

Nucleo Ricerca Desertificazione - Università di Sassari

ERSAT - Ente Regionale di Sviluppo e Assistenza Tecnica in Agricoltura

Modello

per la valutazione della attitudine

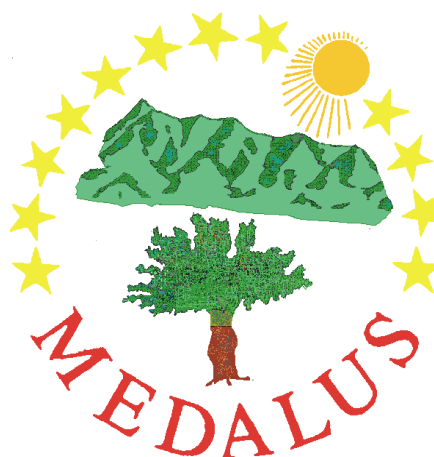
al miglioramento dei pascoli

dei suoli della Sardegna



ERSAT

**ENTE REGIONALE DI SVILUPPO E
ASSISTENZA TECNICA IN AGRICOLTURA**



Sassari -settembre 1998

Modello per la valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli dei suoli della Sardegna

Madrau S.* , Loj G.** , Baldaccini P*.,

Studio realizzato nell'ambito dei:

- programma Operativo Plurifondo (POP), Regolamento 2052/88. Misura 8.5.3. Sottoprogetto Valorizzazione delle risorse naturali. Censimento dei terreni a pascolo. Valutazione della attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna.

. Mediterranean Desertification and Land Use – MEDALUS III. progetto 1UE contratto n. ENVA –CT95-0115

* - Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Nucleo Ricerca Desertificazione, Università di Sassari

** - ERSAT Cagliari

PREFAZIONE

Negli ultimi decenni importanti Conferenze delle Nazioni Unite (UNCED, 1992; UNEP, 1994) hanno richiamato l'attenzione pubblica mondiale sul degrado ambientale. Questo problema riveste un carattere globale ed è particolarmente accentuato nei Paesi in via di sviluppo, sebbene esso stia gradualmente interessando anche quelli ad economia più avanzata. Infatti, nei Paesi europei che si affacciano nel bacino del Mediterraneo (Portogallo, Spagna meridionale, Italia meridionale e insulare, Grecia) i fenomeni di degradazione delle terre hanno, in alcuni casi, già raggiunto uno stadio irreversibile.

In queste aree il rischio di desertificazione è dovuto non solo alle particolari condizioni fisico-climatiche, ma anche alla progressiva intensificazione dell'attività antropica, che ha profondamente modificato ecosistemi già intrinsecamente fragili. Tra i fattori che hanno contribuito alla sempre maggiore diffusione di fenomeni di degrado, le attività agropastorali rivestono una importanza fondamentale.

Il problema del degrado ambientale causato dalle attività agropastorali è particolarmente pressante nell'ambiente mediterraneo sia per le sue peculiari caratteristiche climatiche, sia per l'importanza che il pascolamento riveste nella economia agricola dei Paesi mediterranei.

L'Unione Europea si è dimostrata sensibile alle problematiche ambientali finanziando programmi di ricerca specifici volti alla conoscenza dei processi di degradazione per la formulazione di direttive finalizzate alla loro mitigazione.

A questo proposito, nel Quarto Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo - Programma Ambiente e Clima, la Commissione Europea ha individuato tra le tematiche prioritarie lo studio di tecnologie per la prevenzione e riduzione dei rischi naturali, (European Commission, 1997).

Negli ultimi anni l'Università degli Studi di Sassari con il Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione (NRD) ha avviato un progetto di ricerca multidisciplinare finalizzato allo studio dell'impatto delle attività antropiche sull'ambiente nell'ambito di un vasto programma di ricerca (Mediterranean Desertification And Land Use - MEDALUS) condotto a livello comunitario. Tra le tematiche affrontate particolare importanza riveste lo studio dell'impatto delle attività agropastorali in Sardegna.

Tra gli output dell'attività di ricerca svolta nel progetto MEDALUS si inserisce il presente lavoro, la cui finalità principale è stata la predisposizione di una efficace metodologia di valutazione della attitudine dei suoli della Sardegna agli interventi di miglioramento dei pascoli.

L'applicazione del modello di valutazione proposto nelle pagine successive, può permettere, sia ai tecnici del settore che a coloro che si occupano di programmazione territoriale, una obiettiva individuazione – dall'ambito aziendale a quello di area vasta – delle situazioni a differente potenzialità e quindi la predisposizione di interventi tecnici ed economici che tengano effettivamente conto dei diversi "paesaggi" dell'Isola.

è nostro auspicio che l'applicabilità di questo modello possa essere in futuro estesa ad un più ampio ambito mediterraneo e possa costituire uno degli strumenti di controllo del degrado ambientale di questa regione.

Prof. Giuseppe Enne
Coordinatore del Nucleo Ricerca Desertificazione Università di Sassari

1 - Premessa

Obiettivo del *Modello per la valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli* presentato in queste pagine è la realizzazione di uno strumento operativo ai fini di una corretta e obiettiva valutazione della attitudine dei suoli al pascolo e al loro miglioramento all'interno di un progetto complessivo di incremento della produttività del territorio e della conservazione e difesa della risorsa suolo.

L'applicazione del modello può permettere infatti la individuazione, con un livello di dettaglio variabile dall'area vasta all'aziendale in funzione delle informazioni disponibili, le situazioni territoriali a differente risposta agli input produttivi finalizzati al miglioramento dei pascoli e quindi alla loro successivo razionale utilizzo.

Questo modello rappresenta una applicazione alle peculiarità del territorio sardo e dei suoli pascoli del più noto *Framework for Land Evaluation* (FAO, 1976) e del successivo *Guidelines: Land Evaluation for Extensive Grazing* (FAO, 1988).

Essi rappresentano i due strumenti utilizzati a livello mondiale nella programmazione dello sviluppo delle aree agricole e delle superfici a pascolo.

Il vantaggio della metodologia FAO e di quelle da esse derivate è la sua obiettività in quanto l'articolazione nei diversi livelli di valutazione e dei relativi giudizi si basa fondamentalmente su attributi del territorio che possono essere misurati direttamente in campo o ottenibili dalle analisi pedologiche comunemente eseguite o, infine facilmente ottenibili dalla cartografie ufficiali.

Un ulteriore vantaggio è rappresentato dal fatto che essendo questi attributi riferiti agli aspetti fisici del territorio, essi possono essere considerati come permanenti e quindi pienamente riutilizzabili quando il mutare delle situazioni economiche dovessero imporre nuove valutazioni. Questo aspetto è fondamentale soprattutto ai fini della impostazione di procedimenti di valutazione e di cartografia automatizzati (GIS).

Inoltre la scelta degli attributi utilizzabili ai fini della valutazione della suscettività ad un determinato uso, gruppo di colture o singola coltura agraria può variare da territorio a territorio in funzione delle sue specifiche caratteristiche, permettendo quindi una valutazione effettivamente rispondente alla specificità fisica e socio-economica degli stessi territori.

In particolare l'applicazione di questo nostro modello potrà permettere la individuazione, sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio, delle diverse situazioni di potenzialità produttiva delle aree soggette a miglioramento pascoli. L'individuazione di queste aree rappresenta lo strumento indispensabile agli zootecnici per una corretta impostazione dei carichi animali e dei turni di pascolamento e agli economisti per formulare un giudizio di convenienza basato sulla potenzialità reale delle territorio e delle aziende. Con il contributo di questi specialisti sarà quindi possibile giungere alla realizzazione nell'Isola di gerarchia di priorità di intervento e di disponibilità delle risorse economiche pubbliche concentrandole la dove è ipotizzabile la massima risposta produttiva.

2 - Importanza della attività pastorale per l'economia della Sardegna

Per giustificare i motivi che hanno portato in questi anni la nostra attenzione verso la predisposizione di un modello di valutazione della attitudine del territorio regionale al

	superfici a pascolo ha		patrimonio zootecnico: numero di capi				
			ovini	bovini	caprini	suini	equini
1° censimento Generale dell'Agricoltura, 1961	1.482.629	2.356.291	231.131	321.757	93.778	56.344	3.059.301
2° censimento Generale dell'Agricoltura, 1970	1.328.047	2.153.226	273.050	250.697	206.769	32.578	2.916.320
3° censimento Generale dell'Agricoltura, 1982	929.807	2.375.041	287.798	226.615	216.791	23.455	3.129.700
4° censimento Generale dell'Agricoltura, 1991	789.499	3.131.647	286.840	228.735	258.102	17.756	3.923.080

	% categoria su carico animale complessivo					
	ovini	bovini	caprini	suini	equini	Totale
1° censimento Generale dell'Agricoltura, 1961	77,02	7,56	10,52	3,07	1,84	100,00
2° censimento Generale dell'Agricoltura, 1970	73,83	9,36	8,60	7,09	1,12	100,00
3° censimento Generale dell'Agricoltura, 1982	75,89	9,20	7,24	6,93	0,75	100,00
4° censimento Generale dell'Agricoltura, 1991	79,83	7,31	5,83	6,58	0,45	100,00

Tabella 1 - Censimenti Generali dell'Agricoltura anni 1961 - 1991: dati riepilogativi delle superfici a pascolo e del carico animale nella regione Sardegna

miglioramento dei pascoli, si ritiene opportuno illustrare brevemente l'importanza che il pascolo e la pastorizia hanno nel paesaggio agricolo ed economico della Sardegna.

Il pascolo ha rappresentato per l'isola (Le Lannou, 1979), la destinazione d'uso prevalente per tutte quelle aree dove la morfologia, il clima, la copertura vegetale e il suolo le rendeva inadatte ad un uso agricolo intensivo: cerealicoltura, olivo, vite, agrumi, colture ortive.

Venivano destinate al pascolo anche la gran parte di quelle aree, soprattutto di proprietà pubblica o collettiva - i cosiddetti *comunali* - dove gli usi civici locali impedivano una qualsiasi destinazione diversa dalla cerealicoltura in rotazione al pascolo. Un esempio di questa destinazione è rappresentato dal *viddazzone* ripetutamente citato dagli storici dell'ottocento.

A queste aree, quasi sempre diffuse in situazioni di media e alta collina, devono aggiungersi quelle di pianura, Campidano, Nurra, Logudoro, ecc., che durante la stagione estiva erano soggette al pascolo delle stoppie o che erano interessate da rotazioni da biennali a quadriennali, nel cui ciclo era previsto un turno di riposo a pascolo. Erano queste le superfici su cui gravava la gran parte delle transumanze stagionali.

Questa situazione ha caratterizzato il paesaggio agrario sardo fino ai primi anni 60. A partire da questo periodo è iniziato a venire meno il ricambio generazionale degli operatori agricoli e dei pastori.

Le migrazioni verso il continente ma soprattutto quelle interne verso le aree metropolitane e industriali hanno portato all'abbandono di vaste superfici di interesse agrario in tutta l'Isola.

Contemporaneamente la politica regionale finalizzata alla creazione e alla estensione della proprietà diretta delle terre ha messo a disposizione ingenti finanziamenti pubblici.

Questa massa monetaria ha permesso ai pastori e agli allevatori l'acquisto di vaste superfici fino ad allora sfuggite alla occupazione permanente dei pascoli, modificando quindi il paesaggio e i modelli di destinazione d'uso del territorio che si erano create - spesso in condizioni di conflitto - nel corso dei secoli.

Le maggiori disponibilità economiche, il crescere del livello tecnologico del settore agropastorale hanno accelerato la naturale diminuzione del numero degli addetti presenti nel settore ma al contempo hanno permesso l'incremento del carico animale gravante sui pascoli e quindi di produttività complessiva degli stessi. L'incremento del carico animale nelle situazioni di marginalità al pascolo - cioè di quelle al limite della condizione di *arabile* descritta successivamente ¹ - è stata ed è la causa principale del degrado di queste aree. Pulina e Cappio-Borlino (1998), sottolineano come sia la specializzazione verso la produzione del latte dei piccoli ruminanti a fare sì che l'allevatore abbia costante necessità di foraggi freschi per gran parte dell'anno, particolarmente di erbe da pascolo, senza le quali non sarebbe possibile ottenere produzioni significative. È questa necessità che costringe l'allevatore a mantenere inerbato lo stesso pascolo e ad estenderne la superficie interessata attraverso le classiche pratiche della aratura e dell'incendio, che sono causa diretta dei gravi fenomeni di degrado.

Senza questa costante pressione antropica - non animale - sul pascolo, queste superfici tenderebbero naturalmente, in ambiente mediterraneo, ad evolversi verso formazioni a sclerofille (macchia - foresta).

Una conferma a quanto affermato dai due autori è offerta dai dati riassuntivi dei Censimenti Generali dell'Agricoltura riportati nella successiva tabella 1. Non potendo fare

¹ Vedere cap. 4

una analisi particolareggiata dei dati - le caratteristiche dei Censimenti non permettono infatti un confronto riferibile alle singole aziende - è possibile comunque evidenziare sulla base di questi dati, come nell'ultimo trentennio siano stati abbandonate vaste superfici a pascolo, probabilmente le più marginali, con un aumento del carico animale unitario più che raddoppiato.

Negli anni 1961-91 si è registrata infatti una progressiva diminuzione della superficie occupata dai pascoli che sono passati dal 1.482.629 ha del 1961 (ISTAT, 1968) ai 789.499 ha del 1991 (ISTAT, 1992), pari rispettivamente al 61,54% e al 32,77% della superficie regionale.

Questa diminuzione della superficie regionale a pascolo non è accompagnata da una analoga diminuzione dei capi, che passano dai 3.059.301 del 1961 (ISTAT, cit.) ai 3.923.080 del 1991 (ISTAT, cit.), con un incremento del 28%. I maggiori incrementi si sono verificati per gli ovini da 2.356.291 a 3.131.647 capi (33%) e per i suini da 93.778 a 258.102 capi (275%).

Un altro aspetto di questi dati deve essere segnalato per giustificare alcune nostre successive affermazioni circa l'importanza sociale del pascolo per la Sardegna.

I dati (tab. 1), indicano che fino al 1982 si stava registrando una diminuzione delle superfici a pascolo mentre il carico animale, pur con una certa variabilità, rimaneva quasi costante. Nel decennio 1982 - 1991 si osserva un aumento del bestiame al pascolo di circa 793.380 capi di cui 756.606 (95,36%) costituito da ovini.

È questo dato, forse più di ogni altro, che dimostra come l'allevamento degli ovini abbia rappresentato per coloro che sono stati dismessi nelle aree interne dell'isola - ma non solo in queste - dai settori minerario e petrolchimico a seguito della grave crisi iniziata negli anni 80, l'unica possibilità di ottenere un reddito da lavoro.

La Regione Autonoma della Sardegna ha sempre riconosciuto l'importanza economica e sociale che ha la pastorizia per l'isola. Tramite l'adozione di una politica di sovvenzioni ha permesso sia la sopravvivenza di piccole realtà aziendali, - spesso situate al di fuori di qualsiasi logica di mercato - sia la realizzazione di importanti e significative strutture aziendali, veri e propri modelli di corretta conduzione e di strutture e servizi per una più moderna pastorizia.

Nel caso specifico della erogazione di contributi finalizzati alla realizzazione di interventi di miglioramento dei pascoli la Regione Sardegna nella maggior parte dei casi ha seguito una politica di *distribuzione a pioggia*. Assai spesso infatti unico requisito per l'erogazione del contributo - oltre alla ovvia disponibilità di fondi - era la giustificazione economica dell'intervento (*giudizio di convenienza economica*), formulata nella relazione tecnica allegata agli elaborati del progetto di miglioramento.

Questi giudizi e relazioni erano, e sono spesso tuttora, basati prevalentemente su stime di produttività dei pascoli puramente soggettivi in quanto ottenuti da valori medi regionali o da altre situazioni aziendali più o meno conosciute dal tecnico e pertanto prive di qualsiasi riscontro sulla effettiva potenzialità delle superfici oggetto di miglioramento.

Le gravissime deficienze progettuali sono state la causa del fallimento, immediato o a breve termine, di molti di questi interventi di miglioramento. Fallimento che viene evidenziato dalla situazione di degrado in cui versano numerose superfici a pascolo nell'isola.

