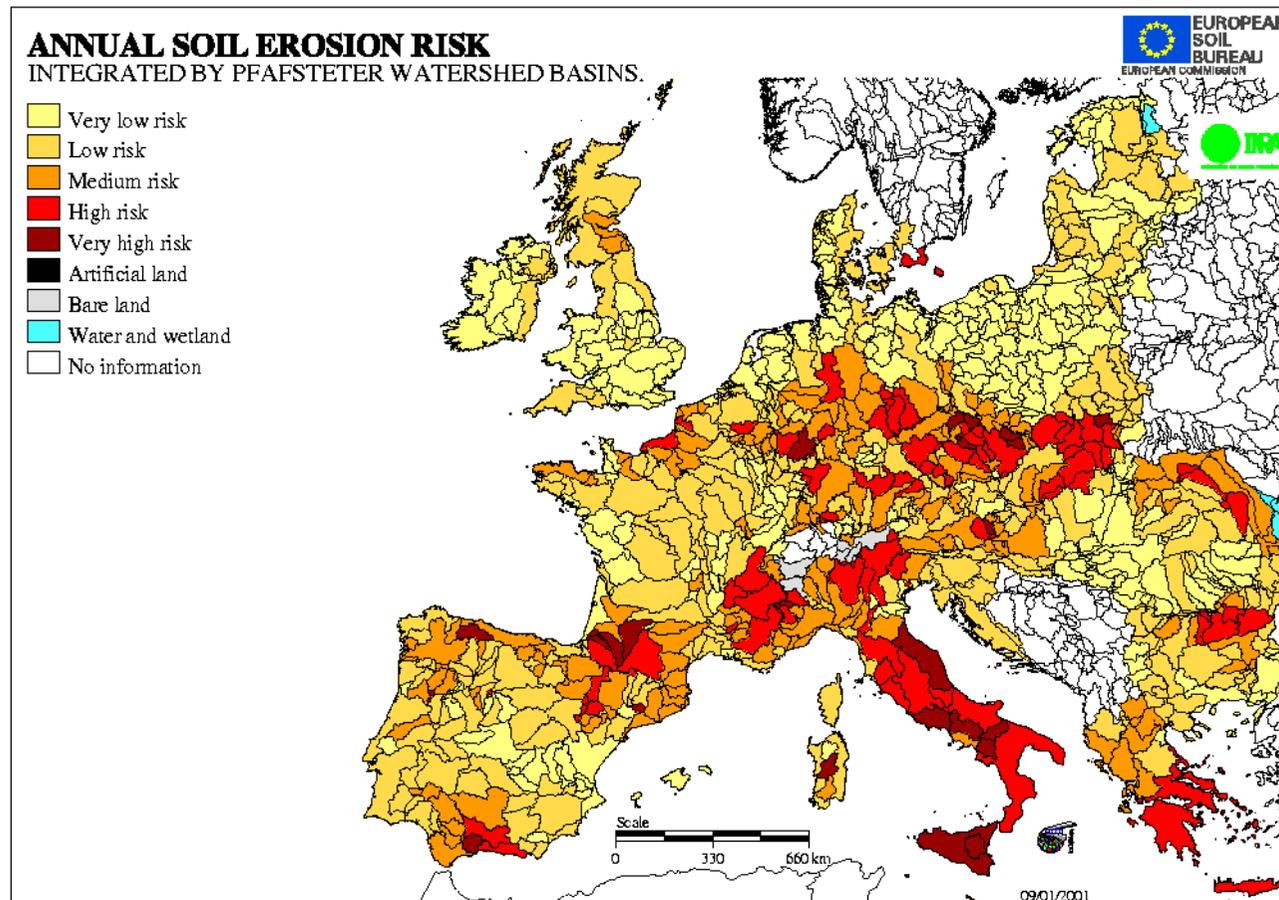


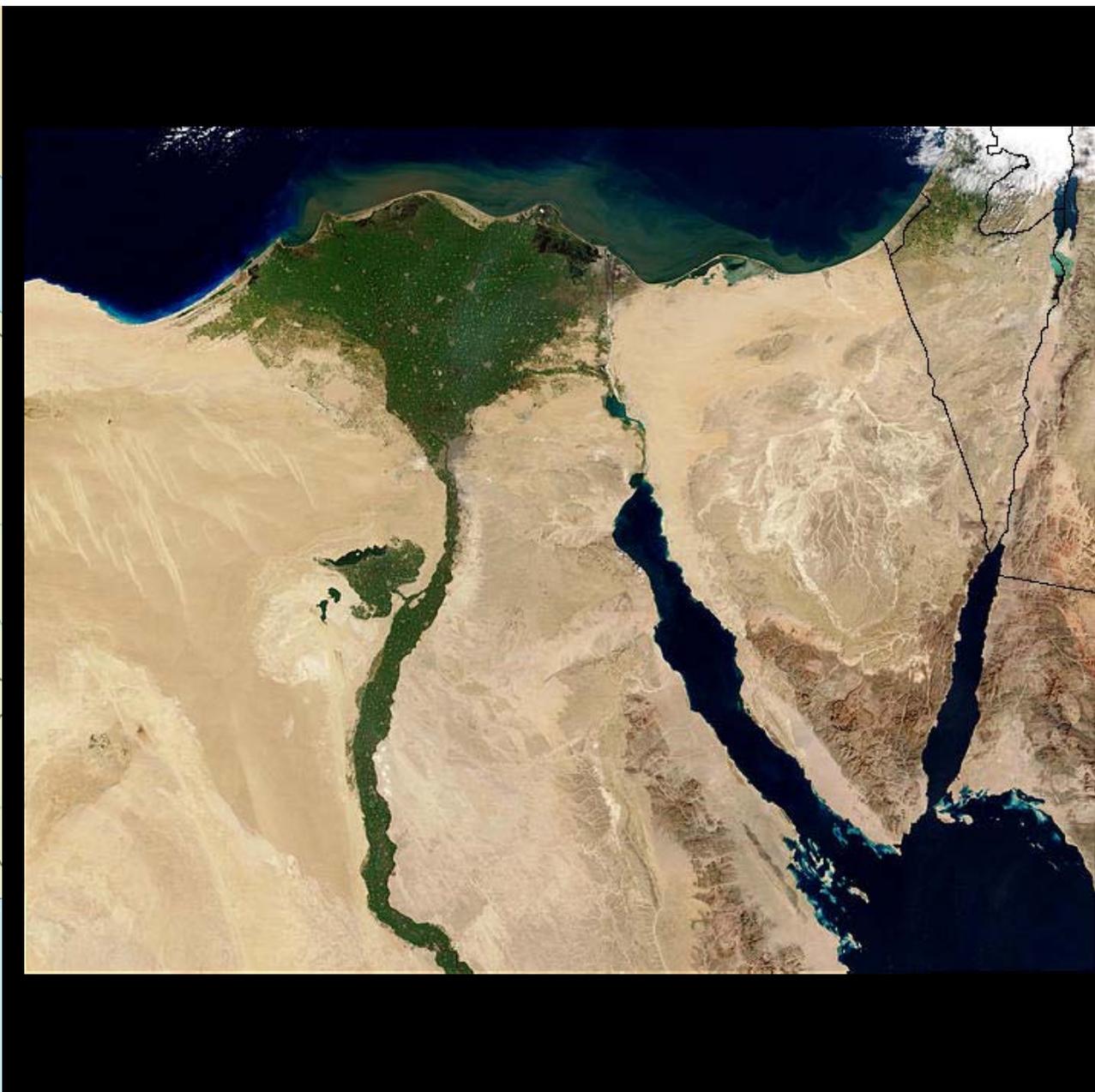
L'erosione idrica

L'erosione è un processo naturale che prevede il distacco delle particelle di suolo o roccia e il loro trasporto e deposizione in luoghi lontani ad opera di agenti naturali come acqua, vento, ghiacciai e gravità.









Un tasso di erosione naturale (definita anche erosione **geologica**) è del tutto normale e non suscita preoccupazione perché è basso e la perdita di suolo può essere naturalmente compensata dalla formazione del suolo. Azioni umane come la deforestazione, il sovra-pascolamento, la lavorazione del terreno ecc... però hanno accelerato l'erosione del suolo oltre il limite di tolleranza. Si parla quindi di erosione **accelerata**, spesso l'unica a cui si fa riferimento quando si parla di erosione

Un livello tollerabile di perdita del suolo può essere di 2-11 t ha⁻¹ anno⁻¹ a seconda di vari fattori. Ci sono luoghi e situazioni in cui i tassi di erosione sono molto più alti, anche fino a 100 t ha⁻¹ anno⁻¹.





L'erosione del suolo ha effetti ***on-site*** e ***off-site***.

Gli effetti in loco comprendono perdita di suolo, sostanza organica e sostanze nutritive, danni alla vegetazione, esposizione delle radici e diminuzione della fertilità e della produttività del suolo.

Gli effetti *off-site* possono essere sepoltura di vegetazione ed impianti, eutrofizzazione di stagni e laghi, inquinamento dell'acqua, ecc.



