



L'erosione del suolo

DEFINIZIONI

Il terreno è di norma costituito da strati o spessori (horizons) posti a differenti profondità dal piano campagna, al di sopra della roccia madre (bedrock).

Con suolo si intende lo strato superficiale del terreno.

L'erosione del suolo consiste nel fenomeno di asportazione del materiale che lo costituisce da parte dell'acqua e del vento, attraverso azioni meccaniche e chimiche.

Dal punto di vista scientifico e tecnico viene fatta una ulteriore distinzione a livello di scala spaziale: al concetto di *erosione del suolo* (soil erosion) si aggiunge quello di *perdita di suolo* (soil loss) e di *produzione di sedimento* (sediment yield).

Si parla di *erosione* quando si fa riferimento al fenomeno locale di distacco e movimento del materiale (microscala);

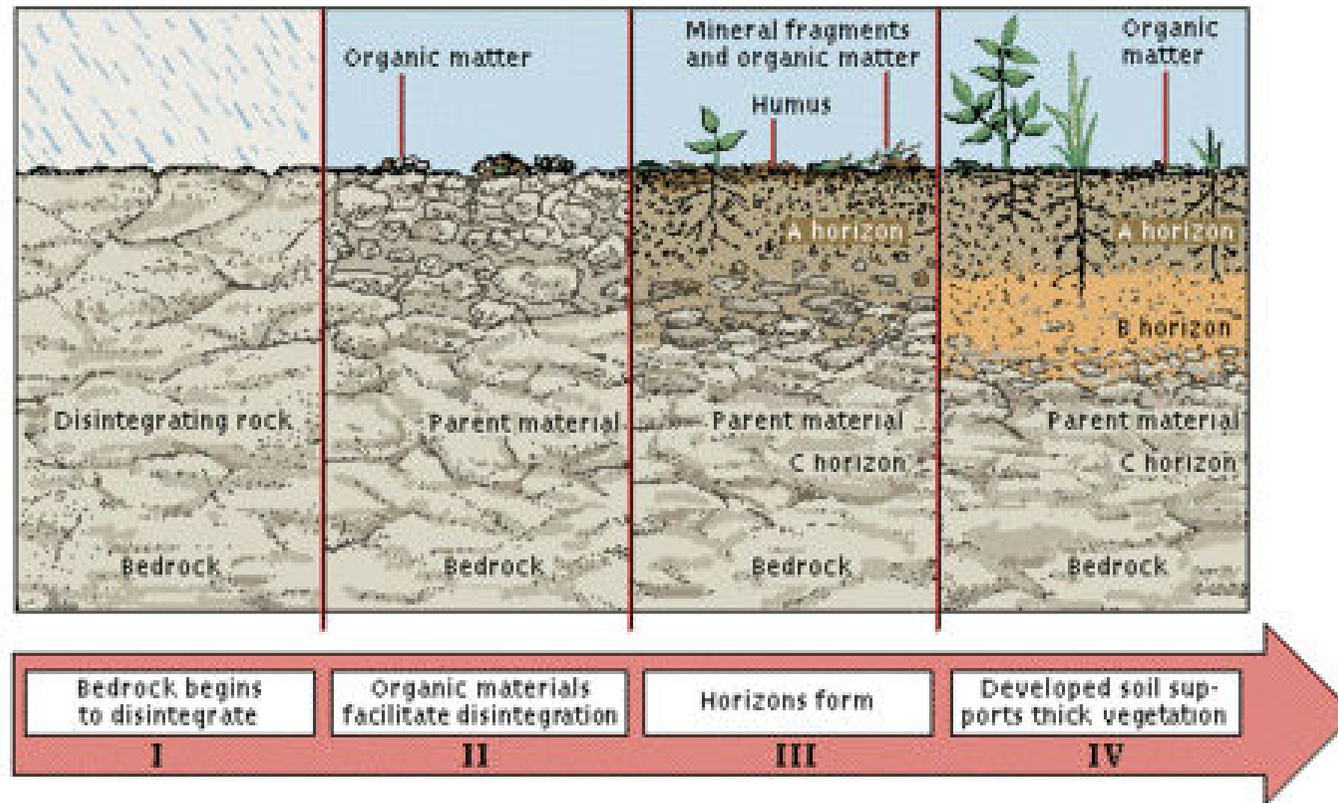
di *perdita di suolo* se ci si riferisce alla quantità totale di materiale asportata da un campo, da un pendio o da un versante (mesoscala);

di *produzione di sedimento* quando si considera la quantità di materiale che passa attraverso la sezione di chiusura di un bacino (macroscala).

L'erosione del suolo è un fenomeno da controllare perché:

- A) riduce localmente lo spessore di terreno coltivabile, che contiene le sostanze organiche, l'acqua, i sali minerali e le particelle più fini: nel giro di poche generazioni, un terreno fertile può essere avviato alla desertificazione;
- B) l'erosione superficiale accelerata e incontrollata può innescare sui pendii ripidi fenomeni franosi che accelerano il fenomeno erosivo amplificandolo in estensione e grandezza fino alla distruzione della copertura vegetale dell'intero versante;
- C) Il materiale eroso viene trasportato a valle e riduce la capacità di portata dei corsi d'acqua aumentando i rischi di inondazione;
- D) la sedimentazione del materiale eroso interra i canali irrigui e riduce l'efficienza e la durata in servizio dei serbatoi;
- E) il materiale eroso è spesso ricco di sostanze chimiche (fertilizzanti, insetticidi o altro) provenienti dalle pratiche agricole, le quali tendono a distribuirsi sul terreno e a concentrarsi nei corsi d'acqua producendo un inquinamento distribuito sul territorio.

Come si forma il suolo ?

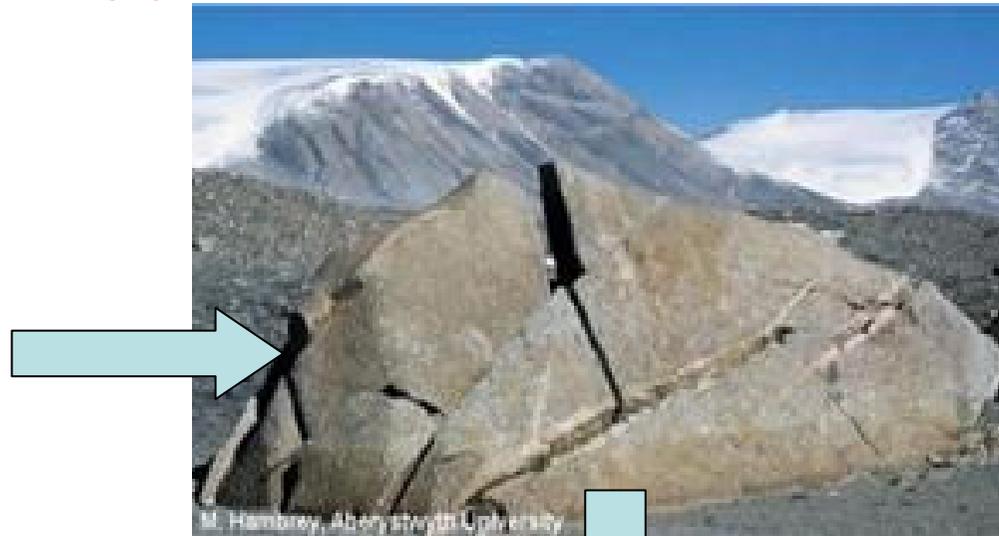


La formazione del suolo è dovuta alla disgregazione della roccia madre che dipende dalle condizioni climatiche, a cui si associano altri fenomeni legati alla presenza di vita animale e vegetale sul e nel terreno.