Questi fallimenti diffusi non sono assolutamente giustificabili dal punto di vista agronomico e zootecnico e non sono imputabili a deficienze di progettazione in questi specifici settori. La letteratura specifica è estremamente ricca sia di contributi finalizzati al miglioramento delle metodologie colturali, es. tecniche di lavorazione, miglioramento genetico delle

specie di interesse pabulare, ecc. sia di contributi relativi a nuove forme di allevamento, miglioramento delle specie di interesse zootecnico, ecc. È stata l'applicazione corretta di questi studi che ha permesso quell'incremento di produttività che ha consentito nel trentennio 1961-91 il raddoppio del carico animale.

Essi pertanto possono essere imputati, come già accennato, solo carenza di informazioni sulla attitudine del territorio al miglioramento dei pascoli.

Per ovviare a questa carenza di informazioni sono state proposte diverse metodologie. Rivoira (1972) e Rivoira e Bullitta (1980), hanno proposto degli schemi di valutazione basati su caratteristiche prevalentemente agronomiche. Madrau (1986), ha ripreso questi due lavori integrandoli e predisponendo uno schema in cui venivano considerate anche alcune caratteristiche fisiche del territorio.

Aru et al. (1989), hanno pubblicato una prima serie di schemi per la valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli secondo la metodologia del Framework FAO. Nello stesso anno l'ERSAT ha ripreso il lavoro di Aru e collaboratori integrandolo e pubblicandolo sotto il nome di *Miglioramento e utilizzo dei pascoli. Direttive*.

Gli schemi proposti da tutti questi autori, come sottolineato nella premessa, avevano ed hanno tuttora, l'obiettivo di realizzare, attraverso la classificazione del territorio, una gerarchia delle priorità di intervento in modo che i finanziamenti pubblici siano indirizzati verso quelle situazioni dove è possibile ottenere la massima risposta produttiva associata alla conservazione della fertilità.

Si è accennato come la realizzazione di numerosi progetti di miglioramento dei pascoli sia stata in realtà la causa o una delle cause del degrado degli stessi pascoli. Oggi non sono più ammissibili usi del territorio - specie se godono del contributo pubblico - che siano causa di degrado² che spesso rappresenta il primo passo verso quell'insieme di processi complessivamente intesi con il termine desertificazione.³

Poiché il suolo è una risorsa non rinnovabile⁴ deve essere chiaro a tutti che gli interventi pubblici, siano essi diretti o indiretti, devono privilegiare tutti gli usi del territorio che condotti in modo rispettoso per l'ambiente consentono di raggiungere il duplice obiettivo dell'incremento della produttività (e quindi di riflesso del tenore di vita dell'operatore agricolo) e della conservazione della potenzialità produttiva.

Il corretto utilizzo del territorio e la conservazione, per le generazioni future, della fertilità rappresenta l'obiettivo delle politiche di uso sostenibile del territorio⁵ che le più importanti agenzie di sviluppo agricolo e di cooperazione allo sviluppo considerano uno degli obiettivi principali della politica mondiale per i prossimi decenni.

3 - Evoluzione del Modello di valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli

² Il degrado dei suoli deve essere inteso come una diminuzione della loro capacità produttiva, si veda a questo proposito la esauriente definizione di K.G. Steiner (1996), pag. VII e seguenti.

³ La desertificazione è il degrado delle terre in ambienti aridi, semiaridi e secco subumidi, derivante da diversi fattori, comprese le variazioni climatiche e l'impatto antropico. UNEP, 1994.

⁴ I processi pedogenetici richiedono intervalli di tempo variabile da poco meno di un secolo a qualche migliaio di anni per cui la perdita di suolo, nell'ottica della durata media di una generazione umana deve essere ritenuta irreversibile.

⁵ L'utilizzazione sostenibile dei suoli permette di preservare i suoli di un territorio per le generazioni successive, assicurando al minimo il mantenimento del loro potenziale di utilizzazione (Hurni H. citato da K.G. Steiner, 1996),

Aru et al, hanno proposto nel 1989, nell'ambito di rapporto conclusivo di un progetto di ricerca del P.F. IPRA del CNR, quella che possiamo considerare la prima versione del modello di valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli.

In questa prima versione gli autori non si sono limitati alla realizzazione della prima articolazione della metodologia adottando lo schema di valutazione in 4 livelli previsti dal Framework FAO, ma hanno proposto l'adozione, ai fini di una valutazione che tenesse conto della grande variabilità dei pascoli in Sardegna, di più schemi differenti per le diverse *unità fisiografiche* presenti nell'isola. Queste ultime sono intese come delle porzioni di territorio omogenee nelle loro caratteristiche geolitologiche e nelle forme del rilievo. Questo concetto è stato ampliato in quello di *unità di paesaggio* per poter includere nell'insieme degli attributi del territorio anche quelli climatici e di vegetazione.

La considerazione di questi ultimi attributi permette di ipotizzare per le diverse unità di paesaggio, una relativa omogeneità anche nelle caratteristiche pedologiche e quindi nelle risposte che le singole unità possono dare agli interventi di miglioramento dei pascoli.

Le unità di paesaggio proposte sono le seguenti:

- *paesaggi delle formazioni metamorfiche del Paleozoico*
- *paesaggi delle formazioni intrusive del Paleozoico*
- *paesaggi delle formazioni calcaree mioceniche*
- *paesaggi delle formazioni effusive basiche (basalti)*
- *paesaggi delle formazioni effusive acide (rioliti, ignimbriti, tufi e trachiti)*
- *paesaggi dei sedimenti pleistocenici*
- *paesaggi dei sedimenti olocenici*

Per ciascuno di questi paesaggi vengono indicati le caratteristiche (tessitura, profondità, reazione, ecc.), del tipo pedologico più diffuso e viene fornito lo schema di valutazione per l'attribuzione delle diverse situazioni, in valutazione, ad una delle 5 classi previste.

Le caratteristiche, indicate da Aru et al., negli schemi di valutazione sono le seguenti:

- | | |
|--|---|
| - <i>pendenza</i> | - <i>permeabilità</i> |
| - <i>rocciosità affiorante</i> | - <i>idromorfia</i> |
| - <i>pietrosità superficiale</i> | - <i>saturazione in basi</i> |
| - <i>profondità del suolo</i> | - <i>carbonio organico</i> |
| - <i>tessitura del suolo</i> | - <i>acqua utile</i> |
| - <i>stabilità della struttura del suolo</i> | - <i>lunghezza periodo arido in gg/anno</i> |

Nello stesso anno l'ERSAT ha ripreso gli schemi proposti da Aru e collaboratori inserendoli all'interno di un progetto più complessivo di gestione del territorio pubblicandoli come *Miglioramento e utilizzo dei Pascoli. Direttive*.

Obiettivo di queste Direttive, che facciamo proprie ed estendiamo al modello di valutazione proposto in queste pagine, è quello di giungere alla *regolamentazione dell'uso del suolo, che deve essere considerato una risorsa economica e come tale disponibile in quantità limitata, non riproducibile e soprattutto soggetta a usura*⁶.

Le Direttive Ersat hanno sottolineato la molteplicità delle cause che hanno determinato, e determinano tuttora, sensibili danni alla potenzialità produttiva dei pascoli regionali su ambiti vastissimi.

⁶ Miglioramento ed utilizzo dei pascoli. Direttive, pag. 1

Tra queste cause indicano:

- eccessivi carichi di bestiame e irrazionalità del pascolamento effettuato senza il rispetto delle contingenti condizioni del suolo e della cotica pabulare,*
- crescente necessità di estendere la superficie a pascolo su plaghe di collina e di montagna interessando terreni molto acclivi con interventi tendenti ad eliminare la vegetazione presente,*
- nella irrazionale esecuzione degli interventi di miglioramento che danneggiano gravemente la vegetazione utile e il suolo, fondamentali risorse naturali da difendere e valorizzare, aprendo la strada a irrimediabili gravi devastazioni da parte delle piogge.*
- nell'impiego di attrezzature e di macchine inadatte nelle opere e nei lavori di conservazione e/o ricostruzione delle cotiche erbose (ruspe aratri, ecc.)*
- nella diffusa insufficiente conoscenza delle complessive nozioni tecnico scientifiche pertinenti il suolo e la vegetazione e nella conseguente carenza o assenza di preventiva percezione dei potenziali danni economici, oltreché ecologici, derivanti da interventi non razionali e/o non adeguati alle singole situazioni,*
- nella inadeguatezza dell'attuale normativa sia in materia di utilizzo dei pascoli che in materia di progettazione, esecuzione e collaudo dei relativi interventi miglioratori*⁷.

Le Direttive sottolineano come sia indispensabile e urgente porre fine agli errori finora commessi, promuovendo allo stesso tempo le necessarie azioni che favoriscano l'effettivo aumento, ove possibile e in modo stabile, della produttività dei pascoli. Aumento che deve essere ottenuto con il rispetto, valorizzazione e dove possibile, dalla esaltazione delle risorse produttive naturali rappresentate dalle essenze pabulari locali e dal terreno agrario che le ospita⁸

Obiettivo delle Direttive che rappresentano un primo passo verso un sistema unitario di gestione della politica regionale per la difesa del suolo⁹ è di razionalizzare gli interventi nel settore specifico del miglioramento dei pascoli. Razionalizzazione intesa come¹⁰:

- privilegiare le risorse naturali esaltandone la produttività e difendendole allo stesso tempo dai pericoli potenziali e reali di danno,*
 - curare laddove le risorse naturali fossero state precedentemente danneggiate, il loro recupero nel modo più economico ed efficace possibile,*
 - curare con metodo e con l'ausilio di competenze adeguate, la scelta dei mezzi miglioratori idonei e dei relativi criteri di impiego rispondenti (sotto i molteplici aspetti dei costi e dei risultati ottenibili) a ciascuna delle numerose e diverse situazioni micro - ambientali isolate,*
 - evitare l'uso indiscriminato dei mezzi meccanici ed in particolare di quelli impropri che sono stati causa in passato di peggioramento delle originarie condizioni di potenziale produttività del suolo,*
 - non asportare né rimuovere gli orizzonti superficiali del suolo,*
 - non arrecare danni al cotico pabulare naturale,*
 - non asportare indiscriminatamente i cespugli e gli arbusti, specie quelli "nobili" della macchia mediterranea, né tanto meno asportare o danneggiare gli alberi.*
- Significa anche difendere le aree a pascolo prevenendo possibili potenziali pericoli di danni -fra i quali i più ricorrenti sono rappresentati:
- dalle erosioni superficiali del suolo causate dalle piogge intense,*

⁷ Miglioramento e utilizzo dei pascoli. Direttive, pag. 1-2

⁸ Miglioramento e utilizzo dei pascoli. Direttive, pag. 2

⁹ Miglioramento e utilizzo dei pascoli. Direttive, pag. 3

¹⁰ Miglioramento e utilizzo dei pascoli. Direttive, pag. 4 e seguenti

-dal degrado del pabulum (per irrazionale o eccessivo pascolamento),
-dal degrado di entrambi, pabulum e suolo, oltre che per le cause sopraccennate, per il mancato rispetto delle caratteristiche di minore o maggiore trafficabilità del terreno nei vari periodi di utilizzo del pascolo,
-dall'uso scorretto del pascolo per errata scelta della specie animale da allevare,
-dai danni causabili da alcune specie animali (ad esempio suini), allevate irrazionalmente allo stato brado.

Nelle Direttive l'ERSAT inoltre, sono definite in modo univoco alcune delle principali attività colturali connesse al miglioramento dei pascoli, es. operazioni di rinettamento, spietramento, miglioramento del regime di umidità dei suoli, ecc.

Vengono altresì fissati dei principi normativi per una corretta redazione dei progetti di miglioramento pascoli. In particolare sono specificati gli studi preliminari che dovrebbero essere realizzati nell'area oggetto di intervento, studi che devono evidenziarne gli aspetti geologici, morfologici, pedologici, climatici, floristici.

Riguardo alla metodologia di valutazione le Direttive rispettano la impostazione proposta da Aru e collaboratori: adozione dei livelli del Framework FAO, adozione del concetto di unità di paesaggio, schemi differenziati per le diverse unità.

Rispetto allo schema di Aru e collaboratori le Direttive introducono le seguenti modifiche:

- inserimento della unità di paesaggio dei calcari cristallini del Paleozoico e del Mesozoico,
- predisposizione di un elenco di limitazioni al miglioramento dei pascoli,
- redazione di un prezario delle opere di miglioramento

Il vantaggio della indicazione dei costi per le opere di miglioramento è evidente, rende infatti possibile la predisposizione a livello regionale di unità di attitudine al miglioramento dei pascoli (il quarto livello di valutazione), omogenee per ambiti territoriali molto vasti e soprattutto aggiornabili facilmente al mutare dei prezzi.

Madrau (1991, 1993), ha realizzato alcune applicazioni delle Direttive su due territori comunali ritenuti rappresentativi delle condizioni dei pascoli nella Sardegna centrale.

La prima di queste applicazioni, comuni di Gavoi e Lodine¹¹ (NU), ha permesso di evidenziare la necessità di una modifica delle caratteristiche utilizzate nella valutazione, di una loro univoca definizione e soprattutto di una variazione dei valori che esse presentano nelle singole classi, adottando quei valori che di norma vengono determinati nel corso dei rilevamenti pedologici. In questo modo si può ottenere una più facile applicabilità della metodologia in quanto è possibile l'utilizzo anche di rilevamenti pedologici eseguiti nel passato o comunque non concepiti per la valutazione della attitudine al miglioramento pascoli.

L'ERSAT nel 1995 nell'ambito di un programma POP - il sottoprogetto dal titolo *Valorizzazione delle risorse naturali: valutazione della attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna*, ha predisposto una serie di verifiche organiche delle Direttive.

A tal fine sono state scelte 16 aree campione - per complessivi 48.000 ha circa - variamente distribuite nel territorio regionale e per ciascuna di esse si è provveduto ai rilievi pedologici, geologici e floristici e alla valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli.

È stato quindi possibile redigere per ciascuna unità di paesaggio nuovi schemi di valutazione, più rispondenti alle caratteristiche delle unità stesse.

Nell'ambito del Progetto POP l'ERSAT ha inoltre predisposto la realizzazione di modelli per la informatizzazione e automatizzazione delle valutazioni.

¹¹ Frazione del comune di Gavoi, ha ottenuto l'autonomia amministrativa con la L.R. n. 20 1988

Infine, anche nell'ambito del progetto CEE MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use), si è provveduto all'utilizzo di queste nuove Direttive (Baldaccini et al., 1995; D'Angelo et al., 1997; Enne et al., 1997; Madrau e Previtali 1997; Madrau 1997; Pulina et al., 1997). In particolare si è ipotizzato il loro uso per una valutazione non tanto a livello aziendale quanto a livello di area vasta (comprensori, comuni, comunità montane, ecc.), cioè quale strumento di programmazione territoriale finalizzato alla lotta al degrado dei pascoli e dei suoli in ambiente mediterraneo. Nel corso di questi studi si stanno predisponendo delle applicazioni GIS (Zucca, tesi di laurea, 1997; D'Angelo et al., cit.), delle Direttive e soprattutto si sta ipotizzando le possibilità di estensione delle stesse ad un più vasto ambito nel Mediterraneo.

Il risultato del progetto POP ERSAT e la successiva revisione e validazione degli schemi nell'ambito del programma MEDALUS ha permesso la realizzazione dei nuovi schemi di valutazione descritti nel successivo capitolo 6.

4- La metodologia di valutazione

4. 1- Concetti fondamentali

Prima di descrivere la metodologia di valutazione proposta dalla FAO e adottata nel modello si ritiene opportuno definire e chiarire alcuni termini e concetti utilizzati nelle stesse in modo il loro significato, in questo contesto, sia univoco.

i- territorio

Il territorio è *una specifica porzione della superficie terrestre, le sue caratteristiche abbracciano tutti gli attributi della biosfera, ragionevolmente stabili nel tempo o soggetti a variazioni presumibilmente cicliche, siano essi estesi al disopra o al disotto della superficie, includendo quindi quelle relative alla atmosfera, al suolo e alla sottostante geologia, l'idrogeologia, le popolazioni animali e vegetali e il risultato della passata e presente attività dell'uomo. Questi attributi sono in grado di esercitare una significativa influenza sull'uso attuale e futuro del territorio da parte dell'uomo* (Brinkman e Smith, citati da Mc Rae e Burnham, 1981).