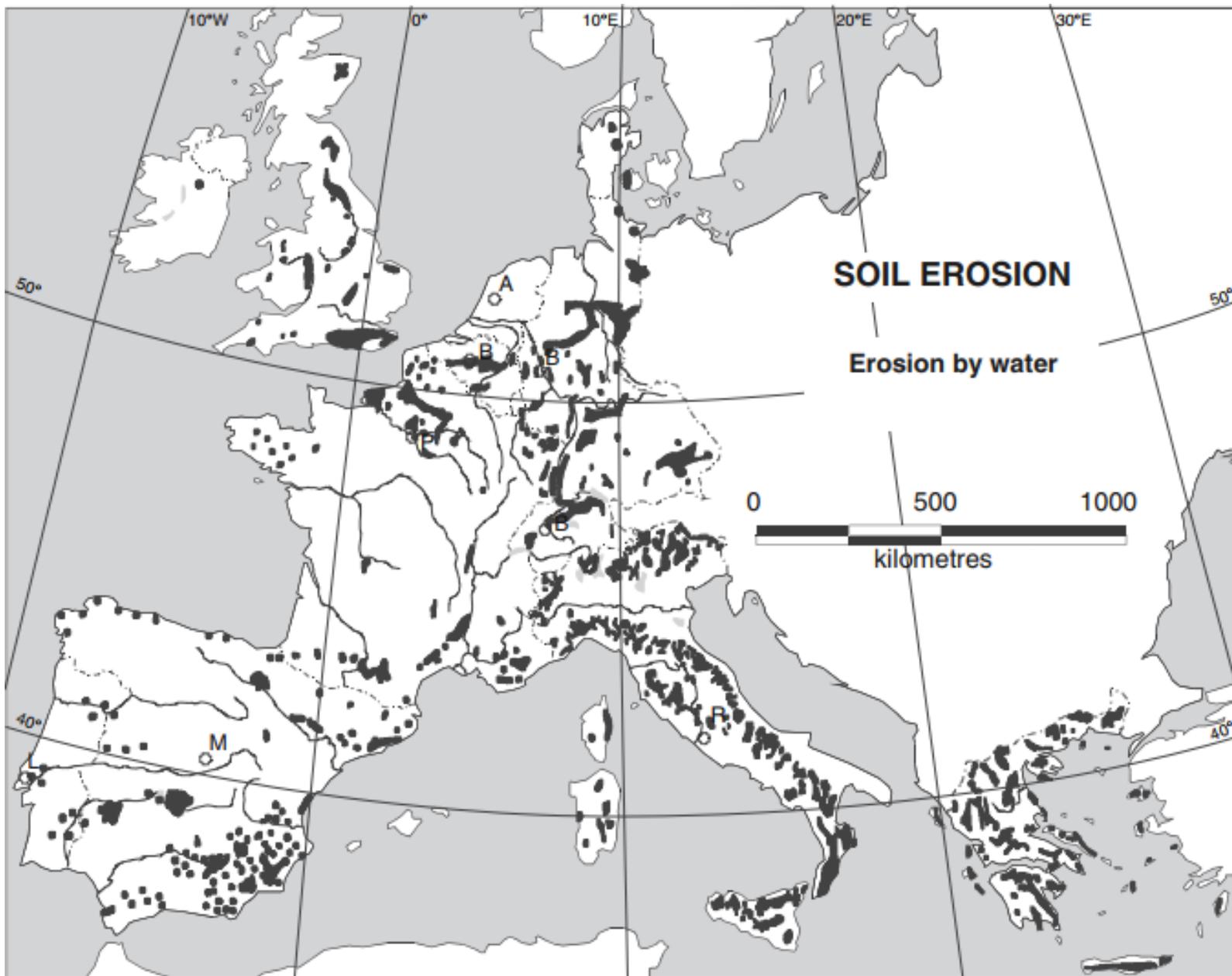
L'erosione idrica è un problema importante soprattutto nelle terre in pendenza.

Pendenze più ripide di 20° dovrebbero essere lasciate sotto copertura naturale, foreste o prati

L'erosione idrica è causata dall'acqua che arriva dalla pioggia e poi comincia a scorrere in canali.

L'erosione del suolo è un processo di perdita del suolo, in particolare dalla superficie, ma a volte a si può perdere una grande massa di terreno, come nelle frane e nell'erosione delle sponde dei fiumi.





L'erosione idrica rappresenta una delle cause più importanti e diffuse di degrado del suolo in Italia. Il 77% dell'Italia è a rischio di erosione idrica accelerata a causa delle forti pendenze, l'intensa coltivazione meccanica, l'aumento delle dimensioni dei campi, l'eliminazione di misure di conservazione come i terrazzamenti

L'erosione del suolo raggiunse il culmine approssimativamente negli anni 1930-1940, quando furono trasformate parti considerevoli dell'Italia in terra arabile. Negli anni '50 e '60, l'industrializzazione portò all'abbandono della terra agricola, che ha comportato una riduzione della produzione di sedimenti, contribuendo ad un aumento del tasso di erosione costiera

Dagli anni '70, parte dei precedenti terreni abbandonati furono di nuovo trasformati in terra arabile, che in molti luoghi significò una rinnovata erosione. Anche se oggi l'erosione del suolo colpisce meno di quanto non avesse fatto 60 anni fa, non siamo ancora a livelli di sostenibilità.

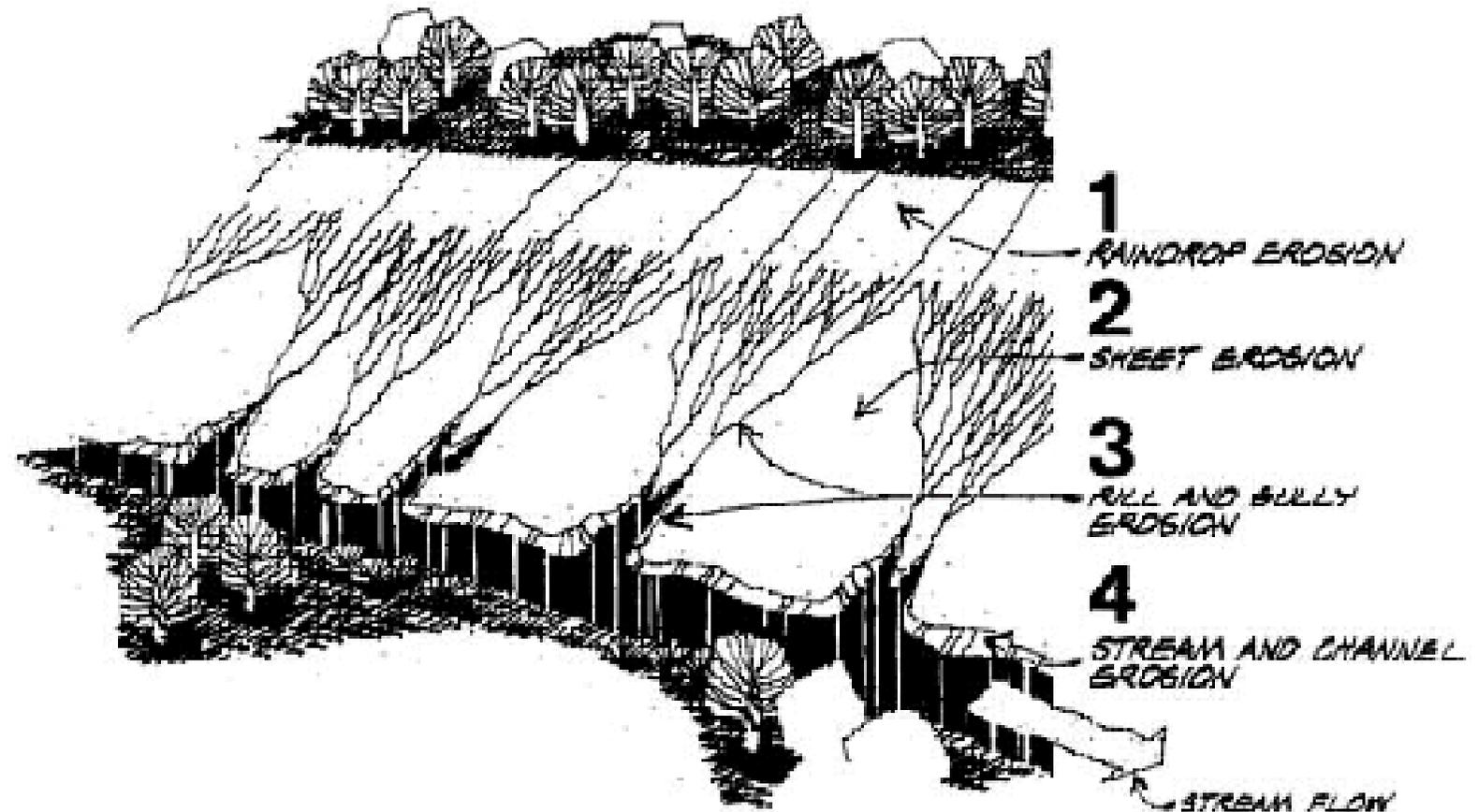
Tuttavia non ci sono mai stati grossi sforzi sistematici in Italia per determinare i tassi di erosione del suolo. Ciò significa che le indagini sull'erosione del suolo a livello nazionale non esistono e che i pochi dati disponibili sono raggruppati spazialmente in un numero limitato di siti.

Recentemente, la situazione è migliorata, in gran parte come conseguenza delle attività delle autorità di Bacino, istituite dalla Legge sulla protezione del suolo (183/1989) con lo scopo di pianificare e gestire in modo integrato i bacini dei fiumi italiani.

Tipi di erosione idrica

Ci sono 4 tipi principali di erosione idrica:

- **Splash Erosion**
- **Sheet erosion**
- **Rill erosion**
- **Gully erosion**



Splash Erosion

Le gocce di pioggia che cadono battono gli aggregati del suolo, li rompono, e staccano le particelle del terreno. Queste particelle intasano i grandi pori del terreno (**soil sealing**) riducendo la capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo.



Si forma quindi un film sottile di acqua che copre il terreno. Inoltre, le gocce di pioggia battono su questo film d'acqua facendo schizzare via le particelle di suolo in sospensione che vengono trasportate ad una certa distanza, saltare fino a 60 cm dal suolo e muoversi fino a 1,5 m dal punto d'impatto.

La splash erosion è l'inizio degli altri tipi di erosione del suolo, in particolare della sheet erosion.

Sheet Erosion

Questo tipo di erosione avviene su una superficie inclinata. Si forma un flusso superficiale di acqua lungo tutto il pendio che viene definito *sheet erosion* (erosione laminare). L'energia cinetica dell'acqua è in genere piccola e solo le particelle di terreno più fini vengono selettivamente lavate via



È il tipo più subdolo di erosione del suolo perché si verifica gradualmente e quasi impercettibilmente, lasciando pochi o nessun segno di rimozione del suolo.

La sheet erosion comporta la rimozione di uno strato più o meno uniforme di terreno su tutto il pendio, soprattutto se questo è graduale, non molto scosceso e con poche asperità.

Sheet Erosion



Tuttavia, i pendii spesso non sono così lisci ed uniformi sull'intera area e l'acqua tende ad accumularsi in piccoli canali con dimensioni di pochi centimetri di diametro e profondità in sezione trasversale. In tal modo la superficie del suolo risulta intersecata da numerosi canaletti discontinui (**interill erosion**)

Oltre alle particelle di suolo, la sheet erosion rimuove (i) i residui organici accumulatisi sulla superficie del suolo e (ii) le sostanze solubili o rese solubili dagli acidi deboli nell'acqua piovana.

