

## **CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO EROSIVO NEL TERRITORIO DEL MUGELLO**

*Classification of erosion risk for the territory of Mugello (Toscana – Italia)*

Marco Moriondo, Simone Orlandini, Andrea Pardini  
e Alessandra Rodolfi

*Università di Firenze - Dipartimento di Agronomia e Gestione del Territorio Agroforestale (DISAT-UNIFI).*

*[simone.orlandini@unifi.it](mailto:simone.orlandini@unifi.it)*

### **Riassunto**

L'erosione dei suoli rappresenta un problema irrisolto in grado di causare ingenti danni economici ed ambientali. Numerose sono le cause che accentuano il fenomeno; fra queste sono annoverate l'abbandono delle vecchie sistemazioni idraulico-agrarie non sostituite da nuove opere, l'uso di pratiche agronomiche inadeguate, la riduzione delle colture protettive del suolo a vantaggio di colture più redditizie, i cambiamenti climatici. La valutazione quantitativa e qualitativa del processo erosivo diventa quindi uno strumento indispensabile per la pianificazione del territorio attraverso lo studio dei possibili scenari di erosione. Scopo del presente lavoro è stata la valutazione dell'erosione nell'area del Mugello (Toscana settentrionale), mediante l'integrazione di diversi livelli informativi per mezzo di Sistemi Informativi Geografici (GIS).

### **Abstract**

*Soil erosion represents an unsolved problem and each year it causes severe economical and environmental damages. Many factors are responsible for this situation: the desertion of the rational land management practices, the reduction of cover crop cultivation, the climatic changes. It is then crucial to evaluate the erosion risk, so adopting the suitable land planning by the analysis of possible erosion scenarios. This research has been performed to evaluate erosion risk in Mugello area (North Tuscany), using Geographical Information System (GIS) to integrate several information levels.*

## **Introduzione**

L'erosione, asportando lo strato più superficiale del terreno, determina una significativa riduzione della fertilità del suolo, causando un declino più o meno accentuato della produttività vegetale. Poiché, almeno nel breve periodo, il suolo è un fattore non riproducibile, la sua difesa si pone quindi come una pratica imprescindibile per mantenere livelli di produzione soddisfacenti per la sopravvivenza della popolazione attuale e delle generazioni future. La possibilità di limitare l'erosione del suolo è legata alla individuazione delle variabili che la determinano e quindi alla costruzione di scenari che possano fornire al decisore una base di dati su cui pianificare l'attività agricola e forestale con l'obiettivo di favorire la conservazione del suolo. In accordo con il modello USLE (Universal Soil Loss Equation), il processo è funzione tanto di variabili ambientali (pendenza del suolo, erosività del terreno, aggressività della pioggia), che di fattori antropici legati principalmente all'agricoltura ed in generale all'uso del suolo. Risulta evidente che, dal momento che l'influenza dell'uomo sulle variabili ambientali è molto ridotta, il processo erosivo può essere accentuato o limitato in funzione delle scelte tecniche in campo agricolo e forestale. Nasce da qui l'esigenza di una valutazione del rischio erosivo come supporto alle decisioni al fine di mettere in atto tutti gli interventi più razionali, a scala aziendale e comprensoriale, che consentano di limitare al massimo le perdite di terreno.