Territorio rappresenta la migliore traduzione possibile del termine inglese *Land*. La FAO nel citato Framework utilizza, nella versione in lingua francese il termine *Terres*, traducibile a sua volta in italiano con *terre*, termine che a giudizio degli scriventi non ha la stessa univocità del termine territorio

Nel nostro modello, nonostante sia una applicazione ad un caso specifico del Framework, si è preferito fare riferimento alla definizione di *Land* proposta dai due autori anglosassoni anziché a quella proposta nel Framework FAO stesso¹². Infatti pur essendo le due definizioni molto simili, quella da noi adottata ci appare più completa nel descrivere l'oggetto della valutazione.

A costo di apparire ripetitivi deve essere quindi chiaro che l'oggetto della valutazione è il territorio e non il suolo, che ne costituisce uno dei componenti.

ii- caratteristica del territorio

È una *proprietà che si può misurare o stimare*. (FAO Framework). Esse sono quegli attributi del territorio che possono essere determinate direttamente sul campo es. pietrosità superficiale, o che comunque possono essere ottenute dalla comune bibliografia tecnica es. la pendenza può essere misurata sulle carte topografiche, il grado di copertura vegetale può essere derivato dalle fotografie aeree.

¹² Nel Framework for Land Evaluation, (pp. 7 e seg.) la FAO indica con *Land* *l'ambiente fisico ivi compreso il clima, la morfologia, i suoli, l'idrogeologia e la vegetazione nella misura in cui esse possono influire sul potenziale di utilizzazione. Essa comprende anche i risultati positivi o negativi, della attività umana passata e presente.*

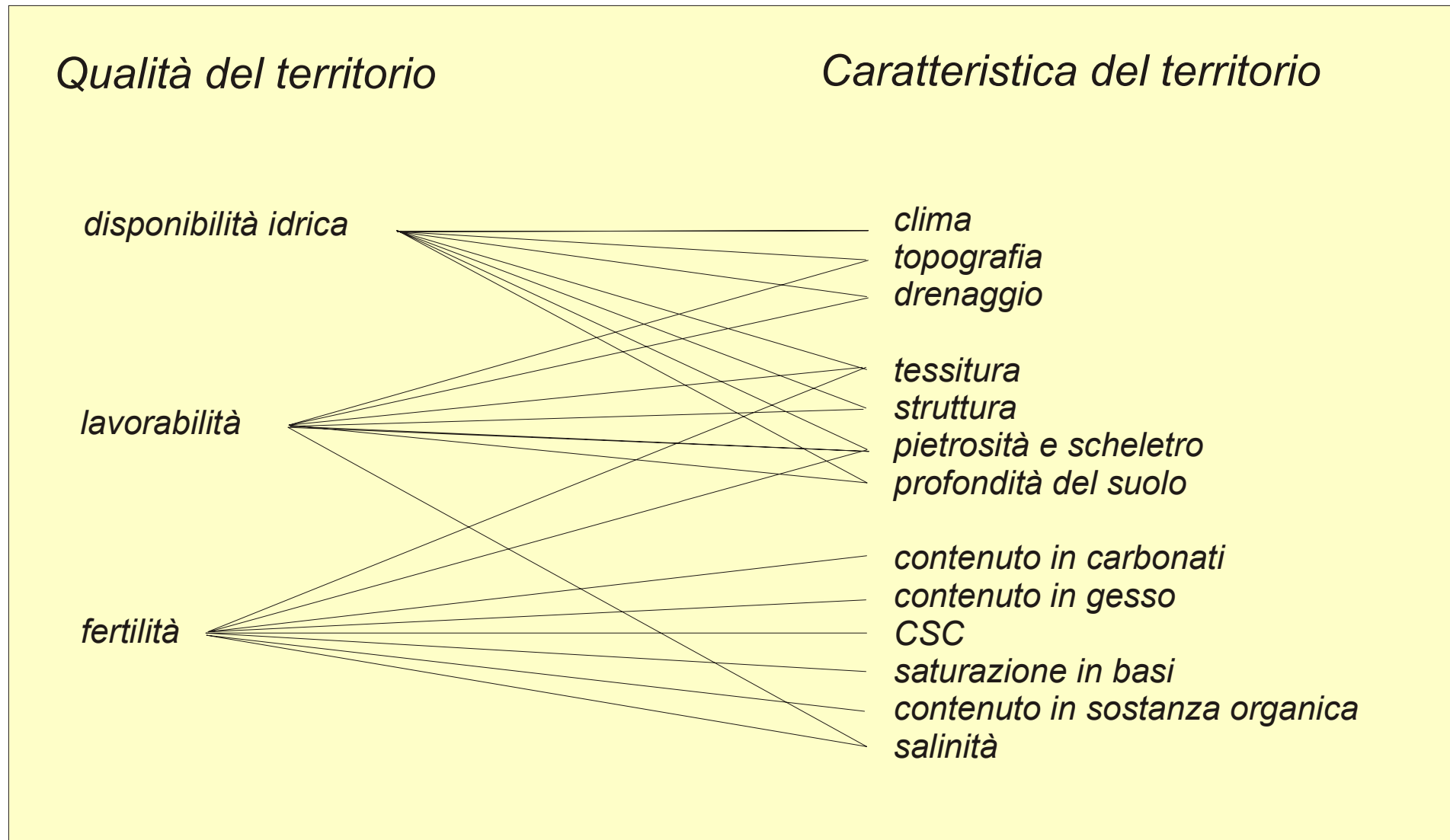


Figura 1 - Schema esemplificativo dei rapporti tra qualità e caratteristiche del territorio

iii- qualità del territorio

Si tratta di un insieme di attributi che non possono essere stimati o misurati direttamente ma che possono essere ottenuti sulla base *delle interdipendenze tra queste e un certo numero di caratteristiche* (FAO Framework), (fig. 1). L'esempio che viene normalmente citato è quello della qualità rischio di erosione che in funzione diretta di alcune caratteristiche quali la pendenza, l'erodibilità del suolo, la permeabilità del suolo, la sua struttura, il grado e tipo di copertura vegetale, frequenza e intensità delle piogge, ecc.

Sia le caratteristiche che le qualità devono essere scelte tra gli attributi del territorio *che sono in grado di esercitare una influenza negativa sulle possibilità di successo di quella specifica destinazione d'uso* (Mc Rae e Burnham, 1981).

iv- limitazione d'uso

Con questo termine vengono indicate quelle caratteristiche o qualità *o la loro espressione sotto forma di criterio diagnostico esercitanti un effetto negativo per un determinato uso*¹³ (FAO Framework).

La eliminazione o la sensibile riduzione delle limitazioni richiede da parte dell'operatore degli inputs, generalmente quantificabili in termini economici.

v- arabile

Con questo termine viene indicato quella porzione di *territorio, di dimensioni adeguate, che opportunamente sistemato - livellazione, drenaggio, irrigazione - ha una capacità produttiva tale da permettere, una volta pagate tutte le spese connesse alla produzione, ivi comprese quelle per l'irrigazione e la remunerazione dei capitali investiti nella azienda, un soddisfacente livello di vita alla famiglia dell'operatore agricolo* (Mc Rae e Burnham, 1981)

Questa definizione è stata proposta dall'U.S. Bureau of Reclamation nell'ambito della Irrigation Suitability Classification (1953). La corretta applicazione di questa definizione è ciò che permette nella maggior parte delle metodologie di valutazione alla attitudine d'uso, di potere essere applicate a situazioni territoriali spesso assai differenti da quelle dove le metodologie stesse sono state predisposte, in quanto ne impone l'adattamento al livello tecnologico locale.

La definizione di arabile non è infatti statica. Essendo legata alla capacità di pagamento che deve avere quella porzione di territorio per soddisfare i fabbisogni della famiglia dell'operatore agricolo, questa capacità deve variare in funzione del tenore medio di vita nella società in cui quell'operatore vive e lavora. Per cui ferme restando tutte le condizioni geologiche, pedologiche, ecc., superfici ritenute arabili in una regione dal basso tenore di vita saranno considerate marginali o non arabili in altre regioni dal tenore di vita più elevato, mentre superfici attualmente indicate come arabili potranno a loro volta, diventare marginali o non arabili - nello stesso territorio - in futuri più o meno prossimi al crescere della necessità della famiglia dell'operatore agricolo.

Questo concetto permette inoltre la conservazione¹⁴ nel tempo delle valutazioni di attitudine in quanto è necessario ripetere le operazioni di rilevamento ma è sufficiente

¹³ Evidenziamo, qualora fosse necessario, che la valutazione della attitudine secondo il Framework FAO e le metodologie da esso derivate, sono sempre riferite ad una coltura, gruppo di colture o uso specifici, per cui una caratteristica o qualità possono essere negative o limitanti solo per la coltura, gruppo di colture o uso in oggetto e risultare favorevoli o limitanti in altre valutazioni. L'esempio che normalmente viene citato è la difficoltà di drenaggio negli orizzonti più superficiali, limitazione più che negativa per la maggior parte delle colture, aspetto più che positivo nel caso delle risaie.

aggiornare di volta in volta le condizioni economiche per cui una superficie è ritenuta arabile.

4.2 - I livelli di valutazione

Il Framework FAO e le metodologie di valutazione che ad esso fanno riferimento, prevedono più livelli di valutazione della attitudine in funzione della maggiore o minore disponibilità di informazioni disponibili o del dettaglio che si vuole raggiungere

I livelli previsti sono quattro: (fig. 2)

ordine
classe
sottoclasse
unità di attitudine d'uso.

I primi tre sono quelli che consentono la valutazione e la quindi la programmazione a livello di area vasta. L'ultimo livello, l'unità di attitudine, è quello che permette, grazie all'elevato numero di informazioni richieste, la valutazione e la programmazione a livello aziendale o su comprensori non molto estesi.

i- **ordine**

È il livello superiore, permette di raggruppare i territori in due situazioni, adatte o suscettibili e non adatte o non suscettibili in funzione della loro attitudine all'uso in oggetto. Nel caso specifico delle Direttive per il miglioramento dei pascoli gli ordini sono così definiti:

- *suscettibile o adatto* - indicato con la lettera maiuscola S - racchiude quelle terre *dove la destinazione continua all'uso* in oggetto, il miglioramento pascoli, fornisce dei benefici economici senza comprometterne la potenzialità e comunque tali da giustificare gli input di natura necessari per il raggiungimento dei benefici stessi.

- *non suscettibile o non adatto* - indicato con la lettera N maiuscola - racchiude quelle terre le cui caratteristiche e qualità sembrano o possono interdire la destinazione continua al pascolo migliorato.

ii- **classe**

Il livello di valutazione successivo è la *classe di miglioramento pascoli*. Nelle Direttive, In accordo con il Framework FAO, sono riconosciute 5 classi di cui tre ricadenti nell'ordine suscettibile o adatto S, due nell'ordine non suscettibile o non adatto N.

La classe è sempre indicata con un numero arabo suffisso al simbolo dell'ordine.

Le classi previste nelle Direttive per il miglioramento dei pascoli possono essere descritte nel modo seguente:

- *classe S1*, comprende le terre o unità cartografiche di terre molto adatte al pascolo. Appartengono a questa classe le terre per le quali il miglioramento pascoli e l'uso

¹⁴ Conservazione intesa come aggiornamento costante delle valutazioni in modo da adeguarle al mutare delle condizioni sociali ed economiche del territorio.

successivo comportano benefici senza rischio alcuno per la risorse. Queste superfici possono essere utilizzate per la costituzione di prati pascoli.

- *classe S2*, comprende le terre o le unità cartografiche di terre che presentano limitazioni da moderate a severe per il miglioramento pascoli e il successivo uso. La gravità di queste limitazioni è tale da ridurre sensibilmente la produzione che comunque rimane entro limiti accettabili.

- *classe S3*, vi sono ascritte le terre o le unità cartografiche di terre che presentano limitazioni severe al miglioramento pascoli e al successivo uso a pascolo. Poiché presentano limitazioni solo in parte modificabili o che ne limitano la fruibilità nell'arco dell'anno gli investimenti necessari a consentire l'aumento della produttività e la conservazione del suolo devono essere attentamente valutati sotto gli aspetti tecnico - economici ed ecologici.

- *classe N1*, comprende le terre o le unità cartografiche di terre che presentano potenziali produttivi molto bassi nelle quali esistono severe limitazioni al miglioramento dei pascoli e al successivo uso il cui superamento con i mezzi e le tecnologie attualmente disponibili è possibile solo con costi elevati e con grave rischio ambientale. Queste limitazioni possono o potranno essere superate nel tempo o per il progredire delle conoscenze e disponibilità tecnologiche o per il mutare delle condizioni di convenienza economica.

- *classe N2*, alla classe N2 sono ascritte le terre e le unità cartografiche di terre che presentano limitazioni tanto severe al miglioramento pascoli e al successivo uso escludere in ogni modo e nel tempo le possibilità di utilizzo a pascolo migliorato.

Sulla base delle descrizione delle classi possiamo fare subito due considerazioni fondamentali:

- le classi permettono la *quantificazione* della limitazione o delle limitazioni al miglioramento pascoli. Esse sono pertanto omogenee per la gravità delle limitazioni ed in una stessa classe possono essere ascritte superfici con limitazioni di natura differente.

- il limite tra le classi S3 e N1 - e quindi tra l'ordine S e quello N - non è statico ma è dinamico nel tempo in funzione delle condizioni economiche di mercato e delle disponibilità tecnologiche.

iii- **sottoclasse di attitudine d'uso**

La qualificazione o indicazione delle limitazioni al miglioramento pascoli avviene a livello di *sottoclasse di attitudine al miglioramento pascoli*.

I livelli del modello di valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli

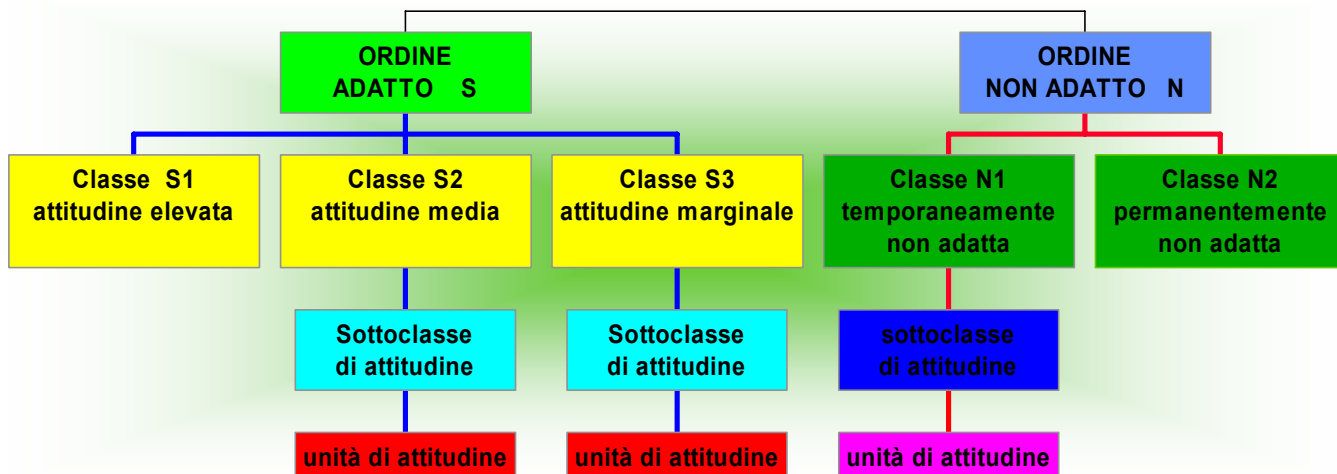


Figura 2 - I livelli del modello di valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli

Esse sono evidenziate mediante l'uso di lettere minuscole suffisse al simbolo della sottoclasse, es. S3f, S2tv, ecc.

In accordo con il sistema originario valgono le seguenti indicazioni di carattere generale:

- la classe S1 non ha sottoclassi in quanto priva, per definizione, di limitazioni
- il numero massimo di lettere suffisso utilizzabili è 2
- le limitazioni ammesse possono essere variate in funzione delle situazioni locali.