Rill Erosion

Quando l'acqua che scorre sulla superficie del suolo si concentra su piccoli canali con profondità inferiore ai 30 cm, allora si può parlare di *rill erosion*. L'azione dell'acqua che scorre è simile a quella della sheet erosion, ma il tasso di perdita di suolo è più elevato. Nonostante ciò, in questa fase si può ancora agire con relativa semplicità con opere di gestione volte a livellare i canali.



Nella rill erosion il flusso d'acqua sulla superficie ha di per sé un effetto minore sul distacco delle particelle di suolo, ma ha un maggiore effetto di trasporto: grandi quantità di materiale vengono trasportate per distanze variabili e concentrate in altre aree.

Una predominanza di rill erosion ci può essere su pendii più ripidi con suoli formati da materiale impermeabile, come sedimenti più giovani, più suscettibile di erosione



Le variabili principali che influiscono sulla rill erosion sono due, la pendenza e la tessitura del suolo

Su pendii ripidi composti da materiale di composizione variabile, si formano aperture verticali che presto si trasformano in «tunnel» o grosse buche isolate. Dove il materiale è più omogeneo e la pendenza meno ripida, prevalgono i rigagnoli.

Se il materiale ha una grana più grossa la sezione dei rills sarà minore. Infatti, più il materiale è grossolano e più è permeabile, quindi la canalizzazione sarà meno accentuata anche su parti molto ripide del pendio eroso.

Gully erosion



Forma canali di grandi dimensioni più profondi di 30 cm. I canali si sviluppano quando grandi quantità di acqua si accumulano e scorrono attraverso un singolo canale con un'alta velocità in pendii relativamente ripidi.

Esistono due tipi di canali: effimeri e permanenti.

I canali effimeri sono poco profondi e possono essere corretti da operazioni di lavorazione ordinarie. I canali permanenti, invece, sono molto grandi e non possono essere levigati da lavorazioni regolari.



La gully erosion ha diverse forme. Si possono formare dei canali con una profondità tra i 30 cm e i 2-3 m.

In questa forma, l'erosione prevalente è quella verticale o di profondità. I canali hanno dimensioni maggiori e il loro sviluppo è più complicato.

Oltre all'erosione verticale, ci sono anche forme di erosione laterale insieme a frane accessorie e altri fenomeni erosivi.

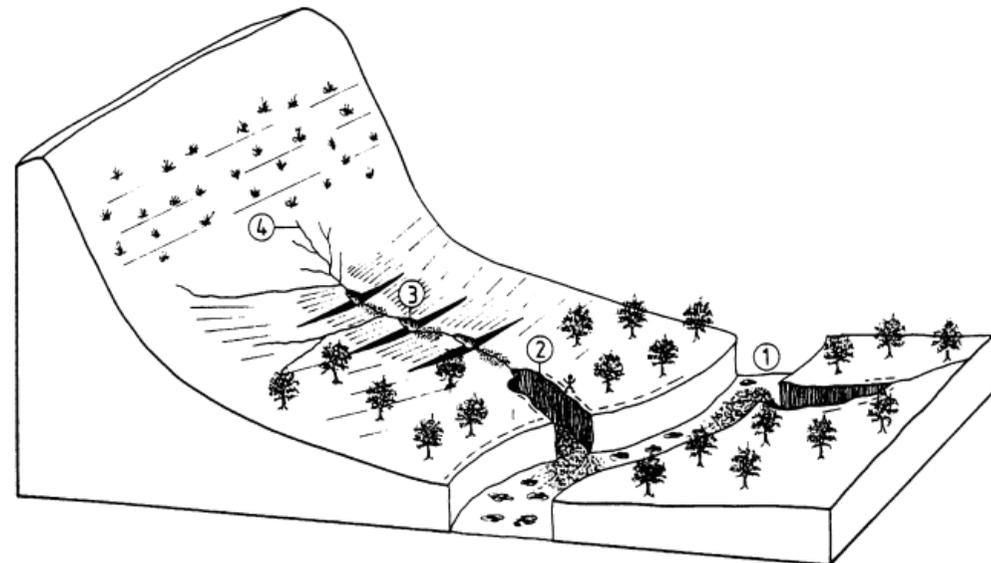


Figure 2.5.1 Sketch of a south European landscape illustrating the typical location of the various gully types discussed in this chapter. 1, River channel; 2, bank gully that developed in a river bank and the gully head that retreated in an orchard; 3, bank gully that developed in a terrace bank; and 4, ephemeral gully in cultivated land or permanent gully in rangeland.

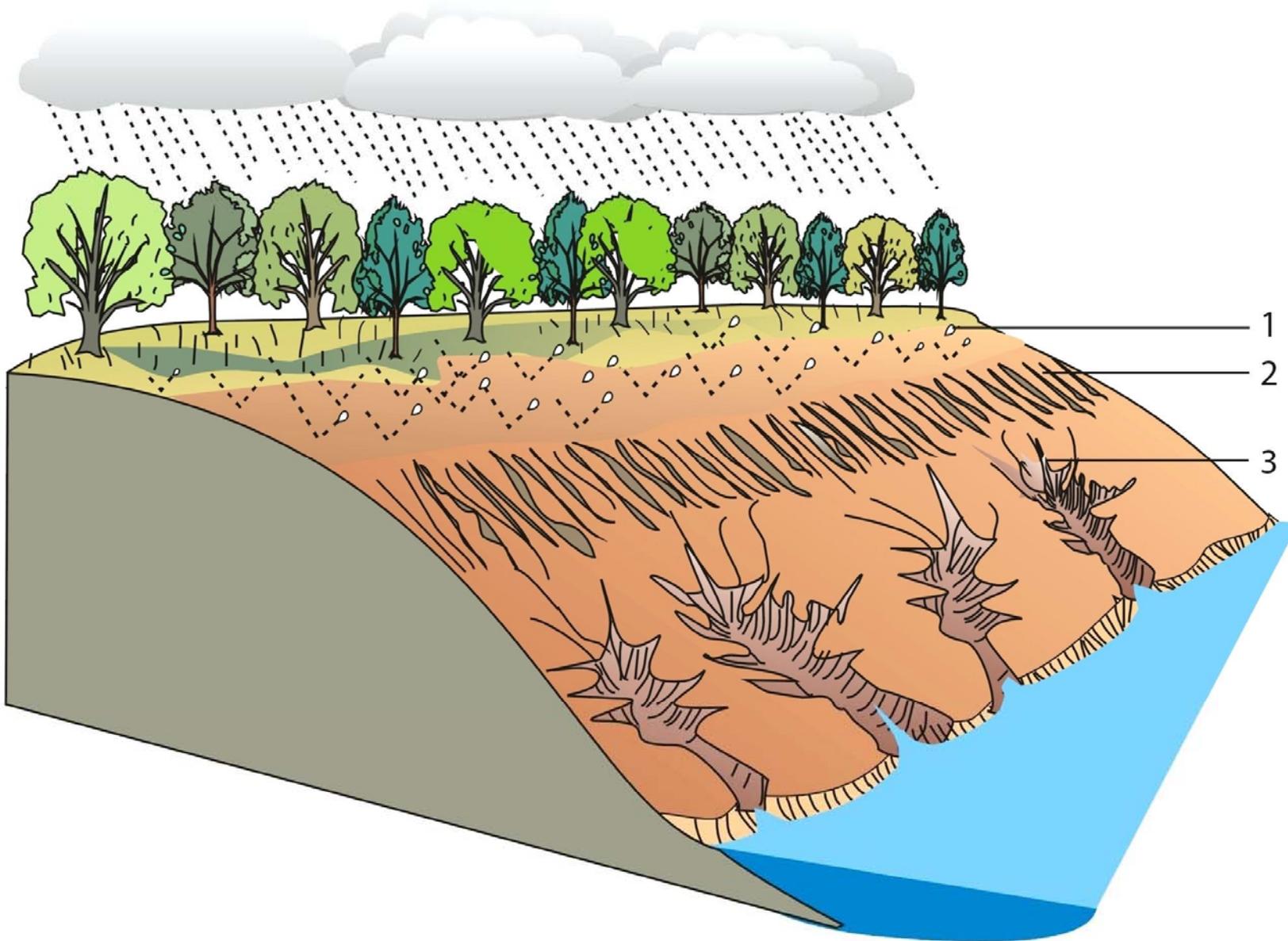
I canali possono essere piani, stretti, larghi e rotondi. Le forme piatte si verificano principalmente su terreni poco profondi.



I grandi canali hanno un ampio fondo e sono a forma di U. Qui, l'erosione laterale prevale sull'erosione di profondità. I canali attivi mantengono lati ripidi o addirittura perpendicolari.

La caratteristica principale della gully erosion è il volume e la velocità dell'acqua al livello più basso. L'energia dell'acqua fluente aumenta il suo potere tagliente e distruttivo.





1. Sheet erosion

Raindrops that hit the ground can loosen soil. These loose grains are easily washed away. Sheet erosion removes the loose grains. It may go unnoticed until most of the productive **topsoil** has been lost. The field is gradually eroded in a more or less uniform way.

2. Rill erosion (channel)

Water collects in small channels called rills. Each rill is like a mini-river. The rills carry soil down a slope. Rills can grow into gullies.

3. Gully erosion (dongas)

A gully is a deep trench with steep sides. In South Africa, a gully is called a donga. Dongas appear as deep scars on a slope. In some dongas all the soil and some of the loose bedrock have been washed away. Dongas usually occur near the bottom of slopes.