Disgregazione dovuta a fattori fisici

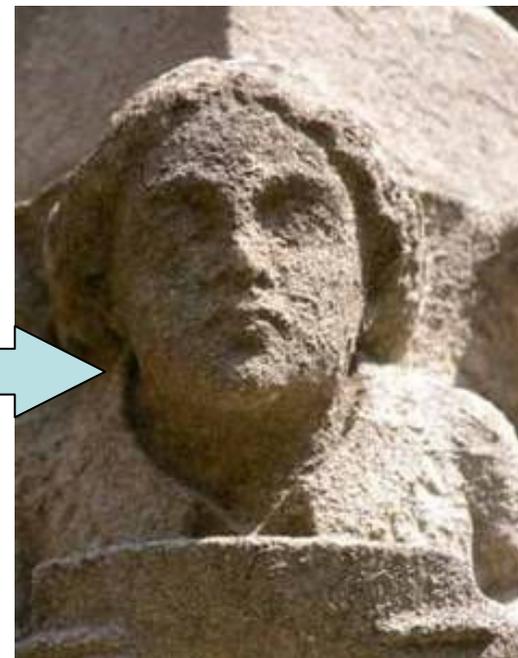
disgregazione per gelo-disgelo in ambito montano

disgregazione per riscaldamento-raffreddamento
In ambito desertico





Disgregazione dovuta a fattori chimici

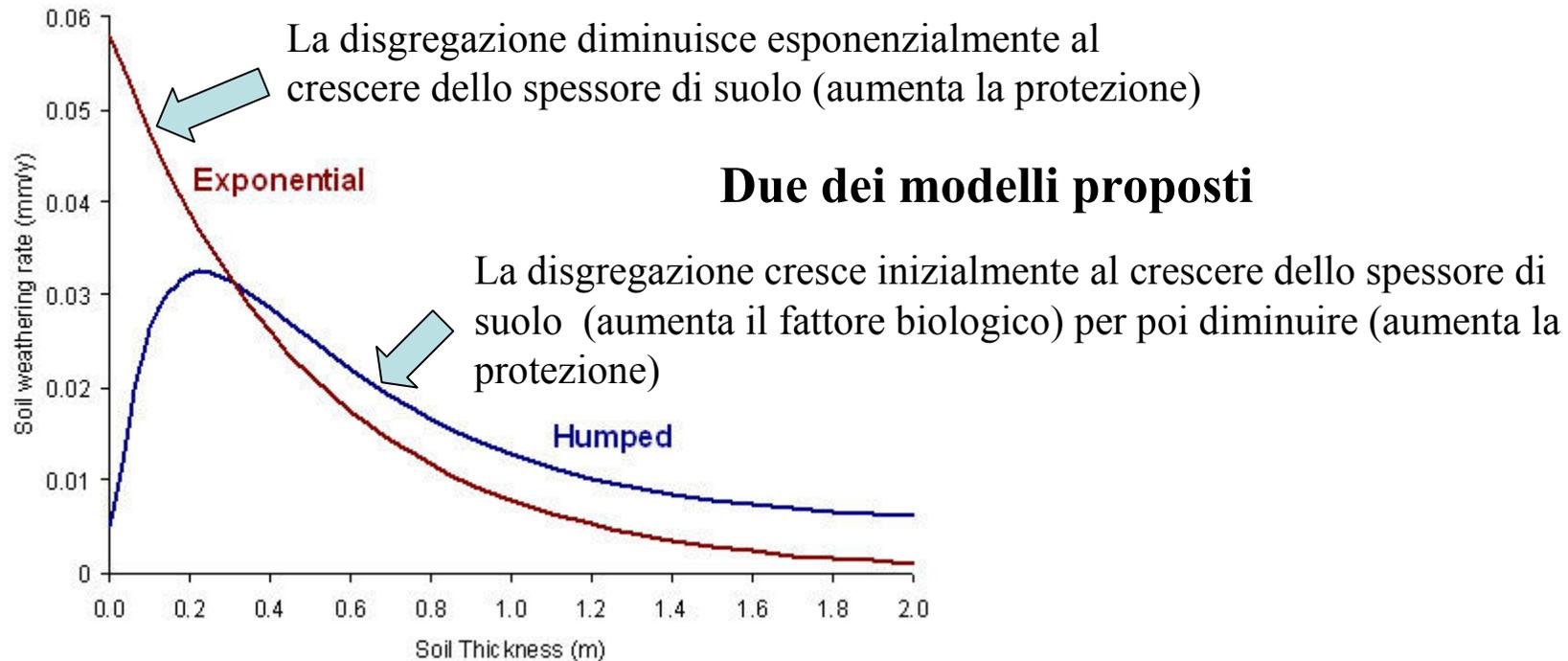




Disgregazione dovuta a fattori biologici



Modelli di produzione del suolo



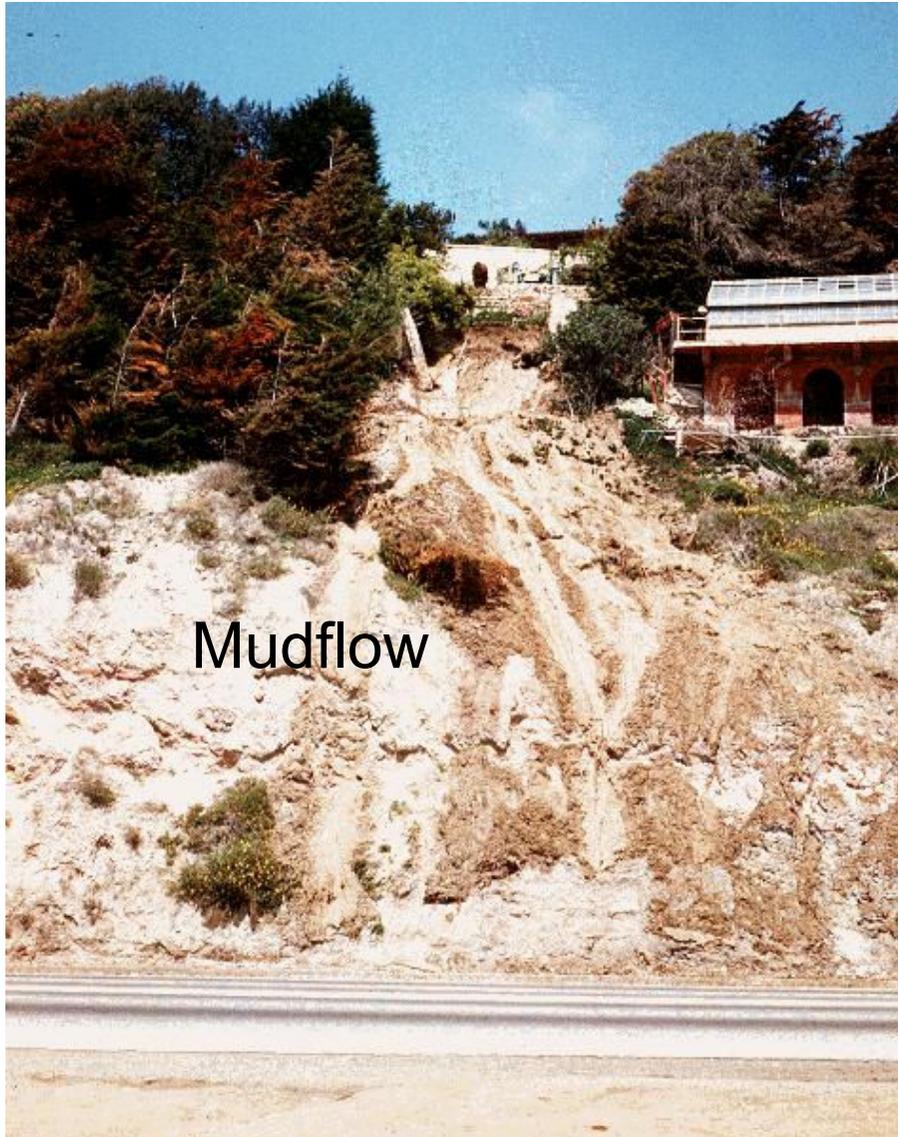
a) $R = E + S$

b) $E = p_s R$

Il sistema rappresenta il bilancio di un terreno in presenza di assegnato spessore di suolo

- a) Bilancio di massa: la roccia disgregata R viene rimossa dall'erosione E e dalla "soluzione" S (il moto di filtrazione asporta la parte più fine);
- b) Interfaccia (presenza di "suolo") : la quantità erosa E è solo una parte $p_s (< 1)$ di quanto viene rimosso.