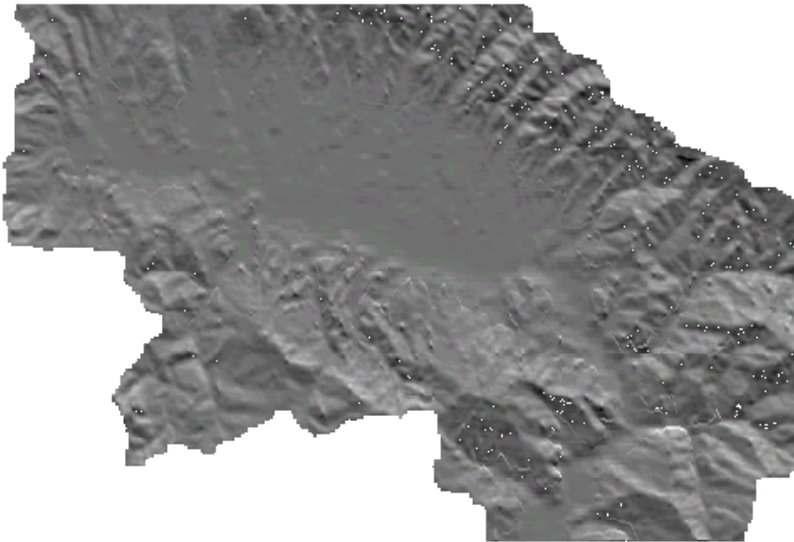
In questo ambito i GIS sono uno strumento privilegiato per lo studio del territorio, avendo la possibilità di combinare diversi livelli informativi fino ad ottenere una valutazione complessiva del problema, sulla cui base è possibile individuare gli interventi più razionali per ridurre le perdite di suolo. Scopo di questo lavoro preliminare è stato quello di produrre una mappa di rischio erosivo del Mugello in Toscana, sulla base delle variabili climatiche, podologiche, morfologiche ed antropiche previste dal modello USLE.

## **Materiali e metodi**

L'area di studio, il Mugello, è ubicata in Toscana ed è caratterizzata

da una complessa orografia con una variabilità climatica accentuata. Il territorio è attraversato in direzione nordovest - sudest dal fiume Sieve, mentre in direzione opposta si trovano una serie di vallate trasversali che verso nord confluiscono nella catena appenninica. Le quote variano tra ~100 e ~1200 m s.l.m., mentre le pendenze oscillano fra lo 0% nel fondovalle e mediamente il 20% osservato lungo le pendici.

Le informazioni geo-topografiche di base sono state ottenute a partire dal Modello Digitale del Terreno (DEM) con griglia di 75 x 75 m (fig. 1), e la gestione dei livelli informativi è stata effettuata utilizzando il software IDRISI.



*Figura 1. DEM del Mugello.*

Per la valutazione del processo erosivo è stato utilizzato il modello USLE secondo il quale la quantità di suolo persa per unità di superficie è funzione di:

- erosività della pioggia (fattore R)

- erodibilità del suolo (fattore K)
- lunghezza della pendenza (fattore L)
- pendenza (fattore S)
- colture e tecniche colturali (fattore C)
- pratiche conservative (fattore P)

Nel presente lavoro, il fattore P non è stato considerato a causa della mancanza di informazioni sugli interventi messi in atto nelle diverse zone per limitare le perdite di suolo.

### ***Reperimento degli strati informativi***

#### ***Fattore R***

L'indice di aggressività delle piogge viene calcolato per un dato evento come il prodotto fra l'energia cinetica della pioggia (E) e l'intensità massima della pioggia registrata in 30 minuti ( $I_{30}$ ) e riportata a valore orario. Il valore dell'indice  $EI_{30}$  così ottenuto viene quindi diviso per 100 per ottenere il valore relativo del fattore R di quel dato evento.

Il fattore R può quindi essere valutato su base mensile, annuale o come media di più anni.

Nel nostro caso abbiamo ritenuto opportuno calcolare un indice R medio utilizzando le serie storiche a disposizione. La mancanza di stazioni con l'intervallo di acquisizione necessario non ha permesso un calcolo diretto di R ed è quindi stata utilizzata una formula sostitutiva (Arnoldus, 1980) basata sul rapporto fra i valori di pioggia annuali e mensili. L'indice è stato calcolato come:

$$4.17 \sum_1^{12} (p^2/P) - 152$$

dove:

p=pioggia mensile

P=pioggia annuale

I valori di P e p sono stati mediati sulle serie storiche a disposizione per circa 100 stazioni omogeneamente distribuite su tutta la Toscana. I dati ottenuti per le singole stazioni sono stati interpolati a livello

