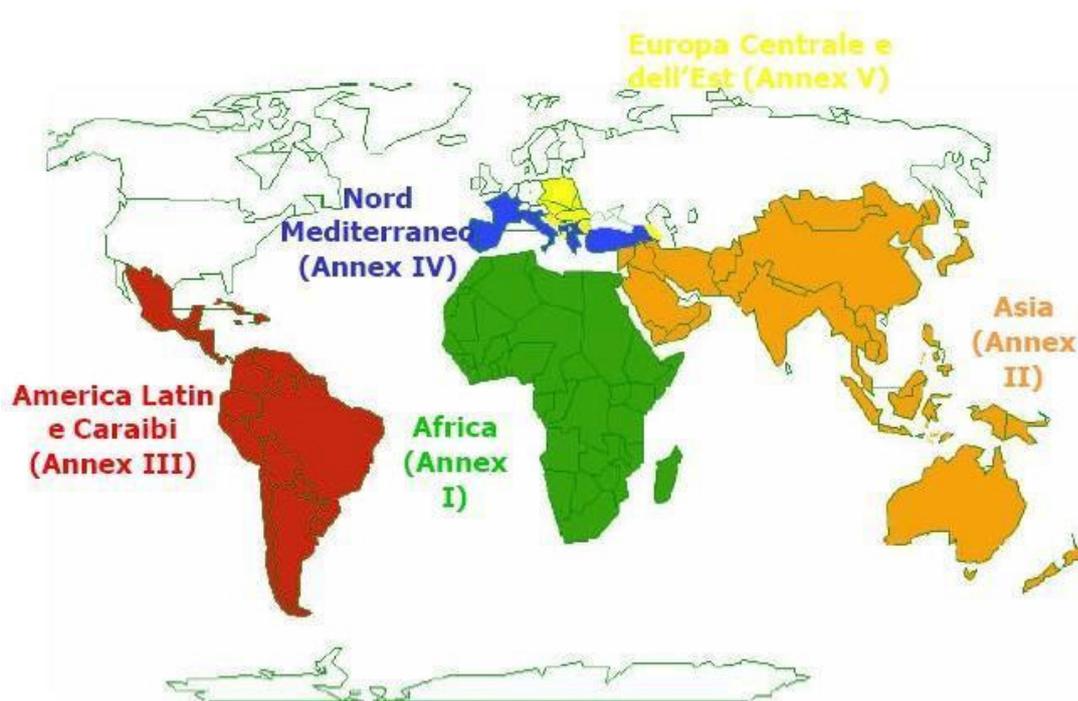
## **Conclusioni**

Gli approfondimenti dei risultati sinteticamente descritti in questa sezione sono riportati nelle **MONOGRAFIE TEMATICHE**, che seguono questo primo testo introduttivo ai problemi della desertificazione in Italia.

## 9. APPLICAZIONE DELLA CONVENZIONE ONU SULLA LOTTA ALLA SICCIÀ E ALLA DESERTIFICAZIONE

La convenzione è rappresentata da un trattato formato da sei parti, da 40 articoli e da cinque annessi regionali.

Figura 9.1 - Annessi Regionali della Convenzione



Si riportano di seguito solo alcuni aspetti significativi:

- Organi di governo e di implementazione

La Conferenza delle Parti (COP): é l'organo supremo della Convenzione. Ha competenze su: la regolare revisione dell'applicazione della Convenzione e il funzionamento delle disposizioni istituzionali alla luce dell'esperienza maturata a livello nazionale, sub-regionale, regionale ed internazionale sulla base dell'evoluzione scientifica e delle conoscenze tecnologiche; la promozione e agevolazione dello scambio di informazioni sulle misure adottate dalle Parti; la determinazione della forma e il tempo nel quale le informazioni devono essere trasmesse per la sottomissione secondo l'articolo 26; rivede i rapporti e fa raccomandazioni in proposito.

Il Comitato Tecnico Scientifico (CST): fornisce alla COP le informazioni ed i pareri su questioni scientifiche e tecnologiche concernenti la lotta alla desertificazione e la mitigazione degli effetti della siccità: rete di istituzioni, indicatori e punti di riferimento, conoscenze tradizionali, migliori pratiche, valutazione del degrado del territorio; stabilisce e mantiene una lista di esperti indipendenti con professionalità ed esperienze in vari campi.

Il Comitato per la Revisione dell'Applicazione della Convenzione (CRIC) assiste la COP nel rivedere regolarmente l'applicazione della Convenzione, alla luce dell'esperienza maturata a livello nazionale sub-regionale, regionale ed internazionale, ed agevola lo scambio di informazioni sulle misure adottate dalle Parti, con il fine di trarre conclusioni e proporre concrete raccomandazioni sugli ulteriori passi necessari per applicare la Convenzione. Per la revisione, il CRIC usa i seguenti punti tematici chiave: processi partecipativi; quadro legislativo e istituzionale; mobilitazione e coordinamento delle risorse; vincoli e sinergie con altre convenzioni ambientali; analisi e controllo della siccità e desertificazione; accesso a tecnologie appropriate; conoscenze e knowhow.

- Istituzioni

Il Segretariato: prende provvedimenti per la sessione della COP e i suoi organi sussidiari e fornisce loro i servizi richiesti; redige e trasmette i rapporti ad esso presentati; su richiesta, facilita l'assistenza ai paesi parte in via di sviluppo affetti da desertificazione e siccità, particolarmente in Africa, per la redazione e comunicazione della informazione; coordina le sue attività con i segretariati di altri organismi internazionali e convenzioni.

Il Meccanismo Globale: identifica e stabilisce l'inventario dei programmi di cooperazione bi-multilaterale disponibili ed utili per l'applicazione della Convenzione; su richiesta, dá pareri alle Parti sui metodi innovativi di finanziamento e fonti di assistenza finanziaria, su come migliorare il coordinamento delle attività di cooperazione a livello nazionale; fornisce informazioni alle Parti, alle organizzazioni intergovernative e non governative su fonti e meccanismi di finanziamento disponibili, in modo da facilitarne il coordinamento.

- Nuovi sviluppi e prospettive:

Il Vertice Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile (WSSD), Johannesburg 2002, ha riconosciuto la UNCCD come uno strumento importante per ridurre la povertà. La Seconda Assemblea generale del Global Environmental Facility (GEF), Beijing 2002, ha deciso che il GEF diventi un meccanismo finanziario della UNCCD. La COP 6 ha deciso di accettare il GEF come un meccanismo finanziario della UNCCD.

L'Annesso IV della Convenzione per il Nord Mediterraneo e l'attuazione del PAN (Piano di Azione Nazionale)

L'Annesso IV della Convenzione fornisce le linee guida per l'attuazione dell'UNCCD nei Paesi del Nord Mediterraneo a rischio di desertificazione, aventi le seguenti caratteristiche:

- clima semi-arido, siccità stagionale, variabilità del regime pluviometrico e piogge improvvise violente;
- suoli poveri, sensibili all'erosione, soggetti alla formazione di croste superficiali;
- rilievi eterogenei con forti pendii e paesaggi molto variati;
- perdita di coperture forestali a causa degli incendi;
- crisi dell'agricoltura tradizionale, caratterizzata dall'abbandono delle terre e dal

deterioramento delle strutture di protezione del suolo e dell'acqua;

- sfruttamento irrazionale delle risorse idriche che provoca gravi danni all'ambiente;
- concentrazione dell'attività economica nelle zone costiere imputabile allo sviluppo dell'urbanizzazione, delle attività industriali, al turismo e all'agricoltura irrigua.

L'Italia, la Spagna, la Grecia, il Portogallo e la Turchia fanno parte della Convenzione come Paesi dell'Annesso IV e coordinano le loro attività attraverso l'azione di un gruppo regionale, che ha l'obiettivo di individuare comuni strategie e programmi. Tale gruppo:

- coopera con i gruppi d'azione dei Paesi in via di sviluppo;
- coopera con i gruppi d'azione dei Paesi del Mediterraneo orientale e del sud;
- pianifica e interviene sul proprio territorio nazionale, a livello sub-regionale e regionale.

L'Italia con legge n. 170 del 4 giugno del 1997 ha ratificato la Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e/o Desertificazione (UNCCD) che è stata firmata a Parigi nel 1994. La Convenzione rappresenta uno strumento giuridico internazionale che impegna tutti i paesi firmatari a cooperare nella lotta alla desertificazione con lo scopo di attenuare gli effetti della siccità nei paesi gravemente colpiti mediante un approccio che migliori le condizioni di vita delle popolazioni locali.

Per adempiere agli obblighi della Convenzione, che prevede “la predisposizione di Piani di Azione Nazionale finalizzati allo sviluppo sostenibile con l'obiettivo di ridurre le perdite di produttività dei suoli causate da cambiamenti climatici e attività antropiche”, il Governo italiano ha adottato il Programma di Azione Nazionale (PAN) per la Lotta alla Siccità ed alla Desertificazione con Delibera CIPE n. 299/99, che mette in evidenza come il problema sia sentito sul territorio italiano, in particolare per quanto riguarda il ruolo delle attività antropiche, in associazione con eventi climatici estremi sempre più frequenti. Il PAN individua i settori di intervento considerati prioritari, protezione del suolo, gestione sostenibile delle risorse idriche, riduzione dell'impatto delle attività produttive, riequilibrio del territorio, e le modalità di attuazione del Programma a livello locale e i possibili strumenti di pianificazione nell'ambito dei quali ricondurre le proposte finalizzate alla lotta alla desertificazione (legge n. 183/1989, Agenda 2000, POR). In tale contesto, le Regioni e le Autorità di Bacino sono i soggetti preposti all'attuazione di specifici programmi di intervento da realizzare attraverso:

- progetti di prevenzione e mitigazione del fenomeno;
- uno sviluppo dell'occupazione nelle aree interessate;
- l'utilizzo di risorse comunitarie;
- specifiche attività di formazione, informazione ed educazione;
- interventi di tipo intersettoriale con il coinvolgimento del maggior numero possibile di attori sociali pubblici e privati.

Premesso che nessuno dei livelli di governo in Italia (nazionale, regionale, subregionale) ha emanato norme specificatamente mirate al problema della desertificazione, esistono tuttavia norme o leggi a livello nazionale che fanno riferimento a tale problematica (legge 183/89

“Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” ed il decreto legislativo 152/99 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento”). In particolare, il DPCM del 26/09/97 istituisce, presso il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, il Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione, che è un organo collegiale che si prefigge di coordinare l’attuazione della convenzione. È rappresentato da figure ministeriali, presidenziali, regionali, istituzioni scientifiche, allo scopo di affrontare il problema della desertificazione in tutti gli aspetti ambientali, sociali, economici e scientifici.

Gli obiettivi che il Comitato intende raggiungere sono:

- individuare strategie innovative per combattere la desertificazione;
- attuare il PAN;
- fornire il supporto necessario alle regioni e alle autorità di bacino per l’individuazione delle “aree vulnerabili alla desertificazione”;
- precisare i parametri e gli indicatori per la valutazione del fenomeno della desertificazione;
- precisare gli standard e le metodologie più idonee alla conoscenza, prevenzione e mitigazione dei fenomeni di desertificazione nelle aree vulnerabili;
- inventariare le tecnologie, le conoscenze e le pratiche tradizionali e locali che contribuiscono al risparmio delle risorse e alla lotta alla desertificazione;
- coinvolgere l’opinione pubblica;
- creare un idoneo quadro legislativo;
- promuovere le attività di ricerca;
- coordinare le attività con gli altri Paesi del Mediterraneo in particolare quelli dell’Annesso IV.

