

# LA VALUTAZIONE DEI SUOLI NELLA PREDISPOSIZIONE DEI PIANI DEI PARCHI NATURALI IN SARDEGNA

SALVATORE MADRAU (\*)

**I**l suolo è una risorsa ambientale risultante dalla continua interazione di alcuni fattori naturali, *substrato, vegetazione, morfologia, clima, organismi viventi*, nel tempo.

Allo scopo classico della pedologia, che consiste nell'inquadrare i tipi pedologici conosciuti all'interno di un sistema di classificazione organizzato (Soil Taxonomy, Legenda FAO-UNESCO della Carta Mondiale dei Suoli, Sistema C.P.C.S., ecc) ricostruendo i processi evolutivi (pedogenesi) a cui i suoli oggetto di classificazione sono stati sottoposti nel tempo, si è aggiunta, spesso superandolo per l'importanza pratica che riveste, la valutazione della capacità e della suscettività d'uso dei suoli che permette di ottenere, nell'ambito di una politica di corretta gestione del territorio, il massimo vantaggio dalle risorse ambientali senza comprometterne la potenzialità.

La valutazione della potenzialità e della suscettività dovrebbe essere effettuata ogni qualvolta in un territorio qualsiasi si procede alla modifica degli indirizzi produttivi (es. introduzione dell'irrigazione o di nuove colture, incremento delle superfici destinate al pascolo o al rimboschimento, ecc), o delle destinazioni d'uso (urbanizzazione, aree industriali, discariche, ecc).

Nel caso specifico della Sardegna, area mediterranea caratterizzata da una notevole complessità morfologica, geologica e climatica, soggetta in questi ultimi anni ad una forte spinta antropica sul territorio con alterazioni di delicati equilibri ecologici, queste valutazioni assumono importanza fondamentale. Dalla Carta dei Suoli della Sardegna alla scala 1:250.000 (Aru et al., 1991) è possibile osservare come il 66,8% della superficie regionale presenti gravi limitazioni alla utilizzazione agricola (classe VI, VIII, VII di Land Capability) e che per il 42,7% circa (sempre riferito alla superficie regionale), le limitazioni sono di natura tale da limitare la stessa destinazione a pascolo (classi VII e VIII di Land Capability).

Per queste ultime superfici, pari a circa 1.028.500 ha, la destinazione ottimale è la selvicoltura finalizzata non tanto alla produzione della sola cellulosa, ma soprattutto al ripristino e alla salvaguardia della vegetazione naturale che costituisce uno degli elementi essenziali tra le risorse naturali

## Abstract

The evaluation of soil potentialities and possible uses is important, when productions and utilizations of a given territory have to be changed.

As far as Sardinia is concerned, which is a Mediterranean area having morphologic, geologic and climatic diversities, and knowing, these last years, an important anthropic flow, which makes its delicate ecologic balances change, these evaluations become more and more important.

## Résumé

*L'évaluation de la potentialité et des possibilités d'utiliser un territoire est une opération de toute première importance, lorsqu'on veut changer les productions et les utilisations du sol en question. Dans le cas de la Sardaigne, une aire méditerranéenne ayant une morphologie, une géologie et un climat très diversifiés, et connaissant, ces dernières années, un flux anthropique accru, qui pourrait changer ses équilibres écologiques si délicats, ces évaluations deviennent bien plus importantes.*



del territorio.

Il raggiungimento e la conservazione di questa condizione di quasi naturalità della vegetazione dovrebbe costituire nell'ambito della realizzazione di un complesso di parchi naturali uno dei punti di forza della politica regionale di sviluppo, economica in generale e turistica in particolare.

## Il concetto di Parco Naturale

Per lungo tempo i parchi nazionali italiani, ma non solo quelli, sono stati considerati come delle vetrine museali di ciò che noi vorremmo fosse il territorio.

Poiché per definizione gli oggetti esposti nei

musei sono intoccabili, questa concezione ha ostacolato sia la creazione di nuovi parchi nazionali sia di quelli regionali e per questi ne ha assai spesso reso difficile l'operatività.