Come viene modificato il paesaggio: movimenti di massa sono fenomeni improvvisi e saltuari (per fortuna) che modificano fortemente il paesaggio



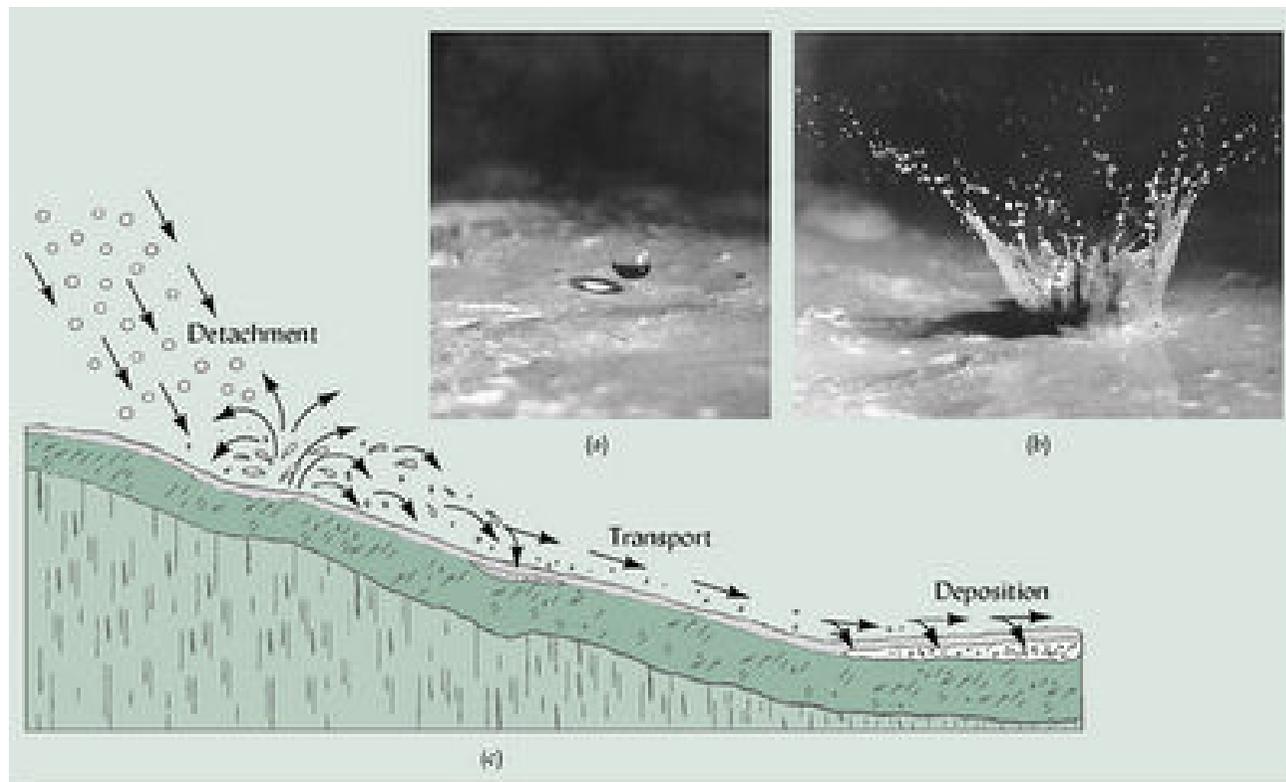
Come viene modificato il paesaggio: erosione e trasporto sono fenomeni più lenti ma continui che operano senza interruzione



Il fenomeno fisico dell'erosione consiste di due fasi, la prima di *distacco* dal suolo del materiale, la seconda di *trasporto* dello stesso.

I due processi sono dovuti all'azione dell'acqua e del vento. Quando l'energia disponibile per il trasporto non è più sufficiente interviene una terza fase, che è quella di *deposito*.

Nei climi umido temperati l'erosione dovuta alla pioggia è quella più comune



Il processo erosivo si sviluppa in diverse forme



Si passa dall'erosione distribuita
"sheet erosion"
a quella incanalata
"rill and gully erosion"

Il più importante fattore che controlla il fenomeno erosivo è la copertura vegetale del terreno, che dipende *principalmente* dalla piovosità. La copertura si sviluppa e aumenta con la piovosità.