L’attuazione del PAN è affidata alla realizzazione degli interventi da parte delle regioni e delle autorità di bacino, di accordi volontari realizzati considerando le innumerevoli realtà produttive che caratterizzano il nostro territorio, e coinvolgendo le amministrazioni locali, le organizzazioni non governative ed i consumatori.

Ogni PAN è stato redatto utilizzando strumenti, norme, indicatori per la valutazione del rischio di desertificazione comuni, per armonizzare le azioni di lotta in tutti i Paesi dell’Annesso IV.

Le linee guida da seguire per l’attuazione del PAN in Italia, prendono in considerazione le seguenti attività:

- completamento ed analisi delle conoscenze in materia di desertificazione;
- cooperazione internazionale con i Paesi in via di sviluppo ed altri colpiti dal fenomeno;
- verifica ed adeguamento dei programmi di utilizzo delle risorse agro-forestali ed idro-geologiche e contenimento dei fattori di rischio;
- individuazione delle strategie per l’integrazione delle misure di lotta alla

desertificazione in tutti i settori dell'attività umana;

- programmi di educazione e sensibilizzazione sui temi della desertificazione;
- politiche di prevenzione al fine della riduzione del degrado del territorio e promozione dello sviluppo sostenibile e valutazione degli effetti nell'adozione di queste politiche;
- gestione del Piano di Azione Nazionale;
- azione di coordinamento amministrativo.

Il PAN prevede la valutazione, da parte del Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione, delle aree vulnerabili alla desertificazione corredata dalle misure e dagli interventi specifici che si intendono adottare per ogni situazione, individuati in particolareggiati programmi regionale.

Tali programmi prendono in considerazione quattro principali settori:

a. Protezione e gestione del suolo, che interessa in particolare:

- le aree agricole a produzione intensiva e marginale;
- le aree a rischio di erosione accelerata;
- le zone degradate da contaminazione, inquinamento, incendi;
- le aree incolte e abbandonate.

Si individuano misure quali:

- la realizzazione di cartografia pedologica a scala adeguata;
- la gestione sostenibile ed ampliamento del patrimonio forestale;
- l'aggiornamento degli inventari forestali e delle normative di riferimento al fine di allineare la politica forestale italiana con gli impegni assunti in sede europea ed internazionale;
- lo sviluppo della produzione vivaistica per la diffusione delle specie mediterranee;
- la prevenzione e lotta agli incendi;
- la protezione dei pendii e regimazione delle acque mediante interventi a basso impatto ambientale.

b. Gestione sostenibile delle risorse idriche, che individua:

- l'adozione dei piani di tutela delle acque e la definizione del bilancio idrico a livello di bacino idrologico o per aree significative di minore estensione;
- la definizione e controllo del fabbisogno idrico;
- l'aggiornamento e revisione degli strumenti di controllo e verifica delle autorizzazioni degli scarichi e delle derivazioni, al fine di perseguire una migliore protezione dei corpi idrici superficiali e sotterranei;
- il miglioramento dell'efficienza della rete di distribuzione idrica per ridurre sprechi e perdite;

- la razionalizzazione delle attività irrigue tramite l'adozione di tecniche di distribuzione efficienti e la corretta programmazione degli interventi irrigui, privilegiando le produzioni tipiche mediterranee;

- il controllo e la razionalizzazione degli emungimenti idrici;

- l'incentivazione della ricerca sugli usi multipli dell'acqua in aree rurali ed urbane;

- lo sviluppo del riutilizzo delle acque reflue in agricoltura;

- lo sviluppo dei piani di prevenzione, mitigazione ed adattamento in relazione agli effetti di eventi di siccità;

- la raccolta ed il riutilizzo dell'acqua piovana in nuovi quartieri urbani e ripristino nei centri storici dei sistemi di raccolta andati in disuso.

c. Riduzione dell'impatto delle attività produttive, che individua:

- la mitigazione degli impatti dei processi produttivi, al fine di ridurre il consumo di risorse non rinnovabili;

- l'attuazione di misure finalizzate all'adozione di sistemi di produzione agricola, zootecnica e forestale, in grado di prevenire il degrado fisico, chimico e biologico del suolo;

- l'impiego della frazione organica dei residui solidi urbani derivata dalla raccolta differenziata e dagli scarti organici di origine agricola per la produzione di compost di qualità;

- il controllo della pressione delle attività turistiche sulle aree vulnerabili mediante incentivi alla destagionalizzazione, alla diversificazione dell'offerta e alla riduzione del consumo idrico.

d. Riequilibrio del territorio, che individua:

- il recupero dei suoli degradati;

- la bonifica e la rinaturalizzazione dei siti contaminati di discariche di aree minerarie abbandonate;

- la ricostruzione del paesaggio e l'attuazione di politiche integrate di pianificazione dei sistemi territoriali, in particolare lungo le fasce costiere e per le isole minori;

- l'incentivazione di attività produttive e turistiche sostenibili in aree marginali collinari e montane;

- la rinaturalizzazione e la trasformazione ambientale di aree soggette a fenomeni di degrado in ambito urbano ed industriale;

- l'incentivazione all'adozione di piani urbanistici che prevedano l'impiego di tecnologie orientate al ripristino e all'uso appropriato delle risorse naturali;

- il riutilizzo delle tecnologie tradizionali ed il recupero integrato dei centri storici.

## **9.1 Accordi di Programma 2004-2005 e 2005-2006 tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Comitato Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione**

*PIANO OPERATIVO 2004-2005 del Comitato Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione*

*Attività:* Sensibilizzazione, informazione, educazione della società civile anche a mezzo di convegni, congressi, tavole rotonde, manifestazioni varie e “mass media” disponibili e diffusione delle conoscenze ai soggetti coinvolti nella progettazione di piani e programmi di lotta alla siccità ed alla desertificazione.

1 Progettazione, realizzazione e divulgazione di un programma di educazione, informazione e sensibilizzazione sul rischio siccità e desertificazione destinato a tutta la popolazione e finalizzato alla formazione di una coscienza ambientale formata sulla salvaguardia e sulla tutela del patrimonio ambientale

2 Convegno internazionale “Tecnologie avanzate e conoscenze tradizionali”

3 Individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità – Linee guida

4 Valorizzazione delle tecnologie e dei brevetti italiani nel settore delle energie rinnovabili per la lotta alla desertificazione

5 Supporto alla predisposizione e monitoraggio delle attività di regioni ed autorità di bacino per l'implementazione del PAN

6 Gestione e aggiornamento di un Clearing House Mechanism italiano

7 Verifica e diffusione a livello regionale e locale di un modello di rischio desertificazione applicabile su scala nazionale

8 Contributo al convegno regionale “Il ruolo dei dottori in Agraria e Forestali nelle attività di contrasto alla desertificazione. Ipotesi progettuali per un assetto sostenibile del territorio”

9 Contributo al Congresso internazionale “InterDrought-II”

10 Formazione di tecnici delle istituzioni territoriali al fine di sviluppare iniziative di lotta alla siccità e alla desertificazione

11 Elaborazione di standard operativi orientati alla gestione sostenibile e all'ampliamento del patrimonio forestale nelle aree sensibili ai processi di desertificazione

12 Valutazione dello stato ed evoluzione della copertura vegetale in Italia mediante l'impiego di immagini telerilevate

13 Definizione del rapporto tra tasso di erosione dei suoli e substrato litologico in base ai risultati del progetto BABI

14 Variazioni della copertura forestale nel territorio veneto del bacino idrografico dell'Adige. Verifica esistenza processi di desertificazione

15 Predisposizione di reporting a livello nazionale (country profiles, ecc.) per gli adempimenti degli obblighi internazionali

16 Identificazione e formulazione di un programma-pilota di lotta contro la siccità e la desertificazione nelle tre principali regioni ecologiche della Tunisia (Nord, Centro e Sud del paese)

*PIANO OPERATIVO 2005-2006 del Comitato Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione*

*1. EDUCAZIONE, FORMAZIONE E SENSIBILIZZAZIONE*

*1.1. Obiettivi*

Al fine di attuare quanto previsto dal Programma di Azione Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione, contenuto nella Delibera CIPE 299/99 del 21/12/1999, il CNLSD intraprende un piano di promozione della formazione, dell'informazione e della sensibilizzazione, finalizzato a stimolare l'inserimento delle tematiche della lotta alla siccità e alla desertificazione nell'ambito dello sviluppo sostenibile nei Piani di Offerta Formativa delle scuole primarie e secondarie. Si prevede la realizzazione di corsi di formazione rivolti a quadri tecnici e decisori locali e la realizzazione di campagne di informazione al pubblico da parte delle Amministrazioni pubbliche, ad incremento di quanto già avviato con il precedente Accordo di Programma 2004.

*1.2. Attività previste*

Le attività previste nel piano di Educazione, di Formazione e di Sensibilizzazione sono articolate in tre distinti moduli, ognuno dei quali rivolto ad utenti diversi, più un'attività di formazione a distanza. Il primo modulo si rivolge alle scuole primarie e secondarie, il secondo ad amministratori locali e tecnici, il terzo si prefigge la sensibilizzazione della popolazione attraverso la realizzazione di attività di partecipazione con filmati, mostre e incontri. Le attività verranno svolte in collaborazione fra il CNLSD e le Amministrazioni regionali, utilizzando i fondi del Comitato con una funzione catalitica, al fine di orientare ed utilizzare anche altri fondi già esistenti presso le Amministrazioni regionali e provinciali.

*1.2.1. Formazione rivolta agli insegnanti ed agli studenti delle scuole primarie e secondarie*

In armonia con le attività svolte con il precedente Piano Operativo 2004 dall'Università della Calabria ed in relazione alla presentazione dello stand durante il CRIC3 a Bonn del progetto ENEA per le scuole "Educarsi al Futuro", verranno intraprese delle azioni di sensibilizzazione e di formazione rivolte alle scuole, con il coinvolgimento degli uffici scolastici regionali e provinciali competenti.

Le attività promosse dal CNLSD saranno finalizzate a:

promuovere seminari e incontri di sensibilizzazione di dirigenti scolastici, docenti di riferimento e Responsabili degli EE.LL. per la creazione di Reti di Scuole che aderiscano al progetto e alla campagna "1 € al mese per studente", destinata alla elettrificazione di scuole e villaggi rurali in aree particolarmente disagiate del Pianeta con sistemi fotovoltaici;

realizzare un concorso nazionale per le scuole partecipanti al progetto "Educarsi al futuro" che producano percorsi e materiali didattici innovativi sulla lotta alla povertà, alla siccità e alla desertificazione;

promuovere un programma di partenariati internazionali fra le scuole in rete per la realizzazione di piccoli progetti integrati di elettrificazione rurale, al fine di favorire la partecipazione e gli scambi fra scuole italiane e scuole del sud del mondo in aree affette da siccità e da desertificazione.