Attualmente il parco naturale ha come finalità essenziale sia la difesa del suolo, frenandone i processi erosivi in atto o potenziali, sia l'instaurazione, anche mediante interventi di rimboschimento, di una vegetazione evoluta in tempi possibilmente più brevi rispetto a quelli naturalmente necessari e, al contempo, permettere la possibilità di realizzare forme culturali che consentano la produzione di beni elementari quali legna, frutti, scorza, funghi, selvaggina, ecc. Il parco deve realizzare delle attività economiche

(\*) Ricercatore confermato presso il Dipartimento di Ingegneria del Territorio alla Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Sassari.

dirette e indirette (turismo, caccia controllata, campeggi, ecc.) che consentano alle popolazioni residenti di ottenere un reddito soddisfacente e al contempo conservare le risorse primarie, bosco, suolo, fauna, paesaggio, ecc, che devono essere ritenute dei beni collettivi stabilmente investiti nel tempo.

Il raggiungimento di questi obiettivi richiede la conoscenza dettagliata delle caratteristiche naturali, sociali ed economiche del territorio oggetto di pianificazione.

Tra le caratteristiche naturali quelle pedologiche rivestono importanza basilare sia ai fini dell'utilizzo agronomico, sia della tutela delle situazioni più vulnerabili, aspetto questo capitale per quelle dove il suolo rappresenta uno dei punti di equilibrio degli ecosistemi.

Si può concludere riportando le linee progettuali indicate dall'Ersal nello studio relativo al parco naturale «Pineta di Appiano Gentile-Tradate» riportate da Vianello G. e Rasio R. (1990):

a) segnalazione, protezione e valorizzazione dei suoli più significativi per storia naturalistica e pedogenetica..... autentici musei viventi e testimoni di una evoluzione durata decine di migliaia di anni e con climi diversi da quelli attuali,

b) indirizzo e tutela delle attività agricole verso le aree agronomiche più vocate con la possibilità di sperimentare produzioni tipiche e/o tecnologie alternative,

c) indirizzi di protezione e conservazione del suolo, prevenendo le attività produttive nelle aree a maggiore dissesto ed erodibilità potenziale,

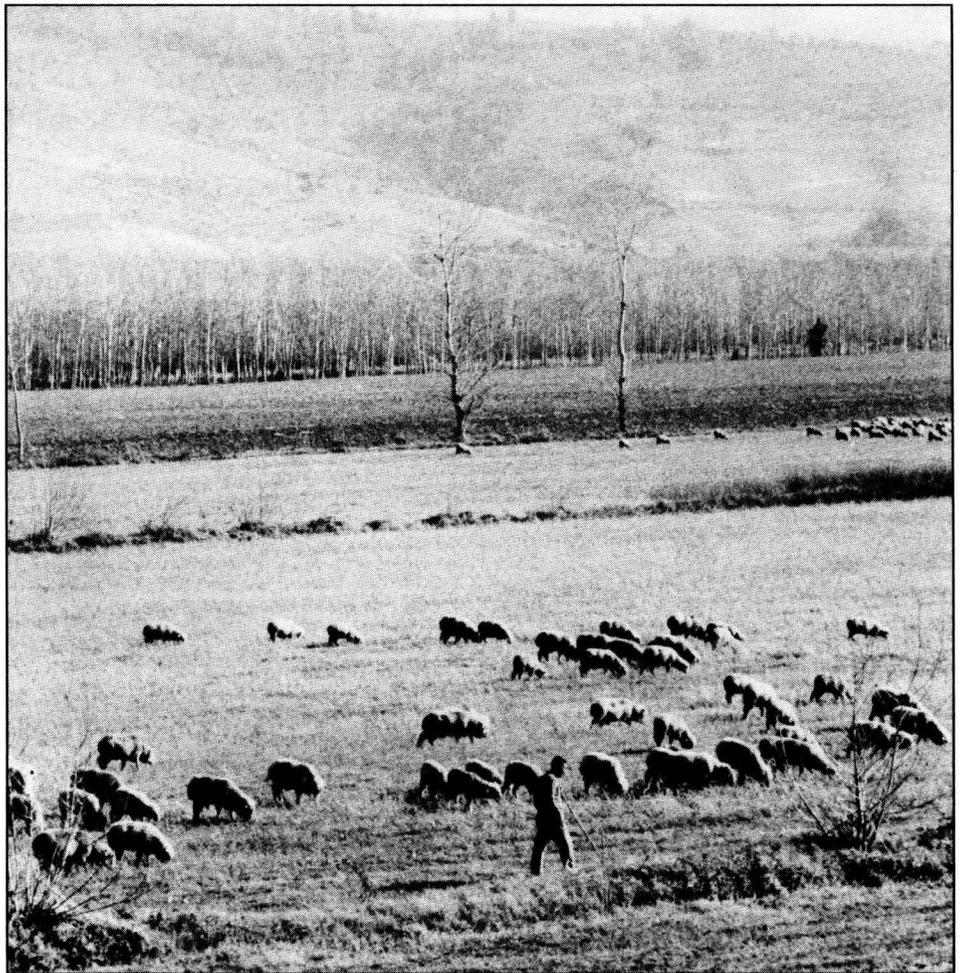
d) recupero, con finalità metodologiche e sperimentali, delle aree degradate, con attività agricole, selvicolturali e ricreative.