regionale utilizzando un modello multi-regressivo pesato localmente applicando come variabili guida la latitudine, la quota e la distanza dal mare (Gozzini et al., 2000). Il data-set è stato suddiviso in stazioni di training per sviluppare il modello multi-regressivo, e stazioni di test, su cui è stato calcolato l'errore quadratico medio fra dati osservati e simulati. Il modello proposto è inoltre stato confrontato con i classici metodi di interpolazione (Kriging, inverso della distanza, multi-regressivo classico), fornendo sempre risultati migliori in termini di errore quadratico medio (dati non presentati). Dalla mappa regionale è quindi stato estratto lo strato informativo relativo al Mugello (figura 2).

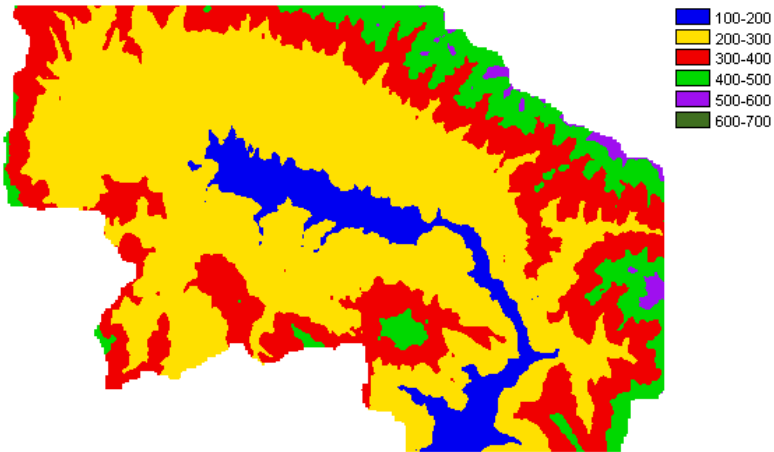


Figura 2. Fattore R di erosività delle piogge.

### Fattore K

L'erodibilità, cioè la suscettibilità di un suolo all'erosione, è stata valutata sulla base della carta pedologica del territorio in questione (figura 3). Il valore di K per ciascuna unità pedologica è stato determinato secondo il nomogramma elaborato da Wischmeier e Smith (1978) ipotizzando un contenuto di sostanza organica del 2% costante in tutto il territorio.

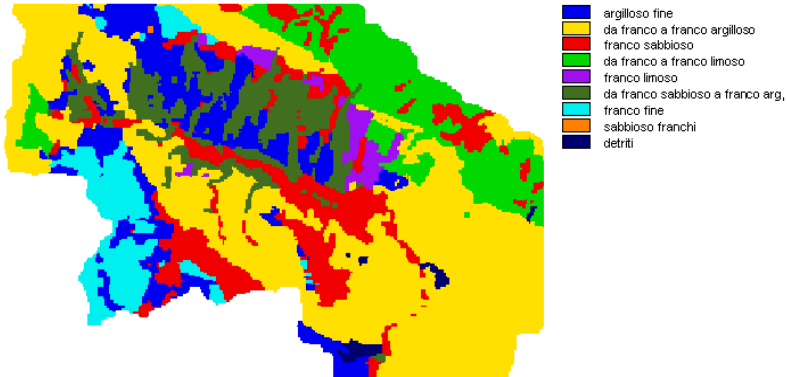


Figura 3. Tipi di suolo rilevati in Mugello.