Le attività didattiche previste dal programma “Educarsi al futuro” avranno un carattere multidisciplinare ed affronteranno tematiche di tipo tecnologico, storico, sociale, economico ed ambientale, al fine di mettere in luce le interazioni tra i diversi aspetti e promuovere, insieme alla conoscenza, la sensibilizzazione e il senso di appartenenza al territorio e al suo futuro sviluppo. Il progetto di formazione scolastica verrà elaborato in sinergia con i programmi promossi da organismi internazionali (UNCCD, UNESCO), anche avvalendosi dei materiali didattici già da essi resi disponibili.

#### *1.2.2. Formazione dei quadri tecnici e decisori politici locali coinvolti in tematiche attinenti alla siccità e alla desertificazione*

In collaborazione con i competenti uffici delle amministrazioni regionali interessate al progetto verranno individuati i “centri di competenza - o di eccellenza” per attivare azioni di formazione a carattere teorico e pratico, finalizzati alla diagnosi ed agli interventi di lotta alla siccità e alla desertificazione. L’attività verrà svolta anche in armonia con quanto già effettuato con il precedente Piano Operativo 2004, e sarà mirata a mostrare esempi di intervento ed a sensibilizzare i decisori politici locali, attraverso dimostrazioni che si avvalgano di modelli di supporto alle decisioni.

Sulla base di azioni già svolte con le regioni Sardegna, Sicilia e Basilicata in precedenti progetti, verranno identificati gli stakeholders locali con i quali avviare azioni di formazione pilota a carattere tecnico-pratico.

#### *1.2.3. Sensibilizzazione della popolazione*

Al fine di realizzare le attività di sensibilizzazione e partecipazione da parte della popolazione si propone di organizzare, in sinergia con le attività di formazione scolastica, conferenze e seminari regionali rivolti ai cittadini, una o più mostre itineranti ed opuscoli informativi al fine di sensibilizzare l’opinione pubblica alle tematiche della siccità e della desertificazione. L’attività si potrà avvalere della consulenza di società di grafica e di esperti editoriali. I seminari e le conferenze verranno programmate di concerto con le Amministrazioni regionali interessate a questa attività.

#### *1.2.4. Sviluppo di una piattaforma di e-learning*

Si prevede la creazione di percorsi didattici e di moduli formativi a distanza, dedicati ad utenti quali studenti, insegnanti, tecnici, amministratori. Sfruttando le esistenti infrastrutture informatiche, si possono realizzare percorsi formativi sui temi della lotta alla siccità ed alla desertificazione. I corsi saranno fruiti da postazioni remote con l’ausilio di docenti e tutor in videoconferenza. L’attività richiede che il progetto possa avvalersi di esperti delle tematiche da affrontare e che la trasposizione informatica dei moduli didattici venga realizzata da società di servizio specializzate in queste professionalità.

## *2. MONITORAGGIO E VALUTAZIONE FUNZIONALE DEGLI INTERVENTI DI RIMBOSCHIMENTO E OLIVICOLTURA PER LA LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE IN ITALIA*

### *2.1. Obiettivi*

Al fine di supportare le attività regionali nell'ambito delle misure previste per il PAN dalla Deliberazione CIPE del 1999 (ampliamento del patrimonio forestale), si propone di procedere a:

*2.1.1.* una ricognizione dello stato funzionale dei rimboschimenti e delle piantagioni da legno, e delle colture arboree (e.g., olivo) in relazione ai diversi livelli di rischio di desertificazione in Italia;

prefigurazione di interventi migliorativi di riforestazione nelle aree marginali in via di abbandono dall'agricoltura nelle zone a diverso livello di rischio di desertificazione.

In particolare, nell'ottica delle specifiche raccomandazioni del CRIC-3, obiettivo finale sarà anche:

la messa a punto un set di indicatori operativi per la valutazione comparativa del potenziale sinergico dei progetti di riforestazione (rimboschimenti e piantagioni da legno) e di modifica della gestione degli oliveti ai fini di lotta alla desertificazione, difesa del suolo, conservazione della biodiversità, fissazione di carbonio atmosferico.

### *2.2. Attività previste*

La definizione delle linee di gestione sostenibile delle aree sottoposte a rimboschimento e a colture arboree permanenti, con particolare riferimento all'olivo, verrà basata sull'analisi incrociata dei fattori di rischio di desertificazione e dell'efficienza funzionale connessa alle principali tipologie di interventi di riforestazione e olivicoltura. I fattori di rischio saranno individuati utilizzando sia l'Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione (elaborato da CRA-ISSDS), sia la metodologia ESA.

Le coperture a rimboschimento e a colture permanenti (olivo) saranno identificate e localizzate a partire da Corine Land Cover 2000, integrata da ulteriori documenti disponibili a livello regionale, ricognizioni a terra e utilizzando il catasto oleicolo nazionale.

L'analisi delle situazioni di criticità funzionale sarà condotta mediante rilevamenti campione in campo e supportata dalla quantificazione dei trend spettrali indicatori della riduzione della biomassa fotosinteticamente attiva sulla base di una serie storica di immagini di NDVI stagionali.

Ciò permetterà la verifica delle criticità delle differenti modalità di gestione e la conseguente definizione dei possibili interventi di mitigazione dei processi di degradazione e del suolo (erosione, ecc.) e desertificazione eventualmente in atto e le modalità ottimali di gestione sostenibile.

Il lavoro verrà articolato nelle seguenti fasi:

2.2.1. individuazione di indicatori ed elaborazione di una metodologia condivisa per il censimento delle formazioni forestali artificiali e delle colture arboree nelle aree sensibili dei territori indagati;

2.2.2. predisposizione del data-base relativo alla copertura delle formazioni forestali artificiali e delle colture arboree nelle aree sensibili dei territori indagati, inclusi eventuali approfondimenti a livello locale per l'individuazione delle zone sensibili;

2.2.3. analisi dei dati e individuazione delle criticità delle differenti tipologie di gestione degli interventi di rimboschimento e olivicoltura nei territori a diverso livello di rischio di degradazione dei suoli e desertificazione, inclusa l'elaborazione, per alcune aree, di bilanci idrici specifici relativi agli appezzamenti sui quali sono stati realizzati tali impianti;

2.2.4. sviluppo di metodologie di valutazione e monitoraggio degli interventi utilizzando tecniche di remote sensing;

2.2.5. prefigurazione di interventi migliorativi nelle aree marginali in via di abbandono dall'agricoltura nelle zone a diverso livello di rischio di desertificazione;

2.2.6. messa a punto di indicatori operativi per la valutazione comparativa del potenziale sinergico dei progetti di riforestazione e modifica di gestione degli oliveti ai fini di lotta alla desertificazione, difesa del suolo, conservazione della biodiversità, fissazione di carbonio atmosferico;

2.2.7. presentazione dei risultati.

### *3. METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEI DANNI DA SICCIÀ*

#### *3.1. Obiettivi*

Obiettivo del Progetto è la definizione e messa a punto di una metodologia – corretta, validata e condivisa per la valutazione dei danni economici e sociali derivanti dalla siccità, al fine di ottenere risorse finanziarie adeguate a contrastare questo fenomeno, che è ben più grave di quanto comunemente non si percepisca.

È alla “Classe Politica” in senso lato ed ai vari livelli (Parlamento, Governo, Regioni) che spettano le decisioni circa la allocazione delle risorse disponibili tra diversi tipi di intervento possibili. Le risorse sono però sempre scarse e le alternative di intervento molto numerose, per cui non c'è denaro per tutti. Il “Politico”, dovendo scegliere cosa finanziare e cosa no, ed in quale misura, orienta le sue preferenze in funzione delle sollecitazioni che ha (in particolare da parte del suo collegio elettorale) e delle conoscenze o percezioni che egli ha circa il maggiore o minore effetto positivo che egli presume si abbia allocando finanziamenti all'intervento A, oppure al B, al C, e così via.

Ovviamente, l'effetto positivo di un qualsiasi intervento può essere valutato in modo diverso: può essere maggiore reddito, maggiore occupazione, ecc. oppure minore danno da eventi avversi, e così via. Ciascun Politico si costruisce una scala di priorità tra gli interventi possibili; poi, nelle sedi competenti, dall'incontro-scontro dei diversi pareri dei diversi Politici deriva la allocazione finale delle risorse. Fin qui non si dice niente di nuovo nel meccanismo di presa delle decisioni d'impatto pubblico.

Il punto è però che, nella scala delle priorità degli interventi, una reale ed efficace lotta alla siccità non è certamente ai primi posti. Questo accade almeno per due motivi.

Il primo è che la siccità viene percepita dalla opinione pubblica - e quindi dal “Politico”- come un fatto grave solo nel momento in cui essa è tale da farsi avvertire nettamente (si pensi solo alle recenti preoccupazioni per la pianura padana; appena cade un poco di pioggia nessuno ci pensa più e si spera (per la tendenza psicologica di allontanare dalla mente cose sgradevoli e costose) che non serva investire denaro per prevenire la prossima occasione (che ci sarà, e come).

Il secondo motivo è che l’opinione pubblica ed il “Politico” hanno solo una vaga e fortemente incompleta idea dell’entità dei danni che determina la siccità, che ormai non è più puramente occasionale e straordinaria, non solo nel Mezzogiorno ma anche nel Nord (ove cresce anche la carenza di neve).

Allora, se fosse possibile definire una metodologia, corretta e ripetibile in modo omogeneo nelle varie regioni, con la quale dapprima individuare l’intera tipologia dei danni che la siccità arreca – e che non è solo la perdita di produzione agricola per la quale gli agricoltori protestano e chiedono i danni allo Stato – e quindi poi, determinare con buon livello di approssimazione l’entità dei danni espressi in termini economici e sociali, si potrebbe dimostrare al “Politico” ed alla opinione pubblica che il danno per la collettività è molto alto, ben maggiore di quanto si può pensare nei soli momenti di evidente crisi.

Questo significherebbe far salire di molto il problema della siccità nella scala di priorità degli interventi pubblici, e consentirebbe una maggiore destinazione di risorse a tale problema. Naturalmente questo risultato si può ottenere nella misura in cui la valutazione dei danni non sia un fatto estemporaneo dovuto alla inventiva di un qualcuno, bensì il risultato della applicazione di una metodologia convalidata da dati e fatti ottenuti da fonti sicure e controllabili, fonti che, allo stato attuale, è spesso difficile reperire ed – a volte – interpretare.

Una prima riflessione su tale metodologia era stata avviata in riferimento alla regione Puglia, e nel Convegno di Maratea si era cercato di illustrarne i principi.

All’incontro di Kufra e nella seduta del Comitato del 31 maggio u.s. è stata verbalmente presentata la proposta di avviare un apposito Progetto – da finanziare su le disponibilità dell’Accordo di Programma 2005 – volto alla definizione della citata metodologia; nella riunione dell’8 luglio 2005 è stata distribuita una nota, relativa soprattutto ad una prima fase.

A seguito dell’assenso e dell’interesse mostrato anche dai Rappresentanti delle Regioni, si è predisposto il presente Progetto che riprende l’obiettivo e la tematica e si articola in due fasi, la prima relativa alla definizione “di base” della metodologia, fatta in riferimento alla Puglia ed utilizzando i dati che in essa sarà possibile rilevare, e la seconda dedicata all’applicazione del metodo – e quindi alla sua “calibratura” definitiva – nelle regioni Sicilia, Abruzzo, Piemonte.