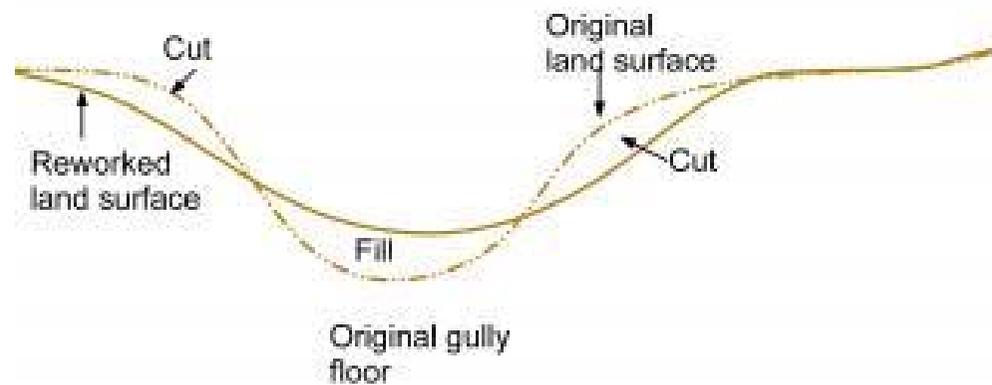
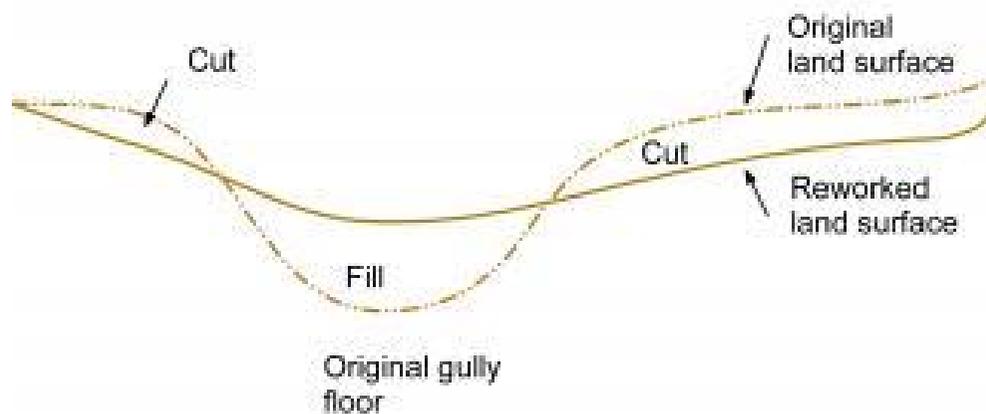


Gestione del suolo interessato da gully erosion

Prevenire l'erosione è la prima priorità. Tutta la gestione delle acque superficiali e il ripristino del suolo deve far parte di un piano di gestione integrata dell'acqua.

Riempire e modellare grandi gole può essere costoso.

Operazione più marcata (per terreni agricoli) o meno (pascolo o bosco).



Gestione del suolo interessato da gully erosion

La stabilizzazione può essere appropriata laddove il costo di ripristino è proibitivo.

La stabilizzazione può essere eseguita in fasi:

- Deviare l'acqua superficiale dal canale
- Stabilizzare la testa del canale di erosione
- Riformare le pareti del canale per diminuire l'erosione laterale
- Stabilire una buona copertura vegetale



Devviare l'acqua superficiale dal canale

Questo è un primo passo essenziale. L'acqua che si muove nella gola deve essere ridotta o preferibilmente prevenuta fino a quando il ripristino non è stabile.

Si può operare sulla pendenza del canale o devviare l'acqua in testa al canale verso un corso d'acqua stabile con un'area di smaltimento sicura.

Stabilizzare la testa del canale di erosione

Si potrebbe costruire una protezione come per esempio una gabbia riempita con rocce.



Stabilire una buona copertura vegetale

Stabilire la copertura vegetale prima di forti piogge. Si consiglia di seminare, sulle «cicatrici» di erosione appena riparate, delle erbacee annuali. La copertura più densa e le radici delle erbacee annuali forniscono una protezione migliore rispetto alle erbe e alle colture di accrescimento più alte.

Anzi, non piantare o lasciar crescere alberi e arbusti nella gola ripristinata che deve rimanere pulita il più possibile da rocce o altri copri.

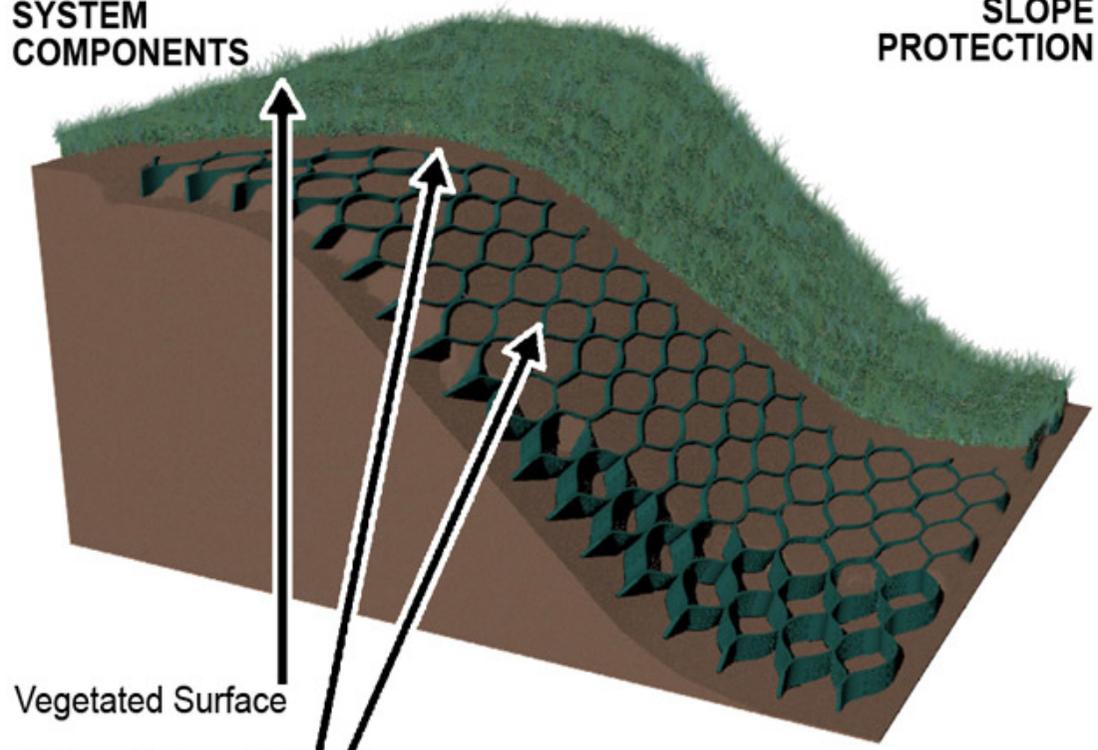








SYSTEM COMPONENTS



Vegetated Surface
2" Topsoil Over Cells
Cell-Tek Slope Grid
SLP600 6" (150mm) Min.
w/ Soil Infill



SLOPE PROTECTION

Optional Tendon System
Optional Earth Anchor
Rebar Grid Hooks



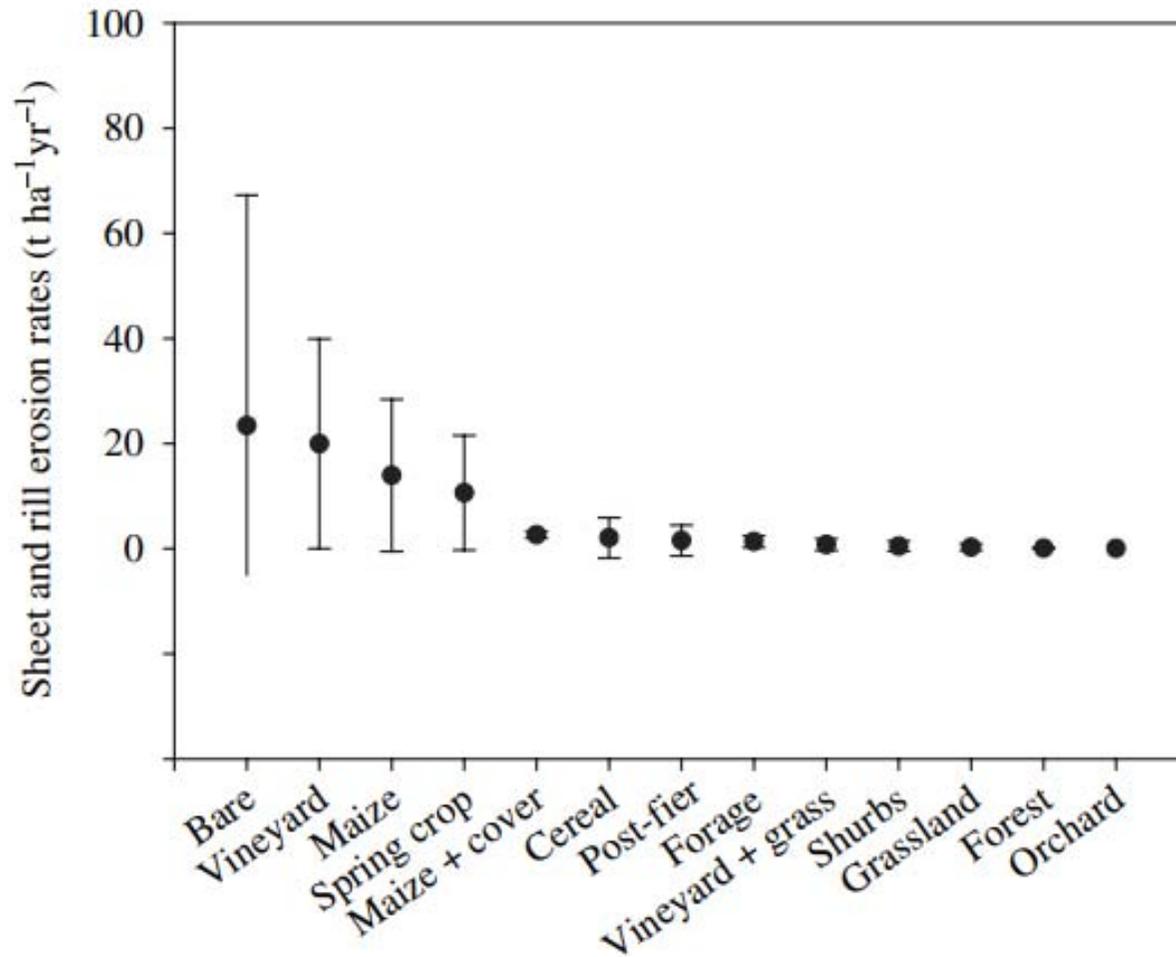


Figure 2.4.2 Mean (\pm SD) sheet and rill erosion rates aggregated per land use



TABLE 2.5.1 Soil loss rates due to gully erosion (SLgully) and contribution of (ephemeral) gully erosion to overall soil loss rates and to sediment production rates by water erosion: SLgully (%) = 100 × (ratio between SLgully and total SL rates due to interrill, rill and gully erosion)