## Il processo di valutazione dell'attitudine d'uso

### I sistemi di valutazione

Sono stati proposti negli ultimi anni numerosi sistemi per la valutazione della capacità<sup>(1)</sup> e della suscettività d'uso di un territorio. La valutazione attitudine d'uso di un territorio deve essere multiuso, cioè sempre riferita a più utilizzazioni possibili, es. usi agricoli in generale, irrigazione, rimboscimento, urbanizzazione, usi industriali, discariche, ecc, e per ciascuno di tali usi deve avere, compatibilmente con le conoscenze tecniche attuali e il loro prevedibile progredire, la più estesa possibile validità nel tempo e pervenire alla realizzazione di uno schema di corretta gestione del territorio stesso.

(1) La capacità è sempre riferita ad un uso ampio e generale ed è spesso definita in termini di limitazioni negative. La suscettività è riferita ad un singolo, ben definito e ragionevolmente omogeneo uso o pratica colturale.



Tra i sistemi di valutazione della capacità d'uso che permettono di soddisfare queste richieste il più noto è il *Land Capability System* dell'USDA (Klingebiel A.A. e Montgomery P.H. 1961).

Tra quelli per la valutazione della suscettività d'uso i più noti e diffusi sono l'*Irrigation Suitability Classification* dell'USBR (USBR, 1953), il *FAO Framework for Land Evaluation* (FAO, 1973), il *WoodLand Suitability* dell'USDA (USDA, 1967), e il *FAO Forestry for Land Evaluation* (FAO, 1984). Caratteristica dei sistemi citati è la loro ampia flessibilità d'uso in quanto permettono, modificando o scegliendo opportunamente i parametri di valutazione in funzione delle condizioni morfologiche, pedologiche, socio-economiche, ecc locali, la loro adattabilità a situazioni territoriali tra le più differenti.

Fanno eccezione quelli relativi alla valutazione della suscettività agli usi forestali, che non sono applicabili o lo sono con enormi difficoltà alla situazione complessa e fortemente antropizzata di gran parte dei boschi delle regioni mediterranee in generale e della Sardegna in particolare.

Questi sistemi si basano infatti su valutazioni per tipi pedologici e per essenze forestali caratteristici di altre situazioni climatiche, utilizzano come parametri fondamen-

tali della produttività indici di accrescimento per i quali in Sardegna mancano validi termini di riferimento a causa del degrado dei boschi per pascolo e per ripetuti incendi.

Non esistono schemi di valutazione della suscettività di un territorio a parco naturale che abbiano validità generale e flessibilità d'uso analoga a quelli precedentemente citati.

L'insieme di attività economiche e di destinazione d'uso possibili all'interno di un parco, così come oggi questi vengono concepiti, impone di realizzare degli schemi differenti per ogni situazione territoriale.

Anche per la individuazione delle aree destinabili a parco non esistono degli schemi rigorosamente prefissati. Infatti se si escludono le situazioni che scaturiscono da una precisa indicazione politica, in condizioni ordinarie di programmazione territoriale vengono destinate all'uso paesistico-ricreativo tutte quelle situazioni dove l'attività agronomica e quella silvopastorale presentano, generalmente per evidenti motivi morfologici, notevoli limitazioni alle attività produttive per cui vengono ascritti alle classi VII e VIII degli schemi di Land Capability o alle classi N1 e N2 di quelli di Land Suitability.

