

Progetto pilota Regione Calabria

Accordo di programma MATTM - CNLSD – ARPACAL

PROT. DDS/2006/13607

Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria attraverso la conversione colturale in aree ad elevata vulnerabilità

Relazione finale

Art. 6 - Accordo di Programma



Le attività svolte nell'ambito dell'ADP vengono qui descritte secondo lo schema del progetto "Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria attraverso la conversione colturale in aree ad elevata vulnerabilità".

Fase 1 - Raccolta elaborazione e descrizione dati

A) Individuazione e descrizione dei piani e dei programmi regionali correlati ad azioni di lotta alla siccità e desertificazione, con particolare riferimento al Piano di Azione Locale della Regione Calabria

Le azioni di competenza della Regione Calabria e delle Autorità di Bacino nella lotta alla desertificazione sono individuate nelle linee guida del "Programma Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione (PAN)", approvate dal CIPE (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica), con delibera n. 229 del 21 dicembre 1999.

Un'attività conoscitiva, come prevista nelle linee guide dell'accordo di programma nella redazione del progetto pilota, su quanto si è fatto in Calabria in quei settori del governo del territorio ritenuti strategici dal PAN per la lotta alla desertificazione, è in grado di fornire un apporto sostanziale ai fini di un'attività di coordinamento delle azioni regionali rivolte alla prevenzione e mitigazione del rischio desertificazione ed, al tempo stesso, di tracciare una panoramica su quanto si dovrà continuare a fare in Calabria in funzione di quanto previsto all'interno del PAL sia in termini di azioni, sia in termini di una sempre dinamica individuazione delle aree a rischio.

Un quadro conoscitivo a descrizione dei fenomeni legati alla desertificazione quali il monitoraggio ambientale e la programmazione del territorio, infatti, permette di valutare l'operato in materia di iniziative e di attuazione di piani e programmi, compreso lo stesso Piano d'Azione Locale di Lotta alla desertificazione, nonché di definire i possibili interventi da realizzare sul territorio calabrese nel quadro di quanto previsto in materia di investimenti finanziari nei contesti nazionali ed Europei, tramite POR, PAC, PSR, ecc.

Lo stretto rapporto tra aspetti socio-economici e desertificazione, va ricercato negli strumenti di pianificazione e di tutela del territorio regionale che, talvolta, gli stessi amministratori non pensano legati alla lotta alla desertificazione. Tali strumenti intervengono direttamente o indirettamente nel processo, poiché le azioni che si vanno a pianificare sono spesso causa della desertificazione ed al tempo stesso ne subiscono gli effetti.

Le azioni dirette alla mitigazione del rischio desertificazione sono espressamente stabilite dal PAN, che chiede alle Regioni la redazione del Piano di Azione Locale di lotta alla siccità e desertificazione (PAL), con la specifica di individuare le aree del territorio regionale vulnerabili alla desertificazione, cosa fatta in Calabria attraverso una serie di progetti specifici.

In materia di azioni indirette di lotta alla desertificazione, il Decreto Legislativo n.152/1999 e successive modificazioni ed integrazioni, prevede la redazione dei Piani di Tutela delle Acque (PTA) e l'individuazione delle aree vulnerabili. La Legge 183/89 "Norme per il Riassetto Organizzativo e Funzionale della Difesa del Suolo", obbliga la Regione alla redazione dei Piani di Bacino e dei piani d'assetto idrogeologico, all'interno del quale formulare specifici programmi d'intervento. All'insieme di tali azioni concorrono oltre ai Piani di tutela delle Acque e i Piani di Bacino, anche i piani d'Ambito, i Piani Territoriali Regionali e Provinciali e i Piani Urbanistici che devono ugualmente essere tenuti in considerazione nelle azioni di lotta alla desertificazione. I possibili contributi dei settori agricolo e forestale alla lotta alla siccità e desertificazione, previsti dal PAN, coinvolgono invece aspetti della gestione agronomica e forestale sostenibile dei terreni, il sistema degli interventi irrigui e le pratiche d'irrigazione.

La gestione forestale sostenibile, sancita nel D.Lgs. 227/2001 "Orientamento e modernizzazione del settore forestale, è riconosciuta strumento essenziale per la lotta alla desertificazione dal PAN. La Regione ha il compito di definire nel territorio di competenza linee di tutela, conservazione e valorizzazione del settore forestale, attraverso la redazione e la revisione del Piano Forestale Regionale.

Tale azione proposta si colloca all'interno del progetto pilota in quella parte di attività a carattere conoscitivo, prevista dalle linee guida dell'accordo di programma, in relazione a quanto da farsi in merito alla "descrizione e studio dei fenomeni legati alla desertificazione quali il monitoraggio ambientale e la programmazione del territorio". È, inoltre, "elemento costitutivo delle proposte di progetto pilota" relativa alle "esplicite relazioni con i piani e i programmi correlati", nonché con la fase successiva all'attività conoscitiva e relativa alla "definizione dei possibili interventi da realizzare nel quadro dei contesti disponibili per la realizzazione di interventi sul territorio: POR, PSR, ecc".

In merito alla Politica Territoriale messa in atto dalla Regione Calabria, l'analisi dello stato di fatto in materia desertificazione si evince da quanto previsto dalle stesse nei Complementi di Programmazione, POR e APQ, nei settori previsti dal Piano di Azione Nazionale in materia desertificazione, nonché nella attività di formazione, informazione, monitoraggio e ricerca. Individuare le misure ed i fondi destinati e da destinarsi a tutto ciò che può essere attinente alla lotta alla desertificazione è per la regione un modo per indirizzare le azioni di lotta successive, ed al tempo stesso misurare quanto è stato fatto.

In merito ai POR, l'asse I delle risorse naturali comprende la maggior parte delle misure finalizzate a ridurre il rischio desertificazione ed è quello all'interno del quale si identificano maggiormente le priorità strategiche relative alla lotta alla desertificazione. Esso coniuga le finalità di gestione economica delle risorse naturali secondo il principio della sostenibilità del loro utilizzo, con i nuovi assetti gestionali nel settore dell'acqua e con il rafforzamento della strumentazione programmatica per gli interventi di difesa del suolo e di sviluppo della Rete Ecologica.

Il quadro normativo comunitario, nazionale e regionale in tema di agroambiente attribuisce al suolo, quale elemento fondamentale del sistema ambiente, una valenza strategica. Oltre alla funzione produttiva, infatti, il suolo svolge un ruolo importante nella protezione dei corpi idrici da eventuali inquinanti (capacità protettiva), regola l'idrografia superficiale e contribuisce all'equilibrio degli ecosistemi.

Lo sviluppo di una strategia tematica per la protezione del suolo è stata definita a livello europeo. Per fermare e far regredire il degrado del suolo è previsto il ricorso ad un approccio integrato, nella consapevolezza che soltanto da una mirata gestione degli interventi sul territorio rurale dipende una efficace protezione della risorsa suolo.

Il Reg. CE 1782/2003 (applicazione del regime di "condizionalità") indica fra le "buone condizioni agronomiche ambientali", precisi obiettivi di tutela del suolo. In particolare il documento evidenzia la necessità: a) proteggere il suolo dall'erosione; b) mantenere i livelli di sostanza organica; c) salvaguardare la struttura del suolo. I documenti attuativi nazionali (DM 12541 del 21.12.2006) e regionali (BURC n.3 del 16/02/2006) definiscono le misure obbligatorie per le aziende agricole allo scopo del perseguimento degli obiettivi fissati. In particolare dette norme prevedono l'introduzione di solchi acquai trasversali alle linee di

massima pendenza, fasce inerbite, adeguate tecniche di lavorazione ed altre tecniche indirizzate alla mitigazione dei fenomeni di degrado dei suoli per erosione.

Per quanto riguarda il **PSR 2007-2013**, in particolare all' ASSE 2 - *Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale* l'attuazione delle misure previste mira a due obiettivi fondamentali:

- innescare un processo di conversione delle tecniche di produzione in aree a forte impatto ambientale;
- innescare un processo di tutela e valorizzazione nelle aree a vocazione ambientale, paesaggistica e naturalistica.

Le misure previste possono essere classificate in tre categorie:

- pagamenti finalizzati a compensare svantaggi di tipo territoriale ed ambientale (indennità);
- pagamenti di carattere agroambientale e silvoambientale e a favore del benessere degli animali;
- primo imboschimento di superfici agricole e/o mantenimento o ripristino delle aree agricole e forestali in montagna.

Coerentemente con le norme sulla "condizionalità" la nuova programmazione (Piano di Sviluppo Rurale 2007 - 2013) pone in maniera esplicita la questione della difesa del suolo da fenomeni erosivi. Il PSR, a tal riguardo, prevede delle specifiche misure agroambientali. In particolare:

-erosione

Realizzazione di solchi acquai o fasce inerbite permanenti (artificiali o naturali) larghe almeno 5

m. la cui distanza non deve superare 40 m. L'azione riguarderà tutti i terreni a rischio erosivo da "moderato" a "catastrofico" per come riportato dalla carta del rischio di erosione della Calabria.

- mantenimento sostanza organica

Con tale intervento si intende promuovere l'adozione di tecniche di conduzione dei terreni finalizzate al mantenimento e/o all'incremento della sostanza organica.

-inerbimento

Allo scopo di migliorare la fertilità fisica e biologica del suolo è previsto l'inerbimento dei filari

o dell'intera superficie in tutti i terreni in pendio interessati da colture arboree.

-rotazioni

L'introduzione della rotazione colturale contribuirà a migliorare la fertilità del suolo attenuandone le cause di degrado.

E' evidente che l'intervento proposto con il presente progetto risulta complementare rispetto alle azione programmate per la gestione sostenibile della risorsa suolo in Calabria. La conversione colturale da un uso poco conservativo, quale risulta essere la cerealicoltura, ad un uso in grado di attenuare significativamente il degrado dei suoli per erosione, pone obiettivi di maggiore efficacia rispetto a quanto già messo in atto o programmato con le politiche agroambientale.

L'analisi di contesto e la valutazione della precedente programmazione hanno messo in evidenza che, in Calabria, la biodiversità vegetale e animale assume proporzioni notevoli, ma rischia di essere intaccata da una molteplicità di problemi. Il PSR, allo scopo di sostenere l'impegno assunto a Göteborg di invertire il declino della biodiversità, sostiene gli operatori rurali attraverso la priorità degli interventi a favore dell'ambiente nelle aree Natura 2000 e le indennità connesse alla direttiva 2000/60/CE e attraverso il sostegno agli investimenti non produttivi che comportino una gestione migliorativa del territorio e, quindi, una maggiore tutela degli habitat e delle specie. Biodiversità e habitat naturali sono, a loro volta, requisiti fondamentali per il sostegno del turismo rurale. Una maggiore tutela e conservazione della biodiversità possono essere assicurate anche grazie all'introduzione di tecniche di coltivazione, secondo pratiche rispettose dell'ambiente, quali il biologico e l'integrato che da una parte sosterranno gli agricoltori nella conduzione delle proprie attività e dall'altra contribuiranno, come richiesto dal mercato (es. biologico), ad alzare il livello qualitativo dei prodotti. Mantenere l'attività agricola nelle zone svantaggiate (ai sensi della Dir. 268 del 1975) con funzione di presidio: L'attività agricola in Calabria, secondo i dati di contesto, viene spesso effettuata in zone con particolari svantaggi fisici (il 90% del territorio calabrese è di collina e di montagna). Quindi è di enorme importanza dare un sostegno a quegli agricoltori che continuano l'attività agricola in aree svantaggiate perché così facendo svolgono una funzione di presidio che altrimenti renderebbe questi territori più vulnerabili di

quanto sono attualmente. Introdurre e diffondere tecniche di coltivazione biologica ed integrata-Ripristinare il potenziale produttivo e prevenire gli incendi-Tutelare e ricostituire il patrimonio forestale: La realtà calabrese è tale che se da una parte è alto il valore ambientale delle risorse naturali delle aree rurali dall'altra molto di tale patrimonio è sottoposto a rischio di depauperamento. Fenomeno, quest'ultimo, causato, ad esempio, da pratiche agricole inquinanti il suolo o di incendi frequenti che distruggono in parte il patrimonio forestale. E' necessario, pertanto, sviluppare adeguati metodi di prevenzione e di intervento attraverso corrette tecniche selvicolturali e di gestione economica dei boschi e di pianificazione dei territori boscati, finalizzate in particolar modo alla difesa antincendio e alla pronta ricostituzione dei territori percorsi dal fuoco. Favorire l'introduzione di tecniche agronomiche per la difesa quali-quantitativa delle acque: Gran parte del territorio calabrese è caratterizzato dal problema del dissesto idrogeologico come è emerso dalla valutazione del contesto e della precedente programmazione. Tale fenomeno è fondamentalmente legato alla perdita della superficie boschiva sperimentata in periodi remoti e non ancora attenuata mediante l'attività di rimboschimento che ha caratterizzato il periodo che va dal dopoguerra ad oggi. Il sostegno per l'imboschimento dei terreni non agricoli risulta dunque fondamentale per la salvaguardia dell'ambiente e per scongiurare l'abbandono delle aree in cui il fenomeno di dissesto idrogeologico è più acuto. La risorsa acqua, inoltre, verrà tutelata mediante le generali buone pratiche di conduzione agricola previste e sostenute dalle misure precedenti. Aumentare la disponibilità di biomassa attraverso l'incremento della superficie investita: La Calabria è in grado di contribuire agli obiettivi di contrasto dei cambiamenti climatici sostenuti a livello mondiale oltre che a migliorare il reddito degli operatori rurali riducendo le emissioni di gas serra in atmosfera grazie al suo ampio patrimonio boschivo anche se non è del tutto ripristinato. Valutazione sottolineate dall'analisi di contesto e dai risultati della precedente programmazione.

Il Programma Operativo Regione Calabria FERS 2007-2013 nell'asse III –Ambiente-Sottoasse Risorse Idriche, tra i tanti obiettivi prevede anche quello di prevenzione e gestione di situazioni di siccità attraverso il recupero e l'utilizzo di fonti idriche alternative (es. acque reflue), l'ottimizzazione degli usi relativamente ai diversi livelli di qualità ed il contenimento degli usi impropri; ed inoltre la prevenzione e la gestione di situazioni di siccità, salinizzazione delle falde ed esondazione; ottimizzazione dei sistemi di invaso e recupero

della risorsa idrica. Un contributo importante alla tutela della risorsa idrica potrà essere fornito per la ricostituzione delle riserve idriche naturali attraverso modelli di gestione ed interventi tali da contrastare la riduzione delle superfici a macchia e foresta, gli incendi e i disboscamenti, le urbanizzazioni, i drenaggi di terre umide, tutti fenomeni che hanno creato problemi di sostenibilità e rischi di desertificazione.

Anche nel Sottoasse Difesa del Suolo, Tutela delle Coste, Prevenzione dei Rischi Naturali e Protezione Civile, rientrano interventi per prevenire e fronteggiare fenomeni di desertificazione in un quadro di azioni integrate con gli altri settori ambientali, con lo sviluppo rurale e con le attività economiche connesse all'utilizzo del suolo e del territorio, in vista della conservazione e valorizzazione di queste risorse naturali.

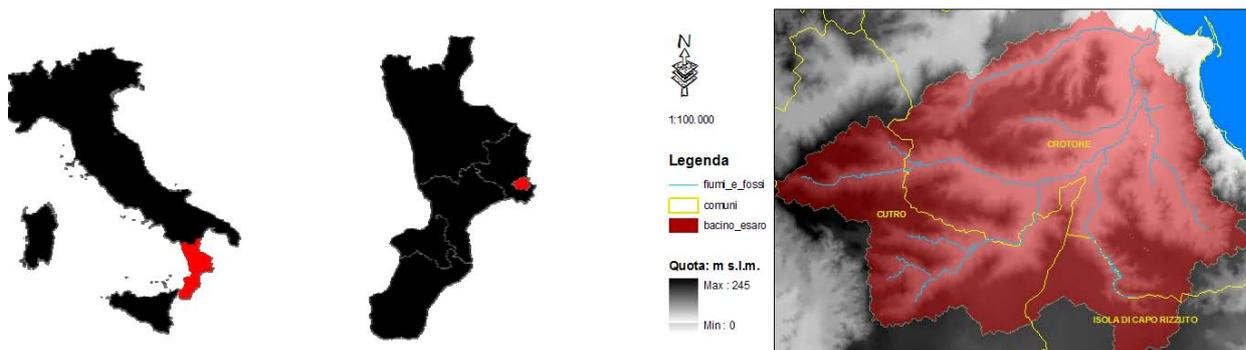
Nell'importanza di comprendere ed esplicitare le relazioni tra piani e i programmi, compreso il PAL, si può ritenere che la difesa del suolo e la gestione sostenibile della risorsa idrica sono, tra i quattro settori prioritari del PAN, quelli maggiormente affrontati a livello regionale, anche mediante la politica e la pianificazione territoriale non ultima quella relativa all'uso della risorsa forestale ed alle pratiche agricole, che presentano un rapporto di interdipendenza con l'uso del suolo e dell'acqua e pertanto con difesa e gestione sostenibile di queste due risorse. Determinante, quindi, è il ruolo che la Regione opera nel monitoraggio e salvaguardia del territorio dal rischio desertificazione, ed importante in ciò è cogliere e sottolineare le relazioni tra i piani nelle misure di lotta al processo di desertificazione, attività prevista nel progetto pilota, nonché la coordinazione tra gli stessi, anche attraverso l'incrocio dei dati relativi alle diverse vulnerabilità, affinché tali piani possano essere parte integrante di un'azione locale di lotta alla desertificazione più espressamente e direttamente condivisa dal Piano d'Azione Locale (PAL) e dal PAN.

B) Definizione delle aree sensibili alla desertificazione a scala di bacino.

Una delle aree più a rischio di desertificazione sul territorio regionale risulta essere il Marchesato crotonese, area in cui ricade una delle aziende oggetto della sperimentazione, in cui la quasi totalità del territorio rientra nelle tre categorie critiche ESAs. In questo territorio le aree a criticità massima (critico 1) non si limitano alla stretta fascia costiera, ma si estendono anche verso l'interno.

Per la particolare situazione di rischio, per la concomitanza di altri progetti in corso di cui si auspica una interazione ed una convergenza dei risultati, per la disponibilità e la sensibilità

posta dagli amministratori, si è deciso di focalizzare lo studio proprio sull'area del Marchesato crotonese; in particolare per destinare lo studio ad un'area circoscritta si è scelto di lavorare in ambito di bacino idrografico individuando all'interno dell'area il bacino del fiume Esaro.



Il bacino imbrifero ha una forma radiale ed un'ampiezza di circa 10.597 ettari¹, interamente contenuto nella [provincia di Crotone](#). Prende il nome dal suo fiume principale, l'Esaro, chiamato meglio l'**Esaro di Crotone**, per distinguerlo dall'altro corso d'acqua omonimo, sub-affluente del [Crati](#). L'Esaro è un piccolo fiume di 4° ordine, lungo circa 20 Km che trova le sue origini dalle colline del comune di [Cutro](#) (KR). I corsi d'acqua minori che contribuiscono al suo apporto idrico sono 7 (*vallone S.Anna, Acqua della Quercia, Trafinello, Tufolo, Falcosa, S.Giorgio, Papaniciaro*) lunghi fra i 5 ed i 7 km e quasi tutti confluenti, escluso il torrente *Lamps o Papaniciaro* con lunghezza di circa 12 Km che da nord fornisce il suo contributo poco prima della foce.

Dalla rappresentazione altimetrica tridimensionale dell'area sottoriportata si può avere un'idea dei sistemi presenti nel bacino. In celeste è visibile il sistema di valle fluviale principale; in verde figurano i sistemi di fondovalle costituiti dai 7 corsi d'acqua minori; in arancione il sistema dei versanti collinari ed infine, in rosso, emerge il sistema dei terrazzi marini di origine Pleistocenica. Le quote massime dell'area raggiungono circa i 250 m s.l.m. costituendo quindi il tipico paesaggio collinare. I versanti delle colline degradano dolcemente con valori di acclività dal 35% al 10% (vedi Carta delle pendenze). Le forme calanchive si riscontrano principalmente nella zona orientale, con pendenze dei versanti superiori al 35%. La variabilità delle forme, i diversi tipi di substrato (materiale parentale), la diversa azione del fattore tempo, ed il forte impatto antropico imprimono al comprensorio una spiccata diversità nelle tipologie di suolo che si ritrovano. Sui rilievi collinari, che rappresentano la

maggior parte del comprensorio, si evolvono tipologie di suolo differenti a secondo dell'intensità dei fenomeni erosivi. Si alternano infatti aree più conservate caratterizzate da suoli moderatamente profondi, privi di scheletro, con evidenti fenomeni di idromorfia a 50 cm di profondità, caratterizzati da un certo dinamismo strutturale che si manifesta con evidenti fessurazioni durante la stagione secca. Per la Soil Taxonomy si tratta di Inceptisuoli di intergrado vertico. Nelle aree più esposte a erosione sia incanalata che areale si assiste ad un notevole assottigliamento dei suoli che già a 20 cm di profondità presentano le caratteristiche colorazioni del substrato, uno scarso contenuto in sostanza organica ed una elevata conducibilità elettrica nell'orizzonte superficiale. La mancata lisciviazione dei sali, dall'orizzonte superficiale, conferma la scarsa evoluzione pedogenetica a causa del continuo ringiovanimento del suolo a spese del substrato, pertanto tassonomicamente appartengono agli Entisuoli aquici.

¹ L'area effettiva del bacino idrografico è stata ottenuta dall'elaborazione GIS del *Digital Elevation Model* passo 20m della Calabria

Nelle aree ormai desertificate (calanchi e biancane), affiora il substrato con i tipici colori grigio azzurri. Sulle superfici terrazzate pleistoceniche poste a quote comprese tra 100 e 200 m slm si rinvengono suoli profondi, caratterizzati da forte alterazione biochimica, con evidenza di lisciviazione di argilla dagli orizzonti superficiali e differenziazione di un orizzonte "argillico" ben espresso. La lisciviazione e rideposizione dell'argilla nel profilo ne consente la collocazione negli "Alfisuoli" della Soil Taxonomy. Infine nei fondivalle alluvionali si ritrovano suoli evoluti sui sedimenti colluvio-alluvionali erosi dalle colline limitrofe argilloso-siltose di epoca pliocenica. Si tratta di suoli a profilo poco differenziato a causa dei continui apporti colluviali, che determina una scarsa evoluzione pedogenetica (Entisuoli).

Il comprensorio presenta una forte impronta antropica che ha determinato la quasi totale scomparsa della vegetazione originaria, un tempo dominata dalla sughera (*Quercus Suber*). In generale si può affermare che la macchia mediterranea a mirto (*Myrtus communis*) e lentisco (*Pistacea Lentiscus*) è sopravvissuta sotto forma di sparuti lembi. Questi, delimitano le colture intensive insieme a prati pascolo e prati abbandonati. Lungo i fondo valle è presente, in forma residuale la vegetazione ripariale con fragmiteti e giuncheti, ai quali si affiancano sporadici salici (*Salix ssp*), tamerici (*Tamarix Africana*) e qualche ontano (*Alnus*

glutinosa). Sulle superfici terrazzate, caratterizzanti le zone sommitali dell'area, e sporadicamente lungo alcuni versanti, si attesta l'olivicoltura.

Con gli anni, ed in particolar modo dopo la riforma agraria del 1950, il Marchesato Crotonese ha visto trasformare il proprio paesaggio avviando politiche agrarie propense più alla cura delle pratiche rurali che a quelle pastorali. Questa situazione ha determinato l'abbandono della tradizionale transumanza che si verificava soprattutto sulle colline crotonesi. Il mosaico di campi con le numerose case adiacenti, l'apertura di numerose vie locali carreggiabili in ogni stagione, le opere di spietramento e quelle di rimboschimento a piantagioni di eucalipto, e fra le altre, le opere di irrigazione, da un lato hanno risollevato le sorti di un territorio degradato, mentre dall'altro hanno contribuito a diminuire considerevolmente la superficie destinata al pascolo, nella fattispecie boscaglie degradate, pascoli naturali, superfici collinari destinate al bestiame nei riposi e prati avvicendati. Sommarariamente, il territorio presenta vaste estensioni di seminativi a ciclo autunno vernino (es.: grano duro) che ritrovano ampio respiro sui versanti collinari ed è questo, sicuramente, l'indirizzo produttivo più rappresentativo dell'area. L'olivicoltura è presente prevalentemente sulle superfici terrazzate, ma la sua diffusione è meno importante rispetto ai comprensori limitrofi. Nell'area sono presenti, infine, alcuni rimboschimenti ad eucalipto realizzati nella seconda metà del secolo scorso con scarsi risultati produttivi e ambientali.

Nella zona sud orientale del bacino si rileva una zona di protezione speciale IT9320104 con un'estensione pari a 608 ettari e ad una quota media di 90 m s.l.m. Quest'area ha un notevole interesse paesaggistico e naturalistico perché costituito da colline argillose plioceniche-pleistoceniche colonizzate da una vegetazione steppica specializzata. L'area rileva un alto grado di vulnerabilità a causa della notevole espansione urbanistica di tipo turistico delle zone limitrofe.

E' stata effettuata l'analisi di tutti gli indici e indicatori di desertificazione, (climatici, pedologici, vegetazionali e socioeconomici) con particolare riferimento a quelli climatici e biotici. In particolare è stata sostenuta la metodologia ESAs (*Environmentally Sensitive Areas*), in cui per ogni indice, riportato di seguito, sono stati confermati alcuni indicatori implementandone i dati; altri sono stati sostituiti con nuovi indicatori ritenuti più significativi per l'obiettivo prefissato.

In questo documento si illustrano i parametri testati per la costruzione degli indicatori e la

loro rispondenza ai fini del calcolo degli indici di qualità della metodologia ESA ad una scala di semidettaglio.

CQI

A scala locale la spazializzazione dei dati disponibili, serie storica del trentennio 1979 – 2007 di 3 stazioni termopluviometriche, non ha portato a sostanziali modifiche del valore finale dell'indice di qualità climatica rispetto a quello elaborato in scala 1:250.000. Per ulteriore verifica sono stati testati altri indici di aridità oltre l'indice di Bagnouls Gausson, specifico della metodologia ESA, ovvero l'indice UNEP e l'indice di umidità globale di Thornthwaite, ottenendo comunque valori che rientrano nella stessa classe di aridità.