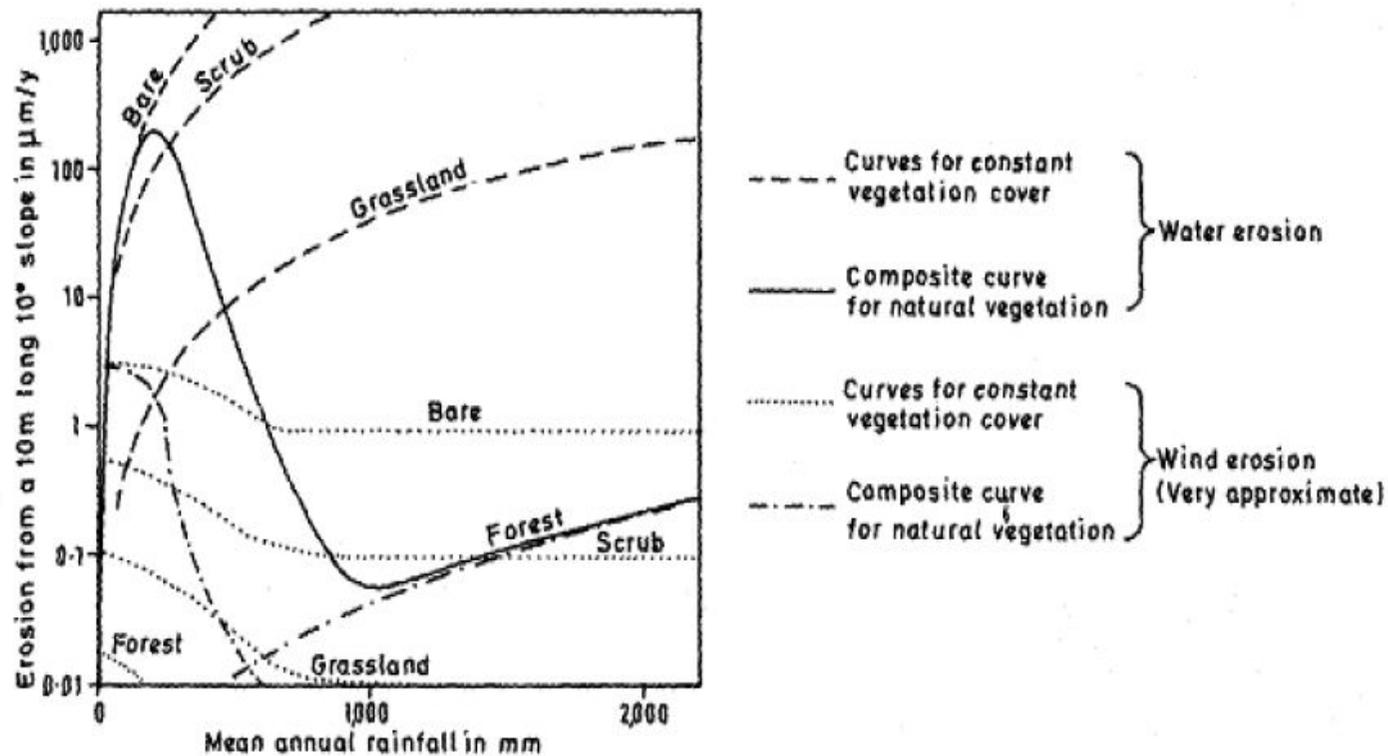


Fig. 1: erosione prodotta da acqua e vento in funzione della copertura vegetale e dell'altezza di pioggia (da Soil Erosion - edited by M.J. Kirkby & R.P.C. Morgan - J. Wiley & Sons)

La copertura vegetale, e quindi la biomassa vivente presente nel e sul terreno, dipende dalla piovosità; per ogni valore di piovosità esiste una condizione di “equilibrio” corrispondente a una quantità di biomassa in ton/ha che conserva la “risorsa suolo”, condizione diversa nei due casi, di “*terreno sfruttato*” (agricoltura, uso del bosco, allevamento del bestiame etc.) con relativa asportazione di biomassa, e “*terreno naturale*” senza asportazione di biomassa; la quantità annua asportabile è inferiore alla differenza tra i due valori di equilibrio,

perché la natura è più lenta a ricostruire che l'uomo ad asportare.

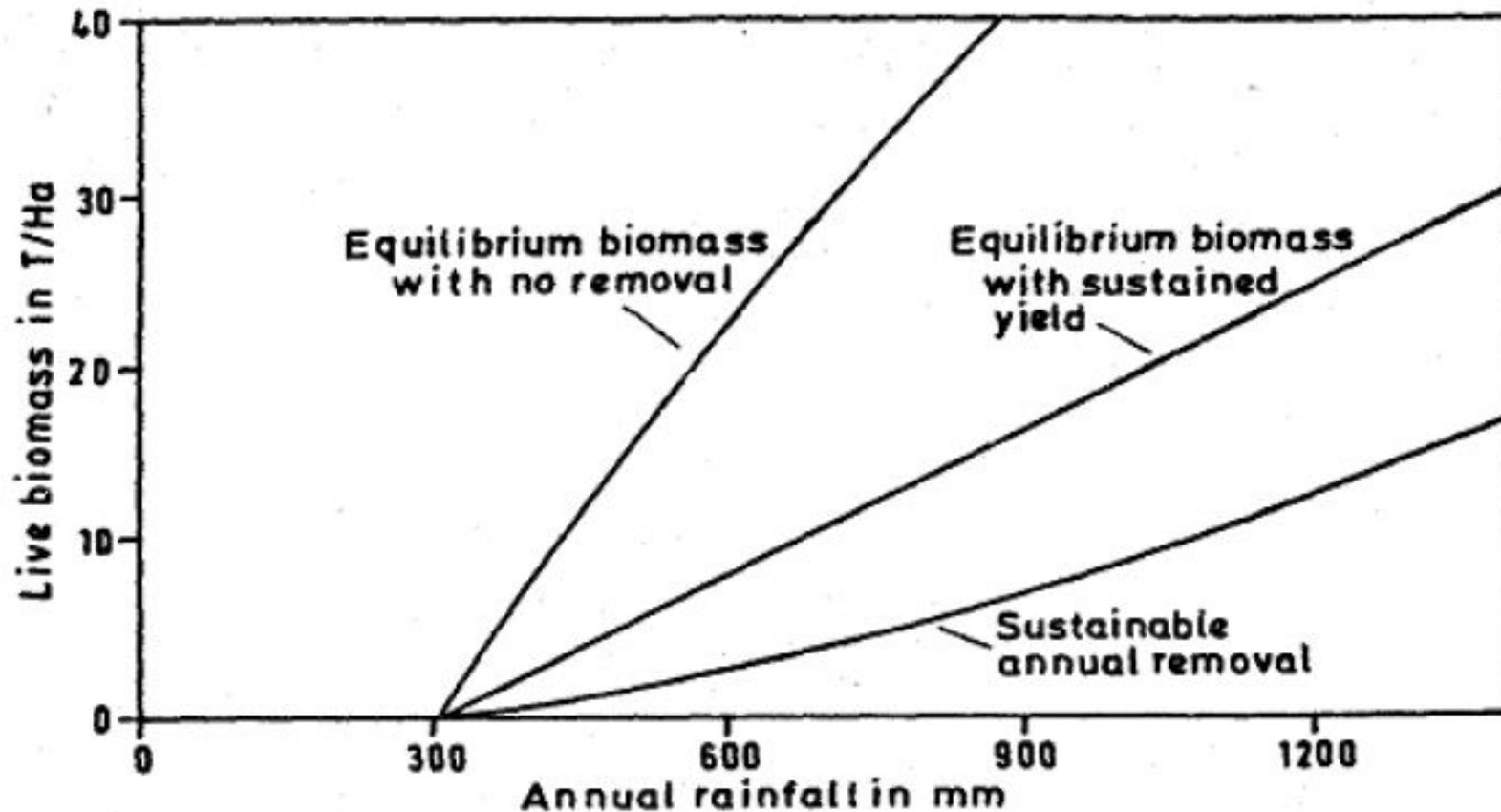


Fig. 2: quantità di biomassa presente sul terreno in funzione della pioggia annua (da Soil Erosion – edited by M.J. Kirkby & R.P.C. Morgan, J. Wiley & Sons)

Alcuni valori di erosione annua nel mondo

Stato Condizione suolo	naturale	coltivato	senza vegetazione
Cina	0.1 – 2	150 – 200	280 – 360
U.S.A.	0.03 – 3	5 – 170	4 – 9
Australia	0.0 – 64	0.1 – 150	44 – 87
Costa d'Avorio (Africa)	0.03 – 0.2	0.1 – 90	10 – 750
Nigeria (Africa)	0.5 – 1	0.1 – 35	3 – 150
India	0.5 – 5	0.3 – 40	10 – 185
Etiopia (Africa)	1 – 5	8 – 42	5 – 70
Belgio (Europa)	0.1 – 0.5	3 – 30	7 – 82
Gran Bretagna (Europa)	0.1 – 0.5	0.1 - 20	10 - 200

Tab. 1: valori di erosione annua [tha^{-1}] in alcune parti del mondo

(da Soil Erosion & Conservation, R.P.C. Morgan – Longman)

LA MODELLAZIONE DELL'EROSIONE

La maggior parte delle conoscenze attuali sul fenomeno dell'erosione proviene dal lavoro, iniziato negli anni 30, dal Servizio di Conservazione del Suolo (S.C.S) degli U.S.A., che, negli anni compresi tra il 1920 e 1930, affrontò i gravissimi problemi di erosione connessi all'utilizzazione agricola del terreno in alcune zone del paese (stati del Dust Bowl).