## I suoli delle aree marginali in Sardegna

Gran parte delle superfici marginali della Sardegna sono state in tempi più o meno recenti oggetto di intervento antropico, venendo destinate, in funzione di particolari condizioni di mercato o situazioni politiche, alle colture cerealicole, al pascolo, al taglio del bosco e della macchia con successivo rimboschimento, alle stesse colture irrigue.

La loro messa a coltura ha comportato la distruzione del bosco o più comunemente della macchia, con metodi e mezzi il più delle volte non corretti ed inadeguati, con perdita della fertilità delle superfici accompagnata da fenomeni erosivi spesso non più controllabili. Se oltre a questa complessità di origine antropica si considerano le notevoli variazioni microclimatiche e morfologiche che in ambiente mediterraneo è possibile osservare anche su superfici di modesta ampiezza, appare evidente come non sia possibile tracciare, in questa sede, un quadro dettagliato dei possibili tipi pedologici riscontrabili nelle aree marginali.

È comunque possibile ascrivere la maggior parte di tali suoli ai seguenti grandi gruppi (Soil Taxonomy, 1975):

**Xerorthents:** sono dei suoli poco evoluti, osservabili su qualsiasi substrato e morfologia. Sono frequentemente associati a roccia affiorante e a pietrosità superficiale. Il profilo è di tipo AC e la potenza è modesta. Ricchi in scheletro hanno una tessitura variabile dalla franco-sabbiosa alla argilloso-franca. Sono prevalentemente diffusi su superfici dalle pendenze accentuate e/o prive o quasi prive di copertura vegetale e comunque sempre soggette a gravi processi erosivi.

I sottogruppi possibili sono i Typic, Lithic, Dystric.

**Haplumbrepts:** sono dei suoli osservabili alle quote medio alte in presenza di una morfologia accidentata, di un substrato acido e di una fitta copertura vegetale. Spesso associati a rocciosità affiorante e a pietrosità superficiale. Hanno un profilo di tipo AC o ABwC e la loro potenza può variare da pochi cm a qualche dm. Sono caratterizzati dalla presenza di un orizzonte umbrico<sup>(2)</sup> spesso sovrastato da accumulo di sostanza organica, foglie, frustoli legnosi, ecc., a diverso grado di alterazione.

Questi suoli potrebbero essere considerati come la fase climacica dei boschi e della macchia in presenza di un substrato acido. I sottogruppi possibili sono Lithic, Typic, Entic, Andic.

**Calcixerolls:** possono essere osservati, su morfologie collinari non accidentate in presenza di un substrato costituito da calcari, calcari arenacei, calcari marnosi, sotto una fitta copertura vegetale. La presenza di roccia affiorante, di pietrosità superficiale, e la loro potenza sono in funzione diretta del tipo di substrato. Il profilo è di tipo AC o ABwC, ed è caratterizzato dalla presenza di un orizzonte mollico<sup>(3)</sup> di colore scuro e di notevole spessore e da un elevato contenuto in calcare.

Questi suoli, come osservato per il gruppo precedente, potrebbero essere considerati come la fase climacica dei boschi e della macchia sui substrati calcarei. I sottogruppi più diffusi sono Typic e il Lithic.

**Xerochrepts:** possono essere osservati a qualsiasi altitudine su morfologie dalle pianeggianti alla collinare, in presenza di qualsiasi substrato. Il contenuto in roccia affiorante, la pietrosità superficiale, la potenza del profilo sono in funzione del substrato e della morfologia. Il profilo è di tipo ABwC con potenze variabili da qualche dm a oltre 1 m. Lo scheletro è modesto, la tessitura può variare dalla sabbioso-franca alla argillosa. Sono in associazione o in complesso con suoli ascrivibili ai grandi gruppi degli Haplumbrepts e dei Haploxerolls<sup>(4)</sup>. Questi suoli rappresentano la fase climacica nel caso di superfici in cui i processi erosivi sono limitati o assenti per la presenza di una buona copertura vegetale.

I sottogruppi più comuni sono Typic, Lithic, Calcixerollic, Andic, Dystric.