Un Comitato scientifico, la collaborazione di Esperti e la supervisione e l’assistenza dei Rappresentanti delle Regioni nel Comitato assicurerà la fattibilità del Progetto e la validità dei risultati. Il sottoscritto assicurerà il coordinamento scientifico del progetto.

### *3.2. Attività previste*

Il progetto è articolato su due fasi, alle quali potrà eventualmente seguire una terza.

Prima fase: stesura delle linee metodologiche di base, con la definizione della tipologia dei danni da siccità (più semplice) e di desertificazione (più complesso), la individuazione delle fonti dei dati e delle problematiche legate alla loro rilevazione. Applicazione del metodo alla regione Puglia per un certo numero di anni, evidenziazione dei punti da approfondire.

Seconda fase: applicazione del metodo alle altre tre Regioni indicate e definitiva sua messa a punto alla luce della eventuale ulteriore problematica emersa in esse. Definizione delle modalità di aggiornamento e di interscambio di dati e risultati tra le Regioni.

Una terza, eventuale, fase – se il Comitato lo riterrà – è quella della presentazione pubblica del Progetto e dei suoi risultati, attraverso un Convegno, la stampa e diffusione di un apposito volumetto, ecc..

Per quanto riguarda i tempi, si può stimare:

- otto mesi per la prima fase, a partire dal momento di affidamento dell'incarico del progetto;

- sei mesi per ciascuna delle tre Regioni presenti nel Comitato, a partire dal 6-7° mese dall'avvio della fase prima, in quanto anche prima del termine dei lavori per la Puglia saranno già disponibili le linee metodologiche e le fonti dei dati, sulle quali si potrà già operare nelle tre Regioni; se possibile contemporaneamente tra loro.

Se c'è una buona organizzazione e adeguata collaborazione a livello regionale, il Progetto si potrebbe completare in circa 12-14 mesi.

## *4. PROGRAMMA DI AZIONI LOCALI*

### *4.1. Obiettivi*

Scopo della presente scheda progettuale è quello di affiancare le Regioni e le Autorità di Bacino nella messa a punto e nell'implementazione dei loro rispettivi Piani di Azione Locale (PAL), così come è espressamente richiesto al CNLSD, quale organo consultivo delle istituzioni decentrate, dalla delibera CIPE 229/99, anche al fine di individuare interventi concreti e durevoli che garantiscano:

- la protezione del suolo;
- la gestione sostenibile della risorsa idrica;
- la riduzione dell'impatto delle attività produttive;
- il riequilibrio del territorio.

Per gli interventi di cui sopra, individuati attraverso l'utilizzo dei criteri di sostenibilità degli interventi previsti dai più recenti indirizzi Comunitari e Nazionali e mirati alla mitigazione degli effetti dei fenomeni della siccità e desertificazione, deve essere indicato il livello di priorità e quantificato il fabbisogno finanziario.

#### *4.2. Attività previste*

Sulla base dei risultati derivanti dalle attività svolte nell'ambito dell' AdP 2004, e con particolare riferimento alle indicazioni contenute nelle schede progettuali che prevedono la definizione di "Linee guida per l'individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità e desertificazione", si vuole sviluppare, a livello regionale, un'attività di testing che dia modo di verificare l'applicabilità e la risposta del territorio a quanto predisposto.

Per un più proficuo svolgimento della sperimentazione di cui sopra e per un ottimale utilizzo delle risorse economiche che verranno messe a disposizione, sono stati individuati i territori di alcune delle Regioni meridionali più soggette a fenomeni di siccità e desertificazione, come Basilicata, Puglia, Sardegna e Sicilia; inoltre, al fine di disporre di un "campione più significativo" della realtà territoriale del paese, si è ritenuto opportuno estendere il test anche a Regioni quali Abruzzo e Piemonte e ad Autorità di Bacino particolarmente rappresentative.

Una volta terminata la fase di sperimentazione e la messa a punto del PAL per ognuna delle Regioni sopra citate, si potrà procedere al confronto con la metodologia ed i risultati di esperienze sviluppate in altre Regioni italiane al fine di pervenire ad un prodotto metodologico condiviso da portare all'attenzione di tutte le Regioni italiane.

L'attività sopra descritta si svilupperà nelle seguenti fasi:

4.2.1. attività propedeutiche per l'organizzazione e l'impostazione generale delle attività successive e costituzione e organizzazione dei Gruppi di lavoro;

4.2.2. analisi degli elaborati e dei risultati derivanti dall'attività svolte nell'ambito dell' AdP 2004 con particolare riferimento alle indicazioni contenute nelle schede progettuali che prevedono la definizione di "Linee guida per l'individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità e desertificazione" e l'individuazione di uno specifico set di indicatori funzionali alla descrizione e rappresentazione del fenomeno;

4.2.3. individuazione, a partire dall'attività di analisi di cui al punto precedente, di uno specifico insieme di indicatori di riferimento in funzione della successiva fase di definizione delle aree soggette a fenomeni di siccità e desertificazione; tale set di indicatori potrà essere integrato attraverso l'analisi di esperienze di altre realtà regionali che hanno già effettuato una prima individuazione di indicatori utili per definizione di aree soggette a fenomeni di siccità e desertificazione;

4.2.4. acquisizione di un adeguato quadro conoscitivo attraverso il reperimento di informazioni derivanti dagli strumenti di pianificazione vigenti (PTA, PAI, PSR, PIT ecc.) dalle rispettive amministrazioni regionali; il reperimento delle informazioni primarie derivanti dagli strumenti di pianificazione adottati dalle Regioni coinvolte nella sperimentazione metodologica, dovrà essere funzionale alla costruzione del set di indicatori di cui al punto precedente;

4.2.5. individuazione, anche in relazione ai dettami del Dlgs 152/99, delle aree soggette a fenomeni di siccità e desertificazione attraverso l'utilizzo delle linee guida messe a punto con l'AdP 2004 e del set di indicatori individuato;

4.2.6. predisposizione, attraverso l'identificazione di interventi/misure complementari ed integrativi mirati alla mitigazione e/o eliminazione delle criticità rilevate, del PAL per ognuna delle Regioni designate;

4.2.7. predisposizione, tramite la stima del costo relativo ad ognuno degli interventi individuati, del conseguente programma economico finanziario;

La messa a punto del dettaglio delle Azioni Locali, nell'ambito delle linee guida sopra indicate, terrà presente la specificità degli ambiti territoriali interessati nonché dello stato di implicazione attiva delle istituzioni regionali. Per lo svolgimento delle Azioni Locali, in ciascuna delle Regioni interessate sarà costituito un gruppo di esperti o giovani laureati, con i quali stipulare convenzioni/contratti, od anche a mezzo di specifiche borse di studio.

### *4.3. Tempi di attuazione e costi*

Il progetto è articolato su sette fasi operative, sovrapponibili per tempistica, e si prevede che possa essere concluso in circa 12 mesi. I costi per lo svolgimento dell'attività proposta, che è ritenuta prioritaria, verranno definiti nell'ambito di uno specifico piano dell'attività.

## *5. PROGRAMMA "CARTOGRAFIA"*

### *5.1. Premessa*

L'analisi geografica e la restituzione cartografica, sia degli indici sintetici di rischio o di sensibilità alla desertificazione, che delle singole variabili alla base di questo processo, sono elementi conoscitivi essenziali per un'efficace azione di monitoraggio e di contrasto del fenomeno.

Già nel 1999 un gruppo di lavoro costituito nell'ambito dell'allora "Comitato Nazionale Lotta alla Desertificazione" ha prodotto una "Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione" che costituisce la prima esperienza in questo senso a livello nazionale.

Questa carta è stata costruita secondo una metodologia propria che ha, comunque, tenuto conto dei criteri generali enunciati a questo scopo dall'UNCCD. Altre esperienze si sono succedute che hanno visto l'introduzione del modello ESA (Environmentally Sensitive Areas), sviluppato nell'ambito del progetto MEDALUS. Si tratta di applicazioni realizzate perlopiù a scala regionale; tra le applicazioni a scala nazionale UCEA ha sviluppato una valutazione applicando sia il metodo ESA che un approccio proprio.

### *5.2. Obiettivi*

Dai risultati finora ottenuti emerge la necessità di ottenere una cartografia aggiornata del rischio di desertificazione che costituisca un riferimento a livello nazionale e che, più in particolare:

5.2.1. utilizzi un modello di valutazione da applicare a livello nazionale che sia il più possibile condiviso e verificato sulla base delle esperienze pregresse in molte regioni italiane e all'estero;

5.2.2. risponda alle esigenze di fornire non solo una valutazione statica del rischio, ma indicazioni sulla sua evoluzione nel tempo.

5.2.3. sia in grado di fornire indicazioni operative sull'importanza relativa delle variabili da adottare, sulle procedure di derivazione degli indici sintetici di rischio, sull'analisi e rappresentazione di dati a diversa scala spaziale e temporale.

5.2.4. In prospettiva, tutti i prodotti ottenuti (cartografie, linee-guida ecc.) dovranno essere fruibili attraverso modalità da definire (CD multimediale con browser per cartografia, mappe e documenti da "pubblicare" su siti internet, portale cartografico nazionale).

### *5.3. Attività previste*

Per rispondere agli obiettivi prima enunciati si propone di svolgere le seguenti attività a livello nazionale:

5.3.1. Applicazione del modello ESA modificato, "componendo" le variabili secondo lo schema di indici di qualità "settoriali" e di derivazione dell'indice sintetico previsto dalla metodologia ESA, che tenga conto della diversa importanza delle variabili che intervengono nella valutazione del rischio e della conseguente attribuzione (previa analisi statistica multivariata e/o valutazione "export-based") di pesi nella derivazione degli indici sintetici. Verifiche sulla base di analisi di sensitività (sulle variabili, sui pesi).

5.3.2. Impostazione di uno specifico lavoro cartografico su indicatori di vulnerabilità alla desertificazione per i settori agricoltura, demografia, aree protette, turismo, impatto antropico e comunque afferenti alla area tematica ESA 'management'.

5.3.3. Stesura di linee guida che forniscano indicazioni operative sui criteri di selezione delle variabili, sull'analisi e rappresentazione multi-scala e multi-temporale dei dati utilizzati e dei risultati ottenibili.

5.3.4. Predisposizione della documentazione e della cartografia ottenuta per le modalità di diffusione prescelte (CD multimediale o pubblicazione su sito Internet ad esempio con tecnologie Web-GIS).



## 10. CONCLUSIONI

Al termine di questo lavoro si può affermare che la desertificazione, alle nostre latitudini, è un processo di degrado delle terre lento, ma allo stesso tempo in sensibile evoluzione. Questo fenomeno è determinato soprattutto dall'impatto antropico, mentre le componenti climatica e fisiografica rappresentano fattori più o meno predisponenti. La lotta al degrado delle risorse naturali ad opera delle diverse attività produttive, deve rappresentare un impegno sociale, un onere per tutti i soggetti interessati a mantenere un presidio vitale sul territorio. Tra le azioni da considerare con priorità vi è sicuramente l'uso più efficiente delle risorse idriche, contestuale ad un maggiore controllo degli emungimenti abusivi, nell'assunzione consapevole che una corretta gestione dell'acqua, che curi l'interesse della collettività, rappresenta un valido sistema di lotta alla desertificazione. Un secondo elemento è rappresentato dalle misure di conservazione dei suoli, contestualizzate a livello territoriale sulla base delle diverse caratteristiche pedoclimatiche, orografiche e di gestione aziendale, in termini di compatibilità ambientale ed economica. L'ultimo aspetto riguarda la salvaguardia degli ecosistemi naturali, che hanno subito profonde trasformazioni nel corso degli ultimi cinquanta anni e rappresentano un patrimonio di inestimabile valore in termini di biodiversità e di tutela del territorio.