| Location | SLgully (t ha ⁻¹ yr ⁻¹) | SLgully (%) | Source |
|---------------------|--|-------------------|--|
| Belgium, central | 22.3 | 10 | Govers and Poesen (1988) |
| Belgium | 1.1–5.9 | n.a. ^a | Nachtergaele and Poesen (1999) |
| France, north | n.a. | 10–45 | Ludwig <i>et al.</i> (1992) |
| Germany, south | n.a. | 12–29 | Auerswald (1998) |
| France, Normandy | n.a. | 21–56 | Cerdan <i>et al.</i> (2002) |
| France, south-east | 190 | n.a. | Bufalo and Nahon (1992) |
| Spain, north-west | 1.5 | 26 | Valcarcel <i>et al.</i> (2003) |
| Germany, south-west | n.a. | 36 | Baade (1994) |
| Romania | n.a. | 37 | Nedelcu (1999) |
| Belgium, central | 3.6 | 44 | Poesen <i>et al.</i> (1996) |
| France, north | n.a. | 46–55 | Auzet <i>et al.</i> (1995) |
| Italy, Sicily | 5.0 | n.a. | Capra and Scicolone (2002) |
| Portugal, Bragança | 16.1 | 47 | Vandekerckhove <i>et al.</i> (1998) |
| Spain, Guadalentin | 37.6 | 51 | Poesen <i>et al.</i> (2002) |
| Norway, Leira basin | 12.7 | 55 | Bogen <i>et al.</i> (1994) |
| Spain, Catalonia | n.a. | 58 | Martínez-Casasnovas <i>et al.</i> (2002) |
| Spain, Catalonia | 123 | n.a. | Martínez-Casasnovas <i>et al.</i> (2003) |
| Spain, Northeast | 302–455 | n.a. | Martínez-Casasnovas <i>et al.</i> (2003) |
| Spain, south-east | 1.2 | 59 | Oostwoud Wijdenes <i>et al.</i> (2000) |
| Belgium, central | n.a. | 60 | Quine <i>et al.</i> (1994) |
| Spain, north | 64.9 | 74 | Casali <i>et al.</i> (2000) |
| Portugal, Alentejo | 3.2 | 80 | Poesen <i>et al.</i> (1996) |
| Spain, Almeria | 9.7 | 83 | Poesen <i>et al.</i> (1996) |

^aData not available.

Frane

I movimenti di grandi blocchi di suolo e regolite causati dalla gravità lungo un versante sono chiamati frane. Le frane sono movimenti di massa profondi.

Esistono diverse forme di frane, tra cui colate di fango, colate di detriti, cascate rocciose. Le frane sono causate da condizioni geologiche instabili, pendii ripidi, piogge intense, terreni deboli, terremoti

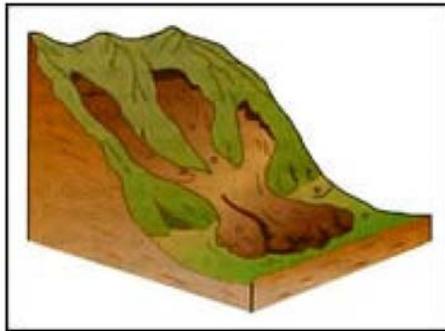
Le frane innescate dalle precipitazioni sono in genere più piccole mentre quelle avviate dai terremoti sono molto grandi.

Le frane, infine, si caratterizzano anche per la velocità (lente e veloci).

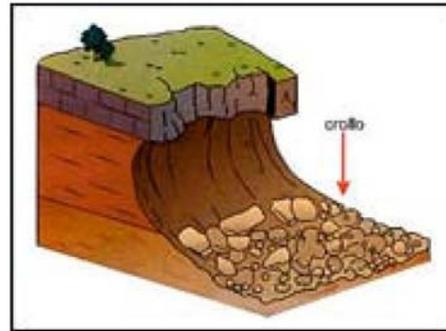


Le tipologie di frane riscontrate sul territorio sono così riassumibili:

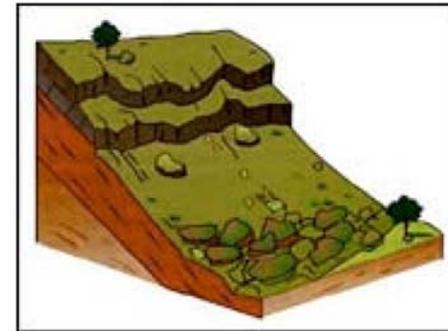
- per crollo (caduta libera o rotolamento di massi o volumi rocciosi);
- per scivolamento di volumi rocciosi o masse di terreno (dovuti a moti traslativi planari o rotazionali);
- per colamento di rocce e terreni a comportamento plastico per lo più fluidificati da acque di infiltrazione;
- complesse (cioè combinazioni dei tre casi precedenti).



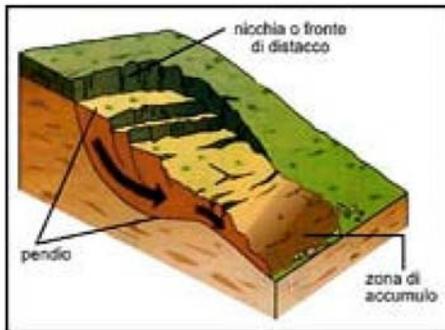
Frana di colamento



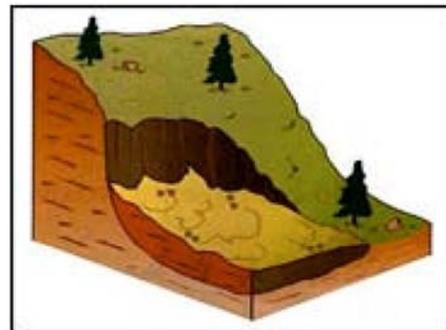
Frana di crollo



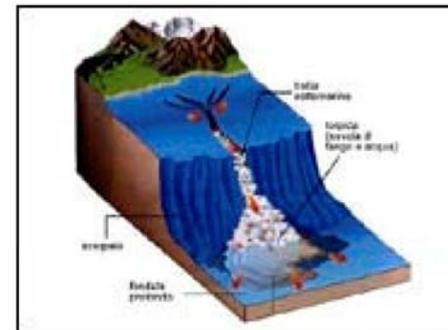
Frana di scivolamento



Frana di scoscendimento



Frana di smottamento



Frana sottomarina

Calanchi (badlands)

Paesaggi caratterizzati da aree fortemente 'incise', comprendenti pendii spesso su sedimenti non consolidati, con scarsa o nessuna vegetazione e non utilizzabili a fini agricoli. In Italia, diversi ambienti geomorfologici e litologici sono caratterizzati da calanchi.

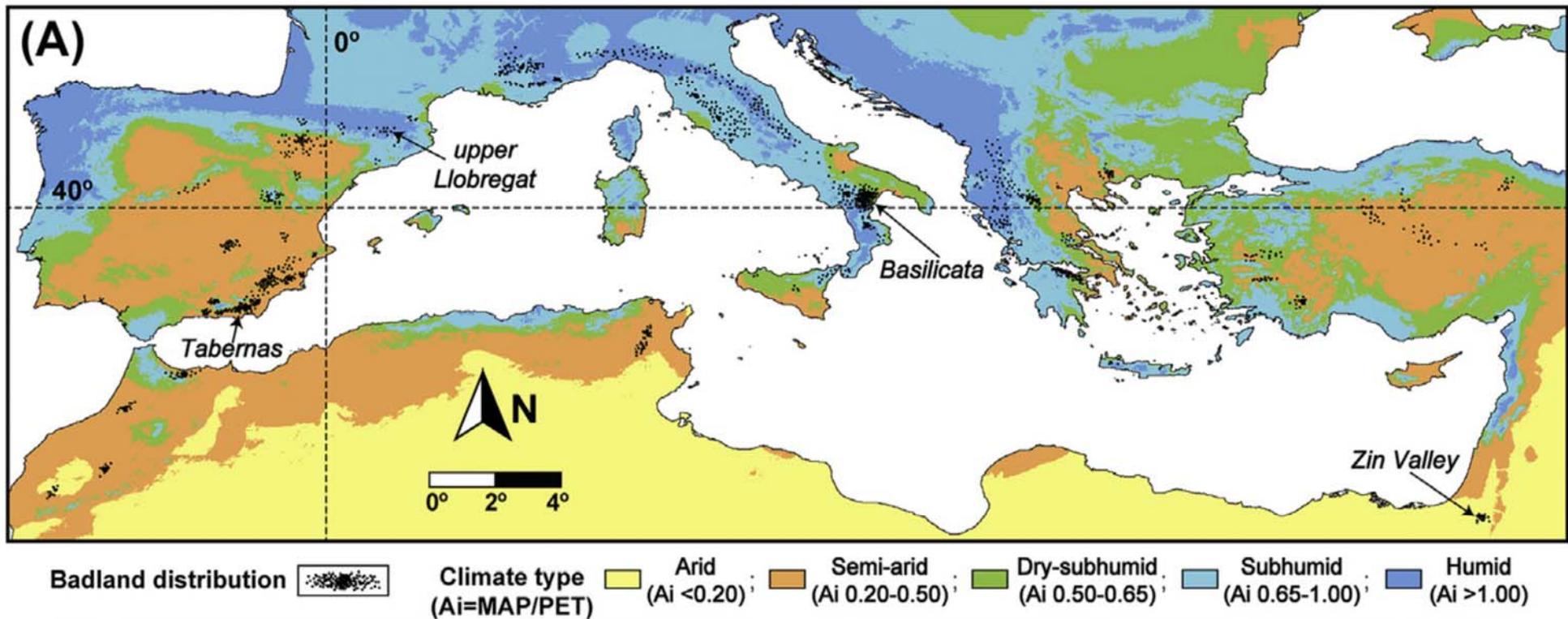


Lo sviluppo di queste forme estreme di erosione è modulato dall'associazione di quattro fattori critici di instabilità del terreno:

- Pendenze ripide;
- una litologia poco resistente ed erodibile;
- un clima erosivo con precipitazioni marcate (o scioglimento delle nevi);
- qualche disturbo aggiuntivo che limiti od elimini lo sviluppo di una copertura vegetativa protettiva (ad esempio alta frequenza di siccità, congelamento intenso, salinità del substrato roccioso o degrado indotto dall'uomo).