$I_a = P / ETP$		$I_m = [(P - ETP) / ETP] * 100$		$BGI = \sum_{i=1}^n (Z_i - P_i) * K$	
Aridity Index (UNEP)		Humidity Index (Thornthwaite)		Aridity Index (Bagnouls - Gausson)	
TYPE	I_a	TYPE	I_m	TYPE	BGI
hyperarid	<0.05	hyperhumid	>100	humid	<50
arid	0.05 ÷ 0.2	humid	100 ÷ 20	•	50 ÷ 75
semi-arid	0.2 - <0.5	subhumid	20 ÷ 0	•	75 ÷ 100
subhumid	0.5 ÷ 0.65	subarid	0 ÷ -33	•	100 ÷ 125
humid	> 0.65	semi-arid	-33 ÷ -67	•	125 ÷ 150
		arid	-67 ÷ -100	arid	>150

Crotone = 0.053	Crotone = -94.6	Crotone = 145
Cutro = 0.062	Cutro = -93.8	Cutro = 132
Isola C. R. = 0.059	Isola C. R. = -94.1	Isola C. R. = 134

Classi e assegnazione del peso dei parametri utilizzati per la costruzione degli indicatori:

Precipitazioni		
classe	descrizione	peso
1	>650	1
2	280 - 650	2
3	<280	4

Esposizione		
classe	descrizione	peso
1	NO - NE	1
2	SE - SO	2

Aridità			
classe	descrizione	BGI	peso
1	umido	< 50	1
2	-	50 - 75	1,1
3	-	75 - 100	1,2
4	-	100 - 125	1,4
5	-	125 - 150	1,8
6	arido	>150	2

SQI

Nell'area a seguito dei rilievi in campo e dei dati disponibili dai progetti ARSSA, è stato possibile testare oltre agli indicatori già utilizzati alla scala 1:250.000: **Tessitura, Acclività, Roccia madre, Profondità del suolo, Drenaggio, Pietrosità**, indicatori specifici che sono stati inseriti *ex-novo* nella formula dell'indice SQI: **Contenuto di sostanza organica, Salinità, AWC**. Di seguito la tabella riepilogativa riporta i parametri utilizzati per il calcolo dell'indice della qualità del suolo.

unità pedologica	Sost. organica	Limo	sabbia	argilla	tessitura	nomenclatura tessitura	qualità suolo	prof suolo	drenaggio	rocciosità	salinità	WCA (mm)
4.2	1,8	50	20	30	1,31	FRANCO ARGILLOSO FA - CLAY LOAM CL	buona - dep non consolidati	>75	buono - well drained	Assente <20	non salino < 0.25	Moderata 147
4.4	0,9	29	43	28	1,36	FRANCO ARGILLOSO FA - CLAY LOAM CL	buono - good	75 - 30	lento - poorly drained	Assente <20	moderatamente salino 1,2	Molto bassa <50
4.5	1,9	24	51	25	1,40	FRANCO SABBIOSO ARGILLOSO FSA - SANDY CLAY LOAM SCL	moderata - calcarenite	>75	rapido - imperfectly drained	Moderata 20 - 60	non salino < 0.28	elevata 170
4.7	1,1	20	60	20	1,45	FRANCO SABBIOSO ARGILLOSO FSA - SANDY CLAY LOAM SCL	buona - dep non consolidati	>75	buono - well drained	Assente <20	non salino < 0.15	Moderata 110
6.3	1,6	66	6	28	1,28	FRANCO LIMOSO ARGILLOSO FLA - SILTY CLAY LOAM SICL	buona - dep non consolidati	>75	lento - poorly drained	Assente <20	leggermente salino 0.3	elevata 160

Classi e assegnazione del peso dei parametri utilizzati per la costruzione degli indicatori:

Drenaggio		
classe	descrizione	peso
1	rapido	1
2	buono	1,2
3	mediocre	1,4
4	lento	1,6
5	molto lento	1,8
6	impedito	2

WCA			
classe	descrizione	quantità H2O (mm)	peso
1	molto bassa	< 50	2
2	bassa	50 ÷ 100	1,8
3	moderata	100 ÷ 150	1,5
4	elevata	150 ÷ 200	1,2
5	molto elevata	>200	1

Pendenza			
classe	descrizione	%	peso
1	pianeggiante	<5	1
2	debolmente acclive	6 ÷ 13	1,2
3	moderatamente acclive	14 ÷ 20	1,4
4	forte	21 ÷ 35	1,6
5	moderatamente scoscesa	36 ÷ 60	1,8
6	scoscesa	> 60	2

Scheletro			
classe	descrizione	abbondanza (%)	peso
1	assente	0	1
2	scarso	1 ÷ 5	1,2
3	comune	5 ÷ 15	1,4
4	frequente	15 ÷ 35	1,6
5	abbondante	35 ÷ 70	1,8
6	molto abbondante	> 70	2

Tessitura			
classe	descrizione	USDA	peso
1	buona	F, FSA, FS, SF, FA	1
2	moderata	AS, FL, FLA	1,2
3	scarsa	L, A, AL	1,6
4	molto scarsa	S	2

Salinità			
classe	descrizione	EC2mS/cm	peso
1	non salino	0 ÷ 0,5	1
2	leggermente salino	0,5 ÷ 1	1,2
3	moderatamente salino	1 ÷ 2	1,4
4	salino	2 ÷ 4	1,8
5	molto salino	> 4	2

Sostanza organica			
classe	descrizione	%	peso
1	molto povero	<1,0	2
2	povero	1,0 1,8	1,6
3	mediamente dotato	1,9 2,5	1,2
4	ricco	>2,5	1

VQI

Per il nostro studio in scala 1:50.000 è stata utilizzato come dato di base vegetazionale, la Carta degli Habitat del progetto Carta della Natura, di cui APAT è il responsabile nazionale.

Nello specifico, non essendo l'area in esame fra le aree regionali coperte dal suddetto progetto, si è provveduto nel corso di desertnet2 alla sua realizzazione.

La Carta degli Habitat, rispetto alla CLC, presenta un maggiore numero di classi, pertanto la definizione delle tipologie di habitat, data dalla classificazione europea Corine Biotopes, modificata

da APAT per l'Italia, riesce a dare una informazione di maggior dettaglio necessaria della costruzione degli indicatori del VQI ad una scala 1:50.000.

LEGENDA CARTA DEGLI ABITAT [scala 1:50.000]

- 15.6-Bassi cespuglieti alofili
- 15.83-Aree argilose ad erosione accelerata
- 22.1-Acque dolci (laghi, stagni)
- 34.5-Prati aridi mediterranei
- 34.81-Praterelli aridi del Mediterraneo
- 41.732-Querceti a querce caducifoglie (Q. pubescens, Q. virgiliana)
- 44.81-Gallerie a tamerice e oleandri
- 53.6-Comunità riparie a canne
- 82.1-Seminativi intensivi e continui
- 83.11-Oliveti
- 83.21-Vigneti
- 83.322-Plantagioni di eucalpti
- 85.1-Grandi parchi
- 86.1-Città, centri abitati

LEGENDA CLC 2000 (scala 1:250.000)

- Bacini d'acqua
- Boschi a prevalenza di querce caducifoglie
- Boschi e piantagioni a prevalenza di latifoglie no
- Culture intensive
- Macchia bassa e garighe
- Oliveti
- Seminativi in aree irrigue
- Sistemi culturali e particellari complessi
- Zone residenziali a tessuto continuo
- Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado

Classi e assegnazione del peso dei parametri utilizzati per la costruzione degli indicatori:

Rischio incendio			
classe	descrizione	EVI/LSWI	peso
1	basso	<3	1
2	moderato	3 - 126	1,3
3	alto	127 - 131	1,6
4	molto alto	>131	2

Resistenza alla siccità			
classe	descrizione	habitat	peso
1	molto alto	83.322, 15.6, 15.83	1
2	alto	83.11, 41.732	1,2
3	moderato	44.81, 83.21	1,4
4	basso	34.5, 34.8, 53.6	1,7
5	molto basso	82.1, 85.1	2

Protezione erosione			
classe	descrizione	habitat	peso
1	molto alto	44.81, 53.6	1
2	alto	41.732, 34.5, 34.8	1,3
3	moderato	83.322	1,5
4	basso	15.6, 83.11, 85.1	1,8
5	molto basso	15.83, 82.1, 83.21	2

Copertura vegetale			
classe	descrizione	% copertura	peso
1	alto	>40	1
2	basso	10 - 40	1,8
3	molto basso	<10	2

I parametri ricavati in remote sensing su immagini satellitari landsat 7, sono stati l'EVI (Enhanced Vegetation index) come indice di vegetazione per la stima della biomassa, LSWI come indice sensibile al contenuto d'acqua delle foglie e del suolo, è stata così realizzata una **carta della suscettibilità al rischio di incendio**, che associata alle tipologie di habitat ha fornito i parametri necessari al popolamento dell'indicatore rischio di incendio.

MQI

Il calcolo dell'indice dell'intensità d'uso del suolo è stata ricavato incrociando i dati derivati dalla carta degli Habitat e i dati del progetto CASI.

Il progetto CASI è relativo a rilievi eseguiti nel 2000, per cui si è proceduto ad un'implementazione, per le aree irrigue, considerate ai fini dello studio come colture intensive, dei dati sull'area oggetto di studio attraverso l'interrogazione e l'interpretazione delle bande 3 e 4 di immagini satellitari Landsat 7.

Differentemente da quanto stabilito per l'ESA alla scala 1:250.000, dove venivano impiegati gli indicatori di: aree ricreative e aree di miniera, alla scala 1:50.000, si è deciso di fondere tali indicatori in un indice di pressione antropica. Questo indice, che rientra tra le carte di Qualità ambientale del progetto carta della natura con base vegetazionale carta degli habitat, viene elaborato attraverso dati e algoritmi propri della metodologia Carta della Natura. L'indice di pressione antropica tiene conto del grado di frammentazione di un biotopo in base alla presenza di rete viaria, alla sua vicinanza ad un'area antropizzata (cave, industrie, etc.) e al grado di disturbo indotto sul territorio circostante dalla presenza di un nucleo urbano (superficie e popolazione residente e non).

Il livello di disturbo è responsabile della più o meno bassa qualità di un dato sistema ambientale. Esso è misurato dalle condizioni di disturbo (in atto e potenziali), nonché dal degrado strutturale.

Gli indicatori reperibili prontamente fanno riferimento alle potenzialità dei G.i.S. di leggere e di rielaborare gli elementi territoriali in modo da derivare indicatori sulla base degli strati informativi effettivamente disponibili. Questi indicatori sono estraibili dalle informazioni cartografiche tramite operazioni di ricombinazione in ambiente G.i.S. in riferimento ai mosaici di patches CORINE. Essi rendono conto del fatto che le interferenze maggiori derivano dall'isolamento relativo delle unità CORINE Biotopes operato dalla presenza di adiacenti aree di uso del suolo di tipo agricolo, urbano e industriale e dalla frammentazione

dovuta all'attraversamento di reti stradali e ferroviarie di comunicazione. Per quanto riguarda le pressioni relative agli inquinamenti, gli indicatori tengono in qualche modo già conto delle sorgenti diffuse (agricoltura, traffico).

Gli indicatori di Pressione Antropica agente sugli habitat CORINE Biotopes misurano una qualsiasi forma di pressione antropica attualmente in atto e agente all'interno o all'esterno dell' habitat, in modo diretto o indiretto.

Per il calcolo della pressione antropica sono stati presi in considerazione i seguenti indicatori:

1. Grado di frammentazione di un habitat

$$\text{frammentazione} = \frac{\text{metri di rete stradale entro un habitat}}{\text{area dell' habitat in ettari}}$$

Maggiore è tale rapporto, più l' habitat è da ritenersi frammentato.

2. Costrizione dell' habitat

se l' habitat confina con uno o più centri abitati o con una o più aree industriali: se l' habitat confina con uno o più aree agricole

3. Adiacenza dell' habitat a detrattori ambientali quali cave e discariche

se l' habitat confina con detrattori ambientali:

se l' habitat non confina con detrattori ambientali:

L'indicatore aree naturali è stato popolato con le informazioni derivate dall' Indice di fragilità ecologica, anch'esso indice di qualità ambientale del progetto Carta della Natura. Nella letteratura ecologica la Fragilità ecologica (fig. 13) di una unità ambientale è associata al grado di Pressione antropica e alla predisposizione al rischio di subire, un danno (Sensibilità ecologica).

La Sensibilità ecologica è intesa come predisposizione più o meno grande di un habitat al rischio di subire un danno o alterazione della propria identità-integrità. I criteri di seguito definiti fanno riferimento ad elementi di rischio di natura biotica/ abiotica (che fanno parte del corredo intrinseco di un habitat e pertanto lo predispongono, in maniera maggiore o minore, al rischio di alterazione/perdita della sua identità).

Indicatori della Sensibilità ecologico-ambientale di un habitat:

- Inclusione o meno dell' habitat nell'elenco delle tipologie di habitat prioritari (a rischio) a scala europea comunitaria nell'Allegato I della Direttiva Habitat;
- Distanza di un habitat dall' habitat più vicino della stessa tipologia CORINE (stesso codice),

intesa come indice di isolamento.

Viene calcolato come distanza (perimetro-perimetro) in metri di ogni habitat dal più vicino habitat appartenente allo stesso codice CORINE.

- Presenza negli habitat di vertebrati a rischio di estinzione (Lista IUCN)

La Lista di specie e il relativo livello di rischio è desunta dalla RED LIST IUCN 2000.

Per ogni habitat viene ottenuta la concentrazione del rischio effettuando la somma pesata dei vertebrati a rischio presenti negli habitat. Ad ogni livello di rischio è associato un coefficiente moltiplicatore che viene applicato al numero di vertebrati presenti nell'habitat e aventi quello specifico grado di rischio.

$$\text{sensibilità} = \frac{(\text{critical} * 3 + \text{endangered} * 2 + \text{vulnerable} * 1)}{\text{ampiezza dell'habitat}}$$

1. Presenza di vegetali a rischio di estinzione nell'habitat La lista delle specie vegetali e il livello di rischio associato è desunta da Conti et al. (1997). Per ogni habitat viene calcolata la concentrazione del rischio effettuando la somma pesata dei vegetali a rischio presenti.

2. Rischio per un habitat derivante dalla sua ampiezza Il livello di rischio di una determinata tipologia CORINE viene valutato rapportando la sua ampiezza a quella di tutti gli habitat della medesima tipologia.

- per ogni codice (tipologia di habitat) entro l'area di studio viene determinata la ampiezza totale, intesa come somma delle ampiezze (in ettari) degli habitat appartenenti ad uno stesso codice.

- l'ampiezza di ogni habitat di un certo codice viene rapportata all'ampiezza totale dello stesso codice.

3. Rischio per un habitat derivante dalla sua rarità Quest'ultima viene valutata in termini di frequenza della tipologia CORINE in cui l'habitat rientra. In particolare viene calcolato il numero di habitat che appartengono ad ogni tipologia CORINE nell'ambito dell'area di studio. L'indicatore di politiche di gestione si mantiene sostanzialmente identico a quello per la scala 1:250.000. Il dato determinante per questo indicatore di protezione è la presenza del SIC denominato "colline argillose di Crotona" che comprende una zona calanchiva soggetta a minaccia ad opera delle attività edili che in quella zona operano per l'espansione del nucleo abitativo di Crotona. Nell'area ricadono altri livelli di protezione che non sono stati utilizzati

in questo lavoro: aree archeologiche, vincolo non ritenuto correlabile all'obiettivo dello studio; aree a rischio di frana, ricadenti nelle aree a tessuto residenziale, non classificate ai fini del rischio di desertificazione.

Classi e assegnazione del peso dei parametri utilizzati per la costruzione degli indicatori:

Aree naturali			
classe	descrizione	fragilità ecologica	peso
1	molto bassa	< 0.015	1
2	basso	0.015 – 0.076	1,2
3	media	0.076 – 0.098	1,5
4	alta	0.098 – 0.12	1,8
5	molto alta	>0.12	2

Pressione antropica			
classe	descrizione	fragilità ecologica	peso
1	molto bassa	< 0.15	1
2	basso	0.15 – 0.26	1,2
3	media	0.26 – 0.45	1,5
4	alta	0.45 – 0.60	1,8
5	molto alta	>0.60	2

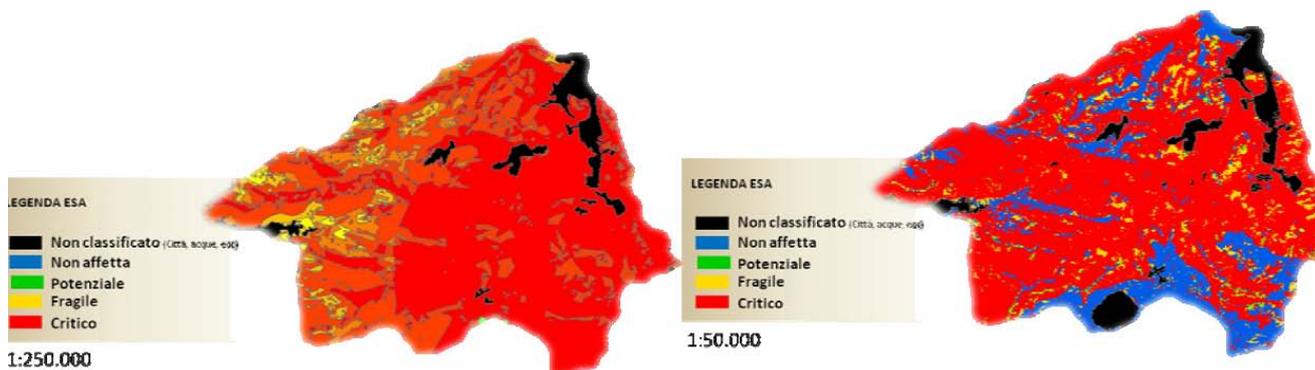
aree agricole		
classe	descrizione	peso
1	basso	1
2	medio	1,5
3	alto	2

Politiche di protezione			
classe	descrizione	Aree protette	peso
1	alto	SIC, ZPS, SIN, ECC	1
2	basso	PAI, altri vincoli	1,8
3	molto basso	nessuna protezione	2

Conclusioni

Elaborando fra loro le varie carte degli indici di qualità considerate, la carta finale ESAI che identifica la qualità del rischio desertificazione ottenuta è questa:

Il maggior dettaglio sia dei dati disponibili, sia dell'impiego di alcuni indicatori, ha prodotto una carta con più classi ESA. In definitiva le sole due classi ESA presenti nella cartografia al 250.000 (fragile e critico), al 50.000 sono state riclassificate in tutte le classi ESA presenti.



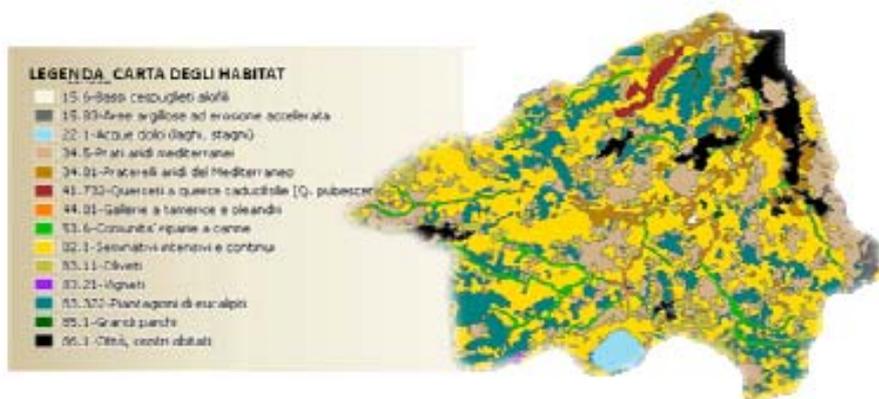
Nello specifico, analizzando la carta si nota quanto abbia influito nella determinazione delle classi finali ESA l'indice di qualità del suolo. Anche la rimodulazione dell'indice di qualità vegetazionale e gestionale, grazie alle informazioni più dettagliate sulla vegetazione e sulla sua qualità in senso ecologico-ambientale, hanno contribuito al maggior dettaglio dell'ESAI, ad esempio le aree con vegetazione a querceto, aree ad alta naturalità che non sono soggette ad azioni antropiche; nella scala al 250.000 ricadevano nella classe critica, nel presente studio al 50.000 tali aree, più correttamente, rientrano nella classe non soggetta a rischio, di contro le piantagioni a eucalipto, pur essendo formazioni boschive, ma soggette a taglio e quindi a pressione antropica, e ad alto rischio di incendio, presentano una maggiore variabilità ecologica e quindi sono distribuite in più classi.



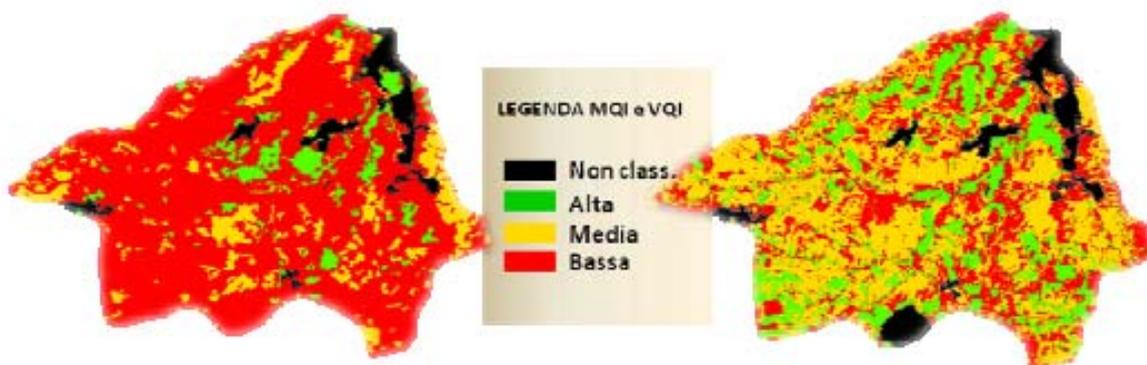
La classe FRAGILE include in maniera prevalente le aree con piantagioni a eucalipto e i prati

aridi mediterranei. Nel caso degli eucalitteti l'appartenenza a questa classe dipende dalla loro vicinanza ad aree ad alta pressione antropica, come le zone adibite a coltivazione intensiva prevalentemente in aree pianeggianti, quindi collegato al rischio di possibile espansione dei coltivi a scapito di queste formazioni arboree.

Per quanto riguarda i prati aridi mediterranei invece si osserva che, l'appartenenza alla classe fragile dipenda maggiormente dalle caratteristiche dei suoli e alla pendenza dei versanti, il tutto evidenziato dal basso SQI di tali aree.



Per quanto riguarda la classe CRITICO, non è necessario aggiungere altro sul fatto che ad essa appartengano le aree a calanchi (pur essendo nel caso specifico aree ad alta protezione ricadenti in un SIC) o dove gli indici VQI, SQI, MQI risultino su valori costantemente bassi, ma è importante evidenziare, per sottolineare la maggior chiarezza di informazione di tale scala, come esistano alcune eccezioni, appunto rilevabili solo a tale scala, come ad esempio le aree con formazioni a prati naturali su suoli di alta qualità (buon indice SQI) che rientrano comunque in classe critico per bassi valori di MQI, o meglio per essere delle isole in mezzo ad aree prettamente ad uso agricolo intensivo o altamente antropizzato.



In conclusione, dall'analisi dei singoli parametri ed esempi su riportati e dal confronto della carta ESAI alla scala 1:50.000 oggetto di studio, con quella al 250.000, possiamo dedurre che la rispondenza a scala locale è senz'altro positiva.

Inoltre nel corso di realizzazione del progetto, avendo la possibilità di incontrare diversi soggetti, tra cui operatori del settore agricolo, amministratori locali, tecnici ambientali, si è constatato che la rappresentazione cartografica in scala 1:50.000 e le informazioni ad essa correlate, rispondono meglio alla necessità di comprensione del fenomeno desertificazione, anche da parte di soggetti non strettamente addetti ai lavori, di accertare le principali cause innescanti i fenomeni di erosione, perdita della fertilità o quant'altro, e quindi di predisporre azioni e programmi a livello locale a tutela del territorio.

FASE 3 - Realizzazione dell'intervento di prevenzione e di mitigazione a carattere sperimentale e dimostrativo:

a) Individuazione dell'area di intervento

Nell'ambito dell'attività prevista dalla Convenzione fra ARPACAL e ARSSA, , il Servizio Agropedologia, ha provveduto all'individuazione delle aziende agricole da coinvolgere secondo quanto previsto dal progetto. A tale riguardo sono stati effettuati alcuni sopralluoghi in campo per l'identificazione dei siti rispondenti alle esigenze progettuali, in particolare sono stati considerati aspetti geomorfologici (versanti acclivi a substrato pliocenico di natura argilloso limosa), pedologici (entisuoli ed inceptisuoli poco profondi, xerici, calcarei, a volte sodici), colturali (aree ad attuale destinazione cerealicola). Sono state verificate, inoltre, l'appartenenza dei siti alle classi di erosione moderata o severa, per come definite dalla carta del rischio di erosione della Calabria, nonché la rappresentatività dei siti stessi all'interno del bacino di interesse. A tale riguardo è stato individuato un primo sito nella parte centrale del Bacino dell'Esaro ritenuto, sulla base dei rilievi effettuati, rappresentativo del territorio e rispondente alle esigenze progettuali.

Al fine di aumentare l'efficacia dell'iniziativa e di garantire la trasferibilità sul territorio sono stati individuati ulteriori due siti in aree ad elevato rischio di desertificazione ricadenti rispettivamente nel bacino del Tacina (limitrofo a quello dell'Esaro) e nel bacino del fiume Simeri, sempre sul versante ionico.(Fig 1).



Figura 1- Aree oggetto dell'indagine

Caratteristiche geomorfologiche e pedologiche dei tre siti

Si tratta di aree collinari, a morfologia ondulata, con pendenze da deboli ad acclivi, il cui substrato è costituito da argille grigio azzurre del Pliocene, formazione geologica molto diffusa su quasi tutto il litorale ionico calabrese. I sedimenti a particelle finissime e facilmente erodibili presentano, a volte, al loro interno, intercalazioni sabbiose riconoscibili per la presenza di scheletro e di colorazioni rossastre (foto n° 1).



Foto n° 1 – L'ambiente dei rilievi collinari argillosi del Pliocene

La natura del substrato e l'uso del suolo, negli ultimi decenni caratterizzato da cereali autunno-vernini in monosuccessione, determinano fenomeni di erosione idrica diffusa e incanalata che conducono al continuo ringiovanimento del suolo, specie nelle zone a pendenza più elevata e conseguente accumulo di materiale nelle parti basse dei versanti e nelle zone di raccordo con i piccoli fondovalle.

I fenomeni erosivi sono ulteriormente accentuati dall'andamento pluviometrico. La concentrazione degli eventi nel periodo autunno invernale (valori massimi di precipitazione nel mese di ottobre 141 mm circa) aumenta il fattore di rischio, ciò è dovuto al fatto che le gocce di pioggia impattano sul suolo ancora privo di vegetazione e quindi più vulnerabile.

I suoli che si evolvono sui rilievi collinari sono profondamente influenzati dall'intensità dei fenomeni erosivi. (Fig 2)

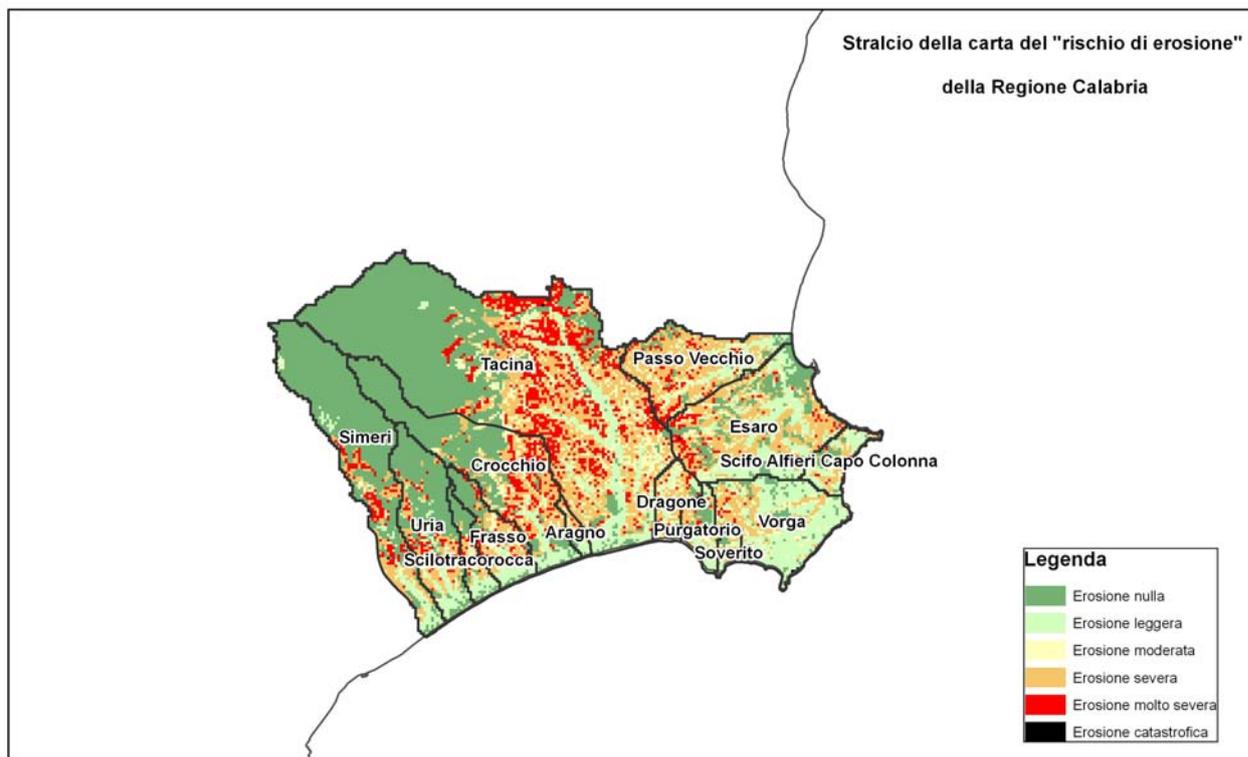


Fig. 2 - Stralcio della carta del rischio di erosione

Nelle zone più pendenti ed erose gli orizzonti superficiali si assottigliano fino a determinare, in alcuni casi, l'affioramento del substrato (colorazioni grigio azzurre) e la comparsa delle tipiche efflorescenze saline bianche e traslucide, tipiche anch'esse del substrato in questione.