**Rhodoxeralfs:** sono presenti a qualsiasi altitudine su morfologie da pianeggianti a collinare accidentata su un substrato costituito da calcari cristallini. Sono sempre associati alla roccia affiorante. Il profilo è di tipo ABtC con l'orizzonte A spesso fortemente eroso o assente completamente. Lo scheletro è generalmente assente. La tessitura varia dalla franco-argillosa alla argillosa. Non sono calcarei. I processi erosivi sono in funzione del grado di copertura vegetale.

I sottogruppi più diffusi sono Lithic e il Typic.

<sup>(2)</sup> È un orizzonte di superficie di colore scuro, con un tenore di sostanza organica >1%, dalla aggregazione grumosa fine, la saturazione in basi è <50%, è povero in azoto (C/N>17), il contenuto in P205 solubile in acido citrico all'1% è <250 ppm.

<sup>(3)</sup> Simile all'orizzonte umbrico da cui differisce per la natura del substrato per la saturazione in basi sempre >50%, per il maggiore contenuto in azoto (C/N<17).

<sup>(4)</sup> Simili ai Calcixerolls, ma non sono calcarei in tutto il profilo.

## La valutazione dei suoli in Sardegna

Anche per la Sardegna la necessità di una corretta politica di programmazione delle attività produttive in campo agricolo, ma non solo in quello, e degli interventi pubblici di sostegno ha imposto la necessità di elaborare delle normative per la valutazione della capacità e della suscettività d'uso dei suoli regionali.

Per quanto riguarda l'irrigazione, nell'ambito del Piano Acque regionale Aru A. et al. (1986) hanno proceduto alla classificazione e alla valutazione dei suoli delle aree potenzialmente irrigabili dell'isola.

A partire dal 1988 la collaborazione tra l'Ente di Trasformazione Agricola Regionale, Ersat, del Centro Agricolo Regionale, Cras, della Azienda Foreste Demaniali e delle due Università di Sassari e Cagliari ha portato alla formazione di alcuni gruppi di lavoro finalizzati allo studio e alla definizione di schemi, definiti *Direttive*, per la valutazione della capacità all'utilizzazione agricola e della suscettività al pascolo e alla forestazione.

Di tali Direttive sono state pubblicate e in parte verificate sperimentalmente solo quelle relative ai pascoli (Ersat, 1988; Aru A. et al., 1989; Madrau S., 1990). Le Direttive per la valutazione della attitudine agli usi agricoli e per la suscettività alla forestazione sono state presentate al convegno sulla *Difesa del suolo in ambiente mediterraneo* (Ersat, 1990). La loro verifica sperimentale è prevista a partire dalla primavera 1991.

### Le Direttive

Le Direttive proposte hanno come modello il FAO Framework for Land Evaluation. I livelli di valutazione proposti sono quattro, più precisamente l'ordine, la classe, la sottoclasse, l'unità di capacità, o di suscettività, d'uso.

Gli ordini riconosciuti sono due *adatto* e *non adatto*, rispettivamente indicati con le lettere maiuscole *S* e *N*.