L'impostazione generale e le prime ricerche furono mirate alla determinazione di metodologie pratiche che potessero essere utilizzate per la pianificazione dell'uso agricolo del suolo; le prime relazioni proposte furono essenzialmente di tipo euristico e fortemente legate alle condizioni locali: se l'effetto di alcuni parametri, che entrano in gioco nel complesso fenomeno dell'erosione, erano localmente poco significativi le relazioni proposte non ne tenevano conto.

Contemporaneamente però gli studiosi rivolsero la loro attenzione alla **comprensione dei fenomeni fisici che influiscono e partecipano all'erosione e alla identificazione delle grandezze e dei parametri in gioco, ed effettuarono un grande numero di misure, classificazioni e correlazioni, facendo riferimento sia a casi reali, sia a situazioni tipo ricreate in laboratorio sul "modulo standard" (standard plot) consistente in un piano inclinato con pendenza costante del 9%, lungo 22.13 m (72 piedi) e largo 1.83 m (6 piedi).**

L'equazione universale dell'erosione del suolo (U.S.L.E.)

E' l'equazione piu ampiamente utilizzata nel MONDO OCCIDENTALE. da chi si occupa di conservazione del suolo.

$$E = R K L S C P$$

- E = quantità di terreno erosa (tonha⁻¹);
- R = fattore di erosività della pioggia (UE);
- K = fattore di erodibilità del suolo (ton ha⁻¹UE⁻¹);
- L = fattore di lunghezza (adimensionale);
- S = fattore di pendenza (adimensionale);
- C = fattore di coltivazione (adimensionale);
- P = fattore di pratica colturale e/o antierosiva (adimensionale).

La formula vale a livello locale (mesoscala) e su lunghi periodi: non può essere usata per stimare il prodotto di sedimento da un bacino o la perdita di suolo relativa ad un singolo evento.

E' stata provata su terreni con pendenze non superiori al 16% e quindi estrapolazioni a valori superiori devono essere confermati da misure sperimentali. Può essere utilizzata per verifica (dalla situazione esistente ricavare E) o per progetto (trovare C e P che riducano E a valori accettabili).

NB: la quantità per ettaro trovata è relativa alla lunghezza del periodo considerato (almeno 1 anno)

Il fattore di erosività della pioggia R

E' solitamente definito come combinazione di due caratteristiche della pioggia: KE_t , energia cinetica totale della pioggia e I_{30} , massima intensità dello scroscio di 30 minuti.

$$KE_j = a + b \times \log_{10} I_j \quad \text{Jm}^{-2}\text{mm}^{-1}.$$

Energia cinetica specifica di uno scroscio j di intensità I_j e durata T_j

Autori	a	b	zona
Laws e Parsons, Wischmeier e Smith	11.87	8.73	USA
Mason e Ramandham, Carte, Houze et al.	8.95	8.44	USA
Zanchi e Torri	9.81	11.25	Italia
Onaga, Shirai e Yoshinaga	9.81	10.6	Giappone

$$KE_t = \sum_{j=1}^n KE_j I_j T_j \quad \text{Jm}^{-2}$$

Energia cinetica della pioggia costituita da n scrosci

$$R = KE_t I_{30} \quad \text{Jm}^{-2}\text{mmh}^{-1}$$

Fattore di erosività della pioggia

il valore di R viene quantizzato in unità erosive UE per la sua utilizzazione pratica all'interno della U.S.L.E : nel Sistema Internazionale (S.I.) il valore dell'indice R viene espresso in unità erosive dalla relazione $R(\text{UE}) = R(\text{Jm}^{-2}\text{mmh}^{-1})/1000 = KE_t \times I_{30}/1000$.

Il fattore di erodibilità del suolo K

Il valore di K dipende dalle caratteristiche del suolo, cioè, in definitiva, dalla tessitura, dalla struttura, dai componenti e dal valore dei parametri idraulici che definiscono i rapporti acqua-terreno.

Misure dirette del fattore di erodibilità del suolo sono state fatte per 23 tipi di suolo presenti negli USA, utilizzando il modulo standard, con un fattore di erosività unitario ($R=1$ UE) ed in condizioni **di terreno spoglio senza pratiche antierosive.**

E' stato inoltre fatto uno studio più generale che ha portato a descrivere K usando 15 proprietà del suolo e le loro interazioni. Eliminando i termini meno significativi è stato possibile descrivere K in funzione di cinque parametri caratteristici del suolo.

- 1) **percentuale di limo e sabbia fine ($d \leq 0.1$**
- 2) **mm); percentuale di sabbia ($0.1 \leq d \leq 2.0$**
- 3) **mm); percentuale di materiale organico**
- 4) **(O.M.); struttura;**
- 5) **permeabilità.**

I fattori di lunghezza L e di pendenza S

I due fattori, spesso valutati come un singolo fattore LS, sono ricavati facendo riferimento ad un tratto di terreno di **pendenza costante s (%) e di lunghezza x (m)**. Quest'ultima è definita come la distanza lungo il pendio, misurata dal punto di inizio dello scorrimento superficiale, a quello in cui inizia il deposito di materiale eroso. Le relazioni proposte sono state ricavate da prove fatte sul modulo standard.