L'azione combinata di questi quattro fattori è necessaria per la formazione di fenomeni calanchivi. Laddove tre di questi fattori di instabilità del terreno sono già presenti, l'emergere del quarto fattore critico può infine innescare lo sviluppo dei calanchi.

Posso essere distinte due modalità principali di formazione dei calanchi: una più graduale e legata a fenomeni tipicamente erosivi (espansione di gullies) e l'altra più veloce dove movimenti di grosse masse di suolo (frane) aprono delle cicatrici sui versanti.



In base all'analisi delle caratteristiche del fitoclima, i calanchi possono essere classificati in tre tipi climatici principali: i) calanchi in aree aride, con precipitazioni annuali inferiori a 200 mm, dove la vegetazione non ha un ruolo rilevante; ii) calanchi in aree semi-aride, con precipitazioni annue di 200-700 mm, caratterizzati da una copertura erbacea discontinua limitata principalmente dalla disponibilità di acqua e che esercita un certo controllo sui processi geomorfologici; iii) calanchi in aree umide sviluppati in zone con precipitazioni annue superiori a 700 mm, in cui esiste un potenziale di copertura vegetale totale ma limitato da fattori (ad esempio tassi di erosione, congelamento) diversi dalla disponibilità di acqua.

La distribuzione dei calanchi in Italia deriva soprattutto dai movimenti tettonici che, attraverso l'innalzamento del terreno, hanno come risultato di esporre all'atmosfera materiali sedimentari non consolidati ed erodibili, favorendone così una rapida erosione e la formazione di calanchi.

Questi, infatti, si i) verificano su rocce 'soffici' e sedimenti non consolidati, che ii) spesso contengono minerali solubili (come gesso, calcite e dolomite) che fungono da cementante.

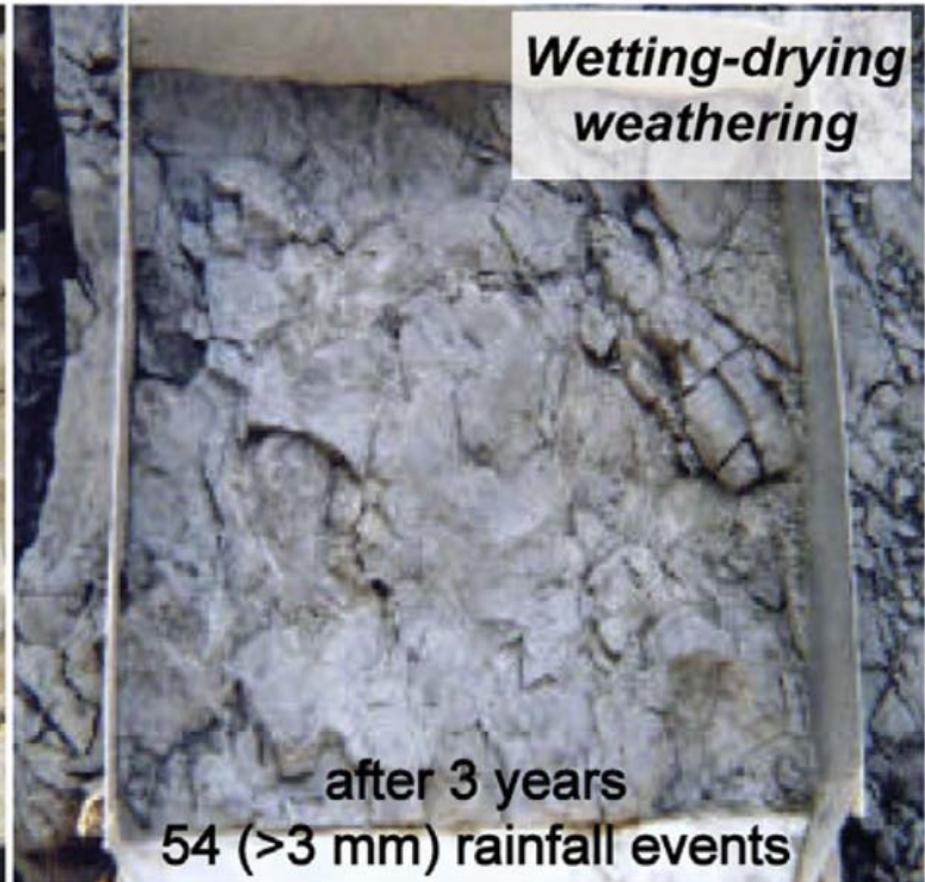
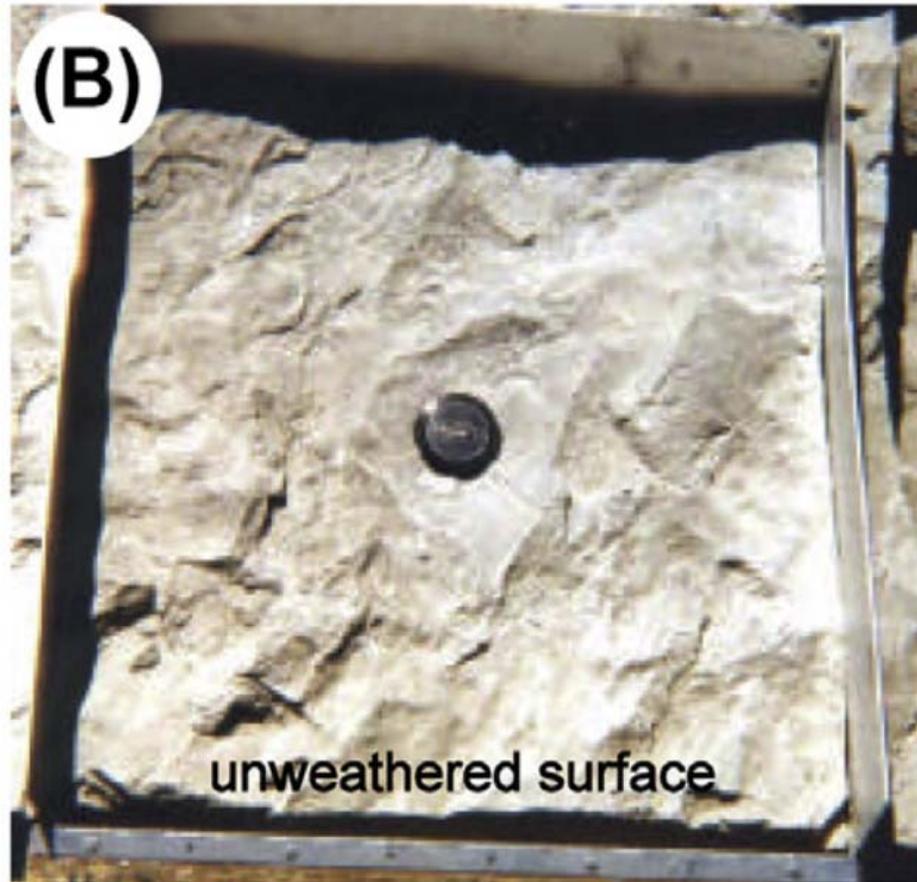
- i) L'alterazione del substrato roccioso rappresenta il primo processo di modellamento dei calanchi: i substrati geologici poco consolidati e grana fine sono quelli più facilmente alterabili da piogge erosive ad alta intensità (tutti i tipi di erosione idrica) o dai cicli di congelamento e scongelamento nel substrato roccioso (gelivazione).
- ii) La dissoluzione e cristallizzazione dei minerali solubili in fessure o nella matrice litologica più superficiale, può favorire attivamente la frammentazione e la disgregazione della roccia

In generale, i calanchi mediterranei hanno distribuzioni granulometriche ben ordinate, spesso dominate da particelle di limo, con argilla come la seconda frazione più comune e, quindi, molto poveri in sabbia.

La mineralogia delle argille è un altro fattore molto importante: le argille espandibili (vermiculiti e smectiti come la montmorillonite) aumentano considerevolmente il loro volume se bagnate.

In presenza di gelivazione e/o argille espandibili, in genere si riscontra la presenza di materiale roccioso altamente disaggregato. Diversamente, il materiale roccioso resiste meglio agli agenti atmosferici.





La presenza di un alto contenuto di sale è una caratteristica comune dei materiali geologici dei calanchi, in particolare per quelli di origine marina. La salinità della roccia limita considerevolmente le possibilità di germinazione dei semi e lo stabilimento delle piante, oltre a fungere come agente disperdente delle particelle di suolo.