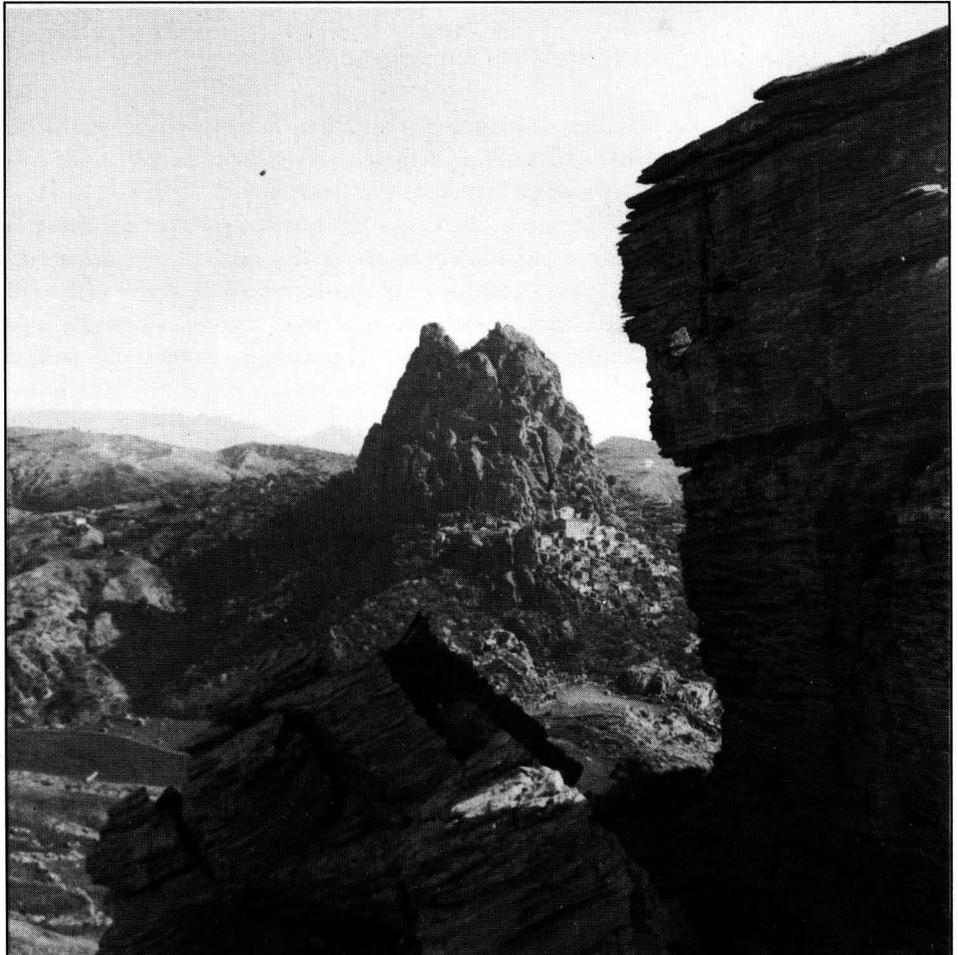
All'ordine *S* sono ascritte in tre classi le superfici che, sia pure con limitazioni d'uso crescenti sono adatte all'uso proposto. All'ordine *N* sono ascritte in due classi quelle superfici le cui limitazioni sono di natura o gravità tale da non poter essere eliminate o ridotte per costi eccessivamente elevati o per difficoltà tecniche assolutamente non superabili.

Le classi sono indicate con un numero arabo suffisso alla sigla dell'ordine, ovvero S1, S2, S3, N1, N2.

Le sottoclassi indicano, utilizzando non più di due lettere minuscole suffisse al simbolo della classe, la natura delle principali limitazioni all'uso, es. S2w, S3t, N1es. Si ricorda che fa eccezione la classe S1 che per definizione è priva di sottoclassi.

Con le unità di capacità o di suscettività d'uso vengono invece quantificate le limitazioni o gli interventi necessari per ridurle o eliminarle. Vengono indicate con dei numeri romani suffissi al simbolo della sottoclasse, es. S3w-3.

Si ricorda che, come già indicato, le super-



fici che (salvo diverse indicazioni politiche) sono destinabili ad attività paesaggistico ricreative, ricadono generalmente nelle classi N2 o più raramente N1.

Elemento caratterizzante delle Direttive è che la valutazione non è uniforme per tutto il territorio regionale ma varia in ciascuna delle 9 unità fisiografiche o di paesaggio fondamentali, riconosciute sulla base della legenda della Carta dei Suoli della Sardegna alla scala 1:250.000 (Aru A. et al. 1991).

Al momento si ritiene che i paesaggi fondamentali più adatti alla realizzazione di parchi naturali siano i seguenti:

- 1) Paesaggi su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico, Mesozoico e Miocene e relativi depositi di versante
  - 2) Paesaggi su metamorfiti del Paleozoico e relativi depositi di versante
  - 3) Paesaggi su rocce intrusive del Paleozoico e relativi depositi di versante
  - 4) Paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, ignimbriti, rioliti, riodaciti) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e relativi depositi di versante
  - 5) Paesaggi su rocce effusive basiche (basalti e basalti andesitici) del Pliocene superiore e del Pleistocene e relativi depositi di versante
  - 6) Paesaggi su sabbie eoliche dell'Olocene.
- Questo elenco non significa assolutamente che la destinazione a parco naturale sia vietata per altre unità di paesaggio quali per es

le alluvioni recenti o quelle pleistoceniche, ma si è tenuto che nelle unità escluse, generalmente interessanti le pianure e la media collina, esiste, indipendentemente dalla loro potenzialità, la maggiore pressione agraria, per cui la destinazione a parco naturale anche così come precedentemente definito appare difficilmente proponibile e realizzabile.