Nella figura 3 è presentato un primo elenco delle possibili limitazioni al miglioramento dei pascoli sardi e dei relativi codici.

iv- **unità di attitudine d'uso**

L'ultimo livello di valutazione ammesso è l'*unità di attitudine al miglioramento pascoli*.

Questo livello è quello che permette l'applicazione della valutazione a livello aziendale in quanto consente la quantificazione economica degli interventi necessari per eliminare o ridurre in modo accettabile le limitazioni al miglioramento dei pascoli.

Le unità sono indicate con un numero arabo suffisso al simbolo della propria sottoclasse, es. S2t-1, S3fv-4, N1e-5

Non esiste limite al numero delle unità di attitudine ammesse per ciascuna classe. In accordo con Il Framework FAO è comunque raccomandabile non superare il numero di 5.

Natura della limitazione	Lettera suffisso	Natura della limitazione	Lettera suffisso
scarsa umidità del suolo	m e	eccessiva umidità del suolo	w t

pericolo di erosione		condizioni morfologiche avverse	
scarsa fertilità dei suoli	f	eccesso di alcalinità	a
caratteristiche della vegetazione	v	caratteristiche pedologiche (rocciosità, pietrosità, potenza, ecc.)	s

Tabella 2 – Possibili limitazioni al miglioramento dei pascoli della Sardegna e relativi codici

La impostazione delle unità di attitudine richiede preliminarmente la quantificazione dei costi necessari per ridurre o eliminare in modo sensibile la limitazione.

La quantificazione si deve basare su dei prezziari, predisposti dagli organismi tecnici regionali, relativi alle opere di miglioramento che annualmente vengono ammesse o consentite sulla base dei regolamenti regionali, nazionali e comunitari.

Alla quantificazione dei costi deve seguire la loro classazione¹⁵, ovvero la ripartizione degli stessi in gruppi omogenei per livello di input. Per ciascuna caratteristica il numero delle unità ammesse è in funzione dei valori che la stessa caratteristica assume in quella azienda o in quell'areale.

È la possibilità di adattare il numero e quindi l'*ampiezza* delle unità alle condizioni locali che permette l'utilizzo della metodologia a questi livelli di dettaglio.

v- la valutazione

Per realizzare la valutazione della attitudine di una porzione di territorio al miglioramento dei pascoli si può pertanto procedere nel modo seguente:

- sulla base della cartografia esistente, e delle informazioni disponibili (pedologiche, morfologiche, geologiche, copertura e uso del suolo, ecc.), si procede caratteristica per caratteristica¹⁶, alla valutazione delle unità cartografiche pedologiche presenti nell'area.

Si ottiene una griglia dove l'unità viene attribuita, per le diverse caratteristiche, ad una o più classi.

Nel caso che le caratteristiche della unità in oggetto ricadano in più classi, l'unità viene attribuita alla situazione più negativa ai fini delle possibilità di miglioramento.

Per compensare questa automaticità di giudizio è buona norma comunque attribuire una superficie ad una classe solo se ricadono in questa almeno due delle caratteristiche più negative¹⁷.

¹⁵ Un esempio chiarirà meglio il concetto. In una data area la limitazione al miglioramento pascoli è rappresentata dalla roccia affiorante che interessa per es. il 5% della superficie. Ciò fa sì che l'area in oggetto ricada nella classe S3 in quanto per l'unità di paesaggio in cui essa è ascrivibile, è prevista per la classe S3 una presenza di roccia affiorante del 2 al 10%. Questa classe di ampiezza può essere ulteriormente suddivisa es. 2-4, 4-6, 6-8, 8 -10, a cui faremo corrispondere le unità di attitudine. A questo punto la quantificazione monetaria dell'intervento è pressoché immediata. Ipotizzando per es. un costo unitario di rimozione della rocciosità di lire 1000 per mc/ha, sarà possibile predisporre i limiti monetari delle stesse unità. Il nostro esempio potrebbe pertanto ricadere nella unità S3r-3 dove è previsto un costo di rimozione della rocciosità affiorante fino a lire 6000 per ha.

¹⁶ le caratteristiche le qualità utilizzate ai fini della valutazione sono descritte nel paragrafo 5

¹⁷ Degli esempi chiariranno meglio il concetto. Un unità ha tutte le sue caratteristiche ricadenti nella classe S2 eccetto una, la rocciosità nella classe S3. L'unità è attribuita alla classe S3. Un'altra unità presenta tutte le caratteristiche ricadenti nella classe S1 eccetto per la rocciosità e la pendenza che ricadono nella classe S2. L'unità deve essere ascritta nella classe S2. Infine, una terza unità presenta alcune caratteristiche della

Una volta definita la classe, in funzione del dettaglio delle informazioni disponibili sulle caratteristiche è possibile l'attribuzione alle sottoclassi.

L'attribuzione viene fatta indicando, con l'apposita lettera suffissa, le limitazioni al miglioramento pascoli e al successivo uso. Di norma le limitazioni coincidono con le caratteristiche che hanno imposto l'attribuzione alla classe o alle situazioni - non considerate ai fini della classazione - ancora più negative.

Nel caso siano presenti più caratteristiche limitanti, dovranno essere indicate con l'apposito simbolo solo quelle che esercitano il maggiore effetto.

Qualora esse siano più di due e il livello cartografico dei rilevamenti lo consenta, si raccomanda la suddivisione della classe in più sottoclassi distinte.

Si ricorda ulteriormente che a questo livello di classificazione si ottengono pertanto delle unità cartografiche di attitudine che sono omogenee sia per la natura delle limitazioni che per la gravità delle stesse, (sottoclasse di attitudine).

Solo in presenza di informazioni dettagliate è possibile spingere la valutazione fino al livello di unità di attitudine, mediante la classazione degli oneri necessari per la eliminazione o riduzione delle limitazioni come indicato nella nota 14.

Appare evidente pertanto come l'attività di valutazione della attitudine possa essere eseguita in via automatica es. tramite un GIS¹⁸, qualora siano disponibili informazioni a livello areale e puntuale sulle caratteristiche del territorio. Maggiore è il dettaglio e il numero di queste informazioni più accurate potranno essere le valutazioni e le quantificazioni dei costi.

A questo punto è doveroso segnalare come la predisposizione di un GIS sarebbe notevolmente facilitata e semplificata con la realizzazione di cartografie ed elaborati tecnici computerizzati e quindi aggiornabili in tempo reale.

Questo è possibile solo se si utilizza una moderna classificazione tassonomica dei suoli.

La classificazione infatti, oltre ad avere lo scopo di mettere ordine nell'universo delle nostre conoscenze sui suoli presenti nelle aree oggetto di valutazione e di consentire correlazioni tra suoli ed aree diverse, permette la identificazione e la descrizione sintetica, uniforme ed univoca sia di tipi pedologici che sono stati individuati in campagna sia delle caratteristiche e delle qualità, di natura pedologica, geologica, morfologica, che concorrono alla valutazione dell'unità di territorio.

La classificazione tassonomica contribuisce pertanto ad affinare la rappresentazione cartografica delle conoscenze pedologiche ed a rendere possibile una loro efficace divulgazione.

Pertanto per avere la massima efficienza del processo valutazione della attitudine al miglioramento pascoli e si sottolinea a tutti gli usi agricoli e non agricoli a cui il territorio può essere destinato, sarebbe necessario possedere una cartografia pedologica di dettaglio adeguato che copra, anche in fasi successive, tutto il territorio regionale.

Questa cartografia è realizzabile attraverso la costituzione di un apposito servizio regionale (Servizio del Suolo), che istituzionalmente fosse predisposto alla realizzazione di un sistema di informazione territoriale e di rilevamento regionale, tramite banche dati, GIS, ecc., utilizzabili da tutti gli operatori che sono interessati ad un intelligente e razionale uso del suolo in tutti i settori, agricoli o non agricoli.

Lo studio pedologico non sarebbe così esclusivamente uno studio scientifico limitato alla sola conoscenza dei processi pedogenetici verificatisi in un dato territorio e alla

classe S1, due della classe S2, tre della classe S3 e 1 della classe N1, l'unità viene ascritta alla classe S3 evidenziando nelle sottoclassi le caratteristiche negative di classe S3 e N1.

¹⁸ Si veda a questo proposito Zucca 1997, (tesi di Laurea) e D'Angelo et al., 1997.

individuazione della distribuzione dei pedotipi nello stesso, ma avrebbe finalità pratiche ed applicative per prevederne il loro comportamento e per valutare e pianificare a livello regionale il loro corretto uso. Il servizio del suolo potrebbe quindi rappresentare lo strumento per l'adozione anche nell'isola delle politiche di uso sostenibile del territorio verso cui gli interventi di sostegno comunitario al settore agricolo si stanno progressivamente indirizzando.

5- Le caratteristiche e le qualità del territorio utilizzate ai fini della valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli.

Nelle pagine seguenti sono riportate le caratteristiche e le qualità del territorio utilizzate ai fini della valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli.

Poiché il nostro obiettivo è quello di uniformare il più possibile la valutazione, riducendo al minimo la soggettività della stessa, per ciascuna di esse ne viene data la sua definizione, spesso derivata dalle Guide FAO per la descrizione del suolo (FAO, 1977; 1990), sia le fonti bibliografiche a cui fare riferimento per la loro corretta determinazione.

L'inserimento dei dati così raccolti rappresenta uno dei principali strumenti con cui è possibile raggiungere, in tempi brevi, quell'obiettivo di automazione delle valutazioni indicato nelle pagine precedenti.

Per la valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli sono state proposte le seguenti caratteristiche e qualità del territorio:

- *altitudine*
- *pendenza*
- *esposizione*
- *copertura vegetale*
- *rocciosità affiorante*
- *pietrosità superficiale*
- *drenaggio*
- *lunghezza periodo arido*
- *gelate*
- *ampiezza della superficie alluvionale*
- *rischi di esondazione*
- *profondità del suolo*
- *tessitura*
- *stabilità della struttura*
- *saturazione in basi*
- *acqua utile*
- *processi morfogenetici*

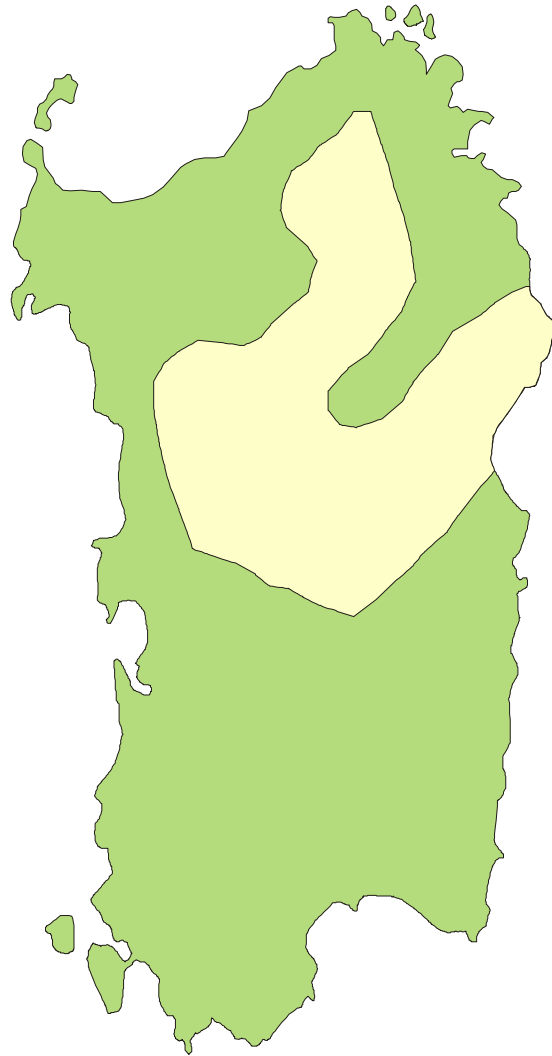
Come vedremo nelle pagine successive alcune sono comuni a tutte le unità di paesaggio altre invece sono specifiche per una o poche unità.

i- **Altitudine**

Studi sul pedoclima dei suoli sardi (Aru et al, 1992; Raimondi et al., 1997) hanno dimostrato l'esistenza di una variazione del regime di temperatura dei suoli, da termico a mesico¹⁹. Tale variazione si osserva a partire da una quota variabile da 800-1000 m s.l.m. in funzione della esposizione della stazione e ovviamente della sua latitudine. Nella figura 3 successiva si riporta uno schema della distribuzione regionale dei due regimi di temperatura.

¹⁹ Il regime di umidità mesico e termico sono definiti dalla Soil Taxonomy (U.S.D.A., 1975) nel modo seguente:

- regime di temperatura mesico: la temperatura media annua del suolo è uguale o maggiore di 8 °C, ma è inferiore a 15 °C, e la differenza tra la temperatura media estiva e media invernale del suolo è maggiore di 5 °C ad una profondità di 50 cm o ad un contatto lithico o paralithico, quale di essi sia il meno profondo.
- regime di temperatura termico: la temperatura media annua del suolo è uguale o maggiore di 15 °C, ma è inferiore a 22 °C, e la differenza tra la temperatura media estiva e media invernale del suolo è maggiore di 5 °C ad una profondità di 50 cm o ad un contatto lithico o paralithico, quale di essi sia il meno profondo.



Regime di temperatura

 Termico

 Mesico

Figura 3 – Regimi di temperatura del suolo (Raimondi et al., 1995)

Queste differenze nel pedoclima, in concorso con la temperatura dell'aria, comportano variazioni nel periodo di crescita delle essenze pabulari, nella trafficabilità delle superfici a pascolo, nelle possibilità di intervento meccanizzato, ecc.

Questa caratteristica è poco o nulla influenzata dalla natura del substrato per cui si propongono per tutte le unità fisiografiche le seguenti classi di attitudine al miglioramento pascoli:

S1 = quote < 600 m s.l.m.

S2 = quote 600-800 m s.l.m.

S3 = quote 600-800 m s.l.m.

N1 = quote 800-1000 m s.l.m.

N2 = quote >1000 m s.l.m.

In particolare nella classe S1, situazioni con quote inferiori a 600 m s.l.m., il regime di temperatura è sempre di tipo termico, con rischi di gelate praticamente assenti o comunque limitate a poche giornate annue e non in tutti gli anni, senza quindi che si abbiano ritardi nella crescita pabulare dovuti alla basse temperature del suolo.

Nelle classi S2-S3, sono racchiuse delle situazioni di regime di temperatura del suolo intermedie tra il termico e il mesico che, più che alle condizioni altimetriche, sono dovute principalmente alla esposizione.

In queste situazioni possono esservi pertanto limitati rischi di gelate tardive o moderati ritardi, nell'ordine di poche giornate annue e non tutti gli anni, nella emergenza o nello sviluppo della cotica pabulare,

Nella classe N1 è una situazione intermedia come la precedente ma con significativi rischi di gelate tardive o di ritardi nella emergenza o nello sviluppo della cotica pabulare.

Nella classe N2 sono ascritte tutte le situazioni con quote superiori a 1000 m s.l.m.

L'attribuzione di un area ad una delle classi previste per questa caratteristica si deve basare sui dati delle stazioni termometriche più prossime riportati negli annali del Genio Civile, dal SAR, dall'ISTAT

Si ricorda che in Sardegna non esistono serie storiche di stazioni termopluviometriche a quote superiori a 1000 m s.l.m.

ii- Pendenze

Questa caratteristica è stata introdotta principalmente per porre un limite fisico alle lavorazioni: arature, erpicature, decespugliamento, spietramento, ecc., che se eseguite su superfici dalle pendenze elevate sono sempre causa dell'insorgere di gravi processi erosivi e di degrado ambientale, oltre che fonte di infortunio per gli stessi operatori delle macchine agricole.

Si ritiene che il valore di pendenza del 15%, (che è di poco superiore al valore massimo previsto dalla classe 3 di pendenza della FAO²⁰), debba essere considerato il valore limite oltre il quale non è più possibile eseguire correttamente le lavorazioni, ordinarie e straordinarie, con le macchine più comuni.

Oltre questo limite di pendenza, indipendentemente dalle caratteristiche del substrato, del grado di copertura vegetale, di rocciosità, ecc., non devono essere consentite in alcun modo, *eventualmente ricorrendo anche a strumenti legislativi regionali*, tutte le lavorazioni che comportino il rivoltamento del suolo, quali il classico ritocchino, erpicatura, uso del ripper, o pratiche quali la distruzione totale della copertura erbacea o arbustiva, spietramento e decespugliamento eseguiti con lame frontali.