L'allarme lanciato da tutte le Convenzioni globali stenta a concretizzarsi in azioni efficaci a livello nazionale. Viceversa sono spesso ridondanti gli studi, le analisi, le valutazioni e le attività di monitoraggio. Occorre invertire questa tendenza per utilizzare al meglio le conoscenze finora acquisite e trasformarle in azioni politiche di prevenzione e mitigazione del fenomeno. È quanto si è cercato di fare con il progetto RIADE, integrando i risultati delle attività di ricerca e sviluppo con la Pianificazione territoriale e la Programmazione Regionale, mettendo in piedi ipotesi concrete di interventi di lotta alla desertificazione.



## 11. BIBLIOGRAFIA E ALTRE PUBBLICAZIONI CONSULTATE PER LA REALIZZAZIONE DEL RAPPORTO

- [ 1 ] Abdel-Kader F. H. ,” Land degradation and conservation measures in Egypt. Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users’ and land owners’ prompt actions”, *Workshop Proceedings, Adana (Turkey)*, 2-7 June 2003, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 111-126, 2004.
- [ 2 ] Al-Qudah B. ,” Status of land degradation and desertification in Jordan. Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users’ and land owners’ prompt actions”, *Workshop Proceedings, Adana (Turkey)*, 2-7 June 2003, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 171-200, 2004.
- [ 3 ] Angelakis A., Kosmas C. ,” Water resources availability in relation to the threat for further degradation in the Mediterranean region: need for quantitative and qualitative indicators”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 52-65, 1998.
- [ 4 ] Badraoui M., Bouabid R., Rachidi F., Ljouad L. ,” Land degradation and conservation in the agro-ecosystems of Morocco. Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users’ and land owners’ prompt actions”, *Workshop Proceedings, Adana (Turkey)* 2-7 June 2003, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 247-258, 2004.
- [ 5 ] Barbati A., Corona P. ,” Rapporto RIADE Foreste Italia. Caratterizzazione tipologica dei rapporti tra sistemi forestali e processi di desertificazione osservati e studiati in Italia e sviluppo di un sistema di riferimento per la loro rappresentazione sistematica”, In fase di pubblicazione, 2003.
- [ 6 ] Barbieri G., Vernier A., Ghiglieri G., Barbieri M., Cambuli P., Vigo A. ,”Rapporto RIADE Acque Italia. Caratterizzazione tipologica dei rapporto tra fenomeni di desertificazione ed acque superficiali e sotterranee, osservati e studiati nelle regioni dell’Obiettivo 1”, *Sviluppo del sistema di riferimento per la rappresentazione sistematica delle tipologie riscontrate*, In fase di pubblicazione, 2003.
- [ 7 ] Bellotti A. et. al., “Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Basilicata”, *Università degli Studi della Basilicata* , 2004. <http://www.unibas.it/desertnet/metodologia.htm>
- [ 8 ] Blaikie P. e Brookfield H.,” Land degradation and society”, *Routledge, London*, 1987.
- [ 9 ] Boulaine J., “ Geographie des sols”, *Collection SUP, Vendome*, Presses Universitaires de France, 1975.
- [ 10 ] Bolle H. J. ,” Climate, climate variability and impacts in the Mediterranean area: an overview”, *In Hans-Jurgen Bolle (Ed.): Mediterranean Climate. Variability and trends.*, Springer-Verlag Heidelberg 2003. Printed in Germany. pp. 5 – 86, 2003.
- [ 11 ] Boardman, J., Poesen, J., Evans, R. “Socio-economic factors in soil erosion and conservation”, *Environmental science&policy* 6, 1-6, CTA Working Document Number 8021 2003 NIJOS rapport 07/2003, 2003.
- [ 12 ] Borrelli G., Giordano L., Iannetta M., Sciortino M., “ Report from Italy: the identification of sensitive areas in Italy”, *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*, Second Workshop on

Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean, Troia (Portugal) 6-8 June 2002, pp. 243-249, 2002.

- [ 13 ] Borrelli G., Casali O., Iannetta M., 2005. Desertificazione, un problema “glocale”. *Rivista Villaggio Globale*, Anno VIII, n. 32, Dicembre 2005, pagg. 61-67.
- [ 14 ] Brandt J, “Desertification and DIS4ME”, *DESERTLINKS Project*, 2004 <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 15 ] Brandt J. ,” The main issues associated with Mediterranean desertification”, *DESERTLINKS Project*, 2004. <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 16 ] Brivio P.A., G.M. Lechi, E. Zilioli, “Il Telerilevamento da aereo e da satellite”. Carlo Delfino Editore, 1992.
- [ 17 ] Calomonico C.,” Per la carta della utilizzazione del suolo d’Italia”, *Memorie di Geografia Economica*, vol. VII. Napoli, 1953.
- [ 18 ] Camarda I. ,” Indicators of degradation in agroecosystems”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 159-163, 1998.
- [ 19 ] Cambula F., “Analisi dello schema di approvvigionamento idrico del comprensorio della Nurra”, *Tesi di Laurea Anno Accademico 1995-1996. Sezione di Idraulica, Dipartimento Ingegneria del Territorio, Facoltà di Ingegneria*, Università degli Studi di Cagliari, 95 pp. , 1996.
- [ 20 ] Cangir C., Kapur S., Boyraz D., Akça E., Eswaran H. (2000) Land resource consumption in Turkey. *Journal of Soil and Water Conservation*. 3rd quarter. Pp. 253-259.
- [ 21 ] Carnemolla S. et al., “ Metodologie per la redazione di una carta in scala 1:250.000 sulle aree vulnerabili al rischio di desertificazione in Sicilia”, 2001.
- [ 22 ] Chander, G.; Markham, B.; “Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges”, *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on Volume 41*, Issue 11, Part 2, Nov. 2003 Page(s):2674 – 2677.
- [ 23 ] Colombo V, Comolli R., Maggio A., Previtali F. , “ Salinizzazione di suoli agricoli del Metapontino. (Matera, Italia)”, *Convegno annuale Società Italiana della Scienza del Suolo. “Suolo e dinamiche ambientali”*, Viterbo 22-25 Giugno 2004. In fase di pubblicazione, 2003.
- [ 24 ] D’Angelo M., Enne G., Madrau S., Zucca C., “ Soil consumption by urbanisation: a case study in northern Sardinia (Italy)”, *In options Méditerranées, Serie A n°44, Interdependency between Agriculture and Urbanisation: Conflicts on Sustainable Use of Soil and Water*, pp. 287-293, 2001.
- [ 25 ] D’Angelo M., Enne G., Madrau S., Zucca C. ,” Land cover changes at landscape-scale in Sardinia (Italy): the role of agricultural policies on land degradation”, *In A. Conacher Land Degradation (papers selected from the Sixth Meeting of the International Geographical Union’s Commission of Land Degradation and Desertification. Perth, University of Western Australia, 20-28 September 1999)*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. pp 127-140, 2001.
- [ 26 ] Davidson D.A.,” Soil and land use planning. Longman”, London, 1980.
- [ 27 ] Delgado Sanchez J.C. , “ Report from Spain. The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *Second*

*Workshop on Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean*, Troia (Portugal) 6-8 June 2002, pp. 235-242, 2004.

- [ 28 ] Dent D., Young A., "Soil survey and land evaluation", *G. Allen & Unwin*, Londra, 1981.
- [ 29 ] Di Gennaro A., Innamorato F.P. e Capone S. , La grande trasformazione: land cover e land use in Campania. Estimo e territorio, marzo 2005
- [ 30 ] Di Gregorio, A. e Jansen L.J.M. , " Land Cover Classification System (LCCS): Classification concepts and user manual", *FAO*, Rome, 2000.
- [ 31 ] Doran J.W., Parkin T.B. (1994) Defining and Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America. In *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSS Special Publication n. 35.
- [ 32 ] Desertification Indicators System for Mediterranean Europe (DIS4ME) - *DESERTLINKS*
- [ 33 ] Doran, J. W. "Soil health and global sustainability: translating science into practice", *Agriculture, ecosystems and environment* 88, 119-127, 2002.
- [ 34 ] Doran, J. W. "Soil health as an indicator of sustainable management", *Agriculture, ecosystems and environment* 88, 107-110, 2002.
- [ 35 ] Doran, J.W., Safley, M., "Defining and assessing soil health and sustainable productivity, in: Pankhurst, C., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R. (Eds.), biological indicators of soil health", *CAB International, Wallingford, Oxon, UK*, pp. 1-28, 1997.
- [ 36 ] Drost, D., Long, G., Wilson, D., Miller, B., Campbell, W. , "Barriers to adopting sustainable agricultural practices", *Journal of extension* 12-1998 Vol.34, n°6, 1998.
- [ 37 ] Dudeen A. B. , " Land degradation in Palestine: main factors, present status, trends and recommended actions", *Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users' and land owners' prompt actions*, Workshop Proceedings, Adana (Turkey) 2-7 June 2003, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 259-276, 2004.
- [ 38 ] Duhamel C. , "First approximation of a reference land use classification", *Report to the FAO*, FAO Land Use Programme, 1998.
- [ 39 ] Enne G., Pulina G., d'Angelo M., Masala G., " The role of animal grazing behaviour on land degradation in Mediterranean areas", *Agricoltura Mediterranea* 128, pp.126-131, 1998.
- [ 40 ] Enne G., Previtali F., Zucca C. , "GIS techniques and Land Evaluation to prevent and mitigate the impacts of agropastoral activities in Mediterranean environments", *In Enne G., Greppi G. F., Licitra G. Proceedings of the XXXV International Symposium of the Società Italiana per il Progresso della Zootecnia "Produzioni animali di qualità ed impatto ambientale nel sistema mediterraneo"*, (Ragusa Ibla, 25 May). Pp. 93-110, 2000.
- [ 41 ] Enne G., Zucca C. , "Desertification indicators for the european Mediterranean region", *State of the art and possible methodological approaches*. ANPA. Rome, 2000.
- [ 42 ] Ferrara A. (2004) The desertification issues in the Mediterranean European Countries. According to the *DESERTLINKS* Project. <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 43 ] Ferrara A., Leone V., Taberner M. , " Aspects of forestry in the Agri environment", *In: Geeson N.A., Brandt C.J. and Thornes J.B. (Eds) Mediterranean Desertification- A Mosaic of Processes and Responses*, John Wiley & Sons, Chichester,UK., 2002.