### Le qualità del territorio

Le tre Direttive utilizzano per la valutazione alcune qualità del territorio, qualità intese come *proprietà la cui presenza comporta una differenziazione nella valutazione della attitudine di un territorio ad un determinato uso. Esse possono essere espresse sia in termini positivi che negativi e possono avere influenza sulle categorie e i tipi di utilizzazione possibili.*

Delle qualità considerate alcune sono comuni a tutte le unità fisiografiche: esposizione, pendenza, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, grado di copertura arborea o della macchia, profondità del suolo, tessitura, permeabilità, idromorfia, saturazione in basi, carbonio organico, durata del periodo arido. Altre, quali profondità dell'orizzonte calcico, contenuto in carbonati, rischi di inondazione e larghezza della superficie in metri ai fini della lavorabilità con mezzi meccanici, interessano solo alcune unità.

Tabella 1		<b>Campo di variabilità delle qualità per l'unità fisiografica relativa al paesaggio sulle rocce intrusive del Paleozoico e relativi depositi di versante nelle Direttive per la valutazione della attitudine agli usi agricoli.</b>				
		S1	S2	S3	N1	N2
Pendenza	%	0-2	2-6	6-12	12-30	>30
Roccosità	%	assente	0-2	2-10	10-25	>25
Pietrosità	%	<0,1	0,1-1,0	1-3,0	>3,0	
Copertura arborea o macchia	%	<2	2-10	10-25	>25	
Profondità cm						
<600 m		>60	60-40	40-20	<20	
>600 m		>40	40-20	<20		
Tessitura		F, FA, FAS	FS, FS fine FA	FS grossol. SF, S ciott.	qualsiasi	qualsiasi
Permeabilità		normale	moderatam. rapida o moder. lenta	da moder. rapida a rapida	rapida	
Idromorfia		assente	temporanea	temporanea	permanente 1	permanente 2
Saturazione basi	%					
<600 m slm		>50	50-35	<35		
>600 m slm		50-35	35-20	<20		
Carbonio org.	%	>2,0	2,0-1,5	1,5-1,0	<1,0	
Durata del periodo arido gg (7/10 anni)		≤60	60-90	≥90		
Acqua utile	%	>15	15-10	10-8	<8	

Tabella 2		<b>Campo di variabilità delle qualità per l'unità fisiografica relativa al paesaggio sulle rocce intrusive del Paleozoico e relativi depositi di versante nelle Direttive per la valutazione della attitudine agli usi agricoli.</b>				
		S1	S2	S3	N1	N2
Pendenza	%	0-5	5-20	20-40	40-70	>70
Roccosità	%	0-1	1-10	10-30	30-70	>70
Pietrosità	%	0-5	5-10	10-50	50-80	>80
			rimovibile	rimovibile	parzialmente rimovibile	non rimovibile
Profondità cm		>60	60-40	40-20	20-10	<10
Tessitura		F, FA	FS, FS fine FA	FS grossol. SF, S ciott.		S, S ciott.
Permeabilità		da buona a moderatam. buona	scarsa	molto scarsa		
Idromorfia		da scarsa a moderata	moderata	alta	permanente 1	permanente 2
Saturazione basi	%	>50	50-35	<35 modificabile		
Carbonio org.	%	>1,5	1,5-1	<1		
Durata del periodo arido gg (7/10 anni)		≤60	60-90	≥90		
Acqua utile	%	>15	15-10	10-8	<8	

Le qualità del territorio sono facilmente misurabili o stimabili sia in campagna che in laboratorio.

In particolare per le caratteristiche pedologiche si fa riferimento per la loro definizione, stima e misurazione alle *FAO Guidelines for soil profile descriptions* (FAO, 1977), ai *Metodi normalizzati di analisi dei suoli* (SISS, 1985) e alla *Guida pratica per il rilevamento delle caratteristiche pedoagronomiche dei terreni* (Romano E., Mecella G., Boll. I.N.S.P., 1982). Per le caratteristiche del territorio si fa riferimento alla cartografia IGM al 25.000 e alla cartografia e alla legenda della Carta Geologica d'Italia del

Servizio Geologico Nazionale e infine, per i dati climatici, agli Annali Idrologici del Genio Civile o agli annuari ISTAT.