Per la tassonomia americana si tratta di entisuoli sodici (*Sodic Endoaquent, fine, mixed, thermic*) (Foto n°2) con distinti segni di idromorfia che si manifestano con colorazioni grigie, grigio scure per la presenza di ferro allo stato ridotto. Il contenuto in sostanza organica è basso o molto basso, la reazione alcalina ed il contenuto in carbonati elevato. Nell'orizzonte C si riscontrano salinità (3,3 mS/cm) ed ESP (16.2%) elevati. La profondità utile alle radici è molto limitata (40-50 cm), come la capacità per l'aria.



Foto n°2 - Endoaquent

Nelle aree in cui alle argille grigio azzurre si intercalano le sabbie cambiano le caratteristiche dei suoli. La presenza di scheletro mitiga le condizioni di idromorfia; migliora il drenaggio e aumenta la capacità per l'aria. La profondità del suolo è limitata a causa dei fenomeni erosivi, comunque presenti, data la morfologia di versante. La reazione dei suoli è molto alcalina ed il contenuto in carbonati elevato. La sostanza organica è sempre al di sotto dei livelli medi di riferimento. Per la tassonomia americana si inquadrano negli entisuoli tipici a tessitura limoso fine (*Typic Xerorthent, fine silty, mixed, thermic*) (Foto n°3).

Nelle parti basse dei versanti che si raccordano con i piccoli fondovalle si assiste ad un notevole ispessimento dei suoli dovuto all'accumulo di materiali erosi dai versanti soprastanti.

La prima differenza che si coglie, anche con una semplice passeggiata in campo, è la presenza di colorazioni molto più scure rispetto alle aree sui versanti, ciò è dovuto all'accumulo del materiale superficiale più ricco di sostanza organica.

I suoli sono da moderatamente profondi a profondi, a



Foto n° 4 – Inceptisuolo delle aree

tessitura limoso fine, reazione da alcalina a molto alcalina ed



Foto n° 3 - Xerorthent tipico

elevato contenuto in calcare. Contrariamente ai suoli dei versanti riescono a sviluppare un orizzonte B in profondità. Presentano una leggera tendenza alla fessurazione, ma il test effettuato in laboratorio su campione indisturbato (COLE coefficiente di estensibilità lineare) non ha evidenziato caratteri vertici. Per la Soil Taxonomy risulta essere un *Typic Haploxerept, fine silty, mixed, thermic* (foto n°4).

b) Conversione colturale da seminativi a pascolo

Per ciascuna azienda, sulla base delle specificità pedoambientali e gestionali (dimensione e forma degli appezzamenti, uso del suolo, facilità di accesso, tipo di suolo), sono state scelte le superfici da destinare al progetto.

In particolare sono stati individuati 10 ettari in agro di Cutro (azienda Fazzolari), 20 ha in agro di Roccabernarda (azienda Giglio) e 20 ha in agro di Soveria Simeri (azienda Salazar).

Le aziende, nell'autunno del 2007, hanno proceduto alla semina di un miscuglio di essenze foraggere costituite da graminacee e leguminose, privilegiando l'utilizzo di varietà locali di specie tradizionalmente utilizzate nell'area:

- Sulla - *Hedysarum coronarium*
- Festuca rossa – *Festuca rubra*
- Festuca ovina – *Festuca ovina*.

La semina è stata preceduta da una lavorazione leggera per la preparazione del letto di semina e la quantità di seme distribuito ad ettaro è stata di 20 kg per la *festuca ovina* e la *festuca rossa* e di 30 kg per la *sulla*.

Allo scopo di evidenziare la netta differenza fra gli utili derivanti all'azienda dai due differenti indirizzi produttivi, nello specifico la conversione da seminativo a prato-pascolo, è stato elaborato un conto colturale riferito ad 1 ha di frumento duro, destinazione d'uso precedente alla prova nelle aree indagate e ad 1 ha di prato- prato pascolo, destinazione d'uso oggetto della prova. La descrizione analitica delle diverse voci relative alle spese ed ai ricavi è riportata nelle tabelle 2 e 3.

Conto Culturale di 1ha di Frumento duro

PRODOTTI	q/ha	€/q	Ricavi/ha
Granella	20	30,00	600,00
Paglia	14	7,5	105,00
		Totale	705,00
SPESE			
VARIE	Ore/ha	€/h	Costo/ha
Aratura	3	35,00	105,00
Erpicoltura	3	20,00	60,00
Frangizollatura	2	20,00	40,00
Semina	1	20,00	20,00
Distr.concime, diserbante	2	20,00	40,00
	q/ha	€/q	
Semente	2,7	60,00	162,00
CONCIMAZIONE			
Pre-semia:			
Pre-semia (11-22-16)	4	38,00	152,00
Copertura (urea)	2	33,00	66,00
RACCOLTA			
Mietitrebbiatura	20	4,00	80,00
Imballaggio paglia	14	5,00	70,00
		Totale	795,00
	Utile=Ricavi-spese		-90,00

Tabella 2 – Conto culturale di 1 ha di frumento duro

<i>PRODOTTI</i>	q/ha	€/q	Ricavi/ha	%	Ricavi/annuo
Foraggio	120	12	1440,00		1440,00
				Totale	1440,00
<i>SPESE</i>					
<i>VARIE</i>	Ore/ha	€/h	Costo/ha		Costo/annuo
Aratura	3	35,00	105,00	0,20	21,00
Erpicatura	3	20,00	60,00	0,20	12,00
Semina	1	20,00	20,00	0,20	4,00
Distr. concime	2	20,00	40,00		40,00
	q/ha	€/q			
Semente Sulla	0,30	500,00	150,00	0,20	30,00
Semente Festuca	0,20	300,00	60,00	0,20	12,00
<i>RISEMINA</i>					
Semente Sulla	0,10	500,00	50,00		50,00
Semente Festuca	0,10	300,00	30,00		30,00
Erpicatura	1,50	20,00	30,00		30,00
concimazione pre-semi					70,00
<i>CONCIMAZIONE</i>					
Pre-semi:					
Perfosfato Minerale 20%	5,00	20,00	100,00	0,20	20,00
Solfato di Potassio 54%	1	50,00	50,00	0,20	10,00
Copertura:					
Nitrato Ammonico 21%	1	40,00	40,00		40,00
<i>RACCOLTA</i>					
Sfalcio	1,00	35,00	35,00		35,00
Imballaggio	40	4,5	180		180,00
				Totale	584,00
				Utile=Ricavi-spese	856,00

Tabella 3 Conto colturale di 1 ha di foraggio (festuca, sulla)

c) Monitoraggio indicatori di qualità del suolo

Monitoraggio della sostanza organica

L'interesse sulla sostanza organica, molto diffuso tra gli studiosi del suolo ed i professionisti, è dovuto alle sue importanti implicazioni politiche a livello globale ed europeo; per esempio la sostanza organica nel suolo gioca un ruolo chiave nell'importante convenzione di Rio, sul cambiamento del clima, la biodiversità e nel combattere la desertificazione. A livello europeo il contenuto in sostanza organica nei suoli acquista un ruolo centrale nella questione della Strategia Tematica dei Suoli Europei. La sostanza organica ricopre un ruolo fondamentale per gli equilibri

ambientali e per la fertilità fisica, chimica e biologica dei suoli; una buona dotazione di sostanza organica assicura alcune principali funzioni: 1) migliora la struttura con riflessi importanti sulla porosità, sull'infiltrazione, sul drenaggio e sull'acqua disponibile per le colture; 2) induce una maggiore resistenza al compattamento, alla formazione di croste superficiali e all'erosione contrastando i processi di desertificazione; 3) accresce la disponibilità di nutrienti migliorando la fertilità chimica; 4) influisce sull'attività microbiologica incrementando la biodiversità; 5) migliora la capacità protettiva dei suoli nei confronti di potenziali inquinanti.

La quantità di sostanza organica nei suoli, a parità di condizioni ambientali, è fortemente influenzata, nelle aree coltivate, dalle tecniche di gestione e dall'intensità dei processi erosivi.

Il carbonio organico è uno dei principali componenti della materia organica presente nel suolo che, a sua volta, ha un ruolo significativo nel ciclo del carbonio. Da ricerche effettuate risulta che ogni anno circa 2 gigatonnellate di carbonio vengono "sequestrate" dalla materia organica del suolo contro 8 gigatonnellate di carbonio antropogenico rilasciate nell'atmosfera. Ciò rimarca l'importanza del carico organico del suolo in relazione ai cambiamenti climatici.

Generalmente la quantità di sostanza organica contenuta nel suolo è un indicatore universale della sua qualità. Il declino della sostanza organica deteriora il suolo ed è riconosciuto essere una seria minaccia per il territorio come indicato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente. A tale scopo è stata sviluppata a livello europeo una metodologia comune, semplice ed efficace per identificare le variazioni nel contenuto in SO.

Il nuovo metodo, denominato Area Frame Randomised Soil Sampling (AFRSS), consiste nella combinazione di un campionamento composito tradizionale dello studio del suolo con tecniche uniformi di posizionamento geografico randomizzato dei siti di campionamento.

Il metodo

Il punto chiave del metodo AFRSS è rappresentato da una maschera randomizzata di campionamento. La maschera è costituita da una griglia con 100 celle in cui la numerazione delle celle di campionamento è assegnata a random.

Per definire la dimensione della maschera bisogna selezionare i valori estremi degli assi X e Y dell'appezzamento. Il valore massimo dell'asse (Maxis) definisce la dimensione della maschera. Il passo della griglia (Gs) è calcolato dividendo il Maxis per 10. Il punto centrale di campionamento entro la griglia è ottenuto dividendo il Gs/2, ed esso rappresenta la posizione in cui verrà scavato il profilo del suolo. Per definire la distanza tra i punti di campionamento la

dimensione della griglia (G_s) deve essere divisa per 5 (numero di subcampioni localizzati lungo gli assi con origine in $G_s/2$). (Figura n°3). In questo punto devono essere effettuati la descrizione del suolo, la densità apparente e la dimensione dello scheletro.

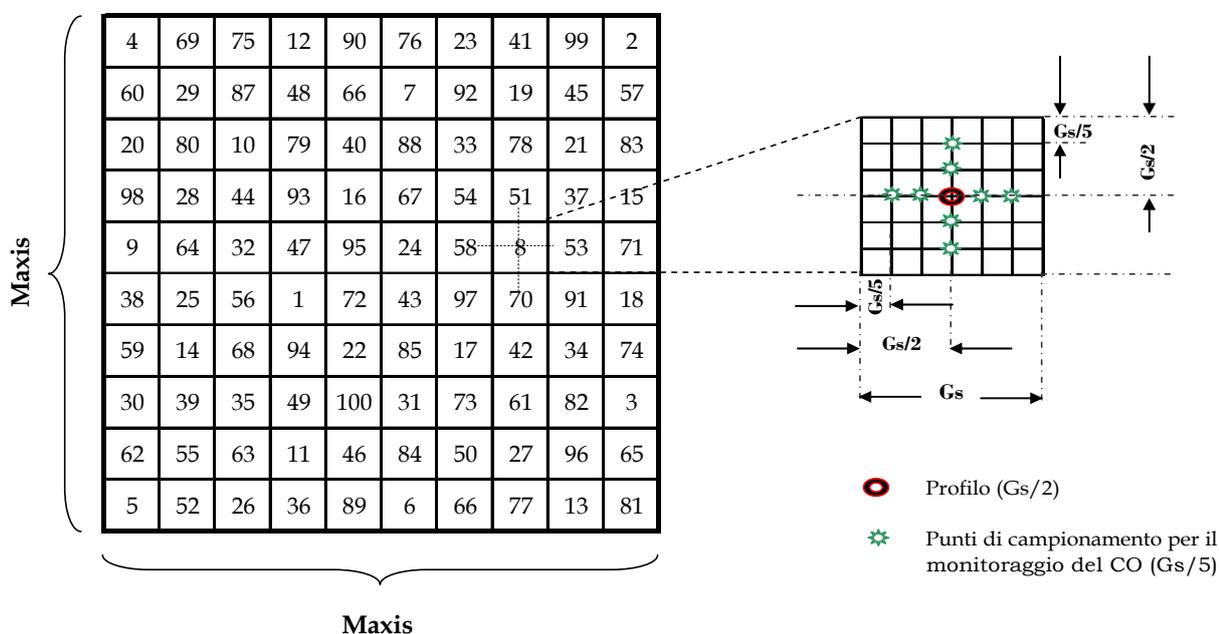


Figura n° 3 – Griglia con i punti di campionamento

In base alla dimensione dell'appezzamento viene individuato il numero dei punti di campionamento (tabella n°1). Si è proceduto quindi alla descrizione ed al campionamento dei profili individuati. La metodologia prevede, per i siti a seminativo, il campionamento della densità apparente alle profondità prefissata di 10-20 cm (figura n° 4 e foto n° 5).

Dimensione dell'appezzamento	Numero di profili
< di 5 ha	3
5-10 ha	4 ○
10-25 ha	5 ○

> 25 ha	6
---------	---

Tabella n°1 - numero di siti di campionamento raccomandati in base all'ampiezza degli appezzamenti

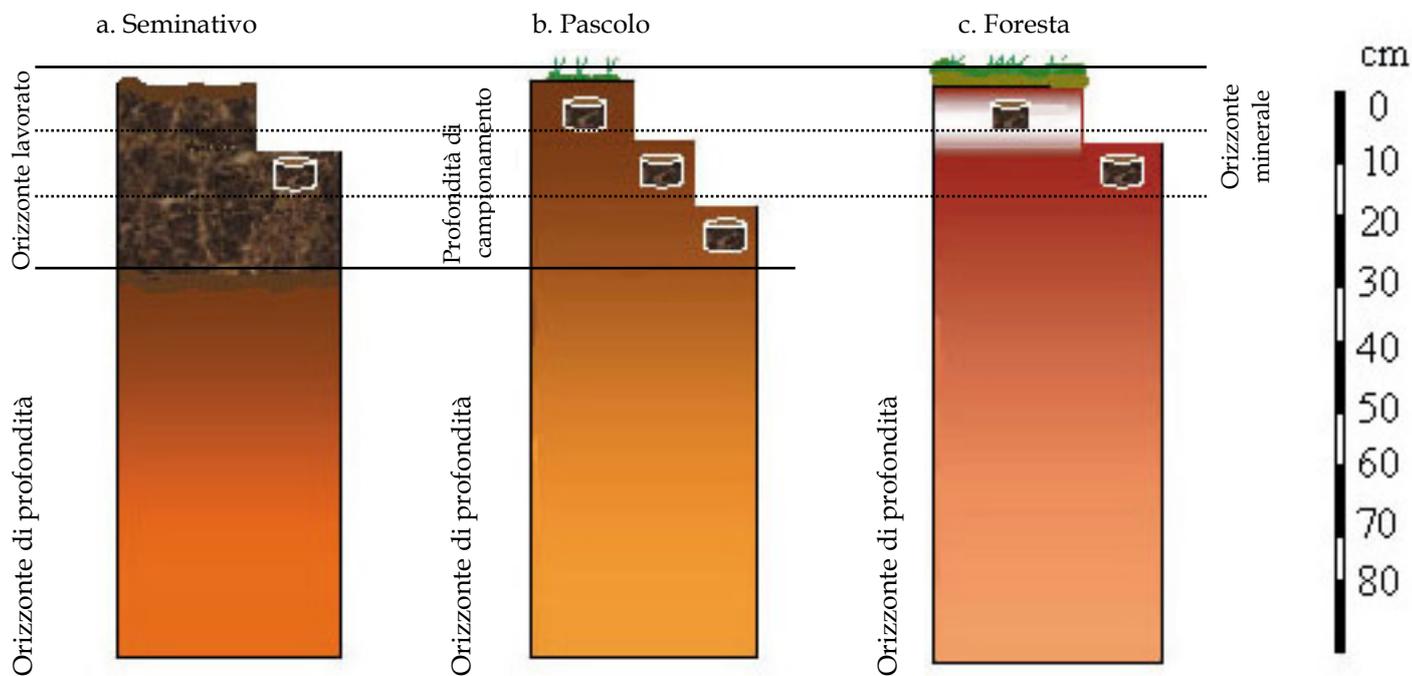


Figura n° 4 Profondità di campionamento della densità apparente in base alla destinazione d'uso



Foto n° 5 – Campionamento della densità apparente

Per la determinazione del carbonio organico si è proceduto al prelievo, in ogni punto di osservazione, di campioni distinti a due differenti profondità 0-10 e 10-20 cm. Ogni campione è costituito da otto subcampioni (figura n° 3).

L'utilizzo della metodologia AFRSS comporta il vantaggio di effettuare monitoraggi ripetibili nel tempo e nello spazio allo scopo di cogliere le variazioni di carbonio organico derivanti dalle conversioni da seminativo a prato- prato pascolo per come prevede il progetto.

Per quanto concerne le epoche di campionamento un prelievo iniziale è stato effettuato nell' ottobre 2007, prima della semina con le specie scelte per la conversione, ciò allo scopo di determinare la sostanza organica al livello di background.

Per le determinazioni di laboratorio sono stati utilizzati i metodi ufficiali di analisi del suolo e nello specifico per il carbonio organico il metodo Walkley e Black.

Gli stessi siti sono stati quindi ricampionati nel maggio 2009 al fine di valutare le variazioni incrementi della sostanza organica in seguito alla conversione culturale.

Come si evidenzia in tra il 2007 ed il 2009 si è verificato un diffuso incremento della sostanza

organica.

	N° campionom	Profondità (cm)	Sostanza organica (Media)	Errore standard	Sostanza organica (Media)	Errore standard	Variazione (%)
			2007		2009		
Azienda	6	0-10	1.26	±0.09	1.57	±0.18	19.74
Bacino Esaro	6	10-30	0.84	±0.06	1.47	±0.25	42.85
Azienda	7	0-10	0.89	±0.12	1.52	±0.25	41.44
Bacino Tacina	7	10-30	0.69	±0.09	1.4	±0.24	50.71
Azienda	10	0-10	1.39	±0.13	1.4	±0.07	0.71
bacino Simeri	10	10-30	1.11	±0.09	1.18	±0.06	5.93

Si può ipotizzare che la variazione di S.O. tra le aziende è da attribuire ai diversi tipi di destinazione d'uso:

nella azienda del bacino del Tacina, il cotico erboso ha subito minore impatto, poiché sottoposto a sfalcio e raccolta;

nelle aziende ricadenti nei bacini dell'Esaro e del Simeri, probabilmente, il carico di bestiame al pascolo ha determinato un maggiore impatto, specie se si considera che la il pascolamento è stato concentrato prevalentemente nel periodo autunno-invernale. Ciò ha determinato un maggiore compattamento del suolo e una certa selezione delle essenze foraggiere.

Altro aspetto rilevante che si coglie in questa fase del progetto è che la Sulla (*Hedysarum Coronarium*) ha colonizzato maggiormente le zone di versante, probabilmente a causa delle sue capacità di adattamento agli ambienti limitanti.

I risultati finali del progetto sono previsti a maggio 2011. Solo allora si avranno gli elementi necessari per poter valutare l'incremento in sostanza organica nel quinquennio (2007-2011) ed il suo contenuto al raggiungimento di una fase che potrà definirsi "di stabilità".

Monitoraggio dei cianobatteri potenziali biofertilizzanti di suoli erosi

Per combattere i processi di desertificazione e definire un approccio innovativo che consenta di prevenire i fenomeni di erosione dei suoli sfruttati intensivamente sono necessari approcci ambientali sostenibili e "puliti" che portino a un miglioramento della qualità del suolo tale da

favorire il successivo impianto delle piante vascolari. A tal fine è possibile indurre la formazione di croste, definite Biological Soil Crusts – BSC, formate da microrganismi di diversa natura (batteri, cianobatteri, microalghe, licheni), tipici di ambiente subaereo e noti per l'elevata resistenza al disseccamento (1). I cianobatteri e alcune microalghe, in quanto organismi fotosintetici, sono in grado di colonizzare suoli in aree desertificate grazie alla capacità di secernere sostanze esocellulari di natura mucillaginosa (EPS), soprattutto esopolisaccaridi, che intrappolano e trattengono particelle del suolo, umidità e materia organica, aumentando la stabilità del terreno (2-4). I cianobatteri, inoltre, sono in grado non solo di introdurre elevate quantità di carbonio organico nell'ecosistema, ma sono anche in grado di fissare l'azoto atmosferico e rilasciarlo sotto forma di composti utilizzabili per l'agricoltura, contribuendo così in modo ottimale ad aumentare significativamente la fertilità del suolo.

Poiché ogni sistema ambientale seleziona specie autoctone come le meglio adattate al particolare regime climatico di una zona, un adeguato utilizzo di cianobatteri e microalghe per il ripristino dei suoli erosi e la prevenzione della desertificazione, richiede un monitoraggio mirato alla caratterizzazione delle specie spontaneamente presenti sul territorio, tale da fornire una indicazione precisa delle potenziali risorse biologiche e definire, eventualmente, quali taxa possano essere utilizzati come biofertilizzanti e bioindicatori di processi di erosione in atto.

Attività svolte

Nel corso della prima fase dell'attività di collaborazione svolta dall'UniCal nell'ambito del progetto pilota "Mitigazione dei processi di identificazione attraverso la conversione colturale in aree ad elevata vulnerabilità" si è inteso procedere, nell'ambito della collaborazione instauratasi, ad uno studio preliminare di sei mesi per determinare la presenza di organismi fotoautotrofi naturali colonizzatori del territorio calabrese a destinazione agraria e interessato da fenomeni di estesa erosione del suolo.

I campionamenti sono stati concordati con l'ARSSA nell'area di Crotona, altopiano della Valle dell'Esaro, dove il Servizio Agropedologia conduce periodiche analisi del suolo in terreni di proprietà di aziende agricole, e precisamente in un appezzamento di 12 ha di proprietà dell'Azienda Fazzolari.

Pertanto, sulla base del lavoro effettuato dalla Dott.ssa Antonella Guzzon sotto la guida della Prof.ssa Patrizia B. Albertano dell'Università di Roma "Tor Vergata", è stato possibile

determinare la presenza di BSC composte da organismi fotosintetici e isolare e identificare ceppi di cianobatteri autoctoni che potrebbero trovare utile applicazione nel miglioramento della qualità di quei suoli.

I siti di campionamento coincidono con tre dei nove attualmente monitorati dall'ARSSA e vengono identificati come ES08, ES09 ed ES11.

Ad ogni sito e per ciascuna BSC campionata venivano registrati i valori di irradianza disponibile per la fotosintesi mediante radiometro portatile LI-COR LI-85B fornito di sensore quantico LI-190SB.

Il campionamento è stato effettuato il 7 dicembre 2007 raccogliendo un totale di 10 campioni: n. 2 nel sito ES08, n. 6 nel sito ES09 e n. 2 nel sito ES11. I campionamenti sono stati effettuati prelevando mediante una lametta sterile un frammento di suolo ricoperto da patina biologica, visibile a occhio nudo. Mediante fluorimetria PAM veniva rilevata la presenza di microrganismi fotosintetici e quantificata l'attività fotosintetica. Il materiale raccolto veniva posto in piastre Petri sterili, trasportato in laboratorio e suddiviso in sub-campioni utilizzati in parte per le analisi e in parte coltivati in condizioni controllate di luce ($30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e temperatura (18°C).

Le misure di fluorimetria PAM venivano condotte sulle patine biologiche in situ al fine di valutare l'effettiva resa quantica del fotosistema II (Yield), corrispondente al numero dei centri di reazione aperti moltiplicata per la loro efficienza energetica in determinate condizione di irradianza, (Tab.1) al fine di valutare la risposta di acclimatazione alla luce ambientale e per effettuare la registrazione di curve di fotosintesi tasso di trasporto elettronico versus irradianza (ETR/I) al fine di valutare la risposta di acclimatazione a variazioni a breve termine della luce. Dall'analisi delle curve di fotosintesi era possibile ottenere i valori dei seguenti parametri fotosintetici: tasso massimo relativo di trasporto elettronico (rel.ETRmax) corrispondente alla quantità massima di elettroni che entrano nel processo fotosintetico nell'unità di tempo, efficienza fotosintetica (Φ) che è una misura della capacità dei pigmenti accessori di catturare la luce e trasferirla ai centri di reazione e l'irradianza di saturazione (I_k) in corrispondenza della quale si raggiunge il tasso massimo di trasporto elettronico (5). Date le ridotte dimensioni delle BSC prelevate, non è stato possibile effettuare repliche delle misure di Yield in tutti i campioni. Per ogni campione veniva comunque registrata una curva ETR/I.

Parte del materiale campionato veniva fissato in glutaraldeide 2.5% in tampone fosfato per le osservazioni in microscopia ottica ed elettronica. Osservazioni al microscopio ottico venivano

effettuate per l'identificazione delle specie di cianobatteri presenti. La classificazione veniva effettuata secondo Komarek e Anagnostidis (6, 7) e Komarek (8).

I campioni venivano inoltre trattati con Alcian Blue (AB) a pH 2,5 al fine di visualizzare la presenza di polisaccaridi acidi, ricchi di cariche negative, tra gli esopolimeri costituenti le guaine e/o capsule e la matrice esocellulare (Exopolymeric Secretions - EPS) (9).

Parte del materiale è stato invece utilizzato per l'isolamento delle specie di cianobatteri coltivabili con metodi diversi: (a) isolamento per diluizione in piastre multipozzetto della biomassa in terreno liquido inorganico BG11, (b) per separazione mediante piastramento successivo su piastre Petri contenenti terreno agarizzato BG11 o BG110 (privo di sostanze azotate per favorire l'isolamento di ceppi fissatori di azoto), (c) per competizione inoculando frammenti di BSC in flask ventilate sterili contenenti BG11.

Risultati

Per quanto riguarda le caratteristiche meteorologiche dei siti campionati, dati di riferimento per la piovosità, umidità relativa e temperatura (min, medi, max) dell'aria, dati relativi alla posizione geografica, profili pedologici e determinazioni analitiche delle caratteristiche del suolo sono stati forniti dall'ARRSA.

I dati relativi alle condizioni di irradianza disponibile per la fotosintesi per ciascuna BSC campionata risultavano molto variabili a seconda dell'ombreggiamento dovuto alla vegetazione erbacea o arborea e compresi tra 3,5 e 1150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

L'analisi *in situ* dell'attività fotosintetica, rilevabile mediante fluorimetria PAM portatile, consentiva di campionare esclusivamente BSC formate da organismi fototrofi e di valutarne le capacità di acclimatazione a regimi di luce diversi da quelli riscontrati al momento delle misure.

Nel dettaglio, nel sito ES08 due patine biologiche mostravano attività fotosintetica e sono state pertanto campionate e indicate come ES08-1 ed ES08-2. Il campione ES08-1 era caratterizzato da una distribuzione disomogenea della biomassa, con spot di colore marrone mentre il campione ES08-2 era costituito da una patina continua di colore verde associata a muschi. I due campioni presentavano una esposizione diversa alla radiazione solare: il primo era completamente esposto alla luce poiché si registravano valori di irradianza pari a 950 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, il secondo era ombreggiato da vegetazione erbosa che riduceva l'irradianza a valori compresi fra 300 e 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La quantità di biomassa fotosintetica presente e la sua distribuzione spaziale così come l'esposizione alla luce si riflettevano sulle caratteristiche fotosintetiche rilevate mediante il

fluorimetro PAM. Il campione ES08-2, infatti, presentava valori più alti di *Yield* a causa della maggiore biomassa, e quindi di un numero maggiore di centri di reazione fotosintetici, e della sua distribuzione più omogenea e dei valori minori di irradianza, che non inducevano una chiusura completa dei centri di reazione. La diversa acclimatazione dei due campioni alla luce era inoltre riscontrabile dai valori diversi del parametri fotosintetico α , ottenuto con la registrazione delle curve ETR/I, ma non di $\text{rel.ETR}_{\text{max}}$, che invece presentava valori simili. Il campione ES08-1, esposto a irradianza maggiore, presentava valori più bassi di α rispetto al campione ES08-2, ossia una minore efficienza di cattura della luce da parte dei pigmenti fotosintetici proprio in virtù della maggior quantità di luce disponibile.