²⁰ Guidelines for soil profile descriptions, 1977, 1990

In caso di pendenze ascrivibili alla classe S3 e N1 devono essere inoltre richiesti, degli schemi di massima di sistemazione idraulico - agraria.

In tutte queste situazioni di marginalità possono essere ammesse solo lavorazioni o pratiche colturali, eseguite sia con macchine comuni che speciali, che non siano causa diretta di processi erosivi, quali per es. semina su cotica, idrosemina, ecc., pratiche di minima lavorazione, per le quali possono anche essere predisposti delle forme di pubblico sostegno.

La pendenza deve essere determinata sulla base della cartografia IGM o delle Carte Tecniche Regionali nelle loro più recenti edizioni. Per la realizzazione delle carte delle pendenze è raccomandato l'uso di programmi CAD

Si propongono, per tutte le unità fisiografiche, le seguenti classi di attitudine che sono derivate dalle classi di pendenza proposte dalla FAO nella Guida alla descrizione dei profili pedologici:

Classe S1: 0-2%, *pendenza assente*. (classe 1 FAO). Non esistono limitazioni nella scelta delle macchine e delle lavorazioni

Classe S2: 2 - 6%, *pendenza debole*. (classe 2 FAO). Non esistono limitazioni nella scelta delle macchine e delle lavorazioni

Classe S3: 6-15%, *pendenza moderata* (classe 3 e 4 FAO). Al limite della classe possono aversi rischi di erosione da moderati a severi in funzione del tipo pedologico, del substrato, del grado di copertura vegetale. Devono essere pertanto adottate tutte le tecniche di controllo della erosione e sono sempre da preferire le macchine e le lavorazioni che non comportino il rovesciamento del suolo e la distruzione della cotica.

Classe N1: 15-55%, *pendenza forte*. (classe 4 e 5 FAO). Rischi di erosione severi. È possibile il solo uso di macchine speciali che non comportino il rovesciamento del suolo e la distruzione della cotica.

Classe N2: > 55%, *pendenza molto forte*. (classe 6 FAO). Rischi di erosione molto severi. È da sconsigliare l'uso di qualsiasi macchina.

iii- Esposizione

Questo parametro fisico esercita una notevole influenza sulla quantità di calore che la superficie riceve e quindi con variazioni giornaliere e stagionali delle temperature dell'aria e del suolo rispetto a quelle medie locali. Queste variazioni a loro volta comportano modifiche a carico del:

i- periodo di germinazione, accrescimento, fioritura ecc. delle specie pabulari più lento nei versanti settentrionali più rapido in quelli meridionali,

ii- periodi più lunghi di non accessibilità dei pascoli alle quote più alte, per neve, ghiaccio, ecc.

iii- maggiore frequenza di gelate e brine alle quote superiori nei versanti settentrionali.

Per una maggiore comprensione del fenomeno si ricorda che il Bonciarelli (1976) indica, nel caso di un pendio inclinato di 30° le seguenti variazioni nella quantità di calore ricevuto (fatto pari a 100 quello di una superficie pianeggiante):

E= 92 S= 129 W= 90 N=50

Lo stesso autore sottolinea che nel caso di una superficie inclinata di 5° l'esposizione a N comporta una riduzione della temperatura media del suolo pari ad uno spostamento verso il polo di 450 km.

L'esposizione non deve essere considerata come un dato a se stante ma deve essere correlato con la quota, è ovvio infatti che il 30% circa in meno di calore ricevuto dai pendii a N rispetto a quelli a S assume una valenza differente a seconda che il pendio sia in una situazione di media o di alta collina. Deve essere correlata anche con la latitudine essendo i rilievi più meridionali sottoposti ad un clima complessivamente più caldo e più asciutto di quelli settentrionali.

Analoghe considerazioni valgono per le precipitazioni, che sono sempre superiori nei versanti settentrionali e nord - occidentali rispetto a quelli meridionali.

Per tenere conto delle influenze esercitate anche dalla altimetria e quindi del regime di temperatura dei suoli, si sono proposti due schemi di valutazione per il carattere esposizione. Il primo per le quote inferiori a 600-1000 m s.l.m. dove l'influenza della esposizione della superficie non è un fattore limitante fondamentale per lo sviluppo della cotica pabulare e per la sua accessibilità, il secondo per le quote superiori a 1000 m s.l.m. dove tale fattore assume invece un ruolo fondamentale.

<i>quote < 600 - 1000 m s.l.m.²¹</i>		<i>quote > 1000 m s.l.m.</i>	
S1	S	S1	S
S2	E, W	S2	E, W
S3	N	S3	
N1		N1	
N2		N2	N

Tabella 3 – Schemi di valutazione delle differenti condizione di esposizione

La determinazione della esposizione deve essere realizzata sulla base della cartografia IGM o delle Carte Tecniche Regionali nelle loro più recenti edizioni. Per la realizzazione delle carte delle esposizioni è raccomandato l'uso di programmi CAD.

iv- **Copertura vegetale**

Scopo delle Direttive dovrebbe essere quello di favorire il miglioramento pascoli e successivo utilizzo degli stessi attraverso operazioni colturali anche meccanizzate o meccanizzabili.

²¹ vedere voce altitudine

La copertura vegetale arborea e arbustiva, spesso soggetta a vincoli forestali, idrogeologici, paesaggistici, può costituire uno degli ostacoli a questa meccanizzazione ostacolandola o impedendola su quelle superfici dove non può essere ridotta o eliminata. Si vuole ricordare che nel caso sia presente una copertura arborea o arbustiva queste possono ricadere in una delle seguenti situazioni:

i - da una copertura vegetale oggi degradata è possibile in tempi brevi il riprodursi di stadi dinamici prossimi al climax²².

ii - la copertura arborea effettiva o potenziale interessa più del 20 % della superficie

Entrambe le situazioni sono previste dal Regolamento R.A.S. n. 16210/1986 attuativo della legge 431/85, legge che, considerando queste superfici come boschi, pone dei vincoli molto severi sul loro uso.

Pertanto si propongono, per tutte le unità di paesaggio indicate nelle Direttive, due schemi di valutazione della attitudine.

Il primo da utilizzarsi nel caso di copertura prevalentemente arbustiva, il secondo nel caso di copertura prevalentemente arborea, in particolare viene stabilito che:

i- nel caso di copertura arborea viene fissato quale limite di possibilità di intervento la presenza di una copertura effettiva o potenziale, così come definita dal regolamento citato, superiore al 20%.

copertura prevalentemente arbustiva ¹		copertura prevalentemente arborea	
S1	< 2%	S1	< 2%
S2	2 - 10 %	S2	2- 10%
S3	10 - 25%	S3	10 - 20%
N1	25 - 50 %	N1	> 20%
N2	>50 %	N2	> 20 %

¹ se la copertura arborea effettiva o potenziale eventualmente presente supera il 20% le superfici sono ascritte alla classe N2

Tabella 4 - Classi di attitudine per la valutazione del grado di copertura vegetale

ii- nel caso di copertura prevalentemente arbustiva, fermo restando l'articolazione in classi proposta nella tabella successiva, deve essere verificata anche la assenza nell'area di superfici che avendo i requisiti minimi di legge possono essere definite bosco, caso che ne comporterebbe la attribuzione immediata alla classe N2, indipendentemente dall'ammontare complessivo della superficie interessata dalla copertura arbustiva.

Le Direttive dovranno imporre al progettista una accurata descrizione della copertura arbustiva o arborea eventualmente presente nella superficie da migliorare. Questa

²² secondo la definizione fitogeografica

descrizione deve quantificare le specie presenti e la superficie interessata. Sarebbe opportuno che venissero allegati documenti fotografici e fotografie aeree recenti. Le classi di attitudine proposte per tutte le unità di paesaggio sono le seguenti:

v- **Rocciosità affiorante e pietrosità superficiale**

Nelle precedenti versioni delle Direttive queste due caratteristiche non erano state definite in modo univoco.

La rocciosità affiorante e la pietrosità superficiale devono essere considerate come ostacoli o impedimenti al miglioramento e successivo utilizzo dei pascoli mediante l'uso delle macchine più comuni.

Per la descrizione e quantificazione di queste due caratteristiche si chiede l'adozione di quanto proposto dalla FAO nella Guida alla descrizione del profilo pedologico.

Nei riguardi della pietrosità la FAO indica le seguenti tre classi dimensionali di pietrosità:

ghiaie: \emptyset 0,2 - 7,5 cm

ciottoli: \emptyset 7,5 - 25 cm

blocchi: \emptyset > 25 cm

e indica come ostacolo all'utilizzo dei mezzi meccanici tutti gli elementi pietrosi che hanno un \emptyset > 15 cm.

Le classi di pietrosità descritte dalla FAO sono:

classe 0: assenza di pietrosità o pietrosità molto scarsa. I pochi elementi pietrosi < 0,01% della superficie non sono di ostacolo alle coltivazioni.

classe 1: pietrosità molto scarsa. Gli elementi pietrosi sono in grado di interferire con le coltivazioni ma non con quelle in interlinea. Le distanze tra gli elementi pietrosi con diametro 15 - 30 cm variano da 10 a 30 m. Superficie interessata dalla pietrosità 0,01 - 0,1%.

classe 2: pietrosità comune. Gli elementi pietrosi sono in grado di impedire le coltivazioni in interlinea. Le distanze tra gli elementi pietrosi con diametro 15 - 30 cm variano da 1,60 a 10 m. Superficie interessata dalla pietrosità 0,1 - 3,0%.

classe 3: pietrosità elevata. Gli elementi pietrosi impediscono l'uso di tutte le macchine eccetto quelle più leggere o degli attrezzi. Le distanze tra gli elementi pietrosi con diametro 15 - 30 cm variano da 0,75 a 1,60 m. Superficie interessata dalla pietrosità 3,0 - 15%.

classe 4: pietrosità eccessiva. Gli elementi pietrosi impediscono l'uso di tutte le macchine e di gran parte degli attrezzi. Le distanze tra gli elementi pietrosi con diametro 15 - 30 cm è inferiore a 0,75 m. Superficie interessata dalla pietrosità 15 - 90%.

Si propone pertanto di considerare come limite tra la classe S3, marginalmente adatta al miglioramento pascoli e la N1, temporaneamente non adatta, il valore di pietrosità 15%, valore limite della classe 3 FAO, oltre il quale è impedito l'uso di tutte le macchine anche le più leggere.

Poiché la pietrosità è una caratteristica comune a tutti i suoli, indipendentemente dalla natura del substrato, condizioni morfologiche, ecc., si ritiene opportuno proporre il seguente schema di valutazione per tutte le unità fisiografiche:

Classe di attitudine	Classe FAO	% pietrosità
S1	1	< 0,1%
S2	2	0,1 - 3%
S3	3	3 - 15%
N1	4	15 - 50%
N2		> 50

Tabella 5 – Classi di valutazione della pietrosità superficiale

Anche la rocciosità deve essere considerata un fattore limitante la possibilità di meccanizzazione del miglioramento pascoli e del suo successivo utilizzo.

In accordo con Costantini (1983), nelle Direttive sono considerate come rocciosità anche gli elementi pietrosi con $\varnothing > 50$ cm.

Le classi di rocciosità descritte nella Guida FAO sono:

classe 0: rocciosità assente o molto scarsa. Gli eventuali elementi rocciosi non sono in grado di interferire nelle coltivazioni. La superficie interessata dagli affioramenti rocciosi è < 2%.

classe 1: debolmente rocciosa. Gli elementi rocciosi sono in quantità tale interferire con le coltivazioni ma non con quelle in interlinea. La rocciosità interessa dal 2 al 10% della superficie e gli affioramenti distano 35 - 100 m.

classe 2: rocciosa. Gli elementi rocciosi ostacolano anche le coltivazioni i in interlinea. La rocciosità interessa dal 10 al 25% della superficie e gli affioramenti distano 10 - 35 m.

classe 3: molto rocciosa. Gli elementi rocciosi sono in quantità tale da impedire l'uso di tutte le macchine eccetto quelle più leggere. La rocciosità interessa dal 25 - 50% della superficie e gli affioramenti distano 3,5 - 10 m.

Si propone pertanto di considerare come limite tra la classe S3, marginalmente adatta al miglioramento pascoli e la N1, temporaneamente non adatta, il valore rocciosità del 25%,

valore limite della classe 2 FAO, oltre il quale è impedito l'uso di tutte macchine anche le più leggere.

Vengono pertanto proposte per tutte le unità fisiografiche, eccetto quelle delle alluvioni pleistoceniche e recenti le cui superfici sono sempre prive di rocciosità, le seguenti classi:

Classe di attitudine	Classe FAO	% rocciosità
S1	1	< 2
S2	2	2 - 10 %
S3	3	10 - 25%
N1	4	25 - 50%
N2		> 50%

Tabella 6 – Classi di valutazione della pietrosità superficiale

vi- **Drenaggio**

Deve essere considerato come presenza o assenza di acque libere nel suolo o alla superficie dello stesso, per periodi di tempo sufficientemente lunghi da causare danno alla coltura o da ostacolare l'uso delle macchine più comuni o la pabularità delle superfici.

Come acqua libera nel suolo o ristagnante in superficie non deve essere considerata quella che sono osservabili per brevi periodi in seguito alle normali precipitazioni o alle comuni adacquate.

Non devono essere considerate anche tutte quelle situazioni dove il ristagno superficiale o l'acqua libera possono essere eliminati con le normali lavorazioni, es. arature a colmare, riperraggio o lavorazioni più profonde per eliminare crostoni subsuperficiali, o piccoli riporti di materiali, ecc., o comunque con semplici opere di sistemazione superficiale.

Il limite tra l'ordine suscettibile (S) e non suscettibile (N), è dato dalla presenza di un regime di umidità del suolo di tipo aquico²³ entro i primi 50 cm di suolo. Questa profondità dovrebbe essere considerata come franco ottimale per la maggior parte dei pascoli sardi. Si propongono pertanto, per tutte le unità di paesaggio, le seguenti classi di attitudine in funzione della durata e frequenza del ristagno e del tipo di opere necessarie per ridurre il fenomeno.

Classe S1: assenza di ristagni superficiali o di acqua libera nel suolo in tutto l'arco dell'anno eccetto che per brevi periodi immediatamente successivi alle

²³ La Soil Taxonomy indica come regime di umidità aquico *un regime riducente praticamente privo di ossigeno disciolto perché il suolo è saturato dalla falda freatica o dalla frangia capillare. ... La durata del regime aquico deve essere di almeno alcuni giorni ... perché l'ossigeno disciolto viene rimosso dalla falda freatica attraverso la respirazione dei microrganismi, delle radici e della fauna del suolo.*

precipitazioni eccezionali e alle adacquate con volumi notevoli e sempre su superfici di limitata estensione.

Eventuali ristagni, su superfici di modeste dimensioni, possono essere eliminati con le normali lavorazioni, arature a colmare, lavorazioni profonde, modesti riporti di materiali, ecc.

Classe S2: ristagni superficiali e acqua libera per brevi periodi immediatamente seguenti tutte le precipitazioni e a tutte le adacquate. Il fenomeno interessa gran parte della superficie.

Essi possono essere eliminati con le normali lavorazioni e pratiche agricole, la realizzazione di eventuale opere di drenaggio, fossi e dreni, deve interessare meno del 20% della superficie.

Classe S3: ristagni superficiali e acque libere per lunghi periodi in seguito a tutte le precipitazioni e a tutte le adacquate. Il fenomeno interessa gran parte della superficie.

Può essere solo in parte ridotto con le normali lavorazioni e pratiche agricole. È necessaria la realizzazione di dreni o di fossi che interessano dal 20 al 50% della superficie.

Classe N1: ristagni idrici e acque libere per lunghi periodi in seguito a tutte le precipitazioni e a tutte le adacquate. Il fenomeno interessa gran parte della superficie.

Localmente è osservabile il regime di umidità del suolo di tipo aquico entro i primi 50 cm. Non può essere ridotto con le normali lavorazioni e pratiche agricole, è pertanto necessaria la realizzazione di fossi o di dreni su oltre il 50% della superficie.