- [ 44 ] Fierotti G. ,” I suoli di fronte all’irrigazione con acque anomale”, *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, 48 (1) pp. 179-199, 1999.
- [ 45 ] Fierotti G., Zanchi C. ,”Agricultural practices and soil fertility degradation”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 101-115, 1998.
- [ 46 ] Finke P., Hartwich R., Dudal R., Ibanez J., Jamagne M., King D., Montanarella L. e Yassoglou N., “Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures”, *version 1.1. European Soil Bureau*, European Commission, 1998.
- [ 47 ] Gajda, A.M., Doran, J.W., Wienhold, B.J., Kettler T.A., Picul, J.L., Cambardella, C.A., “Soil quality evaluations of alternative and conventional managements systems of the Great Plains”, *In: Lal, R., Kimble, J.F., Follet, R.F., Stewart, B.A., (Eds), Methods of Assessments of Soil Carbon*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2001.
- [ 48 ] García Gómez J. ,” The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004. <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 49 ] Geocopre s.p.a., “Opere Pubbliche s.p.a.. Alimentazione dell’abitato di Alghero dal Coghinas a Truncu Reale, Progetto esecutivo, in scala 1:10000,” *Ente Sardo Acquedotti e Fognature, Assessorato dei Lavori Pubblici. Regione Autonoma della Sardegna*, 2001.
- [ 50 ] Genesio L., Magno R., Capecchi V., Crisci A., Bottai L., Ferrari R., Angeli L. ,” Integrazione dei dati climatici, telerilevati e socio-economici per la definizione di indicatori di vulnerabilità alla desertificazione”, *Progetto DESERTNET. WP A10 - Azione pilota in Toscana*. In fase di rielaborazione, 2004.
- [ 51 ] Gentile A. R. ,” From national monitoring to European reporting: the EEA framework for policy relevant environmental indicators”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 16-26, 1998.
- [ 52 ] Gilg A.W. , “ Countryside planning”, Second edition. Routledge, London, 1996.
- [ 53 ] Giordano A. , “ Pedologia”, UTET, Torino, 1999.
- [ 54 ] Giordano L. et al., “ Individuazione delle zone sensibili alla desertificazione nella regione siciliana. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio”, *Valutazione e mitigazione della desertificazione nella regione Sicilia: un caso studio ENEA*, novembre 2002: pp 27-47, 2002.
- [ 55 ] Giovannini ,” L’erosione nei terreni percorsi da incendi”, *Atti del Convegno Il ruolo della pedologia nella pianificazione e nella gestione del territorio*, Cagliari, 6-10 giugno, 1995.
- [ 56 ] Girardin, P., Bockstaller C., Van Der Werf H., “Indicators: tools to evaluate the enviromental impacts of farming systems”, *J Sustain Agric 1998*;13:5-21, 1998.
- [ 57 ] Gonzalez Barbera G. ,” The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004. <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 58 ] Green B., “ Countryside conservation”, Third edition. E. 6 FN Spon, London, 1996.
- [ 59 ] Harris, R.F., Karlen, D.L., Mulla, D.J., “ A conceptual framework for assessment and management of soil quality and health”, *in: Doran J.W., Jones, A.J., (Eds), Methods for assessing soil quality. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. # 49. SSSA, Madison, WI, USA*, pp

61-82, 1996.

- [ 60 ] Hurni H. ,” Mitigating the syndromes of desertification: the requirements for transdisciplinary research and information exchange”, *Proceedings of the international workshop held in Alghero*, 9 – 11 October 1999. Edited by Enne G., Peter D., Pottier D., 2001.
- [ 61 ] Iannetta M., “Utilizzo di nuove tecnologie e modelli previsionali per la valutazione delle risorse naturali e dei rischi ambientali in aree marginali (Use of new technology and provisional models for the environmental hazard and natural resources evaluation in the less favoured areas)”, *Documenti del territorio*, Anno XI, N. 34 January-March 1997.
- [ 62 ] Iannetta M., Veramendi C., 2001. “Valutazione della sostenibilità di un intervento di gestione delle acque in un bacino montano”, (a cura di) *GENIO RURALE-Estimo e Territorio*, N. 6, CALDERINI Edagricole, 2001.
- [ 63 ] Iannetta M., “La desertificazione prossima ventura” , (pagg. 61-69), *Villaggio Globale*, Anno VI – N. 23 – Settembre 2003.
- [ 64 ] Iannetta M., Giordano L., Giordano F., Borfecchia F., De Cecco L., Felici F., Martini S., Schino G., “Discriminazione, tramite dati telerilevati e misure a terra, delle aree agricole irrigue e non irrigue della Provincia di Agrigento”, *In: La siccità in Italia. Atti dei Convegni Lincei*, N° 204; pp. 303-312. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 2004.
- [ 65 ] Iannetta M., Borrelli G., Casali O., Bastiani M., Maiorano F., Venerucci V., , “ Esperienze di partecipazione del cittadino nella lotta contro la desertificazione: Il caso della Comunità Montana Collina Materna”, RT/2004/46/BIOTEC; ISSN/0393-3016, 2004.
- [ 66 ] Iannetta M., Borfecchia F., Ciucci L., Compagnone L., Dibari C., Pedrotti F., Schino G., Trotta C., De Cecco L., Martini S., “ Carte della vegetazione reale e della biomassa erbacea del Parco Nazionale dei Monti Sibillini prodotte tramite telerilevamento satellitare”, *Atti del Convegno Internazionale StelvioSettanta*, 8-11 settembre 2005 Parco Nazionale dello Stelvio (in stampa su Colloques Phytosociologiques- XXIX), 2005.
- [ 67 ] Iannetta M., G. Enne, C. Zucca, N. Colonna, F. Innamorato, A. Di Gennaro, “Il progetto Riade: I processi di degrado delle risorse naturali in Italia ed i possibili interventi di mitigazione” *Atti del Convegno*, “Verso una integrazione delle conoscenze tradizionali e nuove tecnologie per la lotta alla siccità e alla desertificazione. Viterbo, 3-5 ottobre 2005.
- [ 68 ] Iannetta M., “ Esperienze dell’ENEA nella lotta alla siccità e alla desertificazione: il progetto RIADE”, *In Atti del Convegno Internazionale “Desertificazione: attori, ricerca, politiche”, MATT e Comitato Nazionale UNCCD (Roma, 20 Novembre 2003)*, Società Geografica Italiana, Roma 2004 (Ricerche e Studi – 14).
- [ 69 ] Iannetta M., Casali O., “ La posizione dei nuovi dieci Paesi aderenti all’Unione Europea nei confronti della convenzione ONU per la lotta alla desertificazione (UNCCD)”, *Agriculture*, Anno LXI, n. 1, 2005.
- [ 70 ] Imeson A.C. ,”Indicators strategies for characterising desertification sensitive areas in regional action programs The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *Second Workshop on Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean*, Troia (Portugal) 6-8 June 2002, pp. 342-357, 2002.
- [ 71 ] Imeson A. C. ,” The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004.

<http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>

- [ 72 ] Gomarasca M. A. , “Introduzione a telerilevamento e Gis per la gestione delle risorse agricole e ambientali”,1997.
- [ 73 ] Irvine B. , “The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004. <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 74 ] Kallergis G.A., “Approaches for increasing and protecting fresh water resources. The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *First Workshop on Sustainable Management of soil and water resources*, Athens (Greece), 15-17 December 2001, pp. 162-186, 2001.
- [ 75 ] Kapur S. et al., “ Soil sealing: the permanent loss of soil and its impacts on land use. The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *First Workshop on Sustainable Management of soil and water resources*, Athens (Greece), 15-17 December 2001, pp. 108-125, 2004.
- [ 76 ] Kapur S., Akça E. ,”Global Assessment of land Degradation”, *Encyclopedia of Soil Science*, Marcel Dekker Pub. USA, 2001.
- [ 77 ] Kapur S., Eswaran H., Akça E., Dinç Kaya Z., Ulusoy R., Bal Y., Tuluhan Y., çelik I., Özcan H.”Agroecological Management of Degrading Coastal Dunes in Southern Anatolia”, *In MEDCOAST '99 – EMECS Joint conference, Land-Ocean Interactions: Managing Coastal ecosystems*, 9-13 Nov. 1999. Antalya Turkey pp. 347-360, 1999.
- [ 78 ] Kar A., Takeuchi K. , “Towards an Early Warning System for desertification”, *In proceedings of the meeting on “Early Warning System by UNCCD ad hoc Panels”*, 4 –8 June 2001, Fuji Yoshida, Yamanashi, Japan. CST. , 2003.
- [ 79 ] Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Shuman, G.E., “ Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation”, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, 4-10, 1997.
- [ 80 ] Kirby M. ,”Physical aspects of soil erosion control. The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *First Workshop on Sustainable Management of soil and water resources*, Athens (Greece), 15-17 December 2001, pp. 50-68, 2004.
- [ 81 ] Kirkby M., N.Geeson. European Union 18882. pp:31-47 ISBN 92-828- 6349-2.
- [ 82 ] Knickel, K., “Changes in farming systems, landscape and nature: key success factors of agri environmental schemes”, *EUROMAB-symposium VIENNA 1999*. OECD, (2000): Environmental indicators for agriculture. Methods and results, 1999.
- [ 83 ] Kosmas C. ,”The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004. <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 84 ] Kosmas C., Ferrara A., Briasouli H., Imeson A., “ Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification”, *In ‘The Medalus project Mediterranean desertification and land use*, Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Edited by: C. Kosmas, 1999.
- [ 85 ] Kosmas C., Kirkby M., Geeson N. ,” The MEDALUS project. Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping

- environmentally sensitive areas to desertification”, *European Commission*, Brussels. Lamsal K., Paudyal G., Saeed M. (1999) Model for assessing impact of salinity on soil water availability and crop yield, 1999.
- [ 86 ] Kosmas C., Kirby M., “Physically based top-down approaches to sensitive areas”, *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*, Second Workshop on Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean, Troia (Portugal) 6-8 June 2002, pp.358-374, 2004.
- [ 87 ] Kosmas C., Tsara M., “Control of soil crusting. The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *First Workshop on Sustainable Management of soil and water resources*, Athens (Greece), 15-17 December 2001, pp.88-104, 2004.
- [ 88 ] Kosmas C., Kirby M., Geeson N., European Commission (1999). “The MEDALUS project Mediterranean Desertification And Land Use”. Project report.
- [ 89 ] Landi L., Ranella G., Nannipieri P., “Indicatori chimici della Qualità del Suolo: il ruolo della sostanza organica”, *Atti del Convegno “Indicatori per la qualità del suolo. Prospettive ed applicabilità.”* Piacenza, 29 marzo 2000. Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Memorie di Scienze Fisiche e Naturali. 118°, Serie V, Vol. XXIV, Parte II. pp. 239-248, 2000.
- [ 90 ] Law K.H., Nichol J., “Topographic Correction for Differential Illumination Effects on Ikonos Satellite Imagery”, *Geo-Imagery Bridging Continents XXth ISPRS Congress*, 12-23 July 2004 Istanbul, Turkey.
- [ 91 ] Le Houerou H.N., “Agroforestry and sylvopastoralism to combat land degradation in the Mediterranean basin: old approaches to new problems”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 33, pp. 99-109, 1990.
- [ 92 ] Louro V., “Report from Portugal. The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *Second Workshop on Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean*, Troia (Portugal) 6-8 June 2002, pp. 228-234, 2004.
- [ 93 ] Louro V., Sequeira E. M., “Indicators of degradation in montados/dehesas”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 126-130, 1998.
- [ 94 ] Lovelli S., Perniola M., Petrizzi N., “L’effetto dei sali nel suolo. Impiego delle acque salmastre in agricoltura”, *Ottimizzazione dell’uso delle risorse idriche, convenzionali e non, in sistemi colturali sostenibili Utilizzo delle acque salmastre in agricoltura*, P.O.M. Programma Operativo Multiregionale Progetto A25 OTRIS “. pp.27-37, 2001.
- [ 95 ] Malagnoux M., Lantieri D., “FAO actions to support the Convention to Combat Desertification”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp.31-36, 1998.
- [ 96 ] Manuale di training realizzato da Advanced Computer System ed ENEA per il Parco Nazionale dei Monti Sibillini.
- [ 97 ] Maracchi G., Di Vecchia A., De Filippis T., Gozzini B., Meneguzzo F., Tarchiani V., Vignaroli P., Zipoli G., “Climatic indicators for desertification monitorino”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 37-44, 1998.