Il sito di campionamento ES09 risultava essere il più diversificato rispetto agli altri in termini di tipo di substrato su cui crescevano le BSC ed esposizione alla luce solare che davano origine a patine dalla colorazione diversa ben distinguibile ad occhio nudo. In virtù di queste differenze sei patine sono state campionate. Il campione ES09-1 era rappresentato da una patina verde associata a muschi, su suolo, esposta a luce piena con valori di irradianza pari a $950\text{-}1150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. L'acclimatazione a valori elevati di irradianza si rispecchiava in un valore elevato di $\text{rel.ETR}_{\text{max}}$, pari a $50,2 \mu\text{mol e}^{-} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ridotta efficienza di cattura della luce ($\alpha = 0,250$) e valori fra i più alti registrati di I_k ($200,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). I campioni ES09-2 e ES09-3 sono stati prelevati dal suolo di un fosso adiacente il sito di campionamento di ES09-1 ed erano pertanto in condizioni d'ombra, entrambi esposti a valori di irradianza pari a $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. I due campioni erano però distinguibili ad occhio nudo per la diversa colorazione; ES09-1 era infatti rappresentato da una patina di colore verde mentre ES09-2 da una patina di colore nero. I due campioni presentavano una risposta fotosintetica diversa, con valori di *Yield* ed α più alti in ES09-2 rispetto a ES09-3 mentre l'inverso si verificava per i valori del $\text{rel.ETR}_{\text{max}}$ e di I_k . I campioni ES09-4, ES09-5 ed ES09-6 sono stati invece campionati da un canalone a margine dell'appezzamento. Il campione ES09-4, inoltre, si distingueva dagli altri poiché la patina, di colore nero, cresceva su substrato roccioso. Il campione era esposto a valori molto bassi di irradianza, pari a $3,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. L'acclimatazione a valori molto bassi di luce era evidenziata dai bassi valori di $\text{rel.ETR}_{\text{max}}$ e I_k e nei valori molto elevati di α superiori a 4, ad indicare un'elevata efficienza di cattura della scarsa luce a disposizione da parte dei fototrofi. I campioni ES09-5 e ES09-6 crescevano invece sul suolo del canalone, erano entrambi esposti a valori di irradianza bassi sebbene ES09-5 a valori pari al doppio di ES09-6, $45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ rispetto a 20

$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. I due campioni erano inoltre distinguibili per la quantità di biomassa: ES09-5 era costituito da spot di colore blu-verde mentre ES09-6 da una patina uniforme blu-verde e mucillaginosa. L'acclimatazione a bassa luce era evidente dal valore elevato di α in entrambi i campioni (superiore a 4). Valori più alti di *Yield* si riscontravano in ES09-6 a causa della maggior biomassa presente.

Il sito ES11 era caratterizzato da suolo fortemente eroso. Sono stati campionate due patine, entrambe con una distribuzione disomogenea della biomassa, la prima caratterizzata da spot di colorazione marrone più intensa (ES11-1) rispetto alla seconda (ES11-2) ma entrambe associate a muschi e ombreggiate da vegetazione erbacea. Le due patine erano esposte a valori di irradianza pari a $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ per ES11-1 e $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ per ES11-2. I valori di *Yield* erano più alti in ES11-1 per la maggiore biomassa presente mentre gli altri parametri fotosintetici presentavano valori molto simili evidenziano una risposta di acclimatazione alla luce simile.

Sit	B	Yield	rel.ETR _{max}	α	I _k
ES	1	0,155	18,8	0,1	12,5
	2	0,653 ± 0,0	16,0	0,5	29,5
ES	1	0,453	50,2	0,2	200
	2	0,404 ± 0,0	8,7	0,4	19,5
	3	0,270 ± 0,0	12,9	0,1	86,5
	4	0,496 ± 0,0	11,7	4,7	2,5
	5	0,311 ± 0,0	5,5	4,7	1,2
	6	0,550 ± 0,0	5,4	4,7	1,1
ES	1	0,571	36,0	0,2	13,5
	2	0,476	34,7	0,1	21,5

Tabella1. Valori della *Yield* e dei parametri fotosintetici ottenuti mediante registrazione delle curve ETR/I.

Yield = unità adimensionale,
rel. ETR_{max} = $\mu\text{mol e}^{-} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$,
 α = $\mu\text{mol e}^{-} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} / \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$,
I_k = $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$

Le osservazioni al microscopio ottico hanno evidenziato complessivamente la presenza di 2 cianobatteri coccali appartenenti all'ordine delle *Chroococcales*, 14 cianobatteri filamentosi appartenenti all'ordine delle *Oscillatoriales* e 5 cianobatteri filamentosi eterocistici appartenenti all'ordine delle *Nostocales* (Tab. 2). La diversità in specie nei campioni raccolti variava secondo il sito, con l'eccezione di quello maggiormente soggetto a erosione colonizzato da una sola

specie azotofissatrice di *Nostoc*. Tra le *Oscillatoriales*, *Leptolyngbya foveolarum*-like era invece ubiquitaria. Inoltre, tutte le *Chroococcales* e *Oscillatoriales* risultavano positive per la produzione di EPS ricchi di acidi uronici, caratteristica presente solo in alcune delle *Nostocales* rinvenute.

Tabella 1. Elenco dei cianobatteri osservati nei campioni di BSC raccolti a dicembre 2007 nella Valle dell'Esaro.

(a)	ES	ES	ES	(b)	ES	ES	ES
Chroococcales				Oscillatoriales			
<i>Chroococcidiopsis</i> sp.		+		<i>Leptolyngbya cf foveolarum</i>	+	+	+
<i>Aphanocapsa</i> -like		+	+	<i>Oscillatoria</i> sp.		+	
				<i>Phormidium</i> sp.1	+		
Nostocales				<i>Phormidium</i> sp.2	+	+	
<i>Anabaena</i> sp.		+		<i>Phormidium</i> sp.3	+		
<i>Nostoc</i> sp.1		+		<i>Phormidium</i> sp.4	+		
<i>Nostoc</i> sp.2			+	<i>Phormidium</i> sp.5	+	+	+
<i>Nostoc</i> sp.3		+		<i>Phormidium</i> sp.6		+	
<i>Cylindrospermum</i> sp.		+		<i>Phormidium</i> sp.7		+	+
<i>Cylindrospermum</i> sp.		+		<i>Phormidium</i> sp.8		+	
<i>Trichormus</i> sp.		+		<i>Phormidium</i> sp.9		+	
				<i>Phormidium</i> sp.10		+	
				<i>Phormidium</i> sp.11			+
				<i>Phormidium</i> sp.12			+

Le tecniche di isolamento per diluizione in piastre multipozzetto e piastramento su terreno agarizzato hanno portato finora all'isolamento di 8 ceppi di cianobatteri filamentosi. Dei ceppi isolati, 5 appartenevano all'ordine delle *Oscillatoriales* e 3 all'ordine delle *Nostocales*. In Tabella 2 è riportato l'elenco dei ceppi e il sito di provenienza mentre le fotografie al microscopio ottico sono riportate in Figura 1.

Tabella 3. Elenco dei cianobatteri isolati dai campioni di BSC raccolti a dicembre 2007.

Oscillatoriales	Campio	Nostocales	Campio
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> -li	ES09-3	<i>Nostoc</i> sp.1	ES09-1
<i>Phormidium</i> sp.13	ES09-1	<i>Nostoc</i> sp.2	ES09-1
<i>Phormidium</i> sp.13	ES09-2	<i>Trichormus</i>	ES09-6
<i>Phormidium</i> sp.14	ES09-3		
<i>Oscillatoria</i> sp.	ES08-2		

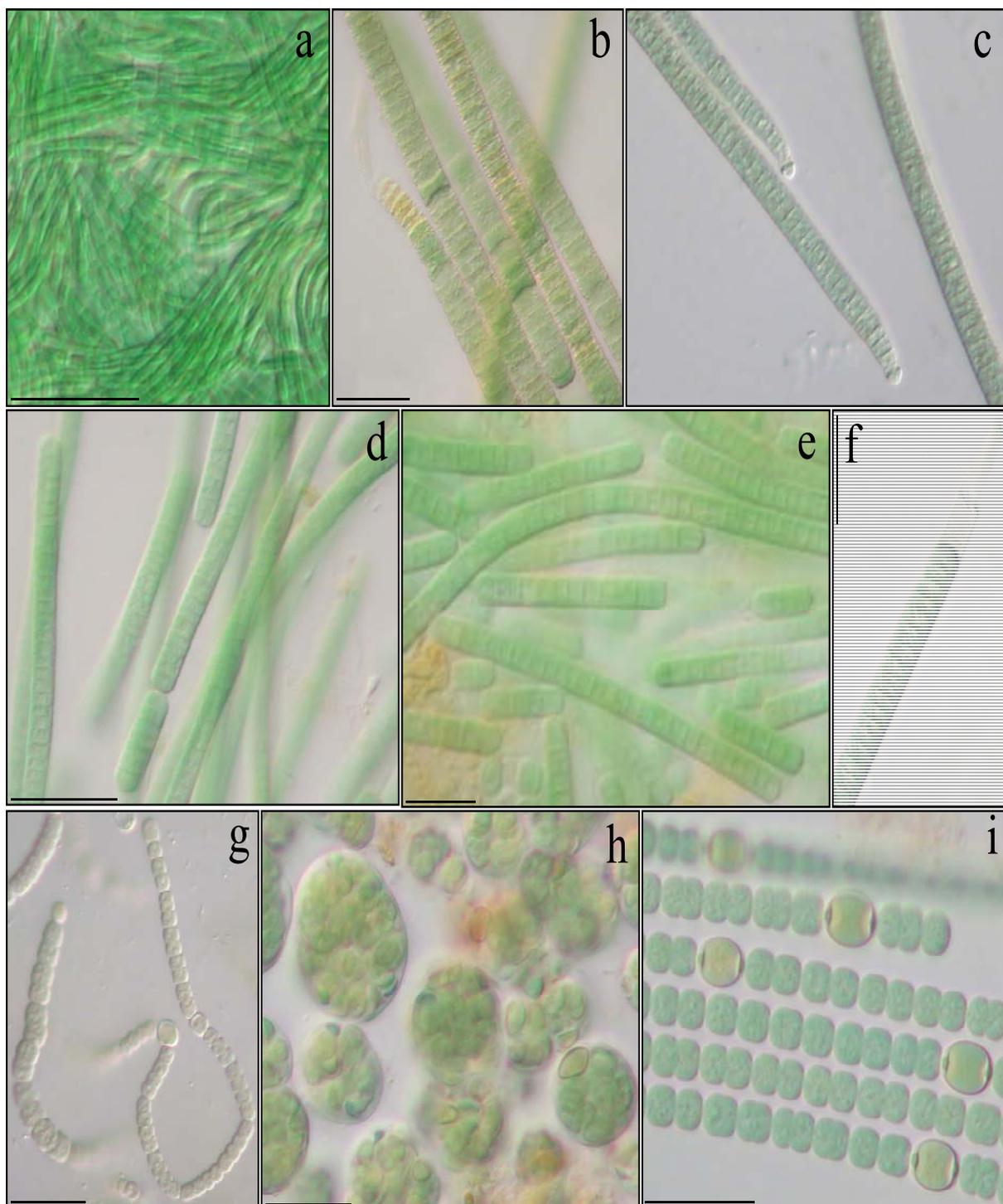


Figura 1. Fotografie al microscopio ottico dei ceppi isolati dalle BSC. Patina di tricomi di *Leptolyngbya* cf. *foveolarum*-(a), *Oscillatoria* sp. (b), *Phormidium* sp.14 (c,f), *Phormidium* sp.13 (d – ES09-1, e – ES09-2), *Nostoc* sp. 1 (g), *Nostoc* sp.2 (h – stadio coloniale), *Trichormus* sp. (i). Si notino le numerose eterocisti differenziate da questo ceppo.

Conclusioni e prospettive

I dati meteorologici relativi al periodo di campionamento evidenziavano condizioni di piovosità relativamente elevata e nel periodo precedente, massimi di umidità dell'aria e condizioni di temperatura comprese tra 11 e 18 °C. Il tipo di substrato era caratterizzato da argille Plioceniche ricche di carbonati con elevato contenuto di fosfati e azoto totale anche in superficie. L'insieme di questi dati fisico-chimici descrive condizioni favorevoli allo sviluppo di BSC a cianobatteri (ref Ecology of cyanos) come confermato dai dati sulla composizione in situ delle BSC campionate e dagli isolamenti condotti in laboratorio.

Le analisi in fluorimetria PAM delle BSC in situ denotavano inoltre una buona capacità fotosintetica e di acclimatazione alle variazioni di regime luminoso e suggerirebbero un buon potenziale di crescita dei cianobatteri componenti la comunità fototrofa. Le osservazioni di microscopia sulle BSC consentivano di identificare almeno 7 specie di cianobatteri eterocistici, 3 dei quali attualmente disponibili in coltura, che possono essere tra i migliori candidati per la sperimentazione in campo di biofertilizzanti. Peraltro, le analisi citochimiche mostravano che in termini di abbondanza di esopolisaccaridi i migliori produttori in situ erano le forme non eterocistiche.

I risultati fin qui ottenuti sulle specie fototrofe presenti nelle BSC della Valle dell'Esaro forniscono pertanto indicazioni positive sull'applicabilità di alcuni dei cianobatteri selezionati, soprattutto in relazione all'utilizzo di BSC ricostituite in laboratorio con le specie biofertilizzanti, in grado di raggiungere elevati livelli di azotofissazione in campo, e le specie con più elevata produzione di polisaccaridi ricchi di cariche negati in grado di adsorbire elementi come calcio, ferro e magnesio e stabilizzare così le particelle minerali del suolo.

Tali risultati sono stati oggetto di presentazione alla comunità scientifica ed agli operatori del settore

Ulteriori campionamenti sarebbero inoltre utili per ampliare la collezione di cianobatteri isolati e aumentare la probabilità di selezionare ceppi particolarmente adatti ad essere coltivati in quantità sufficienti a soddisfare la potenziale richiesta in ambito commerciale di biofertilizzanti ed emendanti per suoli agricoli.

Ulteriori studi potranno valutare la persistenza delle specie rinvenute in loco soprattutto durante i periodi estivi, quando la resistenza delle stesse agli stress di temperatura, luce e disseccamento imposti dalle variazioni stagionali è funzione essenziale per un'applicazione estensiva sui suoli a

destinazione agricola e, più in generale, per il successo delle pratiche di "ri-abilitazione" e miglioramento dei suoli aridi [5]. Si sottolinea in quest'ambito, che la produzione di biomasse algali destinabili ai suddetti scopi è anch'essa un'attività ecosostenibile che può essere effettuata in aree non utilizzabili per l'agricoltura, garantendo risparmi energetici e ricircolo dell'acqua.

d) Applicazione della modellistica per la valutazione delle implicazioni idrologiche

I modelli proposti in letteratura per lo studio dei processi erosivi si possono dividere in tre categorie: i modelli empirici o concentrati (approccio quantitativo); i modelli semiempirici o semiquantitativi ed i modelli qualitativi o geomorfologici.

Modelli qualitativi o geomorfologici

In questa categoria possono rientrare tutte quelle metodologie basate sull'osservazione diretta dei fenomeni di degradazione del suolo, con le tecniche ad esempio di telerilevamento, e sulla costruzione di carte geomorfologiche, che permettono di analizzare le forme di erosione e di accumulo prodotte da processi morfogenetici particolari.

Modelli semiquantitativi

I modelli semiempirici o semiquantitativi sono modelli semplici e applicabili nei casi di particolare complessità climatica e quando sono insufficienti le informazioni di base sui fattori che determinano un fenomeno erosivo.

In questa categoria può essere incluso il PSIAC (1968), che è particolarmente indicato per le aree caratterizzate da una notevole energia di rilievo e da densa copertura forestale. Lo scopo fondamentale del modello è quello di effettuare una zonizzazione del rischio di erosione e quindi individuare le aree più vulnerabili da questo punto di vista. I fattori che vengono presi in considerazione sono: a) litologia dei substrati; b) caratterizzazione dei suoli; c) caratteristiche del clima; d) regime dei deflussi; e) caratteristiche morfometriche o topografiche; f) copertura del suolo; g) uso del suolo; h) erosione sugli interfluvii; i) erosione negli impluvii.

Ad ogni fattore viene assegnato un valore compreso tra 0 e 10 per i fattori *a, b, c, d*; tra 0 e 20 per il fattore *e*; tra -10 e + 10 per i fattori *f, g*; tra 0 e 25 per i fattori *h, i*. Sommando i valori assegnati a ciascun fattore si ricava un valore finale, tramite il quale il bacino viene classificato. Vengono proposte in letteratura cinque classi, caratterizzate da un intervallo di valori di volume di sedimento, espresso in mc/ha year.

Il modello si intende correttamente applicato quando la somma dei valori da *a* a *g* uguaglia quella dei valori di *h* ed *i*, che vanno quindi valutati per primi: deve cioè esistere un certo accordo fra cause potenziali di erosione (*a-g*) e gli effetti riscontrabili in campagna. Non sempre i due totali collimano, per cui spesso è necessario procedere a una nuova valutazione dei fattori da *a* a *g*, oppure considerare la differenza come effetto di un processo erosivo particolare che deve però essere individuato e valutato.

Canuti e Forti (1985), sulla base dell'applicazione del PSIAC ad un bacino interappenninico, affermano che il modello è complementare all'utilizzazione della USLE.

Bazzoffi (1984) ha dimostrato invece come il modello PSIAC si avvicina molto di più ai valori reali di perdita del suolo rispetto alla USLE.

Modelli empirici o concentrati

L'approccio quantitativo riconduce la valutazione dell'erosione all'applicazione di una sola equazione ricavata empiricamente per sovrapposizione degli effetti.

A questa categoria appartengono quelle metodologie, basate sulla parametrizzazione di vari fattori, che risultano tanto più articolate quanto più ne è elevato il numero e complessa la natura di ogni singolo fattore. Fra dette procedure, una delle più utilizzate è l'Equazione Universale per il Calcolo della Perdita di Suolo (USLE - Universal Soil Loss Equation), ricavata empiricamente sulla base di migliaia di dati sperimentali raccolti dal Soil Conservation Service e dall'Agricultural Research Service degli U.S.A.

La relazione di base è quella formulata da Wischmeier&Smith (1978):

$$A = R K L S C P \quad [t/ha \text{ year}]$$

in cui:

- A: perdita specifica di suolo media annua [t/ha year];
- R: indice di aggressività della pioggia [MJ mm/ha hour year], che si valuta considerando le altezze di precipitazione non inferiori a 13 mm (in particolare, Wischmeier&Smith indicano come eventi piovosi distinti quelli intervallati da almeno 6 ore di tempo asciutto e tra questi come eventi erosivi quelli aventi un'altezza di pioggia totale non inferiore a 13 mm);
- K: fattore pedologico che esprime l'erodibilità del suolo [t hour/MJ mm], ricavabile tramite abachi sulla base delle percentuali di materiale fino (<0,1 mm), di materiale grossolano (0,1÷2 mm), di materia organica, e della permeabilità del suolo;
- L: fattore topografico [adimensionale], ricavabile con una formula sperimentale funzione del valore della lunghezza libera (λ) del pendio;
- S: fattore topografico [adimensionale], ricavabile con una formula sperimentale funzione del valore della pendenza (s) della pendio di lunghezza λ ;
- C: fattore culturale [adimensionale] legato al tipo di coltivazione e di copertura vegetale, di non facile valutazione. Per il calcolo di C occorre far riferimento al manuale applicativo dell'USLE che raccoglie i rapporti adimensionali fra la perdita di suolo nelle diverse fasi del

ciclo vegetativo delle più differenti colture e quella relativa al maggese di riferimento. L'uso recente di dati telerilevati e la relativa produzione di carte tematiche di copertura vegetale possono rendere più agevole la determinazione del parametro C;

- P: fattore di pratica antierosiva, tabellato in funzione del valore della pendenza s del tipo di pratica adottata (in assenza di pratiche antierosive $P=1$, come succede nei piccoli bacini montani).

In particolare, il prodotto RK [t/ha year] esprime la potenziale erosione, dipendente sia dal clima che dal tipo di suolo, che si ha su una particella "standard" di lunghezza pari a 22,13 m, pendenza del 9%, tenuta permanentemente a maggese, lavorata a rittochino (campo coltivato secondo la linea di massima pendenza e a solchi rettilinei). I prodotti LS e CP sono invece dei coefficienti correttivi del prodotto RK che ne amplificano o ne riducono il valore a secondo del discostamento dalle condizioni "standard".

Per quanto concerne i settori di applicabilità della USLE, lo stesso Wischmeier (1976) asserisce che detta formula può essere usata convenientemente per:

- prevedere la perdita media annua di suolo per erosione di un tratto di versante soggetto a una specifica utilizzazione;
- orientare la scelta dei sistemi di gestione e di coltivazione, nonché delle opere sistematorie più adatte;
- prevedere variazioni nelle perdite di suolo in seguito a variazioni dei sistemi di agricoltura o delle pratiche conservative;
- determinare le condizioni di applicazione delle pratiche conservative in previsione di una intensificazione delle colture;
- valutare le perdite di suolo derivanti anche da un'utilizzazione extra-agricola del territorio;
- fornire ai pianificatori i valori delle perdite di suolo da utilizzare nella scelta delle opere sistematorie.

Bazzoffi (1984) attribuisce al modello di Wischmeier una tendenza alla sottostima dell'erosione reale, soprattutto dove i processi di erosione incanalata sono secondari o comunque contrastati (p.es dalla copertura boschiva), rispetto alle altre forme di erosione. In questo caso, al modello USLE viene riconosciuta comunque l'utilità almeno nella stima comparativa del rischio di erosione ovvero nell'individuazione delle variazioni nello spazio e nel tempo dei fattori responsabili dell'erosione stessa.

In generale può affermarsi che, anche se di gran lunga utilizzata, la USLE presenta limiti evidenti:

- a) la procedura è macchinosa;
- b) i livelli di dettaglio per i vari fattori sono squilibrati (c'è meticolosità nel determinare alcuni termini e approssimazione nella stima degli altri);
- c) sono

notevoli i margini di soggettività nella scelta di alcuni fattori; d) i numerosi aggiustamenti proposti nel tempo hanno contribuito a generare grande incertezza nelle pratiche applicazioni. Pur tuttavia la procedura USLE, se correttamente applicata, può dare indicazioni utili, anche se quantitativamente approssimate, circa la diversa propensione al dissesto di aree con diverse caratteristiche climatiche, pedologiche, topografiche e colturali.

E' da evidenziare, inoltre, che la USLE tiene conto dell'erosione diffusa ed incanalata ma non considera tutti i fenomeni di accumulo e di ritardo nel trasporto dei sedimenti che si verificano nel reticolo idrografico: di conseguenza non può essere utilizzata direttamente per valutare la quantità di materiale solido che transita in un determinato periodo temporale in una sezione di un corso d'acqua.

Il contributo complessivo di sedimenti a scala di bacino può essere valutato empiricamente utilizzando il cosiddetto Sediment Delivery Ratio (SDR):

$$SDR = T_{BAC} / E_{BAC}$$

in cui:

E_{BAC} è la quantità media annua di suolo eroso complessivamente dalle pendici del bacino in un fissato periodo (generalmente un anno), comprendente oltre all'erosione laminare ed alveata, valutabile con la procedura USLE, anche quella prodotta negli alvei di maggiore dimensione che deve essere stimata a parte;

T_{BAC} è la quantità media annua di sedimenti transitati durante lo stesso periodo attraverso la sezione di chiusura del bacino.

Moore e Burch, nel 1986, hanno proposto una USLE modificata (Revised USLE – RUSLE), basata su un approccio distribuito, che suddivide il bacino in unità morfologiche (celle), tenendo così conto del fatto che i sedimenti, in realtà, vengono prodotti da differenti “sorgenti” variamente distribuite all'interno del bacino. Sebbene la struttura di base sia coincidente con la USLE, sono stati modificati con la RUSLE, in modo significativo, i metodi e gli algoritmi per calcolare i fattori che compongono la USLE. Un'analisi più dettagliata dei parametri della RUSLE viene proposta nei paragrafi successivi.

Il valore di perdita di suolo media che si calcola per unità di area con la RUSLE è da intendersi come valore medio su tutto il versante, per cui i valori puntuali di perdita di suolo possono variare sensibilmente da un punto all'altro. Difatti la perdita di suolo della zona superiore di un versante risulta solitamente molto più bassa del valore medio su tutto il versante, che a sua volta è molto più basso del valore che si può riscontrare nelle zone inferiori. Questi scarti rispetto ai valori medi, inoltre, tendono a ripetersi anno per anno sulle stesse zone, creando delle situazioni di erosione molto elevata in alcune zone del versante.

Sia la USLE che la RUSLE sono modelli in grado solo di valutare la perdita media di suolo all'anno, ma non permettono di fare previsioni sul deposito dei sedimenti, sulle loro dimensioni, sulla distribuzione spaziale e temporale dell'erosione.

Nel 1975 Williams ha proposto un modello empirico diretto, denominato MUSLE (Modified USLE), ottenuto sostituendo nell'equazione universale il fattore di energia di deflusso R_d al posto dell'indice di aggressività della pioggia R :

$$Y = R_d K L S C P$$

Il fattore R_d può essere stimato con una procedura analoga a quella utilizzata per R , considerando però al posto delle piogge gli eventi di piena, con valutazione per ogni evento di piena della portata di massima piena e del volume:

$$R_d = 1,586 (Q * q_p)^{0.56} DA^{0.12}$$

Sono state anche proposte delle relazioni empiriche, ricavate su corsi d'acqua siciliani, che legano R_d a variabili idrologiche o morfologiche.

I modelli matematici proposti in letteratura possono essere anche distinti in base alla scala spaziale ed a quella temporale, per le quali sono finalizzati e vengono implementati (Fig. 1).

Si sottolinea che, in termini di rappresentazione dei processi fisici, non esistono fondamentali differenze fra le tipologie di modello. Spesso la differenza di scala e l'aumento di complessità spaziale vengono trattati semplicemente con l'aggiunta di ulteriori elementi spaziali. Questa "quasi identità" di approccio risulta però alquanto semplicistica rispetto ad una realtà in cui l'intensità e la complessità dei processi aumenta con la scala. Si pensi, ad esempio, ai fenomeni di erosione a "rill" o a "gully", che diventano più importanti rispetto a processi erosivi diffusi all'aumentare della scala: detti processi, ad oggi, infatti, sono solo parzialmente inclusi nei modelli (ad esempio, in alcuni modelli, una densità potenziale di rill deve essere assegnata come dato di input).

Si sofferma ora l'attenzione sui modelli a "scala di campo" (o per singolo appezzamento) e modelli "a scala di bacino".