$$L = \left(\frac{x}{22.13} \right)^m$$

m=0.5 per $s \leq 5 \%$

m=0.4 per $3 \% \leq s < 5 \%$

m=0.3 per $1 \% \leq s < 3 \%$

m=0.2 per $s < 1 \%$

$$S = \frac{0.43 + 0.3 s + 0.04 s^2}{6.613}$$

Per la determinazione diretta del fattore LS è stato proposto un nomogramma

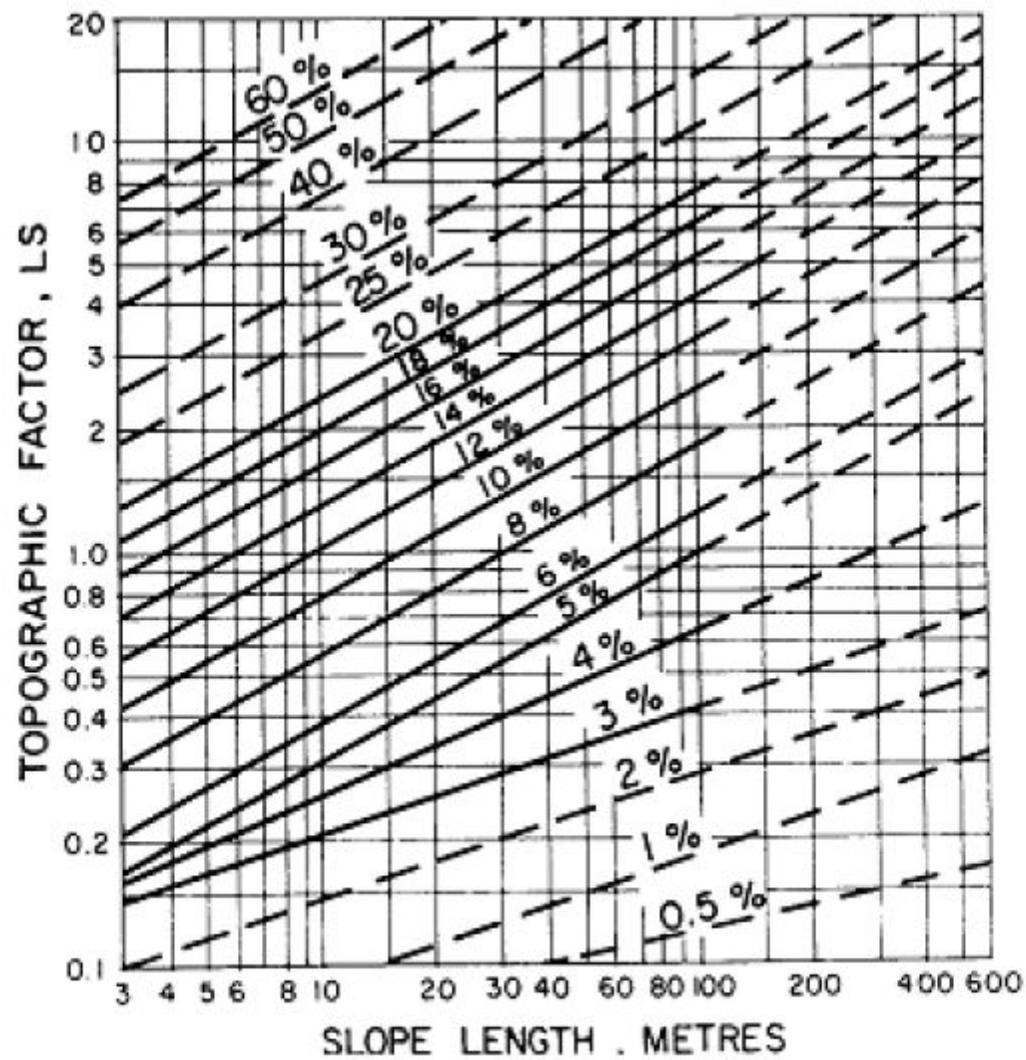


Fig. 4: Nom ogramma per la determinazione del fattore LS
 (da Soil Erosion edited by M.J. Kirkby & R.P.C. Morgan – J. Wiley & Sons)

Il fattore di coltivazione C

Il fattore di coltivazione C è definito come **il rapporto tra la quantità annua di suolo eroso da un terreno, su cui viene effettuata una specifica coltura, e la quantità annua di suolo eroso (a parità di tutte le altre condizioni) dalla stesso terreno su cui non viene effettuato alcuna coltura (C = 1).**

Una gran quantità di misure sperimentali effettuate soprattutto negli U.S.A. ha consentito di ricavare tabelle molto specifiche per l'applicazione con la U.S.L.E.

Tipo di coltivazione	Valore medio annuo di C
Foresta o macchia densa con sottobosco	0.001
Savana o prateria in buone condizioni	0.01
Savana o prateria intensamente usata a pascolo	0.1
Mais, sorgo o miglio, alta produttività, bassa produttività	0.5-0.90 0.02-0.1
Cotone	0.4-0.7
Prato	0.01-0.025
Fagioli di soia	0.2-0.5
Riso	0.1-0.2
Grano	0.1-0.4
Patate: a franapoggio, a rittochino	0.1-0.5
Canna da zucchero	0.13-0.4

Tab. 2: valore medio annuo del fattore C per alcuni tipi di coltivazione
(da Soil Erosion & Conservation, R.P.C. Morgan – Longman)

Il fattore di pratica colturale o antierosiva P

Il fattore di pratica colturale o antierosiva P è definito come il rapporto tra la quantità annua di suolo eroso da un terreno su cui è effettuato un tipo ben definito di coltura (di solito ci si riferisce al prato) con una certa pratica colturale e la quantità annua di suolo eroso (a parità di tutte le altre condizioni) dalla stesso terreno con la stessa coltura effettuata con la pratica colturale "up and down hill" (lavorazione nella direzione di massima pendenza) per la quale $P=1$.

Le pratiche colturali antierosione contemplate nell'U.S.L.E. sono:

- *il terrazzamento* (terracing);
- *la coltivazione secondo le linee di livello* (contouring);
- *la coltivazione a strisce interrotte* (strip cropping);

Esempi di terrazzamento



Esempio di coltivazione lungo le linee di livello





Coltivazione a strisce alternate



Coltivazione a strisce interrotte

Pendenza del terreno %	Contouring	Contouring & Strip cropping	Terrazzamento
1-2	0.6	0.3	0.12
3-8	0.5	0.25	0.10
9-12	0.6	0.3	0.12
13-16	0.7	0.35	0.14
17-20	0.8	0.4	0.16
21-25	0.9	0.45	0.18

Tab.3: valore del fattore P per alcune pratiche culturali antierosive in funzione della pendenza del terreno.

(da Soil Erosion, edited by M.J. Kirkby & R.P.C. Morgan – J. Wiley & Sons)

OBIETTIVO DELLA RICERCA SULL'EROSIONE DEI SUOLI

L'obiettivo delle ricerche sull'erosione del suolo è quello di **definire opportune misure conservative la cui adozione possa ridurre, se non eliminare, i pericoli di eccessiva perdita di suolo e rilascio di sedimento.**

Se ci si riferisce all'uso agricolo del suolo i criteri conservativi rincorrono l'obiettivo teorico di mantenere l'erosione ad un livello tale che la produzione di suolo e la sua asportazione siano bilanciati nel tempo. L'obiettivo è non raggiungibile: in pratica *ci si accontenta di* **contenere l'erosione ad un livello che garantisca la fertilità del suolo a medio termine (25-30 anni) intervenendo con fertilizzanti per sostituire gli elementi nutrienti asportati col suolo dall'erosione.**

Con questo restano comunque dubbi sulla validità di un tale obiettivo in paesi dove la produzione di suolo è molto lenta (Europa continentale e Gran Bretagna) e soprattutto per quanto riguarda il problema connesso all'inquinamento di fiumi e laghi legato alla presenza di pesticidi e nutrienti nel materiale eroso.

Gli interventi antierosivi sono definiti su diversi livelli spaziali e temporali.

Un valore di 1.1 kgm⁻² è di norma ampiamente accettato come valore massimo annuo tollerabile: normalmente però vengono adottati valori mediamente inferiori.

Per suoli sottili e debolmente formati si raccomanda un valore di 0.5 kgm⁻² (0.2 se i suoli sono molto erodibili). Per suoli profondi si propongono valori da 0.2 a 1.1 kgm⁻² in funzione della profondità delle radici. Dove l'erosione è, per le condizioni naturali, molto elevata, come in terreni montuosi con elevate precipitazioni, il valore limite è molto più elevato: fino a 2.5 kgm⁻².

Meso Scala (livello di campo o di versante)	Kgm ⁻² a ⁻¹
Suoli fertili, profondi, di medio impasto: valori usati nel MidWest americano	0.6 - 1.1
Suoli sottili, altamente erodibili	0.2 - 0.5
Suoli di medio impasto molto profondi, derivati da depositi vulcanici (come in Kenya)	1.3 - 1.5
Suoli profondi : 0 - 25 cm.	0.2
25 - 50 cm	0.2 - 0.5
50 - 100 cm	0.5 - 0.7
100 - 150 cm	0.7 - 0.9
oltre 150 cm	1.1
Valori accettabili per aree fortemente erodibili, come montagne tropicali	2.5
Macro Scala (livello di bacino)	0.2
Micro scala (livello locale)	2.5

Tab. 6: Valori raccomandati di massima perdita annua di suolo tollerabile alle diverse scale spaziali
(da Soil Erosion, edited by M.J. Kirkby & R.P.C. Morgan – J. Wiley & Sons)

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI EROSIONE

La valutazione del rischio di erosione è la base per la pianificazione degli interventi di protezione. Lo scopo è quello di individuare nell'area in esame le zone soggette allo stesso grado di rischio. Per far questo il primo passo è quello di definire degli *indicatori di rischio erosivo* ed una *metodologia di mappatura*.