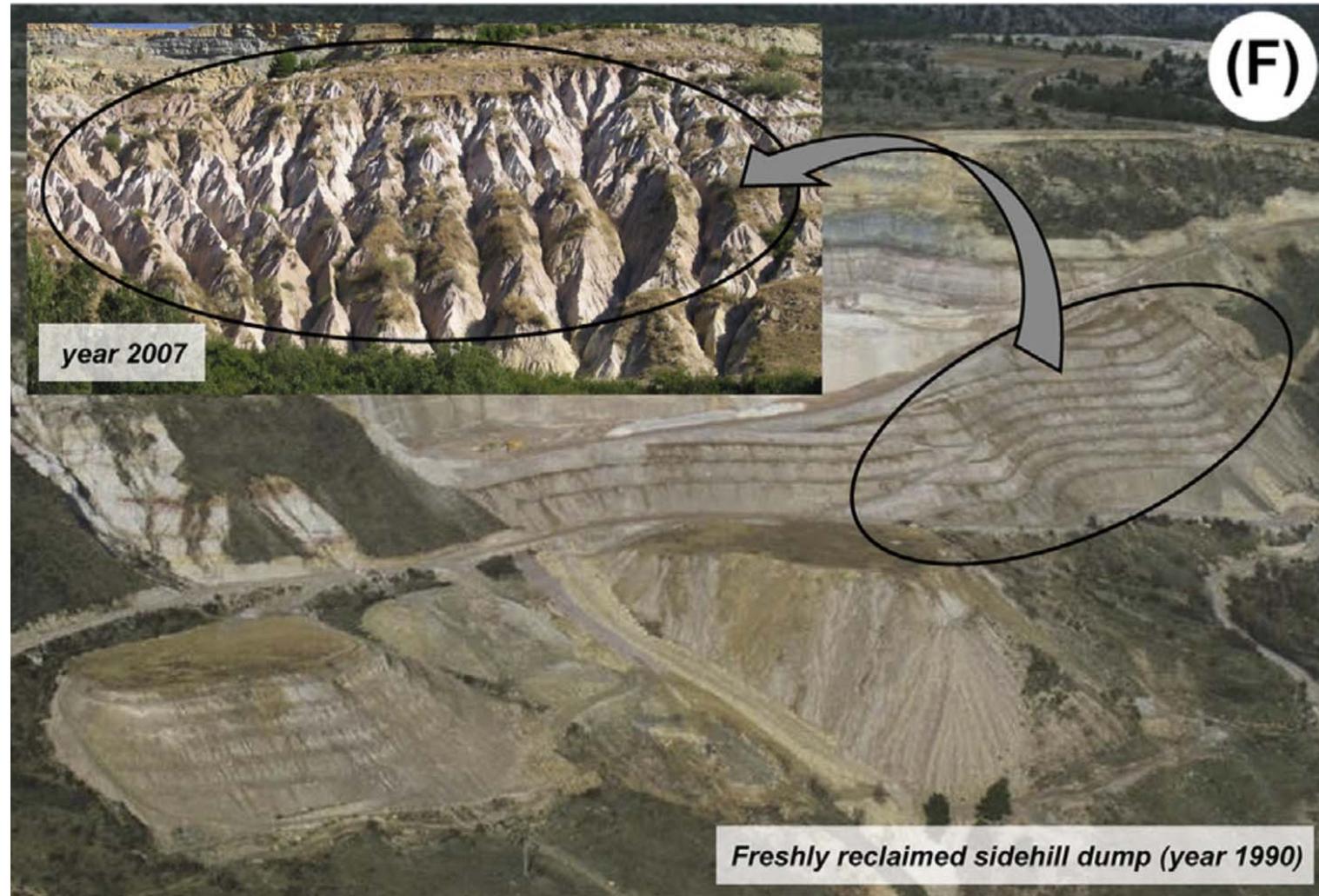
In Toscana le "Biancane" del Senese devono il loro colore bianco alla presenza superficiale di sali, soprattutto solfato di sodio.

Le "biancane" sono caratterizzate da pendii spogli esposti a sud, con il versante esposto a nord coperto da una scarsa vegetazione erbacea.



Attività umane che possono innescare la formazione dei calanchi possono essere la costruzione di fossati ad uso agricolo, i terrazzamenti, l'uso del fuoco e il pascolo.

La mancanza o il fallimento della bonifica di superfici generate dall'estrazione mineraria o altre attività industriali come le discariche, può portare alla generazione di paesaggi di tipo calanchivo.



Alcuni studi hanno concluso che i calanchi nel bacino del Mediterraneo sono in genere piuttosto antichi, con una età minima compresa tra 2.700 e 40.000 anni. Questi risultati suggeriscono un'origine naturale che si oppone a scenari alternativi proposti e imputati alla rimozione delle foreste e del degrado del suolo durante e dopo l'epoca romana.

Sembra più probabile che le attività umane, probabilmente in combinazione con altri fattori, hanno contribuito al ringiovanimento di sistemi calanchivi naturali. Per esempio, in Toscana e Basilicata, fasi storiche di forte pressione demografica, combinate con cambiamenti locali delle condizioni climatiche, è stato dimostrato che hanno contribuito alla formazione di nuovi calanchi e/o al ringiovanimento di vecchi calanchi.



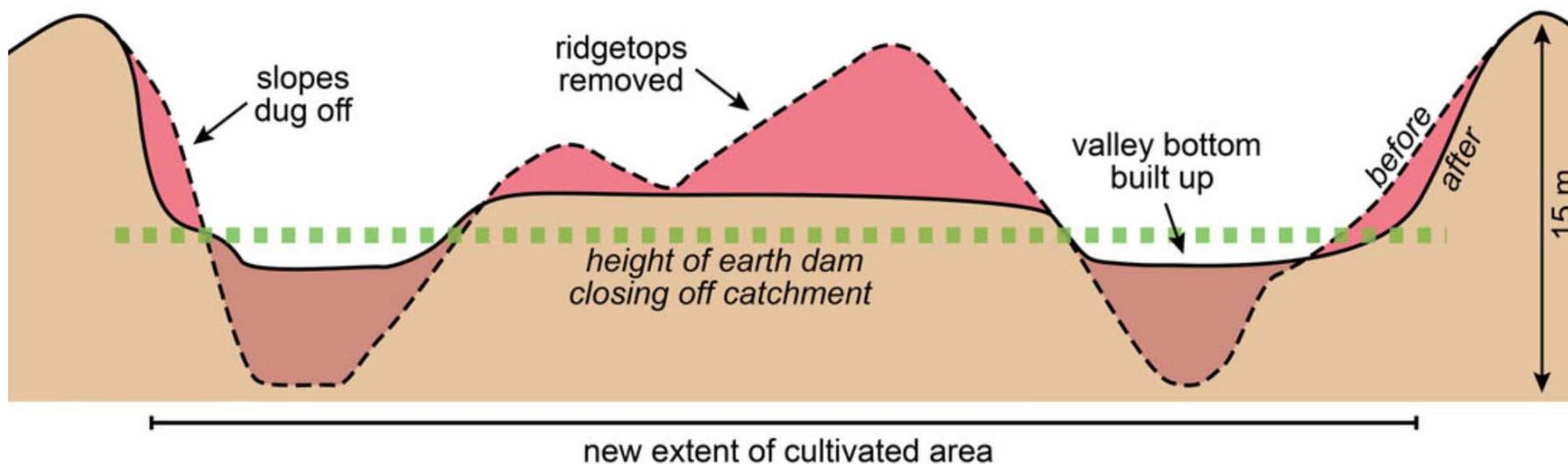
Ripristino delle aree calanchive

Una recente revisione di oltre 55 studi sull'erosione dei calanchi nel bacino del Mediterraneo evidenzia la frequente presenza di processi di erosione intensamente attivi che coprono tassi vicini a oltre le $100 \text{ t ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$

Alcuni casi studio suggeriscono la costituzione di opere per la conservazione dei sedimenti fini con i lavori di bioingegneria e la costituzione di un soprassuolo vegetale in grado di colonizzare questi depositi di sedimenti, migliorando così la capacità di intrappolamento delle opere.

Alcuni vecchi casi studio dove era stato utilizzato il pino nero, hanno mostrato, dopo 120 anni, che i pini erano stati sostituiti da latifoglie indigene e da una vasta gamma di specie erbacee.

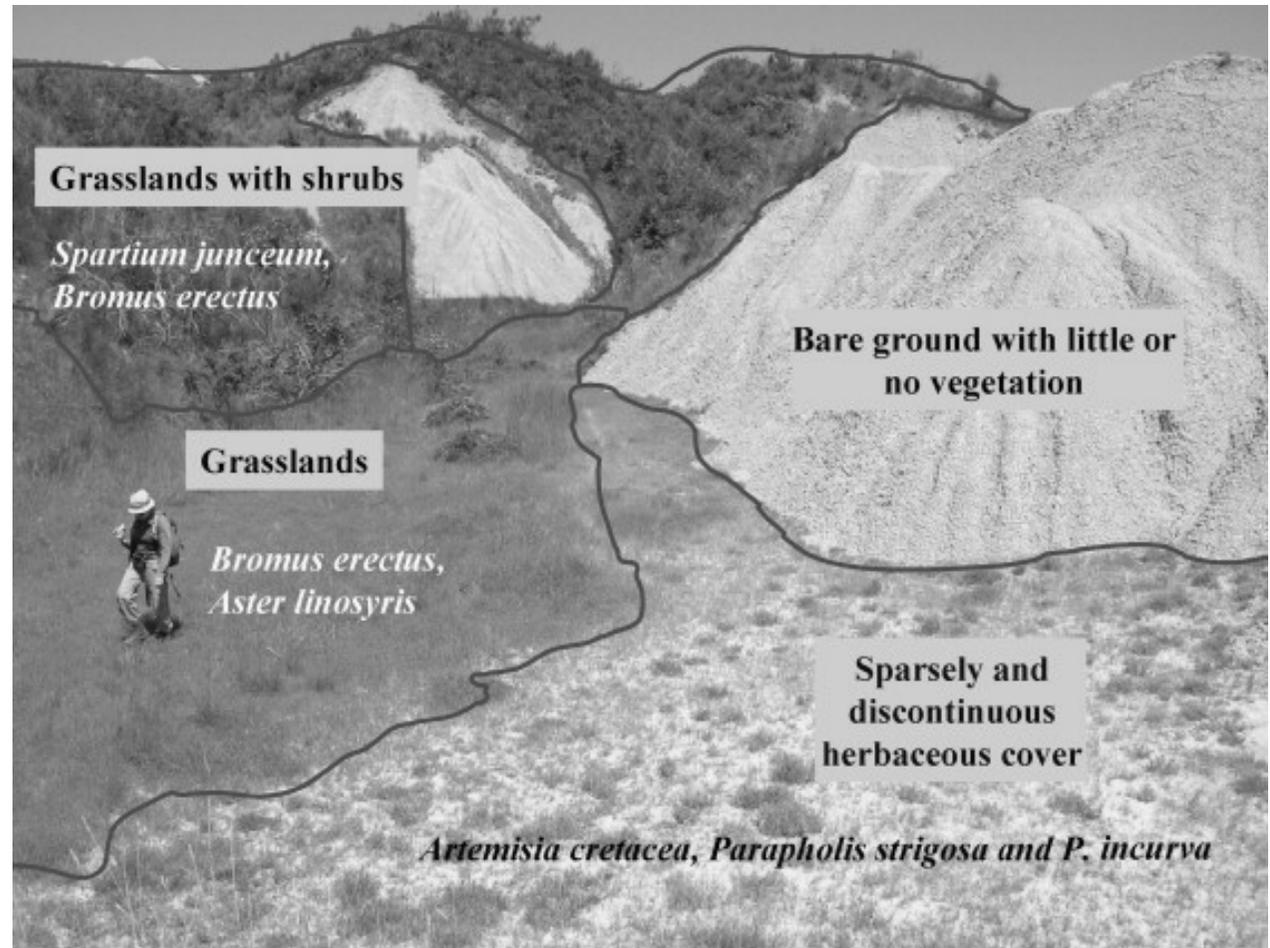
In Toscana, in molti casi, alcuni calanchi sviluppati in aree agricole sono stati rimossi per la coltivazione con attrezzature pesanti per movimento terra.