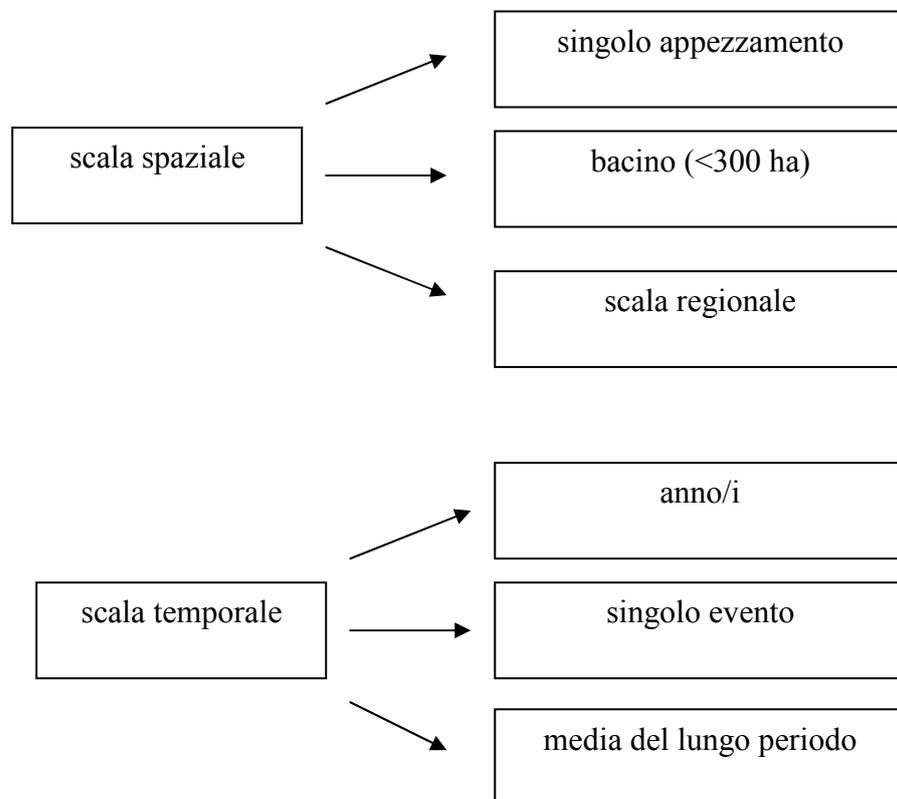


Figura 1 – Schematizzazione delle scale spaziali e temporali

Fra i modelli “ a scala di campo” si menzionano: CREAMS (Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems), CSEP (Climatic index for Soil Erosion Potential), EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator), EUROSEM (EUROpean Soil Erosion Model), GLEAMS (Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems), USLE (Universal Soil Loss Equation) e suoi aggiornamenti (ad esempio, RUSLE) , WEPP (Water Erosion Prediction Project). Per alcuni di detti modelli possono individuarsi alcune limitazioni. Innanzitutto il fatto che la maggior parte di questi è stata sviluppata sulla base di dati statunitensi, per cui la loro applicazione ad altre condizioni di clima e di gestione del suolo non risulta sempre possibile e appropriata. Secondariamente, i modelli descrivono processi erosivi che sono dipendenti dalla scala e sono stati formulati per dimensioni di scala alquanto ridotte (plot di campo). Sarebbe quindi opportuno applicare detti modelli alle scale per le quali sono stati sviluppati: scale spaziali e temporali differenti comportano sia processi erosivi diversi sia processi erosivi simili ma di diversa entità. In terzo luogo, i modelli descrivono correttamente solo quegli aspetti del processo di erosione che risultano ben conosciuti. Informazioni o conoscenze incomplete di aspetti e processi, connessi al

fenomeno erosivo, conducono senz'altro ad incertezze nei parametri, riducendo l'accuratezza predittiva del modello stesso.

Con l'aumento delle capacità computazionali e con l'avvento dei GIS, sono stati sviluppati i modelli "a scala di bacino", capaci di simulare lo scorrimento e le dinamiche erosive di aree/bacini più vasti e complessi. Fra i modelli "a scala di bacino" si fa menzione di: ACRU (Agricultural Catchments Research Unit model), AGNPS (AGricultural Non-Point Source pollution model), EROSION3D (3D Erosion Model), EUROSEM (EUROpean Soil Erosion Model), KINEROS2 (KINematic runoff EROsion model), LISEM (LImburg Soil Erosion Model), MEDRUSH (soil erosion model associated with MEDALUS project).

Gli svantaggi di detti modelli sono rappresentati dalla difficoltà di identificare i cosiddetti "punti sorgente", nell'ambito del bacino, sia di acqua sia di sedimenti ed inoltre dal fatto che, spesso, detti modelli non sono idonei per simulazioni continue di lungo periodo, perché non sempre includono lo sviluppo e la crescita della vegetazione, l'evapotraspirazione, le "dinamiche sotterranee".

C'è inoltre da tener presente che nei dati spaziali ci sono molte fonti di errore, legate sia all'accuratezza e precisione della misura sia alla variabilità naturale. Le mappe di input sono spesso generate da un numero limitato di dati di campo e con una serie di assunzioni anche altamente soggettive. Inoltre, l'utilizzo di svariati metodi di interpolazione, tutti equamente validi, può fornire risultati anche abbastanza differenti. Detti problemi fanno sì che ci sia nei modelli "a scala di bacino", rispetto a "quelli di campo", una più elevata possibilità di amplificazione e concatenazione di errori e incertezze nei dati di ingresso. Conseguentemente, i modelli di bacino necessitano di una calibrazione e validazione molto più articolata e complessa. D'altra parte, però, i modelli a scala di bacino restano sempre i più idonei per trattare bacini eterogenei di diverse dimensioni (da alcuni ettari a migliaia di kmq) e per ipotizzare strategie future di conservazione del suolo, per le quali le predizioni relative ad un singolo "plot" restano di valore alquanto limitato.

VALUTAZIONE DELL'EROSIVITA' DELLA PIOGGIA A SCALA REGIONALE

La presente sezione della Collaborazione svolta nell'ambito del Progetto Pilota riguarda la stima del parametro R, definito "Indice di aggressività della pioggia", già introdotto nelle pagine precedenti, per il territorio regionale calabrese, con la metodologia proposta da Wischmeier & Smith, a scala di tempo del singolo evento, mensile ed annuale.

Il fattore idrologico R, definito "Indice di aggressività della pioggia", esprime la potenziale capacità erosiva media annua della pioggia, sia per "impatto" sia per scorrimento superficiale.

L'indice viene calcolato come media su un periodo di N anni degli indici di aggressività annuali R_a , somma degli indici di aggressività relativi agli eventi erosivi R_{ej} verificatisi in ciascun anno.

Un evento di pioggia è una serie continua di precipitazione intervallata da almeno 6 ore di assenza di precipitazione. Gli eventi erosivi sono quegli eventi, con un valore di pioggia cumulata P_j almeno pari a 12.7 mm. Vengono inoltre incluse nelle elaborazioni le piogge di almeno 6.35 mm in 15 minuti (Wischmeier and Smith, 1978).

D'Asaro (1994) definisce l'indice di aggressività del singolo evento erosivo R_{ej} come il prodotto dell'energia totale dell'evento di pioggia E_j , relativa all'unità di area, per la massima intensità I_{30j} in 30 minuti raggiunta dall'evento, secondo l'espressione:

$$R_{ej} = E_j \cdot I_{30j} \quad \left(\frac{MJ}{ha} \cdot \frac{mm}{h} \right)$$

L'energia totale di un evento E_j di durata D_j è valutabile come sommatoria delle singole energie dei k intervalli di pioggia ad intensità costante in cui si suppone suddivisa la pioggia dell'evento j:

$$E_j = \sum_{k=1}^{D_j} e_k \cdot P_k$$

L'energia cinetica relativa all'unità di pioggia di intensità costante e_k (MJ/ha/mm) si ricava ricorrendo alle relazioni proposte da Foster et al. (1981):

$$e_k = 0.119 + 0.0873 \cdot \log(i_k) \quad \text{per } i_k \leq 76 \text{ mm/h}$$

$$e_k = 0.283 \quad \text{per } i_k > 76 \text{ mm/h}$$

Considerando tutti i valori di R_{ej} degli n eventi erosivi verificatisi in un mese, l'indice mensile di erosione è dato da:

$$R_m = \sum_{j=1}^n R_{ej}$$

Considerando invece tutti i valori di R_{ej} degli n eventi erosivi verificatisi in un anno, l'indice annuo di erosione è dato da:

$$R_a = \sum_{j=1}^n R_{ej}$$

La stima del fattore R avviene come media degli N valori dell'indice medio annuo di erosione R_a relativi ai diversi anni del periodo d'osservazione:

$$R = \frac{\sum^N R_a}{N}$$

Nella determinazione dei valori dell'indice di erosione mensile ed annuo si è tenuto conto della eventuale presenza di dati mancanti che possono rendere non completo e quindi non valido il dato complessivo.

Per la stima dell'indice di aggressività, relativamente al territorio della Calabria, sono state utilizzate le serie di 155 stazioni pluviometriche, per le quali sono disponibili i valori ogni 5 minuti, dati registrati e raccolti dal Centro Funzionale Meteoidrologico (A.R.P.A.CAL.) della Regione Calabria (www.cfc Calabria.it).

Tali serie storiche, come si evince dalla tabella in allegato, sono comprese tra il 1989 e il 2008; mediamente il periodo di osservazione è di 11 anni. Da una prima analisi delle serie storiche si osserva che esse non sempre sono complete ma presentano dati mancanti.

Per le stazioni in esame sono stati in un primo momento individuati gli eventi erosivi e successivamente è stato valutato l'indice di erosione associato a ciascuno di essi.

Per determinare univocamente gli eventi pluviometrici (e successivamente distinguere quelli erosivi da quelli non erosivi) si è utilizzata una procedura basata sul calcolo delle cumulate di pioggia su 6 ore, essendo un evento determinato da 6 ore antecedenti e 6 ore successive di asciutto.

A partire dai file delle piogge a 5 minuti si sono costruiti i file di piogge cumulate in cui in ogni istante è riportato il valore di pioggia cumulata sulle 6 ore precedenti a partire dall'istante stesso, cioè per 72 intervalli da 5 minuti (cumulate all'indietro).

Così facendo, la data associata al primo valore di cumulata non nullo indica l'inizio dell'evento. Da tale istante temporale, procedendo in avanti, il primo valore di cumulata nulla permette di individuare la fine dell'evento.

La durata dell'evento è determinata dalla differenza tra la data di inizio e di fine evento ed è riportata in giorni, ore e minuti; la pioggia totale è determinata cumulando i valori di pioggia, dato che consente di individuare gli eventi erosivi verificando quindi che la pioggia cumulata su tutta la durata dell'evento sia maggiore di 12.7 mm, indipendentemente dalla sua durata, o dei 6.35 mm in 15 minuti.

Per determinare l'indice di aggressività Re_j ($R_{e_j} = E_j \cdot I_{30j}$) di ogni evento, è stato necessario determinare in precedenza il valore massimo di intensità di pioggia in 30 minuti I_{30j} , calcolando le piogge cumulate su 30 minuti (6 intervalli di 5 minuti) e dividendo ogni valore cumulato per l'intervallo temporale di riferimento. Per il calcolo dell'energia cinetica associata all'evento, si è dapprima determinata quella associata a ciascun intervallo di pioggia di durata 5 minuti, secondo le relazioni prima riportate, moltiplicando ciascun valore ottenuto per l'altezza di pioggia

corrispondente e sommando per tutta la durata dell'evento per ottenere il valore di energia cinetica totale.

Il prodotto dei valori di intensità di pioggia massima in 30 minuti per l'energia cinetica totale dell'evento determina il valore dell'indice di aggressività R relativo al singolo evento.

I valori di R mensile si sono ottenuti sommando i valori degli R relativi agli eventi presenti in ciascun mese, considerando anche la mancanza di dati secondo i criteri riportati nella tabella seguente:

Tabella 1 - Indicazioni per l'individuazione dei mesi significativi

Numero Dati mancanti	
0	Sono registrati tutti i dati a 5 minuti all'interno del mese
≤ 288	Mancano non più di 288 dati a 5 minuti (equivalenti ad un giorno di osservazioni) per cui il mese non è completo ma comunque viene considerato nelle elaborazioni
> 288	Mancano più di 288 dati per cui il mese non può essere ritenuto significativo
= giorni del mese $\cdot 288$	L'intero mese non è stato rilevato

Quindi l'indice R a scala mensile è stato calcolato solo per quei mesi con non più di 288 dati mancanti.

I valori di R annuale si sono ottenuti sommando i valori dei 12 R_m mensili o alternativamente sommando i valori degli R relativi agli eventi presenti in ciascun anno.

La determinazione del valore di R annuale è stata eseguita solo se tutti i 12 mesi dell'anno sono risultati essere significativi alla verifica sui dati. In pratica, se anche un solo mese dell'anno non è risultato considerato, non si è determinato il fattore R annuale.

Il fattore R indicativo di ciascuna stazione è stato infine ottenuto come valor medio dei vari R annuali, tenendo conto solo degli anni significativi, ovvero quelli in cui è stato possibile valutare l'indice di aggressività per tutti i mesi.

Da quanto riportato, si evince che per alcune stazioni sono stati determinati i valori di R dei singoli eventi e dei singoli mesi, ma non è stato possibile valutare gli R annuali (per via della non disponibilità di un anno completo di dati), né quindi il valore di R medio.

A partire dai risultati ottenuti e dalle coordinate planimetriche ed altimetriche delle 155 stazioni in esame, è stato possibile valutare l'andamento spaziale dei valori dell'indice di aggressività della pioggia (Figura 2).

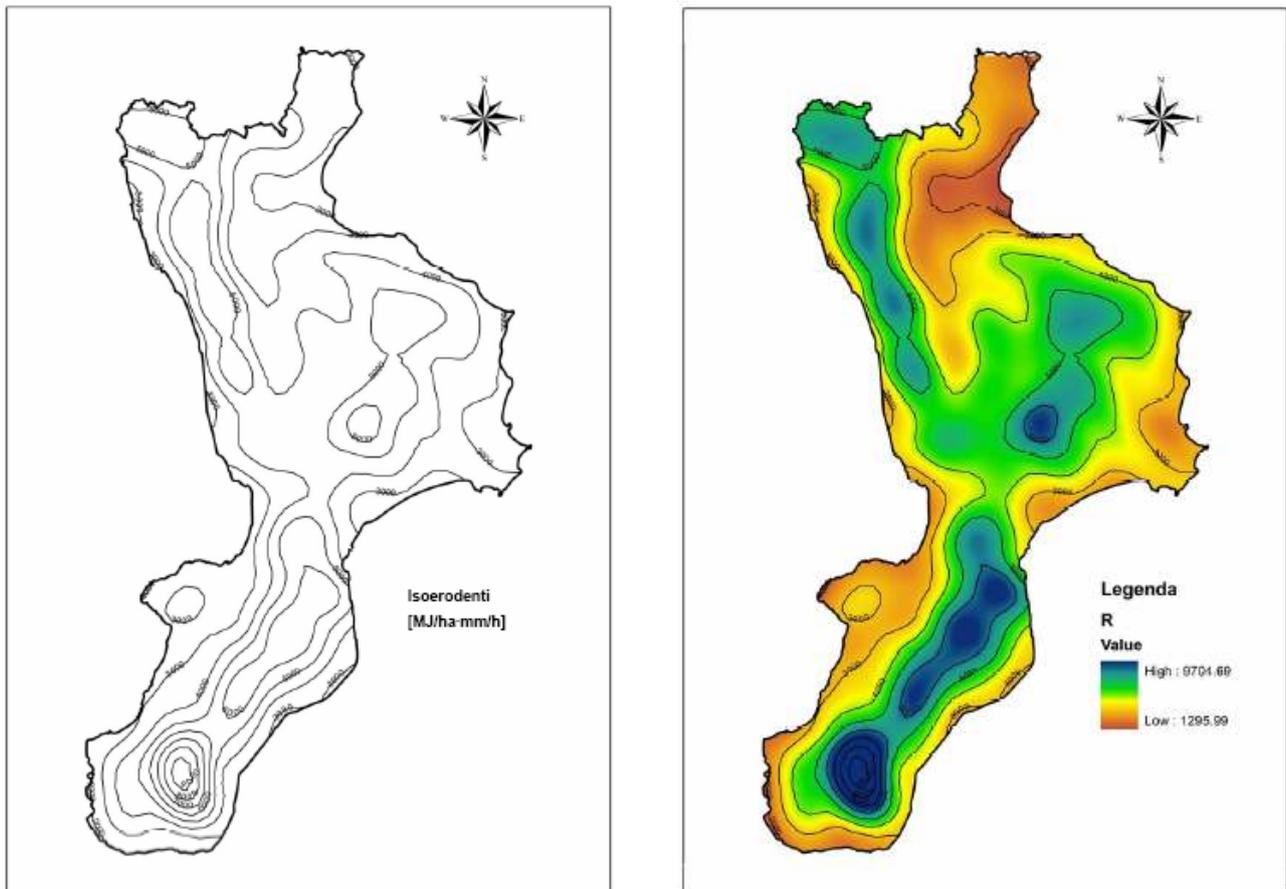


Figura 2 – Andamento delle isoerodenti (a sinistra) e mappatura (a destra) della distribuzione dell'indice di aggressività della pioggia.

L'aggressività è chiaramente correlata alle condizioni climatiche. Si rileva una maggiore aggressività nelle zone montane del territorio regionale (Sila, Aspromonte, Pollino, Catena Costiera) e una graduale diminuzione se ci si sposta verso le zone vallive. I fenomeni erosivi sono più evidenti nel versante ionico rispetto a quello tirrenico. In generale, salendo di quota si registrano precipitazioni di maggiore intensità e quindi valori più alti dell'indice di aggressività.

STIMA DELL'EROSIONE IDRICA IN UNA DELLE AREE CAMPIONE

La terza ed ultima fase del contributo del CNR-IRPI al progetto in questione ha riguardato l'applicazione di due modelli per la valutazione dell'erosione in una delle aree campione, al fine di stimare le implicazioni idrologiche, relativamente alla produzione di sedimenti, che le variazioni colturali possono determinare. Nell'ambito dei siti, oggetto della sperimentazione ed individuati per la loro appartenenza alle classi di erosione moderata o severa, per come definite dalla carta del rischio di erosione della Calabria e per la rappresentatività dei siti stessi all'interno del bacino (come più ampiamente descritto nelle altre relazioni del progetto), le applicazioni dei modelli hanno riguardato un sito ubicato nella parte centrale del Bacino dell'Esaro ritenuto, sulla base dei rilievi effettuati, rappresentativo del territorio e rispondente alle esigenze progettuali.

In particolare, l'area individuata è estesa 10 ettari circa, ricadenti in agro di Cutro (Crotone) e di proprietà dell'azienda Fazzolari. Si tratta di un'area collinare, a morfologia ondulata, con pendenze da deboli ad acclivi, il cui substrato è costituito da argille grigio azzurre del Pliocene, formazione geologica molto diffusa su quasi tutto il litorale ionico calabrese. I sedimenti a particelle finissime e facilmente erodibili presentano, a volte, al loro interno, intercalazioni sabbiose riconoscibili per la presenza di scheletro e di colorazioni rossastre. Per una più dettagliata descrizione del sito e dei suoli dell'area oggetto di applicazione si rimanda alle relazioni prodotte dai colleghi dell'ARSSA, altro partner del presente progetto di mitigazione dei processi di desertificazione.

L'uso del suolo è stato caratterizzato, negli ultimi decenni, da cereali autunno-vernini in monosuccessione. Questa tipologia di uso del suolo, unitamente alla natura del substrato, determinano fenomeni di erosione idrica, diffusa e incanalata. Come descritto in altre relazioni del presente progetto, la variazione colturale è consistita nella semina (autunno 2007) di un miscuglio di essenze foraggere, costituite da graminacee e leguminose, privilegiando l'utilizzo di varietà locali di specie tradizionalmente utilizzate nell'area (Sulla, Festuca rossa, Festuca ovina).

Al fine di ottenere le stime dal tasso erosivo nelle condizioni attuali e in quelle relative alle variazioni di uso del suolo sono state applicate due diverse metodologie, la RUSLE2, versione modificata della USLE, ed il modello EUROSEM, che permette di valutare l'erosione a seguito di un assegnato evento di pioggia. Nei paragrafi successivi vengono descritti separatamente i due modelli e i risultati ottenuti nell'area campione.

Il modello RUSLE2

Come già riportato nel paragrafo 2, la RUSLE (Revised USLE), introdotta da Moore e Burch, nel 1986, è basata su un approccio distribuito, che suddivide il bacino in unità morfologiche (celle), tenendo così conto del fatto che i sedimenti, in realtà, vengono prodotti da differenti “sorgenti” variamente distribuite all’interno del bacino. Sebbene la struttura di base sia coincidente con la USLE, con la RUSLE vengono modificati, in modo significativo, i metodi e gli algoritmi per calcolare i fattori che compongono la USLE. La RUSLE2 è un aggiornamento della RUSLE, in quanto l’algoritmo di calcolo comprende sia metodi empirici sia approcci fisicamente basati, in ambiente Windows, che permettono di predire l’erosione a “rill” e “interrill” dovuto alla pioggia e allo scorrimento superficiale.

Gli scenari previsti per le elaborazioni sono stati quattro:

- i) “Scenario attuale medio”: uso del suolo caratterizzato da cereali e valore medio di aggressività della pioggia;
- ii) “Scenario attuale peggiore”: uso del suolo caratterizzato da cereali e valore massimo storico registrato di aggressività della pioggia;
- iii) “Scenario alternativo medio”: uso del suolo caratterizzato da essenze foraggere e valore medio di aggressività della pioggia;
- iv) “Scenario alternativo peggiore”: uso del suolo caratterizzato da essenze foraggere e valore massimo storico registrato di aggressività della pioggia.

4.1.1 - Stima dei parametri

Il fattore aggressività della pioggia R

L’aggressività della pioggia è stata valutata secondo l’approccio originario proposto da Renard et al. (1997) in base alle precipitazioni registrate alla stazione di Cutro con passo temporale di 5 minuti. Il valore medio ottenuto per il periodo di osservazione disponibile (aprile 1997-giugno 2008) è stato di circa 1900 MJ mm/h ha year e quello massimo di circa 6100 MJ mm/h ha year.

Il fattore erodibilità del suolo K

Il valore dell’erodibilità dei suoli è stato ottenuto sulla base della carta dei suoli. E’ stato calcolato un valore medio, costante nel tempo e nello spazio, risultato pari a 0.051739 t h/MJ mm.

Il fattore colturale C

Il fattore colturale C è stato assunto pari a 0.4 e costante nel tempo e nello spazio per lo scenario attuale (uso del suolo: cereali) e pari a 0.1 in quello di gestione alternativa (uso del suolo: essenze

foraggiere).

Il fattore di pratica antierosiva P

P è stato assunto pari a 1 (assenza di una qualsiasi pratica), costante nel tempo e nello spazio.

Il fattore topografico LS

L'equazione utilizzata per il calcolo del fattore topografico è la seguente (Mitasova et al., 1996):

$$LS = (m+1) (L_c/L_0)^m (\sin \theta/\theta_0)^n$$

in cui L_c è la stima della lunghezza del pendio (calcolata nello specifico come il prodotto delle funzioni di ARCGIS “flowacc” e “resolution”), L_0 è la lunghezza della particella standard di riferimento della USLE (22.13 m), θ la pendenza, θ_0 la pendenza della particella di riferimento (8.96%), n un esponente che varia da 1.2 ad 1.4, m un fattore adimensionale, detto di Mitasova, variabile tra 0.2-0.5, che dipende dal fattore di rill-interrill erosion (β) secondo l'espressione:

$$m = \beta / (1 + \beta)$$

A sua volta il fattore rill-interill erosion può essere calcolato come prodotto di 4 subfattori che dipendono dall'erodibilità del terreno (quindi, dalle caratteristiche chimico-fisiche del suolo), dal grado di consolidamento, dalla copertura del residuo di biomasse e dalla pendenza. Nel caso in studio, il valore di n è stato posto pari ad 1.2 ed m è stato di volta in volta stimato effettuando però delle semplificazioni nella stima dei diversi subfattori che partecipano alla valutazione del fattore rill-interill erosion, da cui dipende il parametro m .

Risultati

Le Figure 3÷6 riportano i risultati ottenuti per i quattro scenari. E' abbastanza evidente l'elevato tasso di erosione, che assume, per lo “scenario attuale medio”, un valore, mediato su tutta l'area oggetto di indagine, pari a circa 32 t/ha year, con una estensione delle aree aventi un tasso compreso tra 75 e 300 che supera il 50% del totale della superficie. La situazione peggiora, ovviamente, considerando l'aggressività massima della pioggia (“scenario attuale peggiore”), con un valore medio che raggiunge circa 97 t/ha year. Detti valori si riducono notevolmente considerando gli scenari alternativi, con le variazioni di uso del suolo oggetto della sperimentazione. Il valore medio del tasso erosivo, infatti, nello “scenario alternativo medio”, è di circa 20 t/ha year, con una prevalenza di aree con un tasso compreso tra 22,5 e 75 t/ha year. Considerando il valore massimo di aggressività della pioggia (“scenario alternativo peggiore”) si hanno valori più elevati (tasso medio di erosione pari a circa 42 t/ha year), ma pur sempre inferiori rispetto alle condizioni attuali.

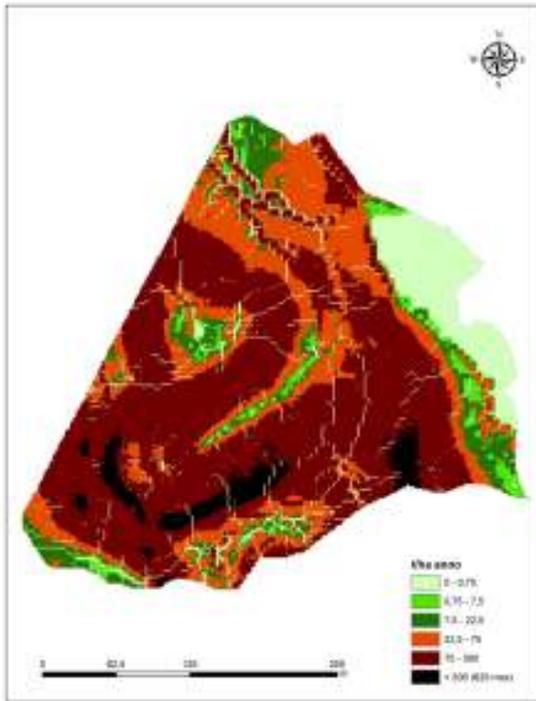


Figura 3 – Distribuzione dell’erosione stimata con la RUSLE per lo “scenario attuale medio”.

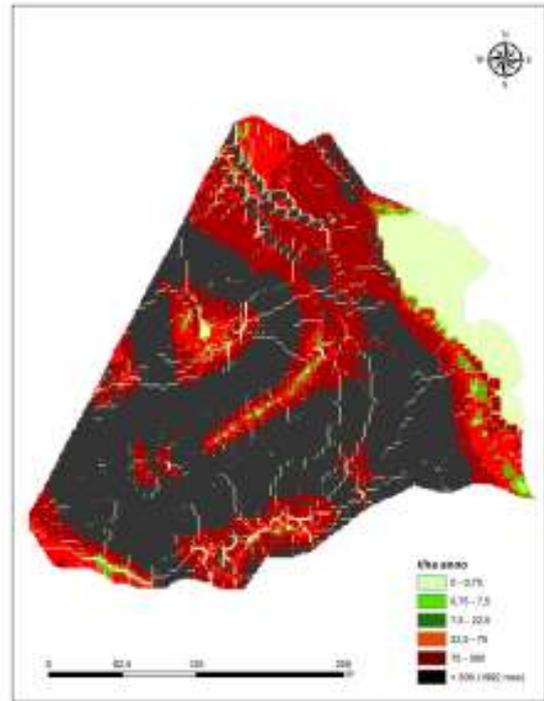


Figura 4 – Distribuzione dell’erosione stimata con la RUSLE per lo “scenario attuale peggiore”.

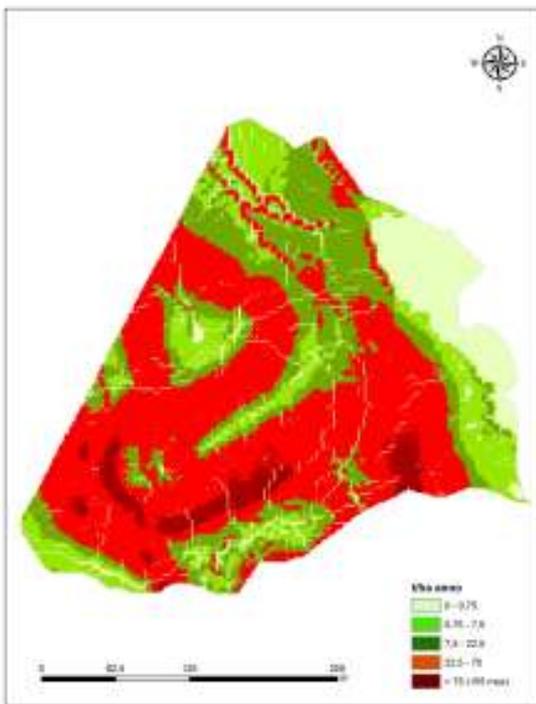


Figura 5 – Distribuzione dell’erosione stimata con la RUSLE per lo “scenario alternativo medio”.