#### Fattore L

Il fattore L tiene conto della lunghezza degli appezzamenti che viene espressa come distanza compresa tra il punto in cui si origina lo scorrimento ed il punto in cui, per una diminuzione della pendenza, si ha una deposizione di materiale trasportato (figura 4). Questa distanza è stata calcolata utilizzando il modulo erode2.exe reperibile su internet (<http://www.cwu.edu/~rhickey/slope/erode.html>) che gira utilizzando il DEM e la relativa immagine della pendenza in formato IDRISI. Il modulo permette di fissare il valore della variazione percentuale della pendenza tale da azzerare il conteggio della pendenza cumulata (nel nostro caso è stata posta uguale a 0.5). Il fattore L quindi è stato calcolato secondo la formula (Giordani e Zanchi, 1995):

$$L=(l/22.13)^c$$

Dove:

l=lunghezza del versante

c=coefficiente variabile con la pendenza

nel nostro caso il coefficiente  $c$  è stato posto costante per tutto il territorio (0.5 per pendenze superiori al 5%).



Figura 4. Lunghezza cumulativa della pendenza espressa in metri.

### Fattore S

Le perdite di suolo aumentano proporzionalmente con l'aumentare della pendenza a causa dell'accentuato movimento delle particelle in seguito all'azione di distacco causata dall'impatto con la pioggia ed, in particolar modo, alla crescente velocità delle acque di scorrimento superficiale. La pendenza è stata ottenuta a partire dal DEM (figura 5) ed il fattore S è stato calcolato in base alla funzione (Giordani e Zanchi, 1995):

$$S=0.065+0.045s+0.0065s^2$$

Dove:

s=pendenza della pendice (%)

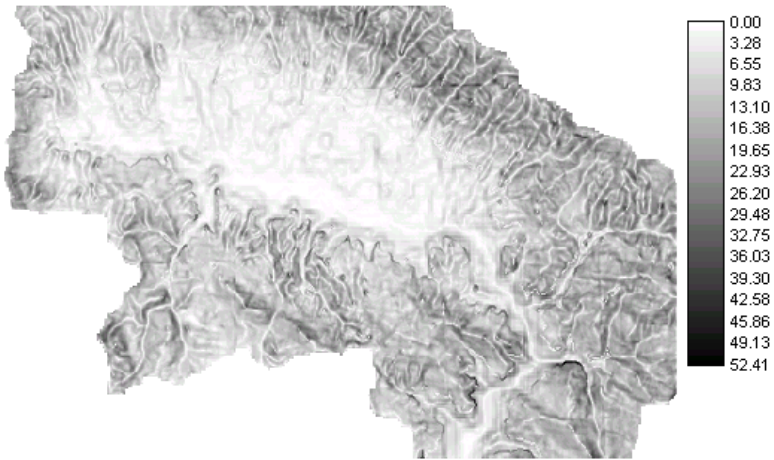
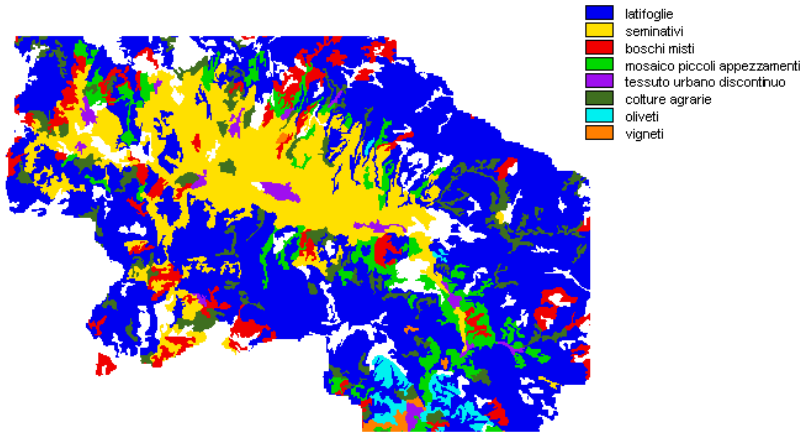


Figura 5. Pendenza percentuale.

### Fattore C

Questo considera gli effetti che la copertura vegetale ha sul processo erosivo (figura 6). In particolare tiene conto dei differenti tipi di copertura vegetale, di successione colturale, di durata delle fenofasi, di tecniche colturali e di gestione dei residui colturali sul territorio. Per la classificazione ad uso suolo è stato utilizzato il Corine land cover; il valore di C è stato ottenuto da apposite tabelle (Wishmeier e Smith, 1978).