- [ 98 ] Marongiu S., Dear Monidri, “Descrizione del Consorzio di Bonifica della Nurra e delle caratteristiche della distribuzione irrigua”, *Progetto MONIDRI – INEA*, 28 pp. , 2006.
- [ 99 ] MATT (2004) “ Italy National reporting process on UNCCD implementation” .
- [ 100 ] Mather A.S., “ Land use”, Longman, London, 1986.
- [ 101 ] Mitchell B. ,” Resource and environmental management”, Longman, London, 1997.
- [ 102 ] Moreno J.M., “Forest fires: trends and implication in desertification prone areas of Southern Europe”, *Proceedings of the International Conference 29 October-1 November 1996*, Crete (Greece) European Commission Publication, pp.115-150, 1999.
- [ 103 ] Motroni A. et al., “ Carta delle aree sensibili alla desertificazione N. 16 Fogli in scala 1:100.000”, *Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna*, realizzato per conto della Regione Autonoma della Sardegna , 2003. <http://www.sar.sardegna.it/mainpubblicazioni.html?/desertificazione/index.html>
- [ 104 ] Oxley, T., Jeffrey, P., Lemon, M , “Policy relevant modelling: Relationships between water, land use, and farmer decision processes”, *Integrated assessment vol.3*, n°1 pp30-49, 2002.
- [ 105 ] Motroni A., Canu S., Bianco G., Loj G., “Carta delle aree sensibili alla desertificazione (Environmentally Sensitive Areas to Desertification, ESAS)”, 2004
- [ 106 ] Ozdemir M. S., Ceylan C., Ozden M., Komuscu A., Akin A., “Report from Turkey. The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification”, *Second Workshop on Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean*, Troia (Portugal) 6-8 June 2002, pp. 258-275. 2004
- [ 107 ] Pagliai M. , “Soil porosity Aspects. International Agrophysic”, 4, pp. 215 – 232, 1988.
- [ 108 ] Pagliai M., Vignozzi N., “Il sistema dei pori quale indicatore delle qualità strutturali dei suoli”, *Indicatori per la qualità del suolo. Prospettive ed applicabilità*, Atti del Convegno Piacenza, 29 marzo 2000, Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Memorie di Scienze Fisiche e Naturali. 118° , Serie V, Vol. XXIV, Parte II. pp. 229 – 238, 2000.
- [ 109 ] Papanastasis V.P. , “Grazing intensity as an index of degradation in seminatural ecosystems: the case of Psilorites Mountain in Crete”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 146-158, 1998.
- [ 110 ] Papanastasis V. P. , “The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004 <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 111 ] Parisi V., “La qualità bioogica del suolo. Un metodo basato sui microartropodi”, *Acta Naturalia de “L’Ateneo Parmense*, Vol. 37 – NN. 3/4. Pp. 105-114, 2001
- [ 112 ] Perniola M., Tarantino E., “Impiego delle acque salmastre in agricoltura”, *OTRIS Ottimizzazione dell’uso delle risorse idriche, convenzionali e non, in sistemi colturali sostenibili*, P.O.M. Programma Operativo Multiregionale Progetto A25 i, 2001
- [ 113 ] Postiglione L., “Soil salinization in the Mediterranean: Soils, Processes and Implications, in Mediterranean Desertification, a Mosaic of Processes and Responses”, N.A. Geeson, C.J. Brandt and J.B. Thornes (edited by), John Wiley & Sons, LTD, 2002.
- [ 114 ] Pulina G., d’Angelo M., Dettori S., Caredda S., Enne G., “Attività agropastorali e

- degrado ambientale nel bacino del Mediterraneo”, *Genio Rurale*, LIX, 6: pp. 48-53, 1997.
- [ 115 ] Pulina G., d’Angelo M., Enne G., “Agropastoralism and fires in the Mediterranean”, *Case studies of rangeland desertification*, In : Arnalds O., Archer S. (Eds), Iceland Agricultural Research Institute Report 200, pp. 35-40, 1999.
- [ 116 ] Quaranta G., Salvia R. , “The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project* , 2004 <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 117 ] Ragazzi A., Moricca S., Dellavalle I., Turco E., “Italian expansion of oak decline”, *Decline of oak species in Italy: problems and perspectives*, 39-75. In: Ragazzi A., Dellavalle I. (EDS) Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, 2000.
- [ 118 ] Riano D., E. Chuvieco, J. Salas, I. Aguado, “Assessment of Different Topographic Corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types”, *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 41, pp. 1056-1058, n 5, May 2003.
- [ 119 ] Romig, D.E., Garlynd, M.J., Harris R.F., “Farmer based assessment of soil quality: soil health scorecard”, In: *Doran J.W., Jones, A.J., (Eds), methods for assessing soil quality, Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. # 49. SSSA, Madison, WI, USA, pp 39-60, 1996.*
- [ 120 ] Rossi L., Iannetta M., “Desertificazione: un fenomeno in espansione”, *AGRIculture*, FIDAF Anno LVIII n. 1 Gen/Feb 2002.
- [ 121 ] Rossi L., Iannetta M., ,” Il ruolo dell’agricoltura nel contrastare la desertificazione”, *21° Secolo Scienza e Tecnologia*, N.2 2005.
- [ 122 ] Roxo M., Casimiro P. “The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004 <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 123 ] Roxo. M., Simao. A., Stamou. G., Tomasi. N., Usai. D., e Vacca. A. , “The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions”, *Catena*, 29 pp. 45-59. ,1997.
- [ 124 ] Rubio J. L., Gimeno Garcia E., Andreu Perez V. , “Control of secondary soil salinization and nitrate pollution”, *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*, First Workshop on Sustainable Management of soil and water resources, Athens (Greece), 15-17 December 2001, pp. 128-134, 2001.
- [ 125 ] Salvati L., Ceccarelli T., Perini L. , “Un modello di valutazione della vulnerabilità ai fenomeni di *Land Degradation* in Italia”, *CRA – Ufficio Centrale di Ecologia Agraria*, Relazione Tecnica Finale, Convenzione CRA-UCEA/UNICAL nell’ambito dell’AdP 2004 UNICAL-MATT-CNLS
- [ 126 ] Santos Pereira L., “Combating desertification: water conservation and water saving issues in agriculture”, *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*” First Workshop on Sustainable Management of soil and water resources, Athens (Greece), 15-17 December 2001, pp. 138-159.
- [ 127 ] Scarascia Mugnozza, G. T. , “Indicatori per la qualità del suolo. Prospettive ed applicabilità”, *Introduzione al convegno. Atti del Convegno Piacenza, 29 marzo 2000*, Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Memorie di Scienze Fisiche e Naturali. 118° , Serie V, Vol. XXIV, Parte II. pp. 187 – 188, 2000.

- [ 128 ] Sciortino M., Colonna N., Ferrara V., Grauso S., Iannetta M., Svalduz A., “La lotta alla desertificazione in Italia e nel bacino del Mediterraneo 2000”, *Energia Ambiente e Innovazione*, n. 2, 2000.
- [ 129 ] Sciortino M., “Review of existing assessment of sensitive areas in the Northern Mediterranean Region”, *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*, Fifth Workshop on Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean, Roma (Italy) 18-19 November 2003, pp. 847-855, 2004.
- [ 130 ] Sciortino M., Colonna N., Ferrara V., Grauso S., Iannetta M., Svalduz A., “ La lotta alla desertificazione in Italia e nel bacino del Mediterraneo”, *Energia Ambiente e Innovazione*, n. 2, 2000.
- [ 131 ] Selman P. ,” Environmental planning”, Second edition. Sage, London, 2000.
- [ 132 ] Sereni E. , “ Storia del paesaggio agrario italiano”, Laterza, Bari, 2001.
- [ 133 ] Sestini A., “ Il paesaggio. Collana “Conosci l’Italia” “, VII. Touring Cloub Italiano, Milano, 1963.
- [ 134 ] Smith C.S., McDonald G.T., Thwaites, R.N. TIM, “Assessing the sustainability of agricultural land management”, *Journal of Environmental Management*, 60,267–288, 2000.
- [ 135 ] Snel M., Bot A., “Some suggested indicators for Land Degradation Assessment of Drylands”, *Report of the International Workshop on Dryland Degradation Assessment (LADA) Initiative*, FAO, Roma; 5-7 Dicembre 2000.
- [ 136 ] Soil Conservation Service ,” Soil Survey Manual”,430-V, Issue 1. Washington D.C., Department of Agriculture, 1993.
- [ 137 ] Sommer S. , “Assessment of Data Requirements and Availability for Remote Sensing Based Land degradation and Desertification Monitoring in the Mediterranean Basin”, *Proceedings of the International Workshop on the Desertification Convention: Data and Information Requirements for Interdisciplinary Research*. In Enne G., Peter D., Pottier D. [Eds]. Alghero, Italy, 9-11 October 1999. EUR 19496. Luxembourg. ISBN 92-894-1293-3. Pp. 141-146, 2001.
- [ 138 ] Sommer S., Loddo S., Puddu R. , “Indicators of soil consumption by urbanisation and industrial activities”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 116-125., 1998.
- [ 139 ] Sorlini C., Amadio V., “Biodiversity indicators of desertization”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 186-200., 1998.
- [ 140 ] Spooner, B. and Mann, H.S.,. “Desertification and development”, *Dryland ecology in social perspective.*, Academic Press, London., 1982.
- [ 141 ] Szalboles I., “Salt affected soils”, 1989.
- [ 142 ] Thornes J. ,”Mediterranean desertification: the issues. Mediterranean Desertification. Research results and policy implications”, *Proceedings of the International Conference 29 October-1 November 1996*, Crete (Greece) European Commission Publication, pp. 9-17, 1999.