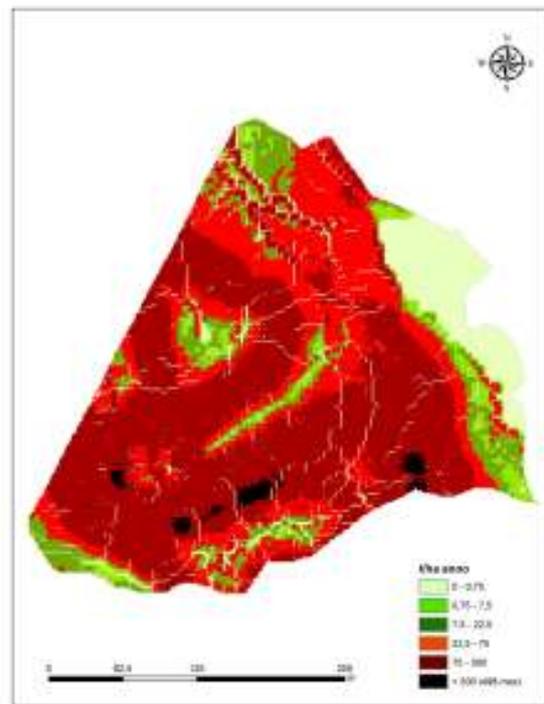


Figura 6 – Distribuzione dell’erosione stimata con la RUSLE per lo “scenario alternativo peggiore”.

Il modello EUROSEM

Il modello EUROSEM, risultato di un programma di collaborazione di ricerca che ha coinvolto gli USA e 10 Paesi Europei (Morgan et al., 1992, 1993, 1994), è un modello “a base fisica” e relativo ad un singolo evento di pioggia. Il modello, idoneo per la previsione dell’erosione idrica del suolo su scala di campo o di piccolo bacino, si basa sulla descrizione fisica molto dettagliata dei processi erosivi ed opera per piccoli passi temporali (ad esempio, 1 minuto). L’erodibilità del suolo è rappresentata attraverso l’uso della coesione del suolo e di un indice che esprime la sua capacità di asportazione per l’impatto delle gocce di pioggia. La vegetazione e le colture vengono modellate attraverso gli effetti sul volume e sull’energia della pioggia che raggiunge la superficie del terreno, sull’infiltrazione, sulla scabrezza sul moto idrico e sull’incremento della coesione del suolo attraverso l’apparato radicale. Le misure di conservazione del suolo possono essere tenute in conto dal modello, descrivendone le conseguenze che ciascuna pratica produce sul suolo, sulla microtopografia e sulla vegetazione. Per detto motivo, EUROSEM permette di simulare le conseguenze di alternative di gestione del suolo e di eventuali interventi tecnici.

L’applicazione di EUROSEM comporta innanzitutto la schematizzazione dell’area di studio in “elementi” o piani, per i quali si assume uniformità rispetto a caratteristiche podologiche, di uso del suolo e di pendenza, ed in “canali”, che raccolgono i contributi dai versanti.

La struttura modulare di EUROSEM permette di simulare l’erosione connettendola al moto dell’acqua e al meccanismo di trasporto ed asportazione del sedimento, questi ultimi modellati da KINEROS (Kinematic Erosion Simulation). Secondo la schematizzazione utilizzata da EUROSEM, la pioggia viene prima intercettata dalla copertura vegetale, che determina un frazionamento del quantitativo d’acqua in una parte che vi passa attraverso, una parte intercettata dall’apparato fogliare ed una parte che scorre lungo il fusto dell’apparato vegetativo. Dopo la determinazione dell’energia cinetica delle citate componenti, viene calcolato il distacco di suolo provocato dalla caduta dell’acqua (soil splash). Vengono anche stimati l’infiltrazione ed il volume d’acqua immagazzinato nelle depressioni superficiali del terreno: la valutazione di dette componenti permette di calcolare lo scorrimento sulla superficie del suolo. L’equazione cinematica del moto dell’acqua è affiancata dal modello di erosione del suolo, che simula uno scambio continuo di particelle fra il flusso idrico e la superficie del suolo. Ad ogni passo temporale, durante il processo erosivo, le particelle possono essere sia erose sia depositate; il bilancio fra questi due opposti processi determina ovviamente una perdita o un accumulo di suolo.

I processi di rill (erosione incanalata) e interrill (erosione in aree comprese fra rill) vengono simulati in modo esplicito con acqua e sedimenti transitanti da aree interrill ad aree rill. La perdita di suolo è computata come una portata di sedimenti (portata solida), definita come il prodotto del volume di

scorrimento per la concentrazione di sedimenti nel flusso idrico e che fornisce un volume (o massa) di sedimenti che passa per un determinato punto in un determinato tempo. Detto calcolo è basato su una soluzione numerica dell'equazione di bilancio dinamico di massa.

Dati di input

Per l'applicazione di EUROSEM (la versione utilizzata è stata la 4.0), è stato necessario innanzitutto schematizzare l'area campione con l'insieme di "elementi" e "canali" come riportato nella Figura 7. Detta schematizzazione è stata operata utilizzando un DEM a 5 m e considerando puntualmente le caratteristiche dell'area di studio. Per ogni elemento, infatti, si sono fissati, oltre alla sua geometria, anche le sue caratteristiche e proprietà (pedologiche, idrogeologiche, etc.) ed i parametri relativi alla copertura vegetale. Per la grande mole di dati richiesti dal modello si è dovuto, a tal fine, ricorrere anche a stime di alcuni parametri, operate nell'ambito di altre applicazioni di EUROSEM su bacini morfologicamente equivalenti a quello in esame.

Un altro dato di input fondamentale è quello relativo alla pioggia. Come già riportato in precedenza, EUROSEM simula l'erosione in occasione di un evento di pioggia. Nella presente applicazione, sia per lo scenario attuale sia per quello alternativo (relativo alla conversione colturale) si è utilizzato l'evento di pioggia più gravoso registrato nella stazione pluviometrica di Cutro, che è stato discretizzato in intervalli temporali elementari (5 minuti) ed inserito fra gli input del modello.

In uscita, il modello produce una serie di valori fra cui l'"erosione totale netta", valutata per ogni elemento/canale e che tiene conto sia dell'erosione a rill che a quella interrill. Il segno positivo o negativo che il modello fornisce per l'erosione totale netta tiene conto del fatto se l'elemento/canale è oggetto di erosione (segno positivo) o di deposito di sedimenti (segno negativo).

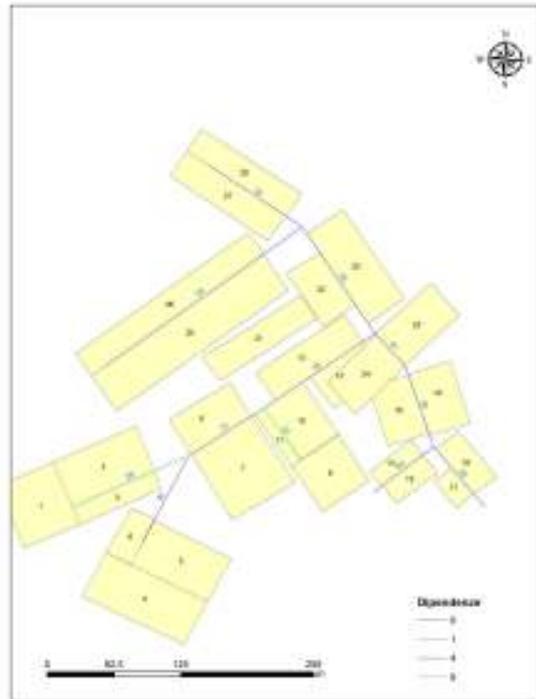


Figura 7 – Schematizzazione dell'area campione per l'applicazione di EUROSEM.

Risultati

La Figura 8 mostra i risultati ottenuti per i vari elementi con cui si è discretizzata l'area campione, considerando la situazione attuale, quindi senza conversione colturale. Il valore massimo stimato d'erosione, in occasione dell'evento piovoso considerato in ingresso, risulta pari a circa 5 t/ha, quello minimo è minore di 0,1 t/ha, con una media pari circa a 0,7 t/ha. In totale, l'area su cui è stato applicato il modello produce una quantità di sedimenti di circa 24 t/ha, sempre in riferimento all'evento di pioggia utilizzato in ingresso.

Per considerare la conversione colturale (uniforme su tutta l'area), occorre agire su diversi parametri d'ingresso, relativi sia ovviamente all'uso del suolo sia ad alcune caratteristiche del terreno. Il modello, con detta conversione colturale, stima una riduzione del tasso di erosione di un fattore all'incirca pari a 100.

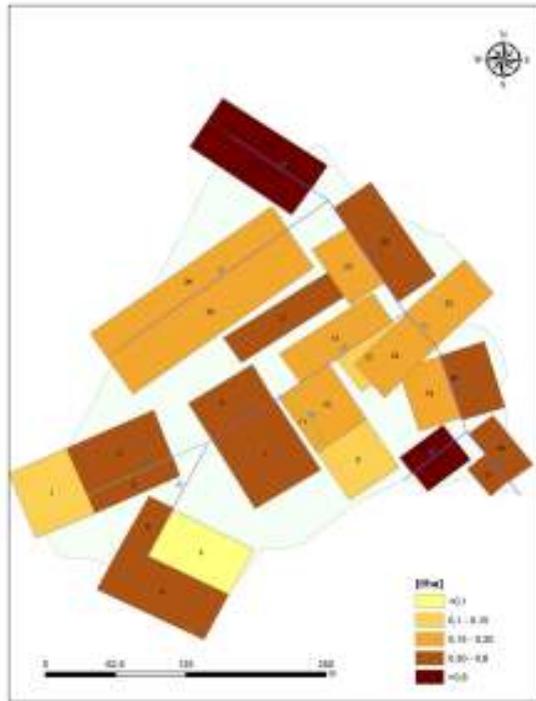


Figura 8 – Distribuzione dell’erosione stimata con EUROSEM per i diversi elementi, relativamente alla situazione antecedente la conversione culturale.

CONCLUSIONI

Oltre agli importanti risultati ottenuti per la stima dell’indice di aggressività della pioggia per il territorio calabrese, frutto di un’analisi puntuale di una mole considerevole di dati di pioggia misurati ogni 5 minuti, che sicuramente potrà risultare utile anche per altre future valutazioni ed applicazioni, con la presente collaborazione si è provveduto ad effettuare una stima del tasso di erosione, applicando due diversi approcci modellistici.

Il primo modello (RUSLE) ha permesso di valutare il tasso di erosione considerando sia l’uso del suolo originario sia quello conseguente alla conversione culturale. Il modello stima un tasso erosivo calcolato sull’anno e, per come si è fatto nella presente applicazione, relativo a due diverse stime di aggressività della pioggia (media e massima).

Il secondo modello (EUROSEM), molto più complesso, analizza il fenomeno erosivo in occasione di un particolare evento di pioggia (si è considerato, nel presente caso, il peggiore evento di pioggia registrato nella vicina stazione pluviometrica di Cutro).

I risultati ottenuti tramite i due modelli, anche se non confrontabili fra loro, in quanto riferiti a due scale temporali diverse, hanno però messo in evidenza l’effetto positivo che una conversione culturale può avere sulla produzione di sedimenti di una determinata area. Inoltre, la drastica riduzione del tasso di erosione, rilevata con l’applicazione del modello EUROSEM, cioè considerando il più gravoso evento di pioggia registrato, può mettere in luce come gli effetti della

conversione colturale siano ancora più evidenti in occasione di particolari eventi pluviometrici, che, fra l'altro, sono quelli che notoriamente determinano le maggiori conseguenze sul reticolo idrografico, con elevato trasposto solido e conseguenti problemi ai territori posti a valle.

Certamente, l'applicazione della modellistica, non solo nel campo dell'erosione, ma in generale, richiederebbe anche un'opportuna verifica e validazione, con sperimentazioni in situ, che può sicuramente considerarsi il naturale prosieguo della presente ricerca.

Fase 4 - Diffusione dei risultati

Un'adeguata conoscenza del processo di desertificazione è fondamentale tanto per pianificare e condurre corrette politiche di intervento e di salvaguardia sul territorio da parte del governo regionale, quanto per avere risposte da parte dei cittadini a tali pianificazioni e direttive, attraverso azioni concrete e maggiore sensibilità nei confronti dell'ambiente e nell'uso delle risorse.

La Regione, nei suoi organi preposti al controllo del territorio quale l'ARPACAL, deve intervenire in modo organico e incisivo in attività di educazione e formazione, al fine di rafforzare il rapporto tra istituzione e cittadino utente dello stesso territorio, affinché l'azione di governo regionale possa attuarsi con il consenso e la partecipazione reale della comunità e dei cittadini a cui si rivolge.

Problematiche quali siccità e desertificazione hanno spesso sofferto di scarsa efficacia e concretezza nella divulgazione di un'informazione finalizzata a sensibilizzare l'opinione pubblica. Ciò non solo perché poco conosciute, ma a causa delle rare e poco sinergiche occasioni di diffusione dell'informazione sulla quale il progetto è intervenuto.

Nella "Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Italia", una parte consistente è dedicata a "Educazione, Formazione e Informazione", indicati come momenti di attività trasversale su cui convergono la progettualità della scuola e del mondo della ricerca e l'offerta degli enti di gestione. La stessa UNESCO ha diffuso Linee Guida che forniscono indicazioni su come sviluppare e promuovere l'informazione governativa di pubblica utilità, con particolare attenzione alla sua diffusione.

Queste finalità, che rientrano nella fase 4 del *Progetto Pilota Regione Calabria – Accordo di programma MATTM CNLSD ARPACAL* "**Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria attraverso la conversione colturale in aree ad elevata vulnerabilità**", sono fatte proprie nella realizzazione di una serie di prodotti che vogliono agevolare la comprensione del processo di desertificazione, spesso di difficile intendimento da parte dei diversi soggetti coinvolti, ed indirizzare verso un uso sostenibile del suolo, attraverso pratiche agricole sostenibili ed in linea con la riduzione del rischio desertificazione.

A dimostrazione della possibilità di mitigare il rischio desertificazione attraverso un uso sostenibile delle risorse interessate nel processo, nello specifico acqua e suolo, l'attività è stata progettata e realizzata utilizzando, quali contenuti, le attività realizzate in convenzione CNR,

ARSSA e ARPACAL nell'Accordo di Programma, in merito alla conversione colturale condotta, nell'area campione di totali 50 ettari del Crotonese (Calabria), scelta per rispondenza alle esigenze della sperimentazione per tipologia di suolo, clima, morfologia e pratiche agricole. Tale area presenta un'elevata vulnerabilità alla desertificazione, con alto livello di rischio nelle aree scelte ed un processo ormai irreversibile in aree limitrofe

Nello specifico sono stati individuati, fotografati e filmati tre siti, localizzati rispettivamente nella parte centrale del bacino dell'Esaro di Crotona (agro in Cutro - az. Fazzolari) e, a confronto, del Tacina (agro in Roccabernarda – az. Giglio) e del F. Simeri (agro in Soneria Sieri – az. Salazar). Tutta l'area è situata sul versante ionico, che si mostra maggiormente soggetto al rischio desertificazione rispetto a quello tirrenico, e sono localizzati in area collinare con pendenze da deboli ad acclivi e coperte da argille plioceniche. Altra caratteristica dell'area è l'intensità dei fenomeni erosivi, responsabili del processo di desertificazione per l'assottigliamento dei suoli e l'affioramento del substrato, filmati e fotografati nelle loro forme laminare e puntuale.

Documentata dalle immagini video e foto è anche il miscuglio di essenze foraggere scelto per la conversione colturale e tradizionalmente utilizzate nell'area, costituito da graminacee e leguminose: *Hedysarum coronaris* (Sulla), *Festuca rubra* (Festuca rossa), *Festuca ovina* (Festuca ovina).

È ripreso in immagini video e foto, il risultato ottenuto in questi primi anni di sperimentazione dal cambiamento colturale e dall'uso di tecniche di coltivazione, caratterizzate, per la preparazione del letto di semina, da una lavorazione leggera. Le immagini ottenute sono la dimostrazione che scelte adeguate di uso del suolo possono condurre alla mitigazione del rischio desertificazione e che, tali scelte, vanno operate in funzione di una serie di variabili che mutano da luogo a luogo, sebbene, per avere completo riscontro di ciò, è necessario aspettare la fine della sperimentazione.

La diffusione delle immagini a testimonianza dei risultati raggiunti dalla sperimentazione condotta nelle sue varie fasi, vuole accrescere il livello di responsabilità del singolo e della comunità nei confronti di questa problematiche, in un ottica di rispetto, risparmio e massimo contenimento degli

impatti negativi nei confronti della risorsa suolo, siano essi naturali o risultato dell'attività antropica, che spesso va a moltiplicare gli effetti legati a cause naturali.

La metodologia procedurale è stata quella di rendere disponibili dati e documenti opportunamente scelti e realizzati, e riguardanti la desertificazione, le sue cause ed i suoi effetti nelle sue linee generali, nonché l'attività di sperimentazione in corso per mitigare il processo di desertificazione, le sue modalità di svolgimento, le varie fasi previste ed i risultati intermedi e finali.

Le attività realizzate sono:

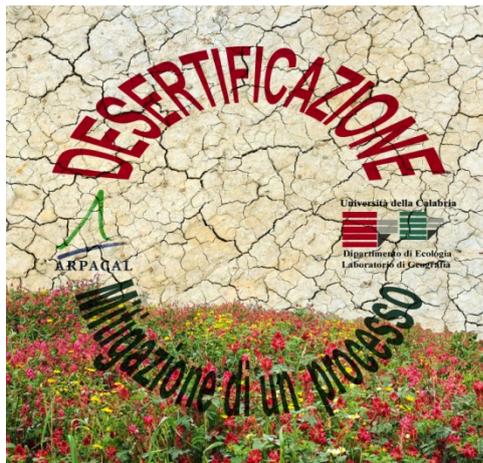
- 1.1. La produzione di un video della durata di 10' relativo alla fase iniziale della sperimentazione;
- 1.2. La produzione di un video della durata di 30' esplicativo dei due anni di sperimentazione;
- 1.3. La realizzazione di un archivio video delle riprese effettuate;
- 1.4. La realizzazione di un archivio foto;
- 1.5. La realizzazione di interviste sull'attività svolta;
- 1.6. la progettazione e la produzione di un prodotto multimediale interattivo su DVD;
- 1.7. la produzione di un volume esaustivo e divulgativo dell'attività svolta;
- 1.6. la progettazione e la realizzazione di pagine web;
- 1.7. la presentazione dei risultati nel convegno del 17 giugno 2009

Il gruppo di lavoro ha espresso un significativo livello di interazione sinergica, di reciproca comunicazione e di coerenza nelle fasi dell'attività svolta.

I risultati raggiunti, che testimoniano il completo raggiungimento dei risultati attesi, sono riportati nelle pagine web, contenuti nel DVD, approfonditi ed ampliati nel volume e presentati nel convegno conclusivo "Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria in aree ad elevata vulnerabilità" presso l'University Club dell'UNICAL il 17 giugno 2009.

1.1. Progettazione e Produzione di materiale divulgativo

La parte più rilevante dell'attività prevista dalla convenzione è stata la realizzazione di un video documentario di natura tecnico-divulgativa in grado di tracciare il quadro completo e dimostrativo del processo di desertificazione in atto in Calabria e delle azioni per contenerne e mitigarne il rischio (Contenuto nel DVD allegato *DESERTIFICAZIONE Mitigazione di un processo*).



Il documentario è accompagnato da un testo esaustivo dell'attività di sperimentazione in atto da parte degli Enti coinvolti nell'attività di ricerca (Allegato.1).

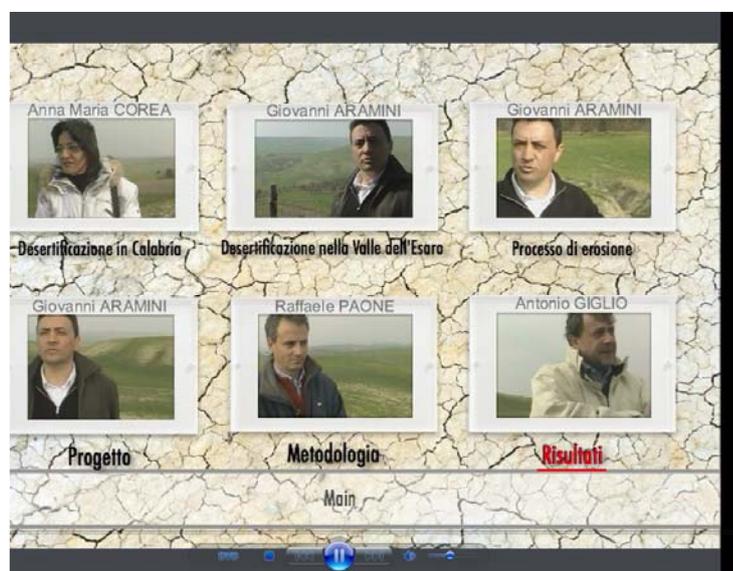
Tali azioni si concretizzano nella sperimentazione messa in atto nella Valle dell'Esaro di Crotona, del Tacina e del Simeri, significative al fine di misurare, in un'area della Calabria interessata dal processo di desertificazione quale quella del crotonese, il suo grado di reversibilità in funzione dell'adozione di buone pratiche agricole.

Le aree di intervento sono individuate in funzione di particolari caratteristiche fisiche, pedologiche, di esposizione, di erosione e di utilizzo dell'area in relazione alla conduzione aziendale. Tali caratteristiche sono esplicitate durante le interviste da tecnici e agricoltori.

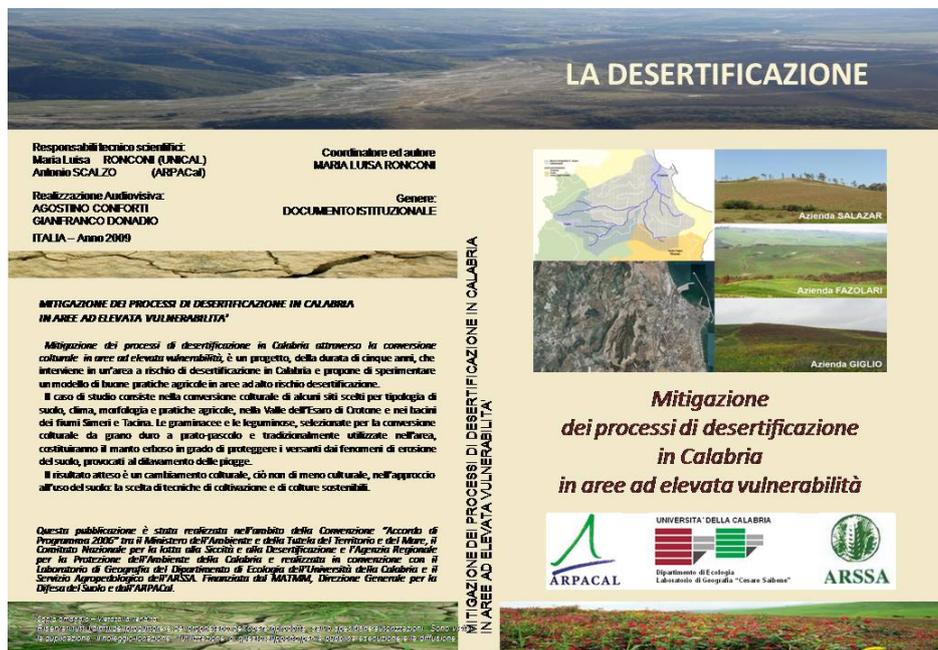
Così come documentati nel video sono due i momenti importanti della sperimentazione, quello centrale della "conversione colturale da seminativo a pascolo", le cui due fasi della crescita e dello sfalcio e/o pascolo sono oggetto di due riprese video, eseguite nei mesi di gennaio, maggio e ottobre, anni 2008 e 2009, e quella del "monitoraggio degli indicatori di qualità del suolo", documentata da riprese effettuate su un profilo in un punto fisso e da monitorare nei cinque anni della sperimentazione e da interviste ai tecnici ARSSA sulla metodologia e sulle tecniche utilizzate nel monitoraggio.

Prima fase:

1. Stesura del questionario da somministrare agli esperti dell'ARSSA coinvolti nella sperimentazione, formulato in funzione degli obiettivi da raggiungere;
2. Stesura del questionario da somministrare a conduttori di aziende agricole coinvolti nella sperimentazione;
3. Somministrazione del questionario;
4. Realizzazione delle interviste, contenute nel DVD;



5. Realizzazione delle riprese sulle aree interessate dalla sperimentazione nella fase iniziale;
6. Rilevazione fotografica relativa alla prima fase della sperimentazione;
7. Redazione dei testi da inserire nel documentario relativo alla fase iniziale della sperimentazione;
8. Realizzazione di un video della durata di 10' relativo alla fase iniziale della sperimentazione presentato nel giugno 2008 a Crotona (Contenuto nel DVD allegato *Mitigazione del rischio desertificazione in Calabria in aree ad elevata vulnerabilità*).



LA DESERTIFICAZIONE

Responsabili tecnici scientifici:
 Maria Luisa RONCONI (UNICAL)
 Antonio SCALZO (ARPACal)

Coordinatore ed autore
 MARIA LUISA RONGONI

Realizzazione Audiovisiva:
 AGOSTINO CONFORTI
 GIANFRANCO DONADIO
 ITALIA - Anno 2009

Genere:
 DOCUMENTO ISTITUZIONALE

MITIGAZIONE DEI PROCESSI DI DESERTIFICAZIONE IN CALABRIA IN AREE AD ELEVATA VULNERABILITA'

Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria attraverso la conversione culturale: in aree ad elevata vulnerabilità è un progetto, della durata di cinque anni, che interviene in un'area a rischio di desertificazione in Calabria e propone di sperimentare un modello di buone pratiche agricole in aree ad alto rischio desertificazione. Il caso di studio consiste nella conversione culturale di alcuni siti scelti per tipologia di suolo, clima, morfologia e pratiche agricole, nella Valle dell'Esaro di Otrone e nei bacini dei fiumi Simena e Tacina. Le graminacee e le leguminose, selezionate per la conversione culturale da grano duro a prato-pascolo e tradizionalmente utilizzate nell'area, costituiscono il marito colturo in grado di proteggere i versanti dai fenomeni di erosione del suolo, provocati dal dilavamento delle piogge. Il risultato atteso è un cambiamento culturale, ciò non di meno culturale, nell'approccio all'uso del suolo: la scelta di tecniche di coltivazione e di colture sostenibili.

Questa pubblicazione è stata realizzata nell'ambito della Convenzione "Accordo di Programma 2006" tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Comitato Nazionale per la lotta alla Siccità e alla Desertificazione e l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria e realizzata in convenzione con il Laboratorio di Geografia del Dipartimento di Ecologia dell'Università della Calabria e il Servizio Agronomico dell'ARSSA. Finanziata dal MATTM, Direzione Generale per la Difesa del Suolo e dall'ARPACal.