Classe N2: ristagni idrici e acque libere per lunghi periodi in seguito a tutte le precipitazioni e a tutte le adacquate. Il fenomeno interessa gran parte della superficie. Il regime di umidità del suolo è di tipo aquico entro i primi 50 cm è il prevalente.

La realizzazione di fossi o dreni è necessaria su tutta la superficie o su gran parte di essa.

vii- **Numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta**

Nella versione originale delle Direttive veniva proposta, quale caratteristica indicatrice della lunghezza del periodo di aridità estiva e quindi delle possibilità di un maggiore numero di sfalci primaverili o comunque di disponibilità di foraggi freschi, la lunghezza del periodo arido espressa in numero di giornate anno.

Non essendo precisato né le modalità di calcolo, né le fonti di riferimento l'uso di questa caratteristica dava indicazioni generiche e soprattutto non confrontabili.

Madrau (1997) ha proposto di sostituire questa caratteristica climatica con *il numero di giorni consecutivi in cui la MCS²⁴ è asciutta dopo il solstizio estivo*.

²⁴ Dall'inglese *Moisture Control Section* traducibile in Sezione di Controllo dell'Umidità. Il valore della MCS non è un dato costante ma varia da suolo a suolo essendo in funzione di numerosi fattori tra cui tessitura, porosità, scheletro, profondità del suolo. Secondo la Soil Taxonomy il limite superiore della MCS è

Il vantaggio appare evidente:

- i- questa caratteristica viene utilizzata per la determinazione del regime di umidità dei suoli, indispensabile per la loro corretta classificazione secondo la Soil Taxonomy,
- ii- esistono delle metodologie di calcolo comunemente accettate, per cui è possibile il confronto dei risultati a livello regionale e soprattutto la loro esportabilità,
- iii- il ricorso a modelli di calcolo computerizzati permette di determinare questa caratteristica per più valori di AWC²⁵ e quindi di potere rappresentare, anche cartograficamente, le diverse situazioni di umidità del suolo nell'arco dell'anno, sia a livello area vasta sia a livello aziendale e quindi in definitiva permettere una programmazione basata su dati reali delle necessità di irrigazione.

Sulla base dei risultati ottenuti da Madrau per 5 valori di AWC - 25, 50, 100, 200, 300 mm ritenuti in grado di rappresentare il maggiore numero possibile di situazioni idrologiche della Sardegna²⁶ - si ritiene opportuno proporre per tutte le unità di paesaggio il seguente schema di valutazione :

classe	numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo.
S1	< 45
S2	45 - 75
S3	75 - 90
N1	>90
N2	>90

rappresentato dalla profondità media di infiltrazione di 2,5 cm di acqua nelle 24 ore. Il suo limite superiore è pari alla profondità media raggiunta 7,5 cm in 48 ore.

²⁵ Dall'inglese *Available Water Capacity* traducibile in *Acqua Utile Disponibile*, è pari alla differenza tra il contenuto idrico del suolo alla capacità di campo e il punto di appassimento permanente. Il valore della AWC può essere determinato, oltre che sulla base delle analisi di laboratorio, anche mediante l'utilizzo di modelli. Quello più utilizzato è stato proposto da Salter e Williams (1969). Secondo questi autori il valore di AWC è ricavabile dalla espressione:

$$[1,475 - 0,01 \times (S) + 0,011 \times L + 0,138 (C)] \times h$$

dove *h* è la profondità del suolo per la quale si calcola il valore di AWC, *S*, *L* *C* sono rispettivamente i valori medi nella profondità considerata di sabbia grossolana, limo e carbonio

²⁶ I valori di AWC di 25 e 50 cm permettono di evidenziare il comportamento della maggiore parte dei suoli a minimo spessore, il valore di AWC di 100 mm , utilizzato tra l'altro da Thornthwaite per i suoli calcoli a livello mondiale sulla ETP, può essere considerato come quello più prossimo al valore medio regionale. I valori di AWC 200 e 300 mm permettono di osservare le variazioni idrologiche dei suoli delle piane alluvionali dalla tessitura franca.

Questi valori sono sempre riferiti a periodi con temperature medie del suolo maggiori di 8°C. Il valore di 45 giorni di MCS asciutta dopo il solstizio estivo è quello limite tra il regime di umidità xerico tipico degli ambienti mediterranei e quello ustico, che è tipico degli ambienti subumidi o subaridi dove esistono condizioni climatiche che fanno sì che il suolo sia sempre asciutto, nei nostri ambienti, solo durante la fase più calda della stagione estiva, cioè durante i mesi di luglio agosto.

L'intervallo di 45 - 90 giorni consecutivi di MCS asciutta dopo il solstizio estivo è quello del regime di umidità xerico, il più comune nell'isola, mentre quello con MCS asciutta per oltre 90 giorni con T del suolo > 8°C rappresenta il limite con il regime di umidità aridico, caratteristico per le aree più meridionali o con suoli a minimo spessore.

Per questa caratteristica climatica si raccomanda di procedere al calcolo per i tutti 5 valori di AWC proposti in modo da rappresentare tutte le situazioni bilancio idrologico presenti nell'area. I dati relativi ai regimi di temperatura e di umidità del suolo sono riepilogati nelle successive figure 3 - 8. In particolare nella figura 3 è riportata la distribuzione nel territorio regionale dei due regimi di temperatura (Raimondi et al., 1995), mentre nelle figure 4 - 8, è riportata per i diversi valori di AWC la distribuzione nel territorio regionale dei periodi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo.

viii- Gelate

Questa caratteristica è correlata con altre caratteristiche climatiche e morfologiche, es. esposizione, altimetria, ecc. La sua conoscenza è fondamentale in quanto influenza la trafficabilità e la pabularità delle superfici a pascolo.

Una frequenza eccessiva di gelate compromette la qualità del pascolo, (danni alle colture, rallentamento o blocco della crescita, ecc.), ne impedisce l'accesso agli animali, può essere causa di disagio fisico agli stessi talvolta con esiti letali (meteorismo).

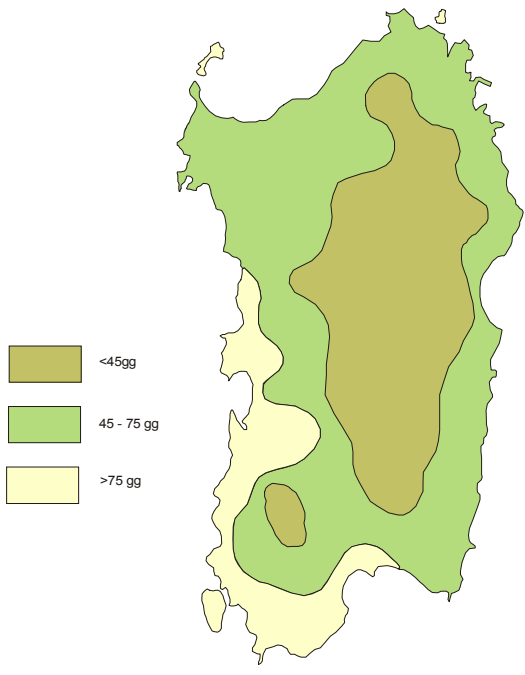


Figura 5 - Numero di giorni in cui la MCS per AWC 50 mm

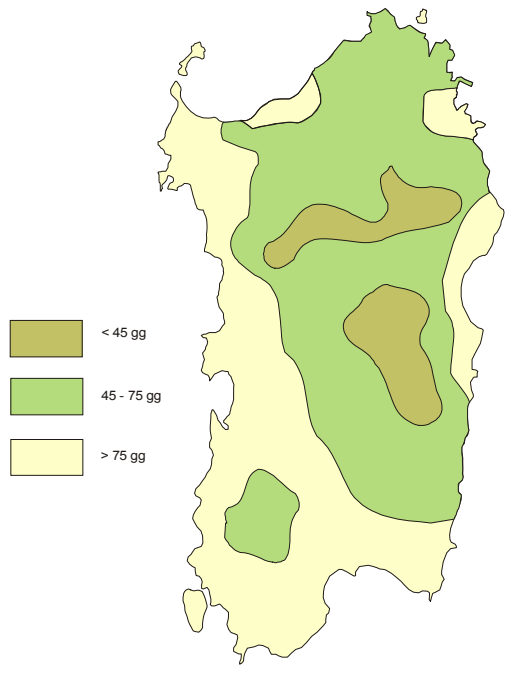


Figura 6 - Numero di giorni in cui la MCS per AWC 100 mm

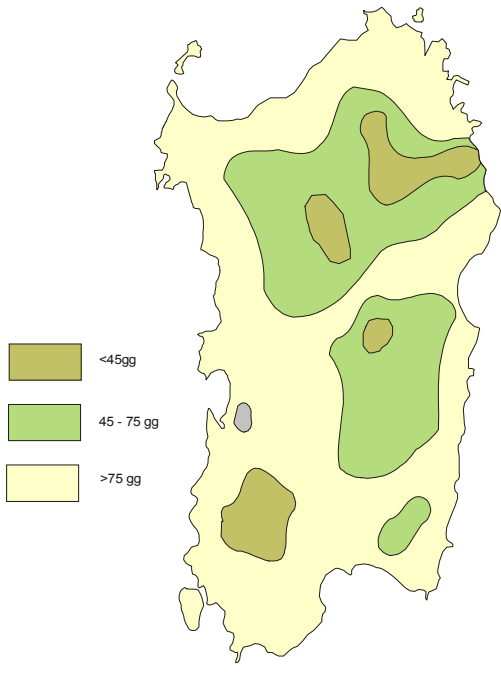


Figura 7 - Numero di giorni in cui la MCS per AWC 200 mm

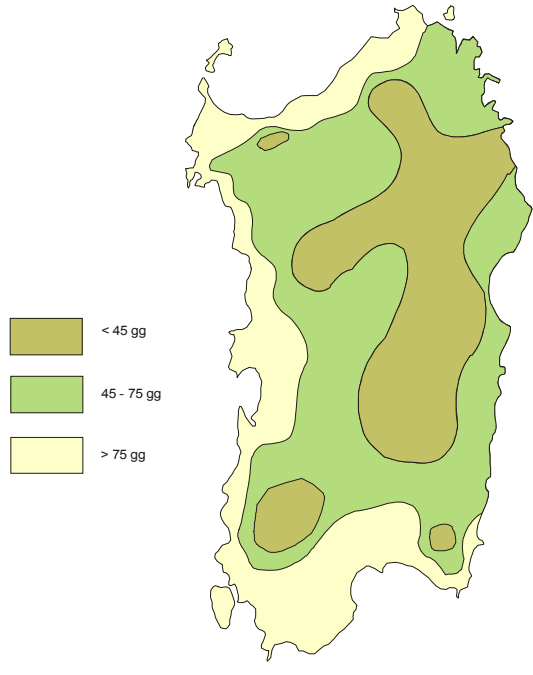


Figura 8 - Numero di giorni in cui la MCS per AWC 300 mm

Tutti queste situazioni negative si traducono in una diminuzione della produzione che è pari al numero di giornate in cui il pascolo non è accessibile dal bestiame.

Essendo questo parametro poco studiato a livello regionale vengono una serie di classi di attitudine al miglioramento, valide per tutte le unità fisiografiche, dove la frequenza di gelate non è quantificata ma solo descritta.

La frequenza delle gelate deve essere ricavata dalla analisi dei dati metereologici facendo riferimento agli ultimi 10 anni (o alla serie più lunga disponibile), delle stazioni termometriche più vicine all'area in progetto.

S1 = assenza di gelate

S2 = gelate rare e non tutti gli anni

S3 = gelate rare ma per più anni consecutivi

N1 = gelate comuni ma per più anni consecutivi

N2 = gelate frequenti tutti gli anni

ix- **Ampiezza della superficie**

Questa caratteristica viene proposta per la sola unità fisiografica delle alluvioni recenti ed è riferita non alla ampiezza della azienda ma a quella dei depositi alluvionali lungo i corsi d'acqua.

Lo scopo è quello di evidenziare le possibilità di una meccanizzazione economicamente conveniente della superficie oggetto di miglioramento.

Questa necessità sorge dal fatto che i depositi alluvionali, specie nei tratti iniziali dei corsi d'acqua hanno ampiezze complessive di pochi metri, per cui pur essendo delle superfici ottimali dal punto di vista strettamente pedologico, non si prestano alla utilizzazione agronomica in generale e al miglioramento pascoli in particolare.

Spesso il professionista o il programmatore vengono tratti in inganno circa la effettiva ampiezza delle aree interessate dai depositi alluvionali dal fatto che nella cartografia pedologica e geologica - per motivi esclusivamente di natura grafica - si è costretti ad attribuire alle superfici interessate da questa unità ampiezze superiori a quelle reali.

Si ritiene che l'ampiezza minima di queste superfici superficie non possa essere inferiore a 20 m, per cui si propongono le seguenti classi:

S1 > 50 m

S2 > 50 m

S3 50 - 20 m

N1 -----

N2 < 20 m

Il progettista deve, per documentare la estensione della superficie, utilizzare rilievi fotografici e fotografie aeree.

x- **Rischi di esondazione:**

È prevista per la sola unità delle alluvioni recenti, dove eventuali esondazioni fluviali possono costituire una limitazione alla accessibilità del pascolo o un ostacolo al miglioramento degli stessi.

Al momento data la estrema variabilità delle situazioni possibili, la frequenza del fenomeno viene descritta in termini qualitativi: es. da occasionale e per brevi periodi a frequente e per periodi di tempo prolungati, ecc.

Il progettista deve documentare l'eventuale assenza o presenza del fenomeno esondativo sulla base dei dati termopluviometrici, indagini di campo, documentazioni fotografiche.

	S1	S2	S3	N1	N2
rischi di esondazione	assenti	scarsi	moderati		frequenti

Tabella 8 - Classi di valutazione in funzione dei rischi di esondazione

xi- Profondità del suolo

Questa caratteristica, pur essendo estremamente variabile nelle aree a pascolo della Sardegna, è fondamentale ai fini della valutazione della esecuzione del miglioramento pascoli con mezzi meccanici .

La profondità del suolo deve essere tale da evitare tutti i fenomeni dovuti al rimescolamento del profilo, es. aumento della pietrosità e dello scheletro, aumento del contenuto in carbonati per rottura degli orizzonti calcici e petrocalcici, ecc., e al contempo rendere possibile quegli interventi (meccanizzati o meccanizzabili), che possono eliminare o ridurre alcune limitazioni fisiche del suolo, primo fra tutti il drenaggio sotterraneo.

Devono essere considerate quale limite di profondità - oltre all'usuale contatto con gli orizzonti C o R - tutte quelle caratteristiche fisiche o chimiche che costituiscono un ostacolo alla penetrazione degli apparati radicali e al movimento dell'acqua: es. orizzonti calcici, petrocalcici, petroferrici, gley e pseudogley, ecc.

Nel caso di suoli sviluppatasi sulle alluvioni antiche il limite di profondità da considerare è quello tra il suolo attuale e il suo orizzonte C, indipendentemente dalla granulometria di questo orizzonte e dalla presenza di suoli sepolti.

Nei suoli sviluppatasi sulle alluvioni recenti o sui colluvi, eventuali stone-lines²⁷ devono essere considerate limite di profondità solo se continue e comunque in grado di ostacolare visibilmente la penetrazione degli apparati radicali.

Le classi di profondità del suolo possono essere pertanto definite nel modo seguente:

²⁷ con questo termine vengono indicati degli accumuli di materiali grossolani - scheletro - discontinui per spessore e distribuzione la cui presenza nel suolo è dovuta alla estensione e importanza dei fenomeni di colluviamento o degli episodi di deposito alluvionale.

Classe S1: la profondità del suolo o di eventuali caratteristiche limitanti la penetrazione degli apparati radicali o il movimento dell'acqua è tale da non costituire alcun ostacolo alle lavorazioni eseguite con le macchine più comuni. L'eventuale realizzazione di opere di drenaggio sotterraneo permette la realizzazione di un franco non inferiore alla profondità limite della classe.

Classe S2: la profondità del suolo o di eventuali caratteristiche limitanti la penetrazione degli apparati radicali o il movimento dell'acqua è tale da non costituire alcun ostacolo alle lavorazioni eseguite con le macchine più comuni. L'eventuale realizzazione di opere di drenaggio sotterraneo deve essere valutata attentamente dal punto di vista economico e deve permettere la realizzazione di un franco non inferiore alla profondità limite della classe.