Alcuni indicatori sono legati alla morfologia del territorio e quindi ricavabili da cartografia, aerofotogrammetria e sopralluoghi:

1. **la densità di drenaggio, definita come la lunghezza della rete drenante per unità di area;**
2. **la tessitura del drenaggio, definita come il numero di corsi d'acqua del primo ordine (secondo Strahler) per unità di area, equivalente alla densità di sorgenti e quindi, in prima approssimazione, di gole erosive.**

La densità di drenaggio è associata al deflusso conseguente alle piogge moderate e di lunga durata e quindi in definitiva allo scorrimento superficiale, cioè all'erosione distribuita e al trasporto; la tessitura del drenaggio è associata alle piogge intense stagionali e quindi al distacco di materiale e all'erosione incanalata.

Indicatori di rischio erosivo di più difficile definizione, ma maggior significatività sono:

3. **il fattore di erosività della pioggia R (definito in USLE);**
4. **il fattore di aggressività della pioggia p^2/P , ove p è la maggior altezza di pioggia mensile nell'anno e P il totale di pioggia annua, entrambi in mm.**

Utilizzando gli indicatori di rischio sopra elencati (ed altri ancora qui non citati) è possibile produrre delle mappe di rischio; il punto più difficile è associare al valore assoluto dell'indicatore il valore del rischio, e questo può essere fatto soltanto sulla base di osservazioni che associano alla grandezza dei fenomeni erosivi sul territorio il corrispondente impatto sull'ambiente e quindi il danno che ne consegue.

In definitiva gli indicatori consentono di stimare la pericolosità del fenomeno erosivo; Il danno conseguente dà una stima della vulnerabilità del territorio. Il prodotto dei due fattori (pericolo e vulnerabilità) è il valore del rischio di erosione

Un altro metodo usato è il metodo fattoriale che definisce il rischio come somma del valore che assumono più fattori opportunamente definiti.

Ad esempio sono stati usati come fattori i cinque parametri R, K, LS, C, P della USLE.

Per ciascuno di questi parametri venne definito un valore da 1 a 5, ove il valore 1 era associato a basso rischio di erosione ed il valore 5 ad alto rischio.

Il metodo fu applicato allo Zimbabwe, la cui area venne divisa in unità di ugual superficie e per ciascuna di esse si assegnò un valore ai cinque fattori. La somma dei cinque valori definì un punteggio totale che, confrontato con un sistema di classificazione (scelto arbitrariamente ma comunque collegato al danno) consentì di mappare la zona in base al rischio erosivo.

Utilizzazione del metodo fattoriale per la stima del rischio erosivo

Caso studiato: Zimbabwe - Africa

Categories		Erosivity ($J\ mm\ m^{-2}\ h^{-1}$)	Cover (mm of rainfall) and basal cover est. (%)	Slope (degrees)	Erodibility	Human occupation*
Low	I	below 5000	above 1000 7-10	0-2	orthoferrallitic regosols	Extensive large scale commercial ranching National Parks or Unreserved
Below average	II	5000-7000	800-1000 5-8	2-4	paraferalitic	Large scale commercial farms
Average	III	7000-9000	600-800 3-6	4-6	fersiallitic	Low density CLs (below 5 p.p.km ²) and SCCF
Above average	IV	9000-11 000	400-600 1-4	6-8	siallitic vertisols lithosols	Moderately settled CLs (5-30 p.p.km ²)
High	V	above 11 000	below 400 0-2	above 8	non-calcic hydromorphic sodic	Densely settled CLs (above 30 p.p.km ²)

(Notes: Cover, Erodibility and Human occupation are only tentative and cannot as yet be expressed on a firm quantitative basis)

*p.p.km² = persons per square kilometre CL = Communal Lands SCCF = Small Scale Commercial Farms

Erosion survey of Zimbabwe (after Stocking and Elwell 1973b).

Fig. 5: Esempio di utilizzazione del metodo fattoriale per la zonazione del rischio di erosione
(da Soil Erosion & Conservation – R.P.C. Morgan, Longman)

Utilizzazione del metodo fattoriale per la stima del rischio erosivo caso studiato: Zimbabwe - Africa

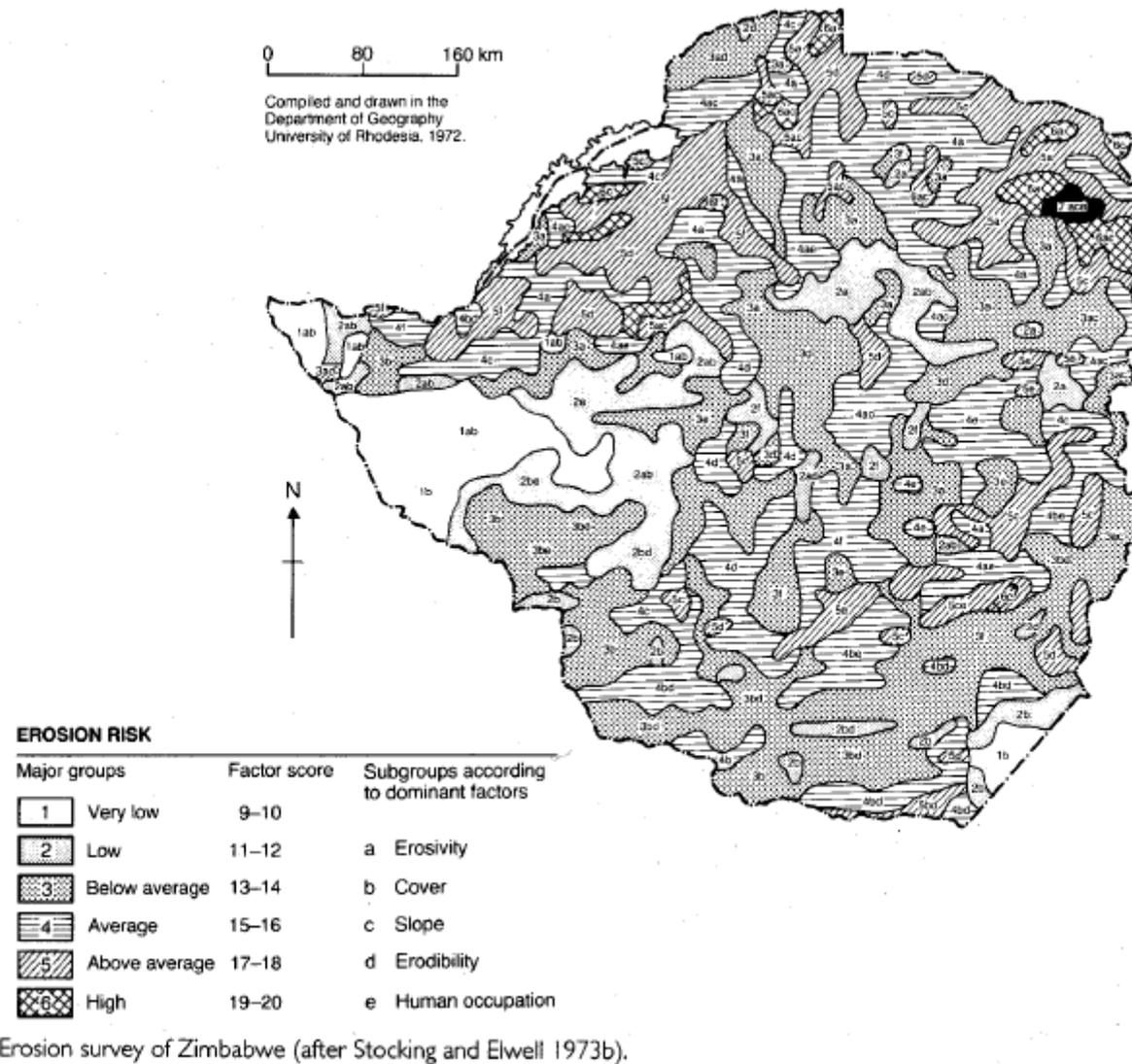


Fig. 5: Esempio di utilizzazione del metodo fattoriale per la zonazione del rischio di erosione
(da Soil Erosion & Conservation - R.P.C. Morgan, Longman)

STRATEGIE PER LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO

Le misure conservative devono proteggere il suolo dall'azione prodotta sia dall'impatto delle gocce, sia dallo scorrimento superficiale. Quest'azione riguarda sia il distacco di materiale, sia il trasporto vero e proprio.