MITIGAZIONE DEI PROCESSI DI DESERTIFICAZIONE IN CALABRIA IN AREE AD ELEVATA VULNERABILITA'

Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria in aree ad elevata vulnerabilità

UNIVERSITA' DELLA CALABRIA
 Dipartimento di Ecologia
 Laboratorio di Geografia "Crisae Sabone"

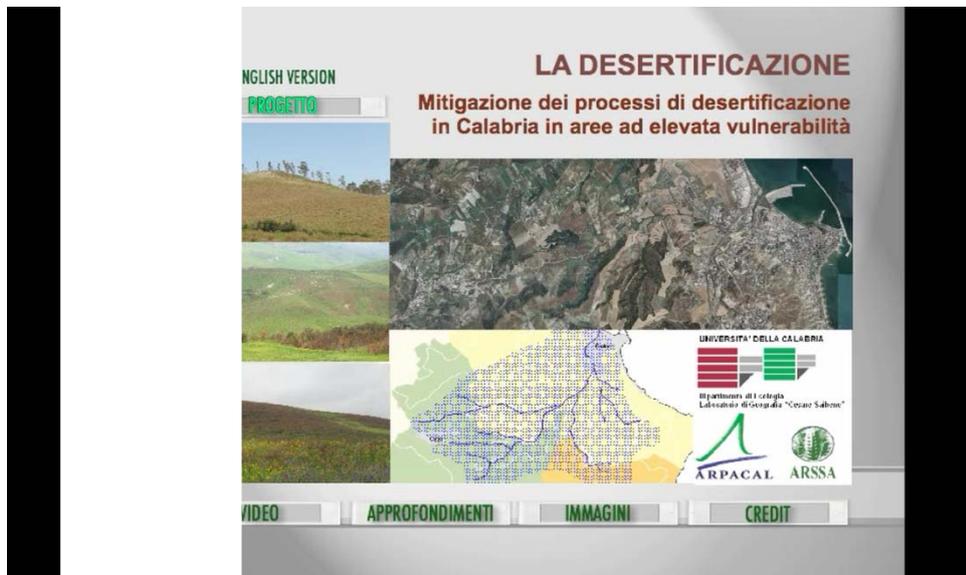
ARSSA

ARPACAL

Seconda fase

1. Realizzazione delle riprese sulle aree interessate dalla sperimentazione nella seconda fase;
2. Campagna fotografica sui risultati al primo anno di attività;
3. Realizzazione delle riprese sulle aree interessate dalla sperimentazione nel secondo anno della sperimentazione;
4. Campagna fotografica sui risultati del secondo anno della sperimentazione;
5. Redazione dei testi da inserire nel documentario conclusivo;

6. Realizzazione del sistema di navigazione del DVD;



7. Realizzazione di un archivio video delle riprese effettuate, contenuto nel DVD;

8. Realizzazione di un archivio foto, contenuto nel DVD;



9. Redazione di testi esplicativi da inserire nel DVD;



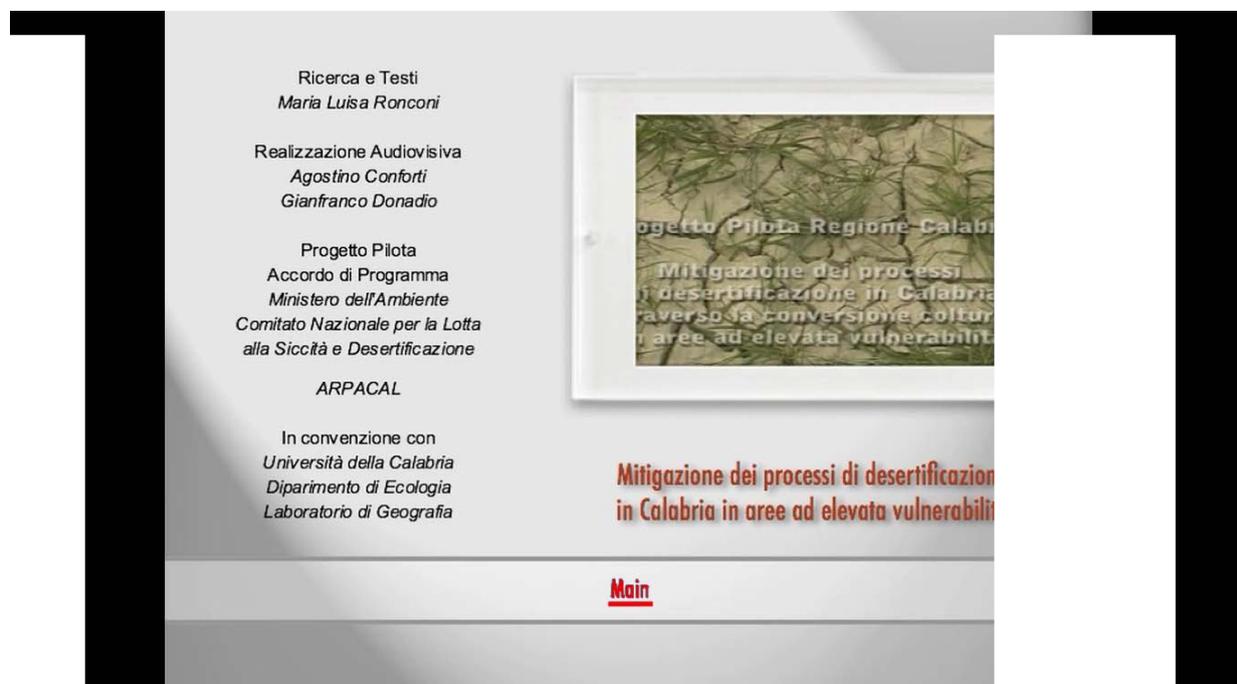
10. Traduzione in inglese;



11. Pagine Credit



12. Realizzazione di un video della durata di 30' relativo alla fase finale della sperimentazione “Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria”, contenuto nel DVD;



13. Realizzazione di un DVD multimediale ed interattivo, “DESERTIFICAZIONE Mitigazione dei un processo”. (ALLEGATO)
14. Realizzazione di un volume da accompagnare al DVD “DESERTIFICAZIONE Mitigazione di un Processo” (ALLEGATO).

1.2. Progettazione e realizzazione di pagine web

L'espansione nell'uso di Internet consente di diffondere le informazioni in rete, dalle quali, utenti esperti e non, possono ricavare informazioni ed approfondimenti adeguati ai loro specifici obiettivi.

La seconda attività, infatti, ha previsto la costruzione di una serie di pagine web progettate e realizzate singolarmente come segue.

- La Home page del sito web è il punto di partenza per la navigazione verso le altre pagine. La struttura della pagina comprende, oltre ai loghi dei partners coinvolti, tre immagini esplicative del fenomeno monitorato durante l'attività ed una griglia con i links che portano alle altre pagine web del sito. La grafica proposta in alto ed in basso, costituita da due immagini delle fasi del progetto, si ripete su tutte le altre pagine;



**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**
Progetto pilota Regione Calabria
Accordo di programma 2006 MATTM-CNLS-ARPACAL



UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Dipartimento di Ecologia
Laboratorio di Geografia "Cesare Salbene"



ARPACAL



ARSSA
Agenzia Regionale per lo Sviluppo
e per i Servizi in Agricoltura
Gestione Liquidatoria





Home	Definiamo la Desertificazione	Credits
La Bibliografia di Approfondimento	I Riferimenti Normativi	La Sitografia di Approfondimento
I Partners	Il Progetto	La Parola agli Esperti
Il Documentario		

[GALLERIA FOTOGRAFICA](#)



Università della Calabria - Laboratorio di Geografia "Cesare Salbene" - ©2009

- Le informazioni generali necessarie alla comprensione del processo sono rese disponibili sia in lingua italiana che in inglese e sono raggiungibili attraverso i pulsanti-bandiera posti alla destra ed alla sinistra della scritta “*Definiamo la desertificazione*”. I contenuti sono forniti in formato pdf.



*Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità*



**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**

Progetto Pilota Regione Calabria

Accordo di Programma MATTM – ARPACAL

In convenzione con
Università della Calabria - Dipartimento di Ecologia
Laboratorio di Geografia "C. SAIBENE"

Responsabili tecnico-scientifici
Maria Luisa Ronconi - Antonio Scalzo



*Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità*



La DESERTIFICAZIONE

Legata nell'immaginario collettivo all'avanzata dei deserti, effetto di quella che viene definita desertificazione, la desertificazione è ben presto messa in relazione a sistemi sempre più ampi e complessi del solo paesaggio desertico e si mostra regressiva delle potenzialità del territorio, non solo nelle sue componenti ambientali, ma anche economiche e sociali. La Conferenza delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione (UNCCD), in questo contesto, può considerarsi una presa di coscienza di come, trasversale a sviluppo sostenibile, biodiversità e cambiamenti climatici, la desertificazione non può avere un ruolo marginale, ma necessita di un più ampio respiro. Definita “*degrado delle terre aride, semiaride sub-umide e secche dovuto a cause naturali ed antropiche*”, comporta costi e benefici variabili nei sistemi naturale e socio-economico, con cause ed effetti che transitano continuamente tra scala locale e globale, determinando la dimensione del processo nel tempo e nello spazio. La molteplicità delle variabili e degli ulteriori processi interessati crea complicità nell'interpretazione del fenomeno, che manifesta i suoi effetti non sempre nelle aree in cui si innescano le cause, “esternalizzando” i costi della desertificazione. Tali effetti sono più gravi nei sistemi fragili, anche per la limitata capacità di recupero e di investimento degli stessi, localizzati particolarmente nei Paesi in via di sviluppo o sottosviluppati dove, in condizioni di stress ambientale, non vengono ridotti gli impatti, bensì aumenta la pressione sul territorio, attivando un processo che culmina nella catastrofe anziché attraverso una morfogenesi, al recupero della morfostasi.

- I riferimenti bibliografici per l'approfondimento della conoscenza sono disponibili al link “*La Bibliografia di riferimento*”. Il link punta ad un documento pdf che può essere facilmente aggiornato;

Bibliografia di approfondimento

Adams, R.M., McCarl, B.A., Segerson, K., Rosenzweig, C., Bryant, K.J., Dixon, B.L., Conner, R., Evenson, R.E., and Ojima, D. (1999). Economic Effects of Climate Change on US Agriculture. In: Mendelsohn, R., and Neumann, J.E. (eds.), *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge MA: Cambridge University Press. pp. 18-54.

Albaladejo, J., 1995. *Soil rehabilitation and desertification control: case study in Murcia*. In: Desertification in a European context: physical and socio-economic aspects. Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards Course, El Campello, Pueblo Acantilado, Alicante, Spain, 6-13 October 1993. 213-224.

Arrow, K.J., Cline, W.R., Macler, K.-G., Munasinghe, M., Squitieri, R., and Stiglitz, J.E. (1996). Intertemporal Equity, Discounting, and Economic Efficiency, in *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions -- Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Bruce, J.P., Lee, H., and Haites, E.F. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 125-144.

Aru, A. (1984). Aspects of desertification in Sardinia. In: R. Fantechi and N.S. Margaritis. (Eds.), *Desertification in Europe*.

Azar, C. (1999). Weight Factors in Cost-Benefit Analysis of Climate Change, *Environmental and Resource Economics*, 13, 249-268.

Azar, C. and Sterner, T. (1996). Discounting and Distributional Considerations in the Context of Global Warming, *Ecological Economics*, 19, 169-184.

Basso, F., E. Bove, S. Dumontet, A. Ferrara, M. Pisante, G. Quaranta, and M. Taberner, 2000. *Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy)*. CATENA. 40(1):19-35.

Bathurst, J. C., J. Sheffield, X. Leng, and G. Quaranta, 2003. *Decision support system for desertification mitigation in the Agri basin, southern Italy*. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 28(14-15):579-587.

Beg, N., O. Davidson, Y. Afrane-Okesse, L. Tyani, F. Denton, Y. Sokona, J. P. Thomas, E. L. La Rovere, J. K. Parikh, K. Parikh, and A. Atiq Rahman, 2002. *Linkages between climate change and sustainable development*. *Climate Policy*. 2(2-3):129-144.

Belliveau S., Bradshaw B., Smit B. and B. Sawyer (2006), *Farm-Level Adaptation to Multiple Risks: Climate Change and other Concerns*. Occasional Paper No. 27, University of Guelph, Guelph

Belton, V., Stewart, T. J. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Berrens, R.P., Bohara, A.K., Jenkins-Smith, H.C., Silva, C.L. and Weimer, D.L. (2004). Information and Effort in Contingent Valuation Surveys: Application to Global Climate Change using National Internet Samples, *Journal of Environmental Economics and Management*, 47, 331-363.

Bojo, J. (1996). The costs of land degradation in Sub-Saharan Africa, *Ecological Economics*, 16: 161-173

Bosello, F. (2005). *Adaptation, Mitigation and R&D to Combat Global Climate Change: Conflicting Strategies? Insights from an Empirical Integrated Assessment Exercise*, PhD Dissertation Thesis, University of Venice

- I link utili all'approfondimento della conoscenza sono disponibili seguendo il link “*La sitografia di riferimento*”;



**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**

Progetto pilota Regione Calabria

Accordo di programma 2006 MATTM-CNLS-ARPACAL

**LA SITOGRAFIA
DI APPROFONDIMENTO**

www.unccd.int

United Nations Convention to Combat Desertification

www.cnlsd.it

Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità ed alla Desertificazione

<http://www.un.org>

Organizzazione delle Nazioni Unite

<http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations

www.unep.org

United Nations Environment Programme

<http://www.unies.it/html>

Nucleo Ricerca Desertificazione Università di Sassari

Home	Definiamo la Desertificazione	Credits
La Bibliografia di Approfondimento	I Riferimenti Normativi	La Sitografia di Approfondimento
I Partners	Il Progetto	La Parola agli Esperti
	Il Documentario	

GALLERIA FOTOGRAFICA



Università della Calabria - Laboratorio di Geografia "Cesare Salbene" - ©2009

- La legislazione sul tema desertificazione è contenuta nella pagina denominata “*I Riferimenti Normativi*”. La pagina al momento contiene i due elementi normativi all'interno dei quali si muovono la maggior parte delle iniziative in tema di desertificazione a livello nazionale ed internazionale.



**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**

Progetto pilota Regione Calabria

Accordo di programma 2006 MATTM-CNLSD-ARPACAL

**LA NORMATIVA
DI RIFERIMENTO**

UNCCD

United Nations Convention to Combat Desertification

PAN

Piano d'Azione Nazionale di lotta alla siccità e desertificazione

Home	Definiamo la Desertificazione  	Credits
La Bibliografia di Approfondimento	I Riferimenti Normativi	La Sitografia di Approfondimento
	 Il Progetto 	
I Partners	Il Documentario	La Parola agli Esperti

GALLERIA FOTOGRAFICA



Università della Calabria - Laboratorio di Geografia "Cesare Saibene" - ©2009

- Le informazioni sull'attività di sperimentazione in corso, anch'esse disponibili in doppia lingua e raggiungibili cliccando sul pulsante-bandiera adiacente alla scritta "Il progetto", sono realizzate in formato pdf.



*Mitigation of desertification processes in Calabria
in areas with a high vulnerability*



Mitigation of desertification processes in Calabria in areas with a high vulnerability

Pilot Project Region Calabria

Program Agreement MATTM - ARPACAL

In connection with the Ecology Department
Geography Laboratory

Technical Scientific Responsible

Maria Luisa Ronconi - Antonio Scalzo



*Mitigation of desertification processes in Calabria
in areas with a high vulnerability*



The Pilot Project about the "Mitigation of the desertification processes in Calabria, in areas with a very high vulnerability", it is funded by the National Committee for the battle against the drought and the desertification of the Environment Ministry (MATTM), it is coordinated from the ARPA Calabria with the collaboration with the Geography Laboratory of the Ecology Department of the Calabrian University and with the Agricultural Soil Service of the ARSSA.

On the global system the desertification is included in the Environment Program of the USA, a lot of other governments, included Italy, are participating in this Project through other National programs and projects. This project is having a realization in Calabria and exactly in an area called Valle dell'Esaro close to Crotona, this is one area with the higher desertification risk and here it is expected to experiment a model of good agricultural practices that it is possible to repeat in other areas.

The experiment consists in a farming changing of a sampling area selected because of the typology of the soil, of the climate, of the morphology and of the agricultural practices and dislocated in 3 sites, in the central part of the Esaro area of Crotona, in relation with Simeri and Tacina rivers.

- Gli enti coinvolti trovano spazio nella pagina “I Partners”;

**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**
Progetto pilota Regione Calabria
Accordo di programma 2006 MATTM-CNLSD-ARPACAL

I PARTNERS

CNR-IRPI Dipartimento di Ecologia
 Laboratorio di Geografia "Cesare Saibene"
 ARSSA
 Agenzia Regionale per lo Sviluppo
 e per i Servizi in Agricoltura
 Gestione L. 48/2004

Home	 Definiamo la Desertificazione	Credits
La Bibliografia di Approfondimento	 I Riferimenti Normativi	La Sitografia di Approfondimento
I Partners	 Il Progetto Il Documentario	La Parola agli Esperti

[GALLERIA FOTOGRAFICA](#)

Università della Calabria - Laboratorio di Geografia "Cesare Saibene" - ©2009

- Le interviste sul tema sono contenute nella pagina “La parola agli esperti”, dalla quale partono dei link alle varie interviste realizzate nel corso del progetto;

**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**
Progetto pilota Regione Calabria
Accordo di programma 2006 MATTM-CNLSD-ARPACAL

LA PAROLA AGLI ESPERTI

Dott.ssa Anna Maria COREA
(ARSSA)
La desertificazione in Calabria

Dott. Giovanni ARAMINI
(ARSSA)
La desertificazione nella valle dell'Esaro di Crotona

Dott. Giovanni ARAMINI
(ARSSA)
L'erosione del suolo

Dott. Giovanni ARAMINI
(ARSSA)
Il Progetto

Dott. Raffaele PAONE
(ARSSA)
La meteorologia

Antonio GIGLIO
(Azienda agricola GIGLIO)
I risultati

Home	 Definiamo la Desertificazione	Credits
La Bibliografia di Approfondimento	 I Riferimenti Normativi	La Sitografia di Approfondimento
I Partners	 Il Progetto Il Documentario	La Parola agli Esperti

[GALLERIA FOTOGRAFICA](#)

- Il documentario “Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria” è reso disponibile, in lingua italiana ed in inglese, attraverso la pagina “Il Documentario”, cliccando sul pulsante-bandiera della lingua prescelta.



**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**

Progetto pilota Regione Calabria

Accordo di programma 2006 MATTM-CNSLSD-ARPACAL

IL DOCUMENTARIO



Home	Definiamo la Desertificazione	Credits
La Bibliografia di Approfondimento	I Riferimenti Normativi	La Sitografia di Approfondimento
I Partners	Il Progetto	La Parola agli Esperti

GALLERIA FOTOGRAFICA



Università della Calabria - Laboratorio di Geografia "Cesare Sibone" - ©2009

- Tutti i soggetti coinvolti nel progetto vengono citati al link “Credits” che punta ad un documento in formato presentazione PowerPoint;



- Galleria Fotografica. In questa sezione, ovviamente ampliabile, sono state inserite alcune delle foto più significative realizzate durante le attività del progetto;



**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**

Progetto pilota Regione Calabria

Accordo di programma 2006 MATTM-CNLS-D-ARPACAL

GALLERIA FOTOGRAFICA



1.3. Presentazione dell'attività e dei risultati

La campagna di presentazione e comunicazione a livello regionale, attraverso giornali e TV, pagine web, incontri e convegni, è stata finalizzata ad informare e sensibilizzare l'opinione pubblica, il mondo rurale, le associazioni, le province ed i comuni sull'attività condotta nell'ambito dell'*Accordo di programma MATTM CNLSD ARPACAL - "Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria attraverso la conversione colturale in aree ad elevata vulnerabilità"*.

Il progetto è stato presentato in UNICAL il 26 settembre 2007 nel convegno organizzato dal laboratorio di geografia dal titolo "*conoscenze ed azioni nella lotta alla desertificazione*", dal Dott. Domenico Lemma, allora Commissario straordinario ARPA Calabria, responsabile del progetto, con un intervento dal titolo: "*Un'esperienza concreta di lotta alla desertificazione in corso di realizzazione in Calabria*", in cui ha sottolineato il ruolo dell'ARPACAL nel progetto di conversione colturale da grano a pascolo, finalizzato alla messa in atto di una metodologia per il recupero di aree particolarmente degradate, progetto presentato dalla Prof.ssa Maria Luisa Ronconi dell'Università della Calabria con un intervento dal titolo *La desertificazione: da problema globale a problema locale. Il caso della Valle dell'Esaro di Crotona*.

La giornata di studio, dopo un primo momento dedicato agli interventi, è proseguita con l'escursione nel bacino del fiume Esaro di Crotona, condotta dal Dott. Giovanni Aramini del servizio Agropedologico dell'ARSSA Calabria, responsabile della progetto per quanto di competenza dell'ARSSA. La valle dell'Esaro è l'area scelta per la sperimentazione, poiché per la sua particolare vulnerabilità, è esplicitiva del processo di desertificazione in Calabria ed utile per l'osservazione di casi concreti di processi di perdita di fertilità in corso, che sono stati mostrati durante l'escursione.

Il servizio relativo alla presentazione è andato in onda su televisioni a diffusione regionale, per le quali sono state prodotti video, testi ed immagini.

L'informazione è stata fornita con un comunicato stampa ai giornali locali, preceduto da un incontro, al quale sono state invitate le principali testate giornalistiche calabresi.

Nell'attività di diffusione dell'informazione è stato organizzato a conclusione dei lavori, il 17 giugno 2009, in occasione della giornata mondiale per la lotta alla desertificazione, un convegno, dal titolo "*Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria in aree ad elevata vulnerabilità*"

nel quale sono stati presentati il video ed il prodotto multimediale realizzato e i risultati della ricerca operata dai vari enti ed istituti coinvolti nel AdP.



**Mitigazione
del processo di desertificazione
in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**



"Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria in aree ad elevata vulnerabilità" è una sperimentazione che propone di validare un modello di buone pratiche agricole in aree ad alto rischio desertificazione.

Il caso di studio consiste nella conversione culturale da grano a prato-pascolo di alcuni siti scelti per tipologia di suolo, clima, morfologia e pratiche agricole. Il carico erboso che si andrà a ricostituire al termine della sperimentazione sarà in grado di proteggere i versanti dai fenomeni di erosione del suolo, provocati dal dilavamento delle piogge e responsabili del processo di desertificazione.

Il risultato atteso è un cambiamento culturale e culturale, nell'approccio all'uso del suolo: la scelta di tecniche e culture sostenibili.



**Progetto Pilota Regione Calabria
Mitigazione dei processi di desertificazione
in Calabria attraverso la conversione
culturale in aree ad elevata vulnerabilità
AdP 2006 MATM/MC/NLSD - ARPACal**



Università degli Studi della Calabria

**17 giugno 2009
Giornata Mondiale
per la lotta alla desertificazione**

**Mitigazione
del processo di desertificazione
in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**

**University Club ore 10.00
(Di fronte bar Conca D'Oro)**





**Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
in aree ad elevata vulnerabilità**

*Università degli Studi della Calabria
17 giugno 2009
Giornata mondiale per la lotta alla desertificazione
University Club ore 10.00*

- Ore 10.00 Saluti delle Autorità**
Prof. Giovanni Latorre *Magnifico Rettore - UNICAL*
Mr. Giorgio Sfara *Focal Point Desertification in Italy - MAE*
Prof.ssa Beatrice Bitonti *Direttore del Dipartimento di Ecologia - UNICAL*
Prof. Vincenzo Mollace *Commissario ARPACAL*
On.le Mario Pirillo *Assessore all'Agricoltura REGIONE CALABRIA*
- Ore 10.30 Apertura dei lavori**
Prof.ssa Beatrice Bitonti
Responsabile della Convenzione per l'UNICAL
Dott. Antonio Scalzo
Responsabile Tecnico-Scientifico della Convenzione per l'ARPACAL
Prof.ssa Maria Luisa Ronconi
Responsabile Tecnico-Scientifico della Convenzione per l'UNICAL
Presentazione Progetto Pilota Regione Calabria
"Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria attraverso la
conversione culturale in aree ad elevata vulnerabilità"
- Ore 11.00 Intervengono**
Dott. Daniele Drago *ARPACAL*
Dott. Raffaele Paone *ARSSA*
Prof.ssa Patrizia Albertano *Università di Roma Tor Vergata*
Dott. Roberto Coscarelli *CNR-IRPI*
- Ore 12.00**
Presentazione e proiezione del documentario
Mitigazione del processo di desertificazione in Calabria
Un caso di studio: La Valle dell'Esaro di Crotona
- Ore 12.30 Chiusura dei lavori a cura del Prof. Piero Gagliardo**
Laboratorio di Geografia "C. Saibene" - Dipartimento di Ecologia UNICAL
- Ore 13.00 Aperitivo**

Il servizio relativo alla presentazione è andato in onda su televisioni a diffusione regionale.

Questa fase ha avuto la finalità di coinvolgere altre istituzioni, quali province e comuni, e gli operatori del settore, con lo scopo di generare ampie sinergie, coinvolgimento e scambi a livello scientifico e tecnico tra coloro che si occupano stabilmente delle problematiche in oggetto di convenzione. Il progetto è stato presentato in una serie di convegni centrati su tematiche ambientali e nell'ambito di attività affini condotte nelle scuole.

Gemellaggio

L'attività di Gemellaggio con la Città di Dori in Burkina Faso, non è stata realizzata per il ritardo nelle necessarie comunicazioni relative al materiale da utilizzare:

prodotto multimediale, presentato al convegno il 17 giugno 2009 in occasione del convegno in UNICAL "Mitigazione dei processi di desertificazione in Calabria in aree ad alta vulnerabilità".

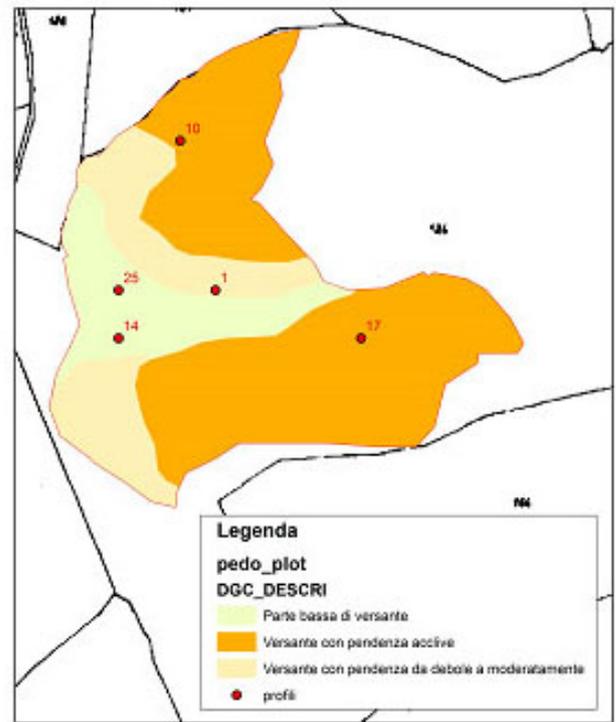
volume a stampa, trasmesso il 15 ottobre 2009.

Il gemellaggio era previsto in Burkina Faso con un convegno dibattito organizzato presso l'Hotel Liptaco nella città di Dori, seguito da una visita degli interessati in Italia presso le Aziende nelle quali è in corso la sperimentazione.

Per tale attività non è stata spesa o impegnata alcuna somma, e sarà comunque in parte attivata, consegnando del materiale prodotto, esaustivo dell'attività, presso l'ambasciata del Burkina Faso in Italia.