Classe S3: la profondità del suolo o di eventuali caratteristiche limitanti la penetrazione degli apparati radicali o il movimento dell'acqua è tale che devono essere evitate le macchine e le lavorazioni che comportano il rovesciamento del profilo. La realizzazione delle opere di drenaggio non assicura un franco conveniente e non vi è giustificazione economica alla realizzazione delle stesse.

Classe N1: la profondità del suolo o di eventuali caratteristiche limitanti la penetrazione degli apparati radicali o il movimento dell'acqua è tale che devono essere evitate le macchine e le lavorazioni che comportano il rovesciamento del profilo, è ammesso il solo utilizzo di macchine discissorie. L'eliminazione delle caratteristiche limitanti è comunque possibile, ma non è giustificabile economicamente.

Classe N2: la profondità del suolo è tale da sconsigliare tutte le lavorazioni comprese quelle con macchine discissorie. Sono comunque possibili interventi quale: minimum tillage, semina su cotico, idrosemina, alcuni interventi di decespugliamento, ecc., che non comportano una azione diretta sul suolo.

Considerando che in alcune unità di paesaggio la natura dei substrati o l'azione dell'erosione fa sì che i suoli profondi costituiscano un'eccezione anziché la norma, si propongono le seguenti classi di profondità.²⁸

unità di paesaggio	unità di paesaggio	unità di paesaggio	unità di paesaggio
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

²⁸ nel caso di limiti con il substrato o con un fattore limitante (orizzonti calcici, petrocalcici, duripan, ecc.), di tipo discontinuo, devono essere indicati i valori medi di profondità.

	- complesso intrusivo paleozoico - calcari marnosi, marne, marne arenacee - tufi, ignimbriti, rioliti, trachiti - alluvioni antiche ²⁹ - alluvioni recenti	- complesso metamorfico paleozoico	- calcari e dolomie (Paleozoico e Mesozoico)	- basalti e basalti andesitici
S1	> 60 cm	> 40 cm	> 40 cm	> 40 cm
S2	60 - 40 cm	40 - 30 cm	40 - 20 cm	40 - 25 cm
S3	40 - 20 cm	30 - 10 cm	20 - 10 cm	25 - 15 cm
N1	20 - 10 cm	< 10 cm	< 10 cm	< 15 cm
N2	10 cm			

Tabella 9 - Classi di valutazione in funzione della profondità del suolo

xii- Tessitura

Le caratteristiche tessiturali di un suolo ne influenzano direttamente o indirettamente numerose proprietà fisiche (plasticità e adesività, drenaggio, porosità, penetrabilità agli apparati radicali, accessibilità per le macchine e del bestiame da umidi, contenuto in acqua utile, ecc.), in grado a loro volta di agire positivamente o negativamente nei confronti della meccanizzazione degli interventi di miglioramento pascoli e della successiva utilizzazione (meccanizzata) del pascolo.

La tessitura può influenzare anche alcune caratteristiche chimiche, es. la capacità di scambio da cui dipende la risposta quali - quantitativa che un suolo è in grado di dare per esempio ad una concimazione.

Per le diverse unità di paesaggio si propongono le seguenti classi di attitudine in funzione delle tessiture che più comunemente è possibile osservare nei primi 40 cm (o meno se in presenza di altri fattori limitanti), dei suoli più comuni presenti in ciascuna unità.

²⁹ nel caso di alluvioni antiche o recenti dove è comune la presenza di più successioni di suoli spesso separate da pacchi di ciottoli e ghiaie più o meno cementate di varia potenza, la profondità da considerare è quella del suolo attuale.

unità di paesaggio	S1	S2	S3	N1	N2
<i>complesso metamorfico</i>	F, FA*	FAS, FS	FS gr, FAL		
<i>formazioni intrusive</i>	F, FA	FAS fine, FS	FAS gr	SF	S
<i>calcari marnosi, ecc.</i>	F, FA	FAS fine FAL	AF, AL, A		
<i>basalti</i>	F, FA	FAS	FAL, A		
<i>tufi, ecc.</i>	F,FA	FAS	A, FL, AL		
<i>alluvioni antiche</i>	FA	FS, FAS	A,FLA, AL		S
<i>alluvioni recenti</i>	F, FA	FS, FAS	A, FAS gr., AL, FLA,	SF	S
<i>calcari cristallini, dolomie, ecc.</i>	FA	FAS	A		

*per la spiegazione delle sigle utilizzate si veda la successiva figura 9

Tabella 10 - Classi di valutazione in funzione della tessitura

A proposito di questa caratteristica occorre segnalare, che nel caso dei depositi alluvionali recenti e dei depositi eolici, di qualunque età essi siano, si è proposta l'attribuzione alla classe N2. Questa scelta è motivata dal fatto che le superfici interessate, se private della copertura vegetale sono soggette a gravi rischi di erosione eolica.

Nella figura 9 successiva è riportato il diagramma U.S.D.A. per la determinazione delle classi tessiturali.

xiii- **Stabilità della struttura**

Questa caratteristica è stata introdotta perché influenza direttamente sia la lavorabilità dei suoli, sia la accessibilità del pascolo da parte delle macchine che dello stesso bestiame.

Le valutazioni relative alla stabilità della struttura devono essere eseguite su un campione umido dei primi 40 cm di suolo, o meno se in presenza di altri fattori limitanti, secondo la metodologia ufficiale d'analisi dei suoli. (SISS,1994)

In mancanza di dati analitici la stabilità di struttura può essere determinata in base a due caratteristiche normalmente registrate durante la descrizione del profilo pedologico in campagna: grado di aggregazione, consistenza allo stato umido degli aggregati.

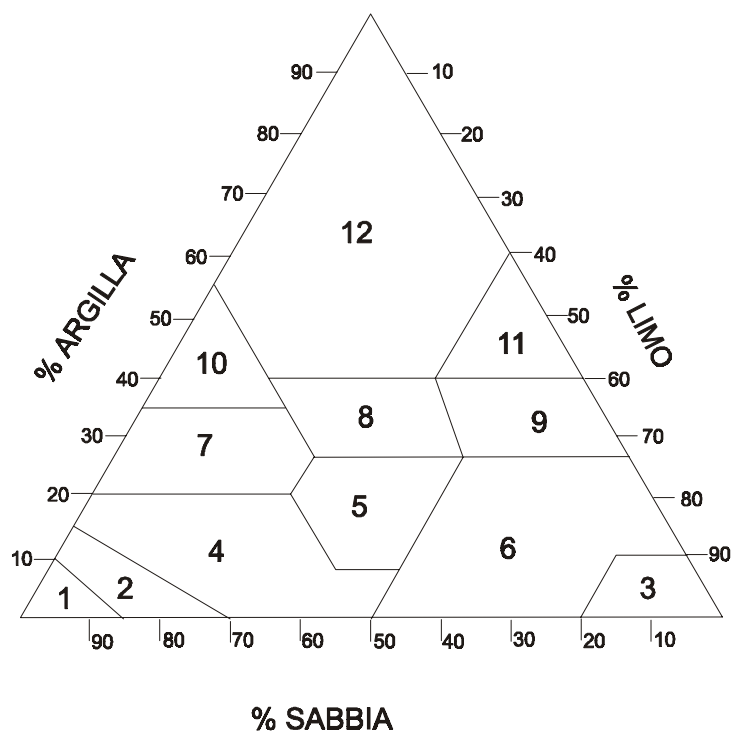
Per tutte le unità fisiografiche si propongono le classi riportate nella tabella 11 a cui corrispondono rispettivamente le combinazioni di grado di aggregazione e di consistenza riportate nella successiva tabella 12

S1	S2	S3	N1	N2
molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	struttura scarsa	suoli privi di struttura (suoli sabbiosi, limosi allo stato umido o massivi)

Tabella 11 - Classi di stabilità della struttura del suolo

S1	S2	S3	N1	N2
forte, friabile o resistente	forte, o intermedia tra forte e moderata, friabile o resistente	moderata, friabile	debole, friabile	debole, o forte molto friabile, o molto resistente o estremamente resistente

Tabella 12 - Classi di aggregazione e consistenza della struttura del suolo



- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1- Sabbiosa S | 7- Franco-sabbioso-limosa FLS |
| 2- Sabbioso-franca SF | 8- Franco-argillosa FA |
| 3- Limosa L | 9- Franco-limoso-argillosa FLA |
| 4- Franco-sabbiosa FS | 10- Argilloso-sabbiosa AS |
| 5- Franca F | 11- Argilloso-limosa AL |
| 6- Franco-limosa FL | 12- Argillosa A |

Figura 9 - Diagramma per la determinazione delle classi tessiturali (Soil Taxonomy USDA, 1975)

xiv- Saturazione in basi

Si ricorda che la C.S.C. è in funzione diretta del contenuto e delle caratteristiche chimiche delle argille presenti nella frazione fine e del contenuto in S.O. nel suolo.

Per la valutazione della attitudine al miglioramento pascoli in funzione del grado di saturazione della C.S.C. si è pensato di considerare la condizione di saturazione come quella ottimale.

Il limite tra la condizione di saturazione e insaturazione non è costante per tutti i suoli. La stessa Soil Taxonomy indica nei diversi grandi gruppi più valori di saturazione per l'attribuzione di un suolo ai sottogruppi Dystric e Ultic che contraddistinguono (dove previste), le condizioni di insaturazione (del grande gruppo).

Per i suoli più diffusi in Sardegna questi limiti sono riportati nella tabella 13.

 saturazione	 sottogruppi
> 75 %	Haploxeralfs, Palexeralfs, Rhodoxeralfs, Xerofluvents
> 60 %	Xerorthents, Xeropsamments, Xerochrepts, Eutrochrepts
> 35 %	Haploxerands

Tabella 13 – Valori limite di saturazione per i sottogruppi più comuni in Sardegna

Inoltre, per i seguenti sottogruppi presenti in Sardegna: Calcixerolls, Haploxerolls, Calcixererts, Haploxererts, Vitrixerands, Haplumbrepts, la Soil Taxonomy non prevede condizioni di complesso di scambio insaturo.

<i>unità di paesaggio</i>	S1	S2	S3	N1	N2
complesso metamorfico ³⁰ rocce effusive basiche, calcari marnosi, calcari cristallini, alluvioni antiche, alluvioni recenti	> 75%	75 - 50%	50 - 30%	< 30%	
complesso intrusivo, complesso metamorfico ³¹	> 50%	50 - 30%	< 30%		
basalti	>50%	50 -35%	<35%		

Tabella 14 – Classi di valutazione in funzione del grado di saturazione della C.S.C.

In alcune unità di paesaggio, quale quelle delle formazioni intrusive paleozoiche (graniti), delle formazioni effusive basiche (basalti), in parte nelle formazioni metamorfiche ed in molti suoli derivanti dalle alluvioni pleistoceniche è normale una condizione di insaturazione del complesso di scambio. Per cui in queste unità di paesaggio devono

³⁰ se nell'area sono prevalenti i suoli in condizioni di saturazione

³¹ se nell'area sono prevalenti i suoli in condizioni di insaturazione

essere considerate, ai fini della attribuzione alla classe S1, dei valori di saturazione della C.S.C. inferiori a quelle fissate nella Soil Taxonomy per i sottogruppi tipici. Tenendo conto di questa particolare situazione dei suoli sardi, ai fini della valutazione della attitudine al miglioramento pascoli vengono proposte pertanto le classi della precedente tabella 14.

xv- **Acqua utile**

Questa caratteristica permette di indicare la quantità di acqua effettivamente disponibile per le colture. È in funzione diretta della tessitura e della porosità del suolo. Sulla base di numerose osservazioni compiute durante i lavori del Piano Acque regionale si propongono le seguenti classi di contenuto di acqua utile per i primi 40 cm di suolo o meno se in presenza di altri fattori limitanti.

<i>unità di paesaggio</i>	S1	S2	S3	N1	N2
-complesso metamorfico -complesso effusivo - calcari e dolomie	> 20%	20 - 15%	15 - 10%	<10%	
-complesso intrusivo -alluvioni antiche	> 15%	15 - 10 %	<10		
-basalti	> 20%	20 - 18%	18 - 12%	<12%	
-alluvioni recenti	> 22%	22 - 15%	15 -10%	<10%	

Tabella 15 – Classi di valutazione in funzione del contenuto in acqua utile

xvi- **Processi morfogenetici**

Questa qualità del territorio viene introdotta per descrivere sinteticamente la presenza di processi morfogenetici³² in atto nell'azienda o nell'area oggetto di valutazione.

I processi morfogenetici possono essere ricavati dalle carte morfologiche. Queste carte, così come quelle pedologiche, della copertura vegetale e dell'uso del suolo, dovrebbero a nostro giudizio, rappresentare uno degli allegati progettuali fondamentali per una corretta descrizione delle aziende e dei territori in quanto rappresentano degli strumenti obiettivi che possono permettere una più ampia visione degli aspetti ambientali e indicare gli strumenti tecnici per un eventuale lotta ai processi di degrado.

³² Rappresentano i tipi di processi geomorfologici ed antropici di accumulo o di erosione che agiscono su ciascuna unità fisiografica evidenziandone lo stato di degrado o di equilibrio.

Nell'ambito del progetto P.O.P.: *Valorizzazione Risorse Naturali: valutazione della attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna* già citato nel capitolo 3, sono state redatte, per le sedici aree campione, le carte morfologiche utilizzando lo schema di legenda per la Carta Morfologica proposta da Panizza (1991).

Sulla base dei risultati ottenuti si propone il seguente elenco per la individuazione, ai fini della valutazione al miglioramento dei pascoli, dei processi morfogenetici.

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| a - equilibrio stabile | g - erosione di massa |
| b - equilibrio instabile | h - erosione di sponda |
| c- equilibrio dinamico | i - erosione di fondo |
| d - erosione laminare | l - accumulo |
| e - erosione laminare e per rivoli | m - erosione per gravità |
| f - erosione per rivoli e incanalata | |

Pertanto possono essere proposte per tutte le unità paesaggio le seguente corrispondenza tra classi morfologiche e classi di attitudine d'uso.

	S1	S2	S3	N1	N2
<i>processo morfogenetico</i>	a - l	d	e - f	g - b	b - c - i - h - m

Tabella 16– Schema di corrispondenza tra classi morfologiche e classi di attitudine

6 - Gli schemi di valutazione

Nelle pagine successive sono riportati gli schemi di valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli proposti per le 8 unità di paesaggio che nell'Isola sono interessate dai pascoli stessi.

Unità fisiografica : **formazioni metamorfiche paleozoiche**

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ³³	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m					
rischi di esondazione (frequenza)					
profondità del suolo cm	> 40	40 - 30	30 - 10		< 10
tessitura	F, FA	FS, FAS	FSgr., FAL		
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	scarsa struttura	assenza di struttura
saturatione in basi %	> 75 ³⁴	75 - 50	50 - 30	< 30	
	> 50 ³⁵	50 - 30	< 30		
acqua utile %	> 20	20 - 15	15 - 10	< 10	
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c - i - h - m

³³ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

³⁴ nell'area sono prevalenti i suoli saturi

³⁵ nell'area sono prevalenti i suoli insaturi

Unità fisiografica : **complesso intrusivo paleozoico**

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ³⁶	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m					
rischi di esondazione (frequenza)					
profondità del suolo cm	> 60	60 - 40	40 - 20	20 - 10	< 10
tessitura	F , FA	FAS fine, FS	FAS gr.	SF	S
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	scarsa struttura	assenza di struttura
saturazione in basi %	> 50	50 - 30	< 30		
acqua utile %	> 15	15 - 10	< 10		
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c- i - h - m

³⁶ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

Unità fisiografica : **calcari marnosi, marne arenacee, ecc.**

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ³⁷	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m					
rischi di esondazione (frequenza)					
profondità del suolo cm	> 60	60 - 40	40 - 20	20 - 10	< 10
tessitura	F, FA	FAL, FAS	AL, A		
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	struttura scarsa	assenza di struttura
saturazione in basi %	> 75	75 - 50	50 - 30	< 30	
acqua utile %	> 20	20 - 15	15 - 10	< 10	
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c- i - h - m

³⁷ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

Unità fisiografica : **basalti, basalti andesitici**

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ³⁸	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m					
rischi di esondazione (frequenza)					
profondità del suolo cm	> 40	40 - 25	25 - 15	15 - 5	
tessitura	F, FA	FAS fine,	FAL, A		
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	struttura scarsa	assenza di struttura
saturazione in basi %	> 50	50 - 35	< 35		
acqua utile %	> 20	20 - 18	18 - 12	< 12	
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c - i - h - m

³⁸ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

Unità fisiografica : **tufi ed ignimbriti in alternanza rioliti e trachiti**

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ³⁹	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo a quico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m					
rischi di esondazione (frequenza)					
profondità del suolo cm	> 60	60 - 40	40 - 20	20 - 10	< 10
tessitura	F, FA,	FAS,	A, FL, AL		
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	struttura scarsa	assenza di struttura
saturazione in basi %	> 75	75 - 50	50 - 30	< 30	
acqua utile %	> 20	20 - 15	15 - 10	< 10	
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c - i - h - m

³⁹ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

Unità fisiografica : **alluvioni antiche, terrazzi, glacis**, (Pleistocene)

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ⁴⁰	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m					
rischi di esondazione (frequenza)					
profondità del suolo ⁴¹ cm	> 60	60 - 40	40 - 20	20 - 10	< 10
tessitura	FA	FS, FAS	A, FLA, AL		S ⁴²
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	struttura scarsa	assenza di struttura
saturazione in basi ⁴³ %	> 75	75 - 50	50 - 30	< 30	
acqua utile %	> 15	15 - 10	< 10		
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c - i - h - m

⁴⁰ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

⁴¹ riferite al suolo attuale

⁴² la tessitura sabbiosa fa sì che queste superfici siano sempre soggette a gravi fenomeni di erosione eolica, spesso innescata dalle lavorazioni che le privano della copertura vegetale, unico fattore di protezione degli stessi suoli dalla erosione.