L'effetto di protezione viene ottenuto con misure di carattere agronomico, gestionale e meccanico del suolo.

◆ **Le misure di tipo agronomico:**

consistono nell'effettuare sul terreno delle coltivazioni che producano una protezione diretta, aumentino la scabrezza, l'infiltrazione e la detenzione superficiale;

◆ **Le misure di tipo gestionale del suolo:**

consistono nel variare la composizione dello stesso con fertilizzanti naturali o artificiali ed anche la sua struttura con particolari operazioni agricole (erpicoltura, scasso profondo) che favoriscano la coltivazione riducendo lo scorrimento superficiale e la conseguente erosione;

◆ **Le misure di tipo meccanico:**

consistono nel realizzare sul terreno interventi e sistemazioni diverse che riducano l'azione erosiva dell'acqua.

La strategia piu appropriata di conservazione segue questo percorso:

- a) scelta del livello spaziale;
- b) identificazione dei fattori che più influenzano l'erosione;
- c) determinazione della massima perdita, tollerabile sia su base annua che per singolo evento con assegnato tempo di ritorno;
- d) determinazione della miglior tecnica adottabile per intervenire sui fattori che provocano l'erosione controllandoli;

Le strategie di conservazione del suolo sono presentate a diverse scale spaziali:

Scala nazionale: a questo livello la strategia consiste nell'identificare le zone ad alto rischio come base per formulare piani di intervento (mappatura del rischio).

Scala regionale: a questo livello solitamente si procede in tre stadi:

1. valutazione e classificazione dei suoli;
2. scelta della loro possibile utilizzazione in base alla classificazione;
3. determinazione (in associazione al punto precedente) delle misure antierosive da adottare (agronomiche e meccaniche).

In Tabella 7 sono riportati le tipologie di pratiche di conservazione del suolo. La lettera D sta per distacco, la lettera T per trasporto; n = effetto nullo, m = moderato, e = elevato.

Solitamente i migliori risultati si ottengono unendo misure di tipo agronomico agli interventi sul suolo.

Pratica di conservazione	Controllo su					
	Impatto gocce		Scorrimento superficiale		Vento	
	D	T	D	T	D	T
Di tipo agronomico						
Copertura della superficie	e	e	e	e	e	e
Aumento scabrezza	n	n	e	e	e	e
Aumento immagazzinamento superficiale	m	m	e	e	n	n
Aumento dell'infiltrazione	n	n	m	e	n	n
Di tipo gestionale						
Fertilizzanti, letame	m	m	m	e	m	e
Scasso profondo, drenaggio	n	n	m	e	n	n
Di tipo meccanico						
Coltivazione lungo linee di livello	n	m	m	e	m	e
Terrazzamento	n	m	m	e	n	n
Schermatura	n	n	n	n	e	e
Canalizzazioni	n	n	m	e	n	n

Tab. 7: pratiche di conservazione del suolo

(da Soil Erosion, edited by M.J. Kirkby & R.P.C. Morgan – J. Wiley & Sons)



Esempi di sistemazione con terrazzi (a sinistra) e fossi inerbati (a destra)

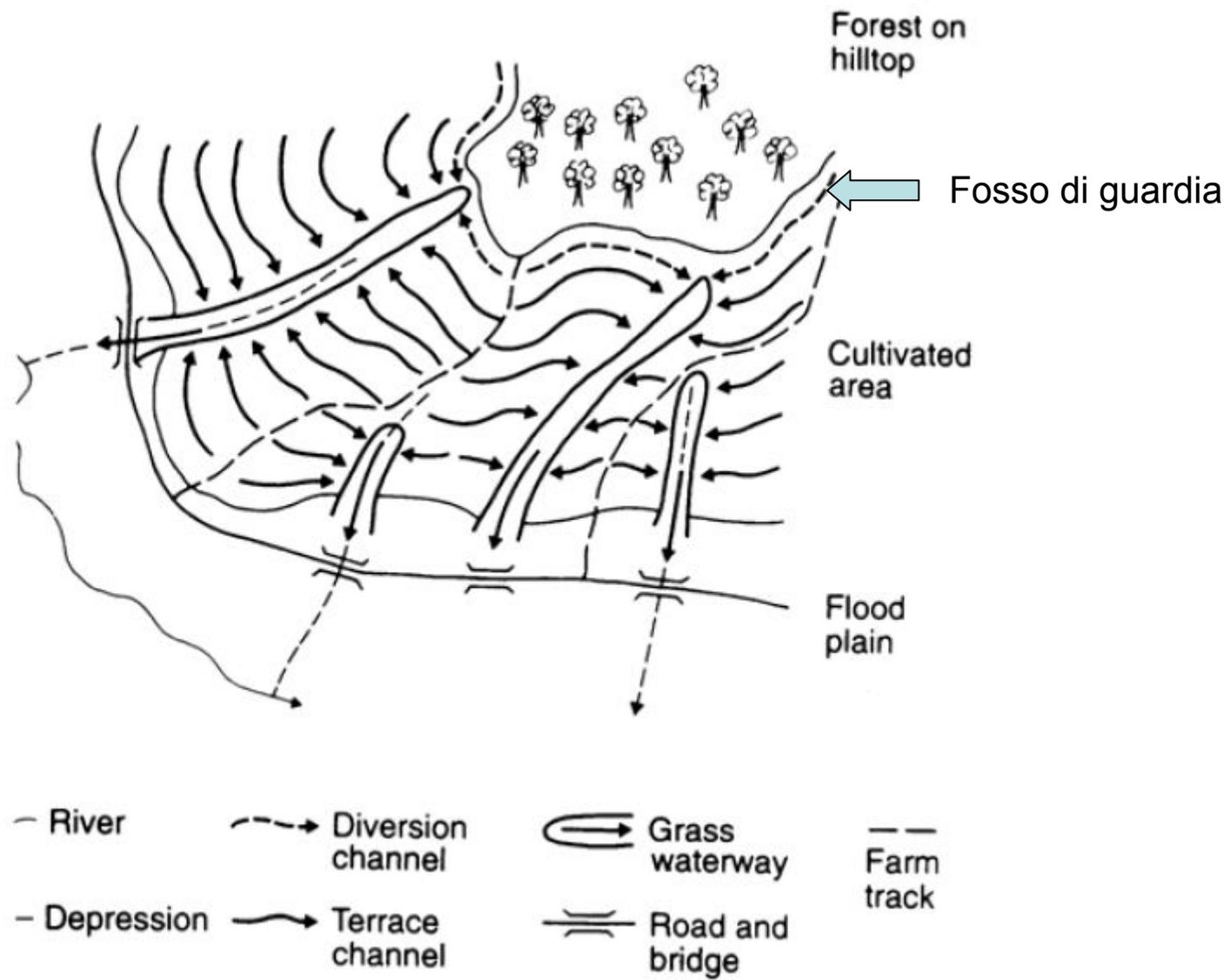


Fig. 7: interventi per la regimazione delle acque superficiali