- [ 143 ] Thornes J. B., “Vegetation cover as a control on the impact of global climate change at the regional and local scales: models and their data requirements”, *Proceedings of the International Workshop on the Desertification Convention: Data and Information Requirements for Interdisciplinary Research*, Alghero, Italy, 9-11 October 1999. EUR 19496. Luxembourg. ISBN 92-894-1293-3, pp. 37-49, 2001.
- [ 144 ] Trisorio Liuzzi G., “Using DPSIR framework for land conservation management based on ecosystems assesment”, *Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users’ and land owners’ prompt actions*, Workshop Proceedings, Adana (Turkey) 2-7 June 2003, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 15-34, 2004.
- [ 145 ] Trisorio Liuzzi G., Mairota P., Ladisa G., Grittani R., “A cross-scale perspective on resources degradation assessment in Mediterranean coastal areas, The case of the Apulia (southern Italy) “, *Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users’ and land owners’ prompt actions*. Workshop Proceedings, Adana (Turkey) 2-7 June 2003, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 35-50, 2004.
- [ 146 ] Turkelboom F., Thomas R., La Rovere R., Aw-Hassan A., “An Integrated Natural Resources Management (INRM) framework for coping with land degradation in dry areas”, *Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users’ and land owners’ prompt actions*, Workshop Proceedings, Adana (Turkey) 2-7 June 2003, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 91-110, 2004.
- [ 147 ] Vacca A., Marrone A., “Caratterizzazione tipologica dei fenomeni di desertificazione sinora osservati e studiati in Italia e sviluppo del sistema di riferimento per la rappresentazione sistematica delle tipologie riscontrate”. *Rapporto RIADE Suoli Italia*, (a cura di) Aru A. e Vacca A. In fase di pubblicazione, 2003.
- [ 148 ] Vacca S., Viridis A., Viola A., Aru A., “Indicators of desertification risks and quality indices of water reuse for irrigation”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 66-80, 1998.
- [ 149 ] Vella S.J. , Camilleri S. , “Soil degradation in the Maltese Island: a DPSIR-based national assessment. Ecosystem-based assessment of soil degradation to facilitate land users’ and land owners’ prompt actions”, *Workshop Proceedings, Adana (Turkey) 2-7 June 2003*, MEDCOASTLAND publication IAM Bari, Italy, pp. 229-246, 2004.
- [ 150 ] Viceconte G., “Il sistema idrico in Sardegna. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti”, 72 pp. , 2004.
- [ 151 ] Viel M., Raimondi M., “Space remote sensing for monitoring climatic changes indicators. Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 45-51, 1998
- [ 152 ] Vignozzi N., “Indicatori atti a quantificare alcuni dei principali aspetti di degradazione del suolo”, *Atti del Convegno “Indicatori per la qualità del suolo. Prospettive ed applicabilità*, Piacenza, 29 marzo 2000.
- [ 153 ] Vink, A.P.A. ,” Land use in advancing agriculture”, *Springer-Verlag*, Berlin Heidelberg New York, 2003.
- [ 154 ] Yassoglou N, Giannouloupoulos P., Varelides Y., “Issues of sustainable management of soil and water resources”, *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification. First Workshop on Sustainable Management of soil and water resources*, Athens (Greece), 15-17 December

2001, pp. 18-47, 2004.

- [ 155 ] Yassoglou N., “History of desertification in the European Mediterranean”, *Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 9-15, 1998
- [ 156 ] Yassoglou N. , “Land, desertification vulnerability and management in Mediterranean landscape. Mediterranean Desertification”, *Research results and policy implications*, Proceedings of the International Conference 29 October-1 November 1996, Crete (Greece) European Commission Publication, pp. 87-114, 1999.
- [ 157 ] Yassoglou N., Kosmas C., Liveris S., “Report from Greece: indicators and mapping desertification area in Greece”, *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*, Second Workshop on Identification of Sensitive Areas in the northern Mediterranean, Troia (Portugal) 6-8 June 2002, pp. 250-257, 2004.
- [ 158 ] Zalidis, G., Stamatiadis, S., Takavakoglou, V., Eskridge, K., Misopolinos, “Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology”, *Agriculture, ecosystems and environment*, 88, 137-146, 2002.
- [ 159 ] Zucca C. , “Degradazione dei suoli in ambienti mediterranei soggetti a fenomeni di desertificazione. Sviluppo e test di indicatori”, *Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Agronomia, Coltivazioni Erbacee e Pedologia –ACEP*, 2004.
- [ 160 ] Zucca C. , “The desertification issues in the Mediterranean European Countries”, *According to the DESERTLINKS Project*, 2004.  
<http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 161 ] Zucca C., Solaro S., Previtali F. , “L’approccio micromorfologico per lo studio dei processi di degradazione dei suoli in contesto agropastorale”, *Convegno annuale Società Italiana della Scienza del Suolo. “Suolo e dinamiche ambientali”*, Viterbo 22-25 Giugno 2004. In fase di pubblicazione, 2004.
- [ 162 ] **ALTRE FONTI**
- [ 163 ] AA.VV. ,” Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali”, fonte ANPA, 2001.
- [ 164 ] AA.VV. , “Indicatori di gestione forestale sostenibile in Italia”, fonte ANPA, 2000.
- [ 165 ] AA.VV. ,” Indicatori di desertificazione. Monitoraggio ed azioni di lotta contro la desertificazione nella Regione Mediterranea europea. APAT & NRD”, In fase di pubblicazione, 2004.
- [ 166 ] AA.VV. ,” Study of the existence and use of desertification indicators at the global scale: preparatory activity for AID-CCD: Report for the Mediterranean Countries”, *Eds.: Geeson N, Brandt J. DESERTLINKS Project Office*, King’s College, London. In fase di pubblicazione, 2004.
- [ 167 ] “Acquedotto industriale per l’agglomerato di Porto Torres del nucleo di industrializzazione di Sassari (Prog. SAI – SS – 292), Planimetria in scala 1:5000”, *Cassa per il Mezzogiorno, Servizio Aree e nuclei Industriali*, 1973.
- [ 168 ] “Acquedotto industriale del Coghinas per gli agglomerati di Sassari e Alghero (Prog. SAI – SS – 794), Piano parcellare”, *Cassa per il Mezzogiorno, Servizio Aree e nuclei Industriali, Ufficio Acquedotti della Sardegna*.

- [ 169 ] Biblio carte ESA : [www.clemdes.org](http://www.clemdes.org), [www.riade.net](http://www.riade.net), [www.minambiente.it](http://www.minambiente.it), [www.arpnet.it](http://www.arpnet.it), [www.arpa.emr.it](http://www.arpa.emr.it)
- [ 170 ] Delibera CIPE n. 299/99 - Programma nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione. Legge 183/89 - “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”. Decreto legislativo 152/99 - “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento”.
- [ 171 ] CNR, Direzione Generale del Catasto ,” Carta della utilizzazione del suolo d’Italia in scala 1:200.000”, *Touring Club*, Milano, 1956-1960.
- [ 172 ] CRA – INEA, “Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione”, 2003
- [ 173 ] Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione (1999) “Linee guida del Piano Nazionale per la Lotta Desertificazione” .
- [ 174 ] Comitato Nazionale di Lotta alla Desertificazione , “ Comunicazione Nazionale per la Lotta alla siccità e alla desertificazione”, *A cura del Ministero dell’Ambiente*, 1999.
- [ 175 ] Commission of European Communities, “ CORINE Land Cover, guide technique, Report EUR 12585EN”, *Office for Publications of the European Communities*, Luxembourg, 1993.
- [ 176 ] CORINE – “CORINE Soil Erosion Risk and important Land Resources”, *Commission of the European Communities. Directorate General Environment, Nuclear safety anc Civil Protection*, EUR 13233 EN. Brussels, 1992.
- [ 177 ] Desertlinks Project <http://www.kcl.ac.uk/kis/schools/hums/geog/desertlinks/index.htm>
- [ 178 ] DISMED Project (2003) Italian Cooperation / UNCCD Secretariat / Foundation for Applied Meteorology (FMA) / European Environment Agency (EEA). <http://dismed.eionet.eu>
- [ 179 ] Dismed, “ Map of Sensitivity to Desertification and Drought in the Mediterranean Basin-Italy”, UNCCD, Fondazione di Meteorologia Applicata, CNR-Ibimet, 2003. [http://www.ibimet.cnr.it/Case/dismed\\_products.php](http://www.ibimet.cnr.it/Case/dismed_products.php)
- [ 180 ] European Environment Agency , 2004. <http://www.eea.eu.int>
- [ 181 ] FAO , “ Planning for sustainable use of land resources, Toward a new approach”, *Land and Water Bulletin*, 2. Roma, 1995.
- [ 182 ] FAO , “ World reference base for soil resources”, *World Soil Resources*, Reports n.84, Rome, 1998.
- [ 183 ] Gruppo lavoro Agenda 21, “I° Rapporto sullo stato dell’Ambiente, Città di Alghero”, *Comune di Alghero*, pp. 42-61, 2003.
- [ 184 ] “Il sistema delle acque, Geografia dell’organizzazione dello spazio. Piano Urbanistico Provinciale e Piano Territoriale di Coordinamento”, *Settore XI - Programmazione e Pianificazione Territoriale, Ufficio del Piano. Provincia di Sassari*, pp. 9-100, 2003.
- [ 185 ] INEA, “Schema di distribuzione della risorsa idrica per uso irriguo del Consorzio di Bonifica della Nurra”, *Progetto MONIDRI – INEA*, 2006.
- [ 186 ] International Seminar (Porto Torres, 1998): “Indicators for Assensing Desertification in the Mediterranean” .
- [ 187 ] Ministero dell’Ambiente, Comunicazione Nazionale alla Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta contro la desertificazione nei Paesi gravemente colpiti dalla siccità e/o

- desertificazione, con particolare urgenza in Africa (UNCCD). Comitato Nazionale per la lotta contro la desertificazione. Novembre 1998.
- [ 188 ] Organisation for Economic Co-operation and Development (2004) <http://www.oecd.org>
  - [ 189 ] “Piano d’Ambito, 2002”, *Commissario Governativo per l’Emergenza Idrica. Assessorato Difesa Ambiente e Assessorato Lavori Pubblici. Regione Autonoma della Sardegna.*
  - [ 190 ] Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali National Preliminary,” Map of Italian Areas Prone to Desertification” , 1999.
  - [ 191 ] Progetto CLEMDES, [www.clemdes.org](http://www.clemdes.org)
  - [ 192 ] Progetto Desertnet Toscana, “ Azione pilota in Toscana - Integrazione dei dati climatici, telerilevati e socio-economici per la definizione di indicatori di vulnerabilità alla desertificazione”, *Regione Toscana; Ibimet-CNR (Istituto di Biometeorologia); LaMMA-CRES (Centro Ricerche Erosione Suolo), 2004.*
  - [ 193 ] Progetto Desertnet Calabria, “ Azione pilota in Calabria: –Realizzazione di un Sistema Informativo Geografico ed elaborazione di una cartografia di vulnerabilità alla desertificazione della Regione Calabria”, *Regione Calabria, ARPACal., 2004.*
  - [ 194 ] Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Memorie di Scienze Fisiche e Naturali. 118° , Serie V, Vol. XXIV, Parte II. pp. 275 – 286, 2000.
  - [ 195 ] RIADE (Ricerca Integrata per l’Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione). <http://www.riade.net/>
  - [ 196 ] “Tracciato condotte per uso civile ed uso industriale nell’agglomerato industriale di San Marco (Alghero), in scala 1:25000”, *Consorzio per l’Area di Sviluppo Industriale di Sassari-Porto Torres-Alghero.*
  - [ 197 ] “United nations Convention to combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa”, *UNEP, Geneve, UNEP (1994).* <http://www.unccd.int/> (1994). <http://www.unccd.int/>







Edito dall'ENEA  
Unità Comunicazione  
Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma  
*www.enea.it*

Edizione del volume a cura di Giuliano Ghisu  
Copertina: Bruno Giovannetti  
Stampa: Primaprint (Viterbo)  
Finito di stampare nel mese di ottobre 2006