Nel caso che queste superfici non siano state già ascritte alla classe N2 per altre caratteristiche, es. presenza di una copertura arborea > 20%, la presenza di una tessitura sabbiosa impone tassativamente la iscrizione della superficie alla classe N2.

⁴³ riferita al suolo attuale

Unità fisiografica : **alluvioni recenti**

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ⁴⁴	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m	> 50	>50	50 - 20		< 20
rischi di esondazione (frequenza)	assente	scarsi	moderati		frequenti
profondità del suolo cm	> 60	60 - 40	40 - 20		> 20
tessitura	F, FA	FS, FAS	FAS gr., AL, FAL, A	SF	S ⁴⁵
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	struttura scarsa	assenza di struttura
saturatione in basi %	> 75	75 - 50	50 - 30	< 30	
acqua utile %	> 22	22 - 15	15- 10	< 10	
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c- i - h - m

⁴⁴ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

²⁴ la tessitura sabbiosa fa sì che queste superfici siano sempre soggette a gravi fenomeni di erosione eolica, spesso innescata dalle lavorazioni che le privano della copertura vegetale, unico fattore di protezione degli stessi suoli dalla erosione.

Nel caso che queste superfici non siano state già ascritte alla classe N2 per altre caratteristiche, es. presenza di una copertura arborea > 20%, la presenza di una tessitura sabbiosa impone tassativamente la iscrizione della superficie alla classe N2.

Unità fisiografica : **calcari cristallini, dolomie (Paleozoico e Mesozoico)**

caratteristica	S1	S2	S3	N1	N2
altitudine m s.l.m.	< 600	600 - 800	600 - 800	800 - 1000	> 1000
pendenza %	0 - 2	2 - 6	6 - 15	15 - 55	> 55
esposizione < 1000 m s.l.m.	S	E - W	N		
> 1000 m s.l.m.	S	E - W			N
copertura vegetale % prevalentemente arbustiva ⁴⁶	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
prevalentemente arborea	< 2	2 - 10	10 - 20		> 20
rocciosità affiorante %	assente	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
pietrosità superficiale %	< 0,1	0,1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50
drenaggio (durata, superficie interessata da eventuali interventi di drenaggio)	assenza di ristagni o di acqua libera	ristagni o acqua libera per brevi periodi. Fossi o dreni <20 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni 20-50 % superficie	ristagni o acqua libera per lunghi periodi. Fossi o dreni > 50 % superficie	regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie
numero di giorni consecutivi in cui la MCS è asciutta dopo il solstizio estivo gg	< 45	45 - 75	75 - 90	>90	>90
gelate (durata frequenza)	assenti	rare	rare, in più anni consecutivi	comuni, in più anni consecutivi	frequenti in più anni consecutivi
ampiezza superficie m					
rischi di esondazione (frequenza)					
profondità del suolo cm	> 40	40 - 20	20 - 10		
tessitura	FA	FAS	A		
stabilità struttura	molto stabile	mediamente stabile	poco stabile	struttura scarsa	assenza di struttura
saturazione in basi %	> 75	75 - 50	50 - 30	< 30	
acqua utile %	> 20	20 - 15	15 - 10	< 10	
processi morfogenetici	a - l	d	e - f - b	g	c - i - h - m

7 -Conclusioni

⁴⁶ nel caso di una copertura mista se la copertura arborea raggiunge il 20 %, la superficie deve essere obbligatoriamente ascritta alla classe N2

Riteniamo di avere esposto in queste pagine una metodologia di valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio in grado di evidenziare la particolare complessità del paesaggio sardo.

Abbiamo volutamente limitato la descrizione e la impostazione degli schemi di valutazione fino al livello di sottoclasse, dove abbiamo indicato un primo elenco di quelle che a nostro giudizio rappresentano le principali limitazioni al miglioramento dei pascoli.

L'elenco da noi proposto non deve comunque essere considerato definitivo, sono al momento in corso alcuni studi finalizzati ad una migliore definizione di alcune caratteristiche, in particolare quelle relative alla disponibilità idriche nei diversi tipi pedologici, per le quali a causa della loro estrema variabilità, il numero di dati a disposizione non è mai sufficientemente elevato.

Non sono state indicate valori economici per la determinazione del quarto livello, quello di maggior dettaglio, in quanto si è ritenuto opportuno lasciare questo compito agli organismi tecnici della Regione Sardegna, gli unici che in base alle disposizioni legislative regionali, nazionali e comunitarie, possono ogni anno indicare quali interventi di miglioramento dei pascoli possono essere considerati ammissibili.

È nostra speranza che questo modello di valutazione della attitudine al miglioramento dei pascoli possa essere utilizzato dagli organismi tecnici regionali per la predisposizione di direttive da utilizzare nella progettazione dei piani di miglioramento aziendale e territoriale basati sulla effettiva potenzialità del territorio così da realizzare interventi di programmazione territoriale che siano in accordo con le politiche di uso sostenibile le uniche in grado di assicurare il vero rispetto dell'ambiente.

A questo proposito sottolineiamo come nell'ambito del progetto MEDALUS sono in corso degli studi tesi a verificare sia la disponibilità degli imprenditori ad accettare i risultati derivanti dalla applicazione nelle loro aziende del nostro modello di valutazione, sia ad individuare quei parametri economici e sociali, al momento da noi non considerati, che possono permettere, sempre a livello aziendale, una programmazione dei pascoli economicamente valida e quindi conciliabile con le politiche di uso sostenibile.

Si spera infine che gli studi in corso nell'ambito del progetto MEDALUS sulle possibilità di automazione delle procedure di valutazione - sia a livello aziendale che di area vasta - consentano la estendibilità della valutazione a tutto il territorio regionale e successivamente ad altre aree in ambiente mediterraneo.

Bibliografia

- 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.-Aru A. et al. 1991
- Aru A., Baldaccini P. et al. 1992 - Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250.000. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio, Dip. Scienze della Terra Univ. Cagliari, Cagliari
- Baldaccini P., Madrau S., Deroma M.A., 1995 - I suoli del bacino del rio d'Astimini - Fiume Santo. Valutazione della loro attitudine al miglioramento pascoli. Atti Convegno SISS *Il ruolo della Pedologia nella Pianificazione e gestione del Territorio*, Cagliari, pp. 287
- Bianco G., D'Angelo M., Loj G., et al., 1990 - Metodologia integrata per la gestione dello schema di attitudine al pascolo al fine della conservazione e della difesa dei suoli in Sardegna. Atti VII Congrso Naz. Dei Geologi, Roma
- Costantini E.A.C. , 1991- La classificazione dei suoli. In *il suolo . Pedologia nella scienza della terra e nella valutazione del territorio*. A cura di Cremaschi M. e Rodolfi G., La Nuova Italia Scientifica, Roma
- D'Angelo M., Madrau S., Previtali F., Percich L., Zucca C., 1997 - La valutazione dell'attitudine al miglioramento dei pascoli: il contributo del GIS. Atti della 1ª Conferenza ASITA, in Boll. Ass. It. Cartografia, n. 100-101, pag. 331-336, Roma
- Delogu G. et al., 1998 - Dati Landsat TM: confronto di metodologie per l'eleborazione di indici di vegetazione in Sardegna. Atti II Convegno Associazione Italiana Topografia, Bolzano
- Dessi G., 1991- La valutazione del territorio per gli usi agricoli e forestali: un esempio nel comune di Bolotana. Sardegna centrale. Tesi di Laurea. Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Sassari, A.A. 1990-91
- Enne G., Pulina G., Previtali F., Caredda S., Madrau S, d'Angelo M., Francesconi A.H.- Agripastoral activities and land degradation in Mediterranean areas: the case study of Sardinia. in *Mediterranean Desesertification and Land Use - Process, Policy and Practice*, Thornes J., Brandt J., Geeson N., editors. John Wiley, Chichester (UK), In stampa
- ERSAT, 1989 - Miglioramento e utilizzo dei pascoli. Direttive. draft. ed. Cagliari
- FAO , 1976 - A Framework for Land evaluation. Soil Bulletin n. 32, Roma
- FAO, 1977- Guidelines for soil description. 2d ed., Roma
- FAO, 1990 - Guidelines for soil description.3rd ed., Roma

-Fenu A., 1992 - un esempio di valutazione del suolo per lo sviluppo agricolo nel comune di Sindia (prov. di Nuoro). Tesi di Laurea. Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Sassari, A.A. 1990-91

-Gruppo di Lavoro ERSAT - CRAS - Università degli Studi di Sassari, 1991 - Direttive per l'attitudine dei suoli alla utilizzazione agronomica e per il miglioramento fondiario. Atti Convegno La difesa del suolo in ambiente mediterraneo. Cala Gonone (Nu), giugno 1991, ERSAT

-ISTAT, 1968 - 1° Censimento generale dell'agricoltura, 15 Aprile 1961. Vol. VI. Dati Generali Riassuntivi.

-ISTAT, 1976 - 2° Censimento generale dell'agricoltura, 25 Ottobre 1970. Vol. VI. Dati Generali Riassuntivi.

-ISTAT, 1986 - 3° Censimento generale dell'agricoltura, 24 Ottobre 1982. Caratteristiche strutturali delle aziende agricole. Fascicolo regionale Sardegna. Roma.

-ISTAT, 1992 - 4° Censimento generale dell'agricoltura, 21/10/90 , 22/02/1991. Caratteristiche strutturali delle aziende agricole. Fascicolo regionale Sardegna. Roma.

-Le Lannou M. 1979 - Pastori e contadini di Sardegna. Trad. di M. Brigaglia. Ed. Della Torre, Sassari.

-Madrau S.,1986 - Proposta di realizzazione di uno schema di Land Capability per i pascoli della Sardegna. Studi Sassaresi, Sez. III, vol. XXXII, 181-190, Sassari

-Madrau S., 1990 - Valutazione della attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna. I territori comunali di Gavoi e Lodine (Nu). Note. Atti dell' Istituto di Geopedologia e Geologia Applicata, Vol. 6, 1985-92, pag. 125-163, Sassari

-Madrau S. - Valutazione della attitudine al pascolo dei suoli della Sardegna: I territori comunali di Gavoi e Lodine (NU), carta pedologica alla scala 1:25.000. Atti Ist. Geopedologia e Geologia Applicata, Vol. 6, Sassari, 1990.

-Madrau S., 1993- Valutazione della attitudine alla utilizzazione agronomica e al pascolo dei suoli della Sardegna. Il territorio comunale di Sindia (Nu). Note. Studi Sassaresi, sez. III, Annali della Facoltà di Agraria, vol. XXXV (1°), pp.41-62, Sassari,

-Madrau S., 1993 - Valutazione della attitudine alla utilizzazione agronomica e al pascolo dei suoli della Sardegna. Il territorio comunale di Sindia (Nu). Carta pedologica alla scala 1:25000. Studi Sassaresi, sez. III, Annali della Facoltà di Agraria. vol. XXXV (1°), Sassari, 1993

-Madrau S., Previtali F. 1997 - La valutazione della attitudine dei suoli come strumento di prevenzione della desertificazione. In Genio Rurale numero speciale *La desertificazione in ambiente mediterraneo* n. 6, 1997, Edagricole, Bologna

- Madrau S., 1997 - Proposta di utilizzazione di una caratteristica pedoclimatica nella valutazione della attitudine al miglioramento pascoli dei suoli della Sardegna. *Genio Rurale* 12, 1997, pp. 40 - 48, Edagricole, Bologna
- Mc Rae S.G. et Burnham C.P., 1981 - *Land Evaluation*. Claredon Press, Oxford.
- Mereu P., Porcu G., 1980 - Sulla formazione di un aggiornato catasto dei terreni a pascolo in Sardegna. (L.R. n. 10/12/73 n. 39 e 6/9/76 n. 44). *Boil. Soc. It. Di Topografia e Fotogrammetria*, n. 2/4
- Panizza M., 1991 - Schema di legenda per le carte geomorfologiche di dettaglio. *Boll. Soc. Geol. It.* 1991, pag. 207 - 237,
- Pulina G., d'Angelo M., S. Madrau, M. Niedda, C. Porqueddu (1997). Field studies: the Astimini Fiume Santo Basin. In: *Atlas of Mediterranean Desertification* (eds. P. Mairota, J.B.Thornes), Jhon Wiley, Chichester. (in stampa)
- Pulina G., Cappio-Borlino A., 1998 - La complessità degli ecosistemi agro-silvo-pastorali. *Genio Rurale*, 3, 1998, pp. 40 - 48, Edagricole, Bologna
- Raimondi S., Baldaccini P., Madrau S., 1995 - Caratteristiche del clima e del pedoclima dei suoli della Sardegna negli anni 1951- 80. *Atti Convegno SISS Il ruolo della Pedologia nella Pianificazione e gestione del Territorio*, Cagliari, pp. 297 - 306
- Rivoira G., 1972 - Miglioramento ed evoluzione produttiva dei pascoli in Sardegna. Tavola rotonda sui problemi dei pascoli e del loro miglioramento. Cagliari
- Rivoira G., Bullitta P., 1980 - Parametri strumentali per la realizzazione di carte tematiche ai fini di della classificazione agronomica dei pascoli. *Giornate di studio sulla cartografia agraria e forestale*. Pisa.
- Salter P.J., Williams J.B., 1969 - The influence of texture on the moisture characteristics of soil. V. Relationship between particle size composition and moisture contents at the upper and the lower limits of available water. *The Journal of Soil Science*, 20
- Soil Survey Staff, Soil Conservation Service, U. S. Dept. of Agriculture, 1975 - *Soil Taxonomy*. Agriculture Handbook n. 436, 1st ed., Washington D.C.
- Soil Survey Staff, Soil Conservation Service, U. S. Dept. of Agriculture, 1997 - *Keys to Soil Taxonomy*. 7th ed. Pocahontas Press, Inc. Blacksburg, Virginia, USA
- Steiner K.G. , 1996 - Causes de la dégradation des sols et approches pour la promotion d'une utilisation durable des sols dans le cadre de la coopération au développement. GTZ GmbH, Eschborn, DBR,
- UNEP 1994 - United Nations Convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. UNEP, Geneve

-U.S. Bureau of Reclamation, 1953 - *Bureau of reclamation manual*. Vol. V: *Irrigated land use, Part 2 Land Classification*. U.S. Dept. Interior, Washington D.C.

-Zucca C. 1997 - Desertificazione ed uso dei suoli in ambiente mediterraneo. Contributo alla predisposizione di un Sistema Informativo Territoriale per la valutazione dell'attitudine al miglioramenti dei pascoli. Tesi di laurea, Corso di Laurea in Scienze Ambientali, Università di Milano. A.A. 1996-97