ALLEGATI

Azienda Salazar - Bacino Simeri



Profilo n° 10 Az. Salazar (Guglielmina)

Classificazione USDA: Sodic Endoaquent, fine, mixed, thermic

Classificazione WRB: Haplic Gleysol (Calcaric, Sodic)

Latitudine: 4308894

Longitudine: 2666274

Morfologia: versante

Pendenza: 25%

Esposizione :Sud-ovest

Uso del suolo: seminativo

*Substrato: argille plioceniche
plioceniche*

Parent material: argille

A.W.C. stimata a 100 cm:180 mm

Pietrosità superficiale: assente

Aspetti superficiali: nessuno

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: lento



0-15 cm **Ap**

umido; colore asciutto grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), colore umido bruno oliva (2.5Y4/3); argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori molto fini, scarsi; radici assenti; presenza di screziature di colore bruno forte (7.5YR5/8) scarse e grigio (2.5Y6/0) scarse; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

15-30 cm **BCg**

molto umido; colore umido principale bruno oliva chiaro (2.5Y5/4) e secondario grigio (2.5Y6/0); argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare piccola debolmente sviluppata; adesivo; scheletro assente; radici scarse e medie; pori molto fini e scarsi; screziature di colore bruno forte (7.5YR5/8), comuni; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

30-60 cm e oltre **Cg**

bagnato senza acqua libera; franco argilloso limoso; laminazioni delle argille grigio azzurre del pliocene con colori prevalentemente grigi (2.5Y6/0) e bruno oliva chiaro (2.5Y5/4); scheletro assente; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O.%	N tot %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbi a tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap	0-15	8.2	7.0	50.8	41	8.74	22.0	12.8	0.8	2.7	4	300
BCg	15-30	8.1	6.9	50.9	41	8.87	21.1	13.8	0.61	1.7	6	226
Cg	30-60	6.9	6.4	55.1	38	9.21	21.0	7.6	0.34	0.4	1	253

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap	0-15	4749	1050	95	24.8	2.05	0.382	0.49	1.67	0.12
BCg	15-30	3080	1125	273	18.2	2.00	0.528	0.68	6.52	0.41
Cg	30-60	925	1341	1037	15.0		2.176	2.79	30.08	2.02

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.15
10-20	0.82

Profilo n° 1 Az. Salazar (Guglielmina)

Classificazione USDA: **Aquic Haploxerept, fine silty, mixed, thermic**

Classificazione WRB: **Haplic Gleysol (Calcaric, Alcalic)**

Latitudine: 4308757

Longitudine: 2666307

Morfologia: versante

Pendenza: 10%

Esposizione : Est

Uso del suolo: seminativo

Substrato: argille plioceniche
plioceniche

Parent material: argille

A.W.C. stimata a 100 cm: 175 mm

Pietrosità superficiale: assente

Aspetti superficiali: nessuno

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: lento



0-30 cm **Ap**

umido; colore asciutto grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), colore umido bruno grigiastro scuro (2.5Y4/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori molto fini, comuni; radici erbacee comuni, molto fini; effervescenza violenta; attività biologica da anellidi comune; limite chiaro lineare.

30-60 cm **Bg**

umido; colore umido bruno grigiastro (2.5Y5/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare da fine a media moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; radici erbacee comuni, fini; pori molto fini e comuni; screziature di colore bruno forte (7.5YR5/8), scarse e grigie (2.5Y5/0) comuni; pellicole di limo e sostanza organica sulla faccia degli aggregati; attività biologica da anellidi comune; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O.%	N tot %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap	0-30	14.5	12.3	55.5	30.0	8.68	18.7	11.5	1.79	3.5	10	362
Bg	30-60	14.0	12.1	54	32.0	9.09	21.8	7.4	1.01	0.8	1	191

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap	0-30	4515	642	73	17.3	1.96	0.592	0.76	4.33	0.18
Bg	30-60	2884	1093	340	17.6		0.886	1.13	8.41	0.53

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.98
10-20	1.51

Profilo n° 25 Az. Salazar (Guglielmina)

Classificazione USDA: Typic Haploxerept, fine silty, mixed, thermic

Classificazione WRB: Haplic Cambisol (Calcaric, Siltic)

Latitudine: 4308757

Longitudine: 2666218

Morfologia: zona colluviale

Pendenza: 3%

Esposizione :NW

Uso del suolo: seminativo

*Substrato: argille plioceniche
plioceniche*

Parent material: argille

A.W.C. stimata a 100 cm: 180 mm

Pietrosità superficiale: assente

Aspetti superficiali: nessuno

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: buono



0-30 cm **Ap**

umido; colore asciutto grigio chiaro (2.5Y7/2), colore umido bruno grigiastro scuro (2.5Y4/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori molto fini, comuni; radici erbacee comuni, da molto fini a fini residui di rizomi di *arum*; effervescenza violenta; attività biologica da anellidi abbondante; limite chiaro lineare.

30-60 cm **Bw**

umido; colore umido bruno grigiastro (2.5Y5/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; radici assenti; pori comuni da molto fini a medi; pellicole di limo e sostanza organica sulla faccia degli aggregati, comuni; attività biologica da anellidi comune; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O. %	N tot ‰	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap	0-30	9.8	8.3	62.9	27.3	8.45	17.2	9.5	1.84	2.5	7	231
Bw	30-60	10	8.6	59.3	30.7	8.63	19.9	10.9	0.99	1.1	5	216

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap	0-30	5166	396	39	22.2	1.83	0.174	0.22	0.76	0.05
Bw	30-60	3960	675	33	24.6	1.83	0.424	0.54	0.58	0.05

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.25
10-20	1.67

Profilo n° 14 Az. Salazar (Guglielmina)

Classificazione USDA: **Aquic Haploxerept, fine silty, mixed, thermic**

Classificazione WRB: **Haplic Gleysol (Calcaric, Alcalic)**

Latitudine: 4308713

Longitudine: 2666218

Morfologia: versante

Pendenza: 15%

Esposizione: NO

Uso del suolo: seminativo

Substrato: argille plioceniche
plioceniche

Parent material: argille

A.W.C. stimata a 100 cm: 180 mm

Pietrosità superficiale: assente

Aspetti superficiali: fessure 2 cm

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: mediocre



0-30 cm **Ap**

umido; colore asciutto bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3), colore umido bruno grigiastro scuro (2.5Y4/2); argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori molto fini, comuni; radici erbacee scarse, molto fini; effervescenza violenta; attività biologica da anellidi comune; limite chiaro lineare.

30-53/60 cm **Bg**

umido; colore umido bruno grigiastro (2.5Y5/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare da media a grande, moderatamente sviluppata; resistente; screziature di colore bruno forte (7.5YR5/8) e grigie (2.5Y6/0), scarse; scheletro assente; concrezioni soffici di CaCO₃, scarse; radici erbacee, molto fini, scarse; pori comuni, molto fini; pellicole di limo e sostanza organica sulla faccia degli aggregati e all'interno dei pori, comuni; attività biologica da anellidi comune; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

53/60-80 e oltre **BCg**

umido; colore principale umido bruno grigiastro (2.5Y5/2), colore secondario giallo oliva (2.5Y6/8); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; screziature di colore grigio (2.5Y6/0), abbondanti; concrezioni soffici di FeMn, scarse, presenza di concrezioni soffici e noduli di CaCO₃ scarsi, effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O. %	N tot %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap	0-30	10.1	8.4	49.5	40.4	8.69	19.4	13.1	1.18	0.9	3	159
Bg	30-53/60	10.9	8.9	53.1	36	8.60	20.2	8.1	1.18	1.1	1	181
BCg	53/60-80	14.3	9.2	54.7	31.0	8.90	27.2	12.4	0.40	0.5	2	110

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap	0-30	5205	727	65	24.8	2.01	0.330	0.42	1.15	0.09
Bg	30-53/60	4293	1023	40	25.7		0.404	0.52	0.67	0.05
BCg	53/60-80	4771	655	92	24.4		0.406	0.52	1.64	0.13

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.68
10-20	1.15

Profilo n° 17 Az. Salazar (Guglielmina)

Classificazione USDA: Typic Endoaquent, fine silty, mixed, thermic

Classificazione WRB: Haplic Gleysol (Calcaric, Alcalic)

Latitudine: 4308713

Longitudine: 2666439

Morfologia: versante

Pendenza: 30%

Esposizione :SE

Uso del suolo: seminativo

*Substrato: argille plioceniche
plioceniche*

Parent material: argille

A.W.C. stimata a 100 cm: 190 mm

Pietrosità superficiale: assente

Aspetti superficiali: nessuno

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: lento



0-20 cm **Ap**

umido; colore asciutto grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), colore umido bruno grigiastro (2.5Y5/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori molto fini, scarsi; radici assenti; effervescenza violenta; attività biologica da anellidi comune; limite chiaro lineare.

20-50 cm **BCg**

umido; colore umido bruno grigiastro (2.5Y5/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare grande, debolmente sviluppata; resistente; screziature di colore bruno forte (7.5YR5/8) comuni e grigie (2.5Y6/0), da comuni ad abbondanti; scheletro assente; concrezioni soffici di CaCO₃, scarse; radici assenti; pori molto scarsi, molto fini; pellicole di limo e sostanza organica sulla faccia degli aggregati, comuni; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

50-80 e oltre **Cg**

umido; colore principale umido bruno grigiastro (2.5Y5/2), colore secondario giallo oliva (2.5Y6/8) e grigio (2.5Y6/0); franco argilloso limoso; presenza di concrezioni soffici di CaCO₃ scarse, effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

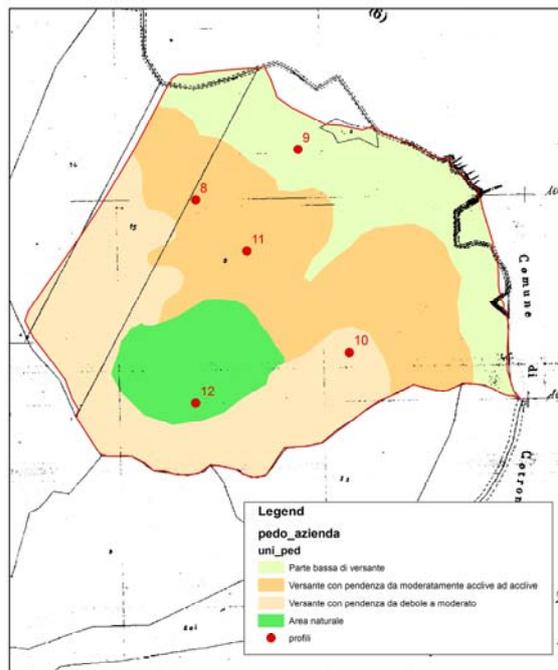
Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O. %	N tot %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap	0-20	8.7	7.4	56.1	35.3	8.91	20.9	9.4	0.79	2.1	7	259
BCg	20-50	8.8	7.8	53.5	37.7	9.02	20.3	7.6	1.09	0.9	3	255
Cg	50-80	8.5	7.8	52.5	39.0	9.26	25.5	11.1	0.64	0.8	5	196

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap	0-20	3322	1192	125	18.9	1.99	0.203	0.26	2.87	0.18
BCg	20-50	3090	1145	237	23.3	2.09	0.502	0.64	4.42	0.36
Cg	50-80	3255	1164	497	23.7		0.740	0.95	9.11	0.73

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.41
10-20	1.08

Azienda Fazzolari -Bacino Esaro



Profilo n° 11 Az Fazzolari (Esaro) Data: 07.12.2007

Classificazione USDA: Sodic Endoaquent, fine, mixed, thermic

Classificazione WRB: Hapli-Pisocalcic Gleysol (Sodic)

Latitudine: 4324130

Longitudine: 2694159

Morfologia: versante

Esposizione: SE

Pendenza: 16%

Uso del suolo: seminativo/pascolo

Substrato: argille Plioceniche

Parent material:

argille Plioceniche

A.W.C. stimata a 100 cm: 179 mm **Pietrosità superficiale:** assente

Aspetti superficiali: lavorato, presenza di efflorescenze saline

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: lento

Erosione reale: idrica diffusa debole



0-15/19 cm **Ap₁**

umido; colore umido bruno grigiastro scuro (2.5Y4/2), colore asciutto grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; friabile; pori comuni da fini a medi; radici comuni e fini; presenza di stoppie all'interno dell'orizzonte; efflorescenze saline scarse di colore biancastro; effervescenza violenta; limite chiaro ondulato

15/19-30/41 cm **Ap₂**

umido; colore umido bruno oliva (2.5Y4/3); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media debolmente sviluppata; resistente; screziature comuni di colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/6) e grigie comuni (2.5Y6/0); pori comuni da molto fini a fini; radici scarse e molto fini; concrezioni soffici di CaCO₃ scarse e piccole; effervescenza violenta; limite chiaro ondulato

30/41-60 cm e oltre **Ckg**

umido; colore umido principale grigio scuro (2.5Y4/0), colore secondario bruno giallastro scuro (10YR4/6) localizzato prevalentemente lungo i pori; franco limoso argilloso; massivo; concrezioni soffici di CaCO₃, comuni; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità	Granulometria	pH	Carbonati	Calcare	S.O.%	N tot	P ₂ O ₅	K ₂ O
-----------	------------	---------------	----	-----------	---------	-------	-------	-------------------------------	------------------

	cm	Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %	H ₂ O	totali %	attivo %		%	ppm	ppm
Ap ₁	0-15/19	11.4	10.2	52.6	36.0	8.61	16.3	8.3	1.4	1.4	9	301
Ap ₂	15/19-30/41	11.0	9.9	51.3	37.7	8.63	15.5	7.8	0.82	1.0	4	300
Cg	30/41-60	9	8.2	52.2	38.7	8.42	14.7	7.5	0.49	0.7	9	362

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap ₁	0-15/19	3867	752	335	20.3	1.87	1.452	1.86	7.17	0.49
Ap ₂	15/19-30/41	3083	1168	600	20.0	1.99	2.572	3.29	13.02	0.90
Cg	30/41-60	3000	1581	910	23.3		5.966	7.64	17.02	1.30

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.15
10-20	0.96

Profilo n° 8 Az. Fazzolari (Esaro) *Data:* 07.12.2007

Classificazione USDA: **Typic Xerorthent, fine silty, mixed, thermic**

Classificazione WRB: **Haplic Regosol (Calcaric, Sodic)**

Latitudine: 4324180

Longitudine: 2694109

Morfologia: versante

Esposizione: E

Pendenza: 20%

Uso del suolo: seminativo/pascolo

Substrato: argille Plioceniche con intercalazioni sabbiose

Parent material: argille Plioceniche

A.W.C. stimata a 100 cm: 181 mm

Pietrosità superficiale: scarsa e piccola

Aspetti superficiali: lavorato

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: mediocre

Erosione reale: idrica diffusa moderata



0-10 cm **Ap₁**

umido; colore umido bruno oliva (2.5Y4/3), colore asciutto bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; friabile; pori comuni da fini a medi; radici scarse e molto fini; efflorescenze saline scarse di colore biancastro; effervescenza violenta; limite chiaro lineare

10-20/24 cm **Ap₂**

umido; colore umido bruno grigiastro scuro (2.5Y4/2), colore secondario bruno giallastro (10YR5/6); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare da media a grande, debolmente sviluppata; resistente; scheletro scarso e molto piccolo; pori comuni e fini; radici scarse e molto fini; concrezioni soffici di CaCO₃ scarse e piccole; effervescenza violenta; limite chiaro ondulato

20/24-60 cm e oltre **Cr**

asciutto; colore asciutto bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); argilloso limoso; massivo; scheletro scarso e molto piccolo; screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6), comuni; concrezioni soffici di CaCO₃, comuni; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O.%	N tot ‰	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap ₁	0-10	12.2	9.4	49.8	38.0	8.74	14.6	9.3	0.9	1.0	3	219
Ap ₂	10-20/24	16.3	9.5	45.7	38	8.81	15.4	8.0	0.9	0.9	2	193
Cr	20/24-60	15.4	7.8	44.6	40	8.36	13.0	10.0	0.38	1.1	3	131

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap ₁	0-10	4084	934	301	21.0	1.78	0.854	1.09	6.24	0.42
Ap ₂	10-20/24	2715	846	362	15.9	2.10	1.140	1.46	9.93	0.60
Cr	20/24-60	5094	1694	1772	13.5		4.344	5.56	56.95	4.63

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.53
10-20	0.86

Profilo n° 9 Az. Fazzolari (Esaro) *Data:* 07.12.2007

Classificazione USDA: **Calcic Haploxerept, fine, mixed, thermic**

Classificazione WRB: **Haplic Cambisol (Calcaric, Sodic)**

Latitudine: 4324230

Longitudine: 2694209

Morfologia: versante parte bassa

Esposizione: N

Pendenza: 7%

Uso del suolo:

seminativo/pascolo

Substrato: argille Plioceniche

Parent material: argille

Plioceniche

A.W.C. stimata a 100 cm: 191 mm

Pietrosità superficiale:

assente

Aspetti superficiali: lavorato

Regime di temperatura:

termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: buono

Erosione reale: idrica diffusa debole



0-10 cm **Ap₁**

umido; colore umido bruno oliva (2.5Y4/3), colore asciutto bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare da piccola a media, fortemente sviluppata; debolmente adesivo; scheletro assente; pori abbondanti da fini a medi; radici comuni e molto fini; effervescenza violenta; limite chiaro lineare

10-15/20 cm **Ap₂**

umido; colore umido bruno oliva (2.5Y4/3); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; debolmente adesivo; scheletro assente; screziature di colore bruno scuro (7.5YR5/8) scarse; pori abbondanti e fini; radici scarse e molto fini; effervescenza violenta; limite chiaro ondulato

15/20-40 cm **Bk**

umido; colore umido bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; debolmente adesivo; facce di pressione scarse; scheletro assente; concrezioni soffici di CaCO₃ scarse e localizzate sulla faccia dei ped; screziature di colore bruno scuro (10YR5/8), comuni; radici assenti; pori comuni e molto fini; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

40-80 cm e oltre **Ckg**

umido; colore umido oliva (5Y5/3); argilloso limoso; massivo; screziature grigie (5GB6/1) scarse; screziature di colore bruno scuro (10YR5/8) scarse e molto piccole; concrezioni soffici di CaCO_3 , comuni e piccole; pellicole di limo lungo le facce di fatturazione del parent material; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

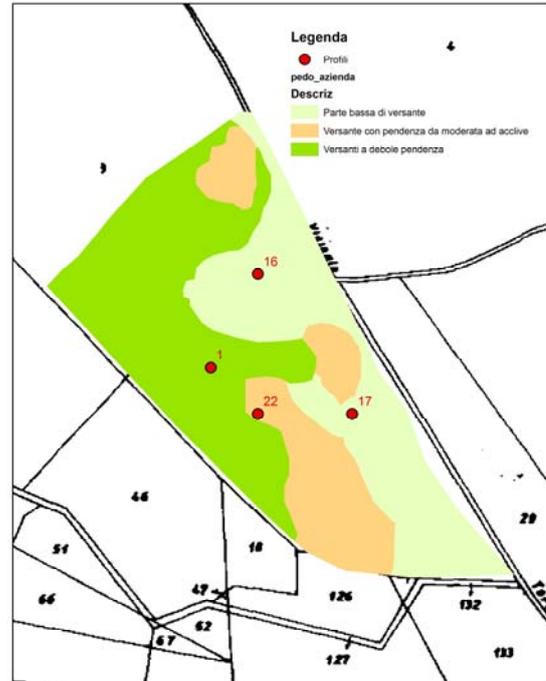
Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O.%	N tot ‰	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap ₁	0-10	12.7	8.3	50.6	36.7	8.55	15.1	7.9	1.41	1.3	16	362
Ap ₂	10-15/20	13.0	7.7	50.3	36.7	8.04	15.4	9.9	1.54	1.4	11	332
Bk	15/20-40	7.4	5.3	49.8	42.7	8.16	19.9	9.8	0.8	0.8	8	286
Ckg	40-80	8.2	6.4	47.8	44	8.32	15.4	9.8	0.37	0.2	6	273

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap ₁	0-10	4309	671	96	23.4	1.88	0.608	0.78	1.78	0.14
Ap ₂	10-15/20	3865	533	114	17.8	2.05	0.628	0.80	2.79	0.17
Bk	15/20-40	3500	910	264	18.7	2.03	1.946	2.49	6.11	0.39
Ckg	40-80	1374	1341	1007	16.5		3.424	4.38	26.52	1.82

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.18
10-20	0.96

Azienda Giglio - Bacino Tacina



Profilo n° 1 Az. Giglio

Data: 20.02.2008*Classificazione USDA: Typic Xerorthent, fine silty, mixed, thermic**Classificazione WRB: Haplic Regosol (Calcaric, Siltic)**Latitudine: 4319252**Longitudine: 2687130**Morfologia: versante**Pendenza: 20%**Esposizione :Sud-ovest**Uso del suolo: seminativo**Substrato: argille plioceniche
plioceniche**Parent material: argille**A.W.C. stimata a 100 cm: 188 mm**Pietrosità superficiale: assente**Aspetti superficiali: fessurazioni**Regime di temperatura: termico**Regime di umidità: xerico**Drenaggio interno: mediocre***0-20 cm Ap₁**

umido; colore asciutto grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), colore umido bruno oliva (2.5Y4/3); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori da fini a medi, comuni; radici erbacee molto fini, comuni; attività biologica da artropodi; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

20-40/50 cm Ap₂

umido; colore umido principale bruno oliva (2.5Y4/3); franco argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; radici erbacee scarse; pori da fini a medi, comuni; presenza di sostanza organica a causa del rovesciamento delle fette; screziature di colore bruno forte (7.5YR5/8), scarse; concrezioni soffici di CaCO₃ sulla faccia dei ped; effervescenza violenta; limite abrupto ondulato.

40/50-80 cm e oltre Cg

umido; struttura della roccia; colore principale grigio oliva (5Y5/2) e secondario oliva (5Y5/6); scheletro assente; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O. %	N tot %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap ₁	0-20	14.0	12.2	51.2	34.7	8.71	21.6	7.5	1.12	0.8	12	220
Ap ₂	20-40/50	13.7	11.9	51.6	34.7	8.43	18.2	11.1	0.95	1.0	3	152

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap ₁	0-20	3581	1265	177	20.7	1.96	1.046	1.34	3.72	0.25
Ap ₂	20-40/50	3055	1580	330	21.9	2.03	4.452	5.70	6.54	0.47

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	1.15
10-20	0.82

Profilo n° 22 Az. Giglio

Data: 20.02.2008*Classificazione USDA: Sodic Endoaquent, fine silty, mixed, thermic**Classificazione WRB: Hapli Gleysol (Sodic, Alcalic)**Latitudine: 4319206**Longitudine: 2687176**Morfologia: versante**Pendenza: 25%**Esposizione :sud-est**Uso del suolo: seminativo**Substrato: argille plioceniche**Parent material: argille plioceniche**A.W.C. stimata a 50 cm:110 mm**Pietrosità superficiale: assente**Aspetti superficiali: fessurazioni**Regime di temperatura: termico**Regime di umidità: xerico**Drenaggio interno: lento***0-15 cm Ap₁**

umido; colore asciutto grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), colore umido bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); franco argilloso; struttura poliedrica subangolare da fine a media, moderatamente sviluppata; resistente; screziature grigie (5Y5/1) e bruno forte (7.5YR5/8) scarse; scheletro assente; pori da molto fini a medi, comuni; radici erbacee da fini a medi, scarse; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

15-30 cm Ap₂

umido; colore umido principale bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); franco argilloso; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; radici erbacee molto fini, scarse; pori da fini a medi, comuni; screziature grigie (5Y5/1), comuni; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

30-60 cm e oltre Cg

umido; struttura della roccia; franco limoso; colore principale grigio (5Y5/1) e secondario giallo oliva (2.5Y6/6); scheletro assente; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O.%	N tot %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap ₁	0-15	24.3	19.7	48.0	27.7	8.54	11.0	7.1	1.19	0.6	9	158
Ap ₂	15-30	24.0	19.4	48.3	27.7	8.60	11.0	6.9	0.41	1.0	10	148
Cg	30-60	20.9	20.0	53.3	25.7	8.78	7.7	7.6	0.34	0.4	11	158

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap ₁	0-15	1772	1160	77	12.7	1.96	1.412	1.81	2.63	0.14
Ap ₂	15-30	1513	1334	152	13.0	2.03	1.682	2.15	5.08	0.27
Cg	30-60	1264	1947	647	17.3		3.298	4.22	16.25	1.06

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	0.34
10-20	0.38

Profilo n° 17 Az. Giglio

Data: 20.02.2008

Classificazione USDA: **Typic Haploxerept, fine silty, mixed, thermic**

Classificazione WRB: **Haplic Cambisol (Calcaric)**

Latitudine: 4319206

Longitudine: 2687268

Morfologia: zona colluviale

Pendenza: 5%

Esposizione :sud-est

Uso del suolo: seminativo

Substrato: argille plioceniche
plioceniche

Parent material: argille

A.W.C. stimata a 100 cm: 192 mm Pietrosità superficiale:
assente

Aspetti superficiali: fessurazioni Regime di temperatura:
termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: buono



0-20 cm **Ap₁**

umido; colore umido bruno oliva (2.5Y4/3); franco; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori da piccoli a medi, abbondanti; radici erbacee fini, comuni; effervescenza violenta; attività biologica comune da artropodi; limite chiaro lineare.

20-40 cm **Ap₂**

umido; colore umido principale bruno oliva (2.5Y4/3); franco; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; radici erbacee fini, scarse; pori da piccoli a medi, comuni; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

40-50 cm **Bw₁**

umido; colore umido bruno oliva (2.5Y4/3); franco; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; radici fini, poche; pori scarsi, piccoli; effervescenza violenta; attività biologica da anellidi; limite chiaro lineare .

50-80 e oltre **Bw₂**

umido; colore umido bruno oliva (2.5Y4/3); franco; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; resistente; concrezioni soffici di CaCO₃ molto scarse; radici piccole, scarse; pori da molto fini a medi, comuni; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O. %	N tot ‰	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							
Ap ₁	0-20	28.8	25.5	48.5	22.7	8.58	10.9	4.8	1.08	0.9	3	152
Ap ₂	20-40	31.2	28.2	45.1	23.7	8.48	12.9	5.1	1.05	1.2	2	168
Bw ₁ e Bw ₂	40-80	27.1	24.8	48.2	24.7	8.59	10.6	5.3	1.74	0.5	12	129

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap ₁	0-20	3324	315	31	17.2		0.438	0.56	0.78	0.05
Ap ₂	20-40	3189	330	35	17.5		0.434	0.56	0.87	0.06
Bw ₁ e Bw ₂	40-80	3702	330	10	19.5		0.398	0.51	0.23	0.02

Profilo n° 16 Az. Giglio

Data: 20.02.2008

Classificazione USDA: Calcic Haploxerept, fine silty, mixed, thermic

Classificazione WRB: Haplic Cambisol (Calcaric Alcalic)

Latitudine: 4319344

Longitudine: 2687176

Morfologia: zona colluviale

Pendenza: 5%

Esposizione :sud-est

Uso del suolo: seminativo

Substrato: argille plioceniche
plioceniche

Parent material: argille

A.W.C. stimata a 100 cm: 180 mm

Pietrosità superficiale: assente

Aspetti superficiali: fessurazioni

Regime di temperatura: termico

Regime di umidità: xerico

Drenaggio interno: buono



0-20 cm **Ap₁**

umido; colore asciutto bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); colore umido bruo oliva chiaro (2.5Y5/4); franco; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori molto piccoli, comuni; radici erbacee fini, molto scarse; noduli di CaCO₃, scarsi; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

20-50 cm **Ap₂**

umido; colore umido bruno oliva chiaro (2.5Y5/4); franco; struttura poliedrica subangolare da media a grande, moderatamente sviluppata; resistente; noduli di CaCO₃, scarsi; scheletro assente; radici erbacee fini, scarse; pori da piccoli a medi, comuni; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

50-80 cm e oltre **Bk**

umido; colore umido bruno oliva chiaro (2.5Y5/3), colore secondario bruno giallastro scuro (10YR4/6); franco; struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro assente; concrezioni di CaCO₃, comuni; radici assenti; pori comuni, molto fini; effervescenza violenta; limite sconosciuto

Determinazioni analitiche

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria				pH H ₂ O	Carbonati totali %	Calcare attivo %	S.O.%	N tot ‰	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
		Sabbia tot. %	Sabbia molto fine %	Limo %	Argilla %							

Ap ₁	0-20	43.8	38.3	34.5	21.7	8.59	14.2	7.3	0.62	0.8	9	116
Ap ₂	20-50	42.5	37.7	34.7	22.7	8.50	15.4	4.8	0.66	0.9	5	126
Bk	50-80	37.3	32.6	38.0	24.7	8.67	16.2	5.8	0.56	0.6	2	92

Orizzonte	Profondità cm	CaO ppm	MgO ppm	Na ppm	CSC meq/100 g	Densità g/cm ³	Conducibilità mS/cm	Sali solubili g/kg	ESP %	SAR
Ap ₁	0-20	3408	197	33	19.1	2.096	0.490	0.63	0.75	0.06
Ap ₂	20-50	3452	212	41	18.8		0.472	0.60	0.95	0.07
Bk	50-80	4194	324	49	20.0		0.482	0.62	1.07	0.07

Sub campioni

Sostanza Organica %	
Profondità cm	%
0-10	0.75
10-20	0.62