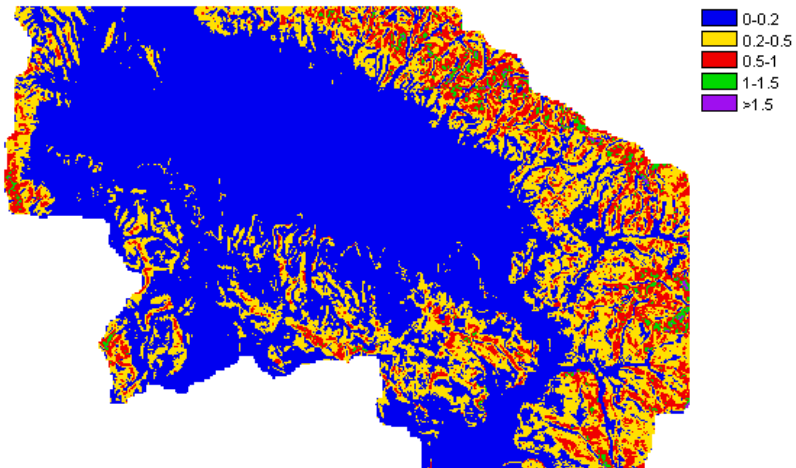


*Figura 6. Uso del suolo in Mugello.*

## **Risultati**

La mappa ottenuta integrando i differenti strati informativi esprime le tonnellate ad ettaro erose annualmente (figura 7). Purtroppo la mancanza di dati di erosione osservati in campo non permette la validazione del dato ottenuto che deve quindi essere interpretato in termini relativi per confrontare aree diverse dello stesso territorio.

L'erosione risulta più intensa nelle zone con quota superiore ai 700 m sia per l'elevata pendenza (associata ad una elevata lunghezza della pendice) (figure 4, 5) che per l'effetto delle piogge che sono notevolmente influenzate dalla quota (figura 2). Valori considerevolmente inferiori si riscontrano nella valle del fiume Sieve, nonché nelle vallate secondarie.



*Figura 7. Erosione espressa in tonnellate per ettaro per anno.*

## **Conclusioni**

Le difficoltà nel reperimento degli strati informativi relativi ai fattori R e K sono state superate nel primo caso facendo uso di una funzione empirica (Arnoldus, 1980) validata per USA e Africa, nel secondo caso cercando di approssimare il più possibile le informazioni della carta pedologica alle classi tessiturali richieste dal nomogramma di Wischmeier e Smith (1978). Risulta evidente che nel caso del calcolo del fattore R è necessaria una validazione della funzione quantomeno sul territorio toscano.

I risultati ottenuti in questa analisi preliminare evidenziano come la metodologia applicata rappresenti un valido approccio per valutare il rischio erosivo in funzione di variabili pedo-climatiche ed antropiche. La creazione di mappe tematiche può indubbiamente fornire agli operatori del settore un importante supporto decisionale per mettere in opera gli interventi tecnici più razionali per garantire la conservazione dei suoli e della loro fertilità.

**Bibliografia**

Arnoldus H.M.J. 1980. An approfondiction of the rainfall factor in the universal soil loss equation. In: Assessment of erosion (a cura di M. De Boodt and D. Gabriels). Wiley & Sons, England, 127-132.

Giordani C, Zanchi C. 1995. Elementi di conservazione del suolo. Patron editore

Gozzini B., Crisci A., Bertini D., Maselli F., Meneguzzo F. 2000. Coordination and comparison of several interpolation methods of meteorological data (minimum temperature). (a cura di B. Gozzini and S. Paniagua). COST Action 79, Unione Europea..

Wischmeier W.H., Smith D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. USDA, Agriculture handbook 537.