Per ciascuna qualità sono stati predisposti i range di ampiezza e di variabilità per ciascuna classe. Tali range di ampiezza o di variabilità sono differenti per i diversi usi ipotizzati come mostrano le **tabelle 1 e 2** relative alla unità fisiografica dei paesaggi su rocce intrusive del Paleozoico e relativi depositi di versante.

## Conclusioni

La metodologia di valutazione delle attitudi-

dini dei suoli applicata al caso della predisposizione dei piani dei parchi naturali è allo stato attuale in grado di fornire un'immagine sufficientemente corretta della potenzialità di queste aree marginali alla utilizzazione agricola ma in grado di fornire un reddito sufficiente se destinate a usi ricreativi e paesaggistici.

Pur essendo la metodologia corretta devono essere necessariamente sottoposti a verifica sperimentale a causa della complessità degli aspetti geologici, morfologici, pedologici e agronomici dell'isola, alcuni dei parametri di valutazione, le qualità, proposte.

Inoltre a conclusione di queste note si deve sottolineare come per realizzare una descrizione esauriente e scientificamente corretta di un territorio e di tutte le sue risorse, qualunque sia la destinazione d'uso in progetto (e quindi non solo i parchi naturali), il quadro della potenzialità o della suscettività dei suoli rappresenti un contributo che deve integrare e deve essere integrato dalle valutazioni e dagli studi di esperti degli altri settori naturalistici, agronomici, sociali, economici, ingegneristici, storici.

Esempi di questo studio multidisciplinare sono rappresentati da alcuni Piani Paesistici predisposti per la Regione Autonoma della Sardegna negli anni 1988-89 a cui si rimanda per gli approfondimenti.

## Bibliografia

- Aru A. et al. (1986): *I suoli delle aree irrigabili della Sardegna*. Regione Autonoma della Sardegna, Piano Generale delle Acque. Cagliari.
- Aru A., Baldaccini P., Loj G. (1989): I suoli: caratteristiche che determinano la loro marginalità e la loro valutazione per il pascolo. In *Sistemi Agricoli Marginali. Lo scenario Marghine - Planargia*, a cura di Idda L. Sassari.
- Aru A., Baldaccini P., et al. (1991): *Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250000*. Dip. Scienze della Terra - Assess. Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio Reg. Aut. Sardegna. Cagliari.
- Aru A., Baldaccini P., et al. (1991): *Nota illustrativa alla carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250000*. Dip. Scienze della Terra - Assess. Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio Reg. Aut. Sardegna. Cagliari.
- F.A.O. (1973): *A Framework for Land Evaluation*. Draft ed. Roma.
- F.A.O. (1975): *Guidelines for soil description*. Roma.
- F.A.O. (1984): *Forestry Land Evaluation*. Fao Forestry Bull. n. 48 Roma.
- Klingebiel A.A., Montgomery P.H. (1961): *Land-capability classification*. U.S. Dept. of Agriculture, Agriculture Handbook n. 210, Washington D.C.
- Madrau S. (1990): *Valutazione della attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna. I territori comunali di Gavoi e Lodine (Nu)*. Atti Ist. Geopedologia e Geol. Appl. Vol. 6, 125-165, Sassari.
- Mc Rae S.G. e Burnham C.P. (1981): *Land Evaluation*. Clarendon Press, Oxford.
- Romano E., Mecella G. (1982): *Guida pratica per il rilevamento delle caratteristiche pedoagronomiche dei terreni. Elementi di agroclimatologia e valutazione della produttività ambientale*. Boll. Ist. Sup. Nutrizione Piante, Roma.
- S.I.S.S. (1985): *Metodi normalizzati di analisi dei suoli*. Boll. n. 10, Firenze.
- Soil Survey Staff. Soil Conservation Service U.S.D.A., 1975 - *Soil Taxonomy*. Agriculture Handbook n. 436, 1st ed. Washington D.C.
- U.S. Dept. of Agric. (1967): *Developing soil-woodland interpretation*. Soil Memorandum n. 26. Washington D.C.
- U.S. Bureau of Reclam. (1953): *Bureau of reclamation manual. Vol. V Irrigated Land Use. Part 2, Land Classification*. U.S. Dept. Interior, Washington D.C.