Ripristino delle aree calanchive

I calanchi delle Crete Senesi e della Val d'Orcia , per esempio, sono considerati un paesaggio culturale di grande interesse: la recente riduzione dei processi di pressione antropica ed erosione induce la vegetazione pioniera a colonizzare un paesaggio che invece si vuole mantenere spoglio.

Il ripristino di un paesaggio storico calanchivo, quindi, può anche essere inteso come l'introduzione di un disturbo moderato (per esempio un fuoco prescritto) per promuovere un aumento controllato del tasso di erosione, ostacolando la crescita della vegetazione naturale.



Effetti dell'erosione idrica

Gli effetti *on site* dell'erosione idrica comprendono la perdita di suolo, di sostanza organica e sostanze nutritive (la perdita dello spessore di 10 mm di suolo superficiale equivale mediamente a 350 kg ha⁻¹ N, 90 kg ha⁻¹ P e 1,000 kg ha⁻¹ K).

Altri effetti sono la compattazione del suolo, l'esposizione delle radici, la deformazione del terreno, la difficoltà nelle operazioni di lavorazione, l'esposizione del sottosuolo, la riduzione della crescita delle piante, il declino della qualità del suolo e la ridotta capacità delle funzioni dell'ecosistema.

Gli effetti *off site* dell'erosione del suolo non sono sempre facilmente comprensibili. I materiali erosi vengono trasportati in luoghi lontani e depositati in corpi idrici come laghi, corsi d'acqua, fiumi, o terreni naturali o asfaltati.

Gli effetti comprendono la sepoltura di vegetazione o installazioni, la sedimentazione di bacini idrici, le inondazioni, l'eutrofizzazione dei corpi idrici, l'inquinamento di terra e acqua. I sedimenti che raggiungono corsi d'acqua possono ostruire i canali di drenaggio e ridurre la qualità dell'acqua a valle.

La Universal Soil Loss Equations (USLE e RUSLE)

Un'equazione per la stima della quantità di perdita di suolo dovuta all'erosione idrica proposto da Wischmeier e Smith (1965) e successivamente modificata (RUSLE = revised USLE)

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

A - la potenziale perdita media annua del suolo in tonnellate per ettaro all'anno ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$). Questa è la quantità che viene poi paragonata al limite tollerabile di perdita del suolo.

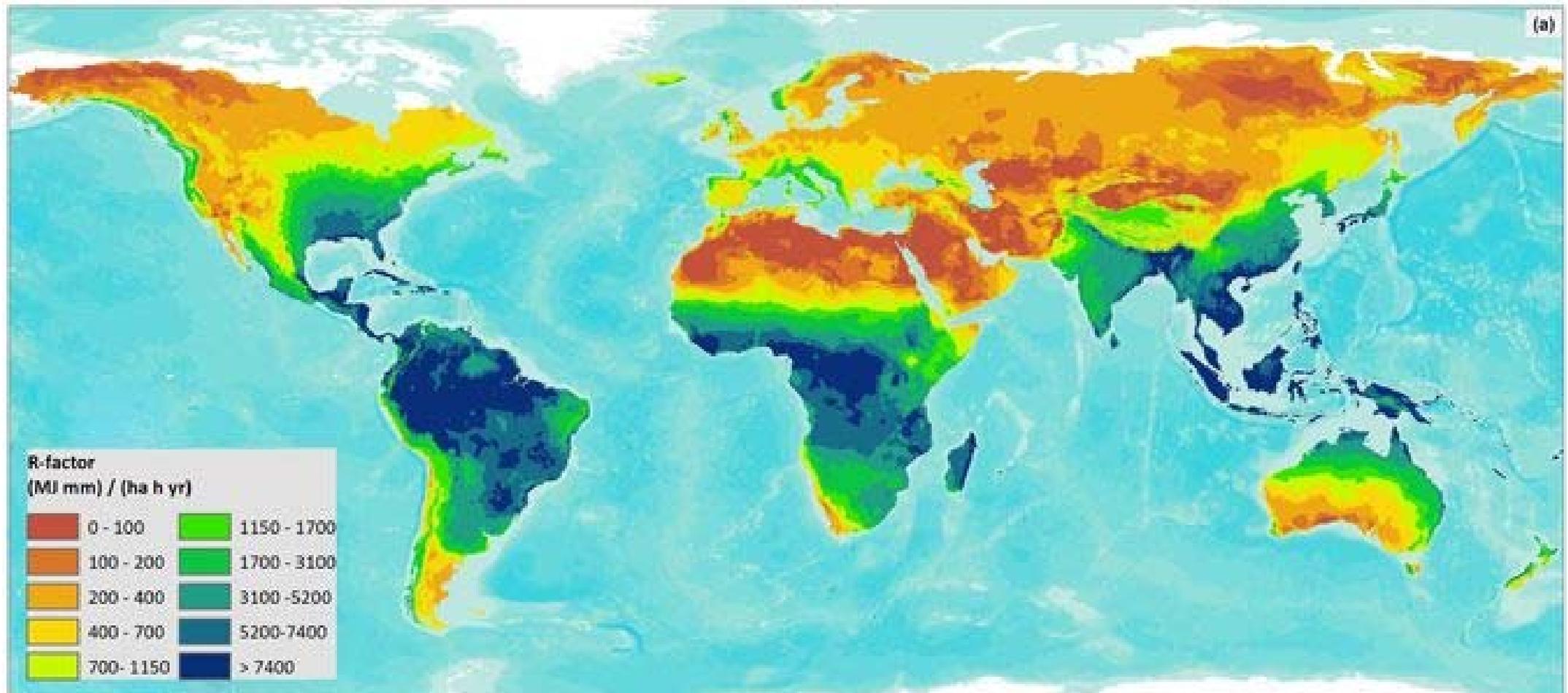
R - il fattore erosività che prende in considerazione pioggia e deflusso. Maggiore è l'intensità e la durata delle piogge, maggiore è il potenziale di erosione.

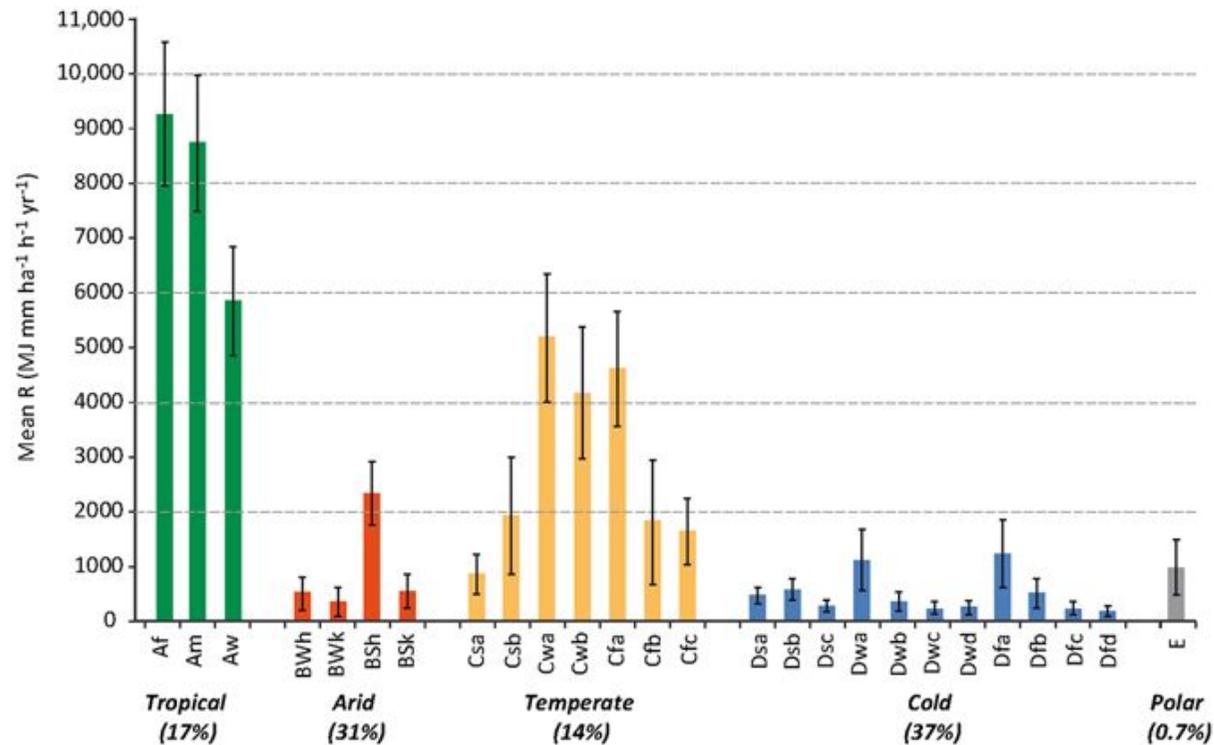
K - il fattore di erodibilità del suolo. Una misura della suscettibilità delle particelle del terreno al distacco e trasporto da parte dell'acqua.

LS - fattore di pendenza. Più la pendenza è ripida e lunga, più è alto l'LS e quindi il rischio di erosione

C e **P**- sono due fattori che dipendono dalla gestione delle colture. Si riferiscono solo ai campi coltivati. Sono usati per determinare l'efficacia relativa dei sistemi di gestione del suolo e delle colture in termini di prevenzione della perdita di suolo.

R - Erosività





Climate zones: Af (tropical rainforest), Am (tropical monsoon), Aw (tropical savannah), BWh (hot desert), BWk (cold desert), BSh (hot steppe), BSk (cold steppe), **Csa (dry hot summer)**, Csb (dry warm summer), Cwa (subtropical dry winter), Cwb (dry winter and dry summer), Cfa (temperate without dry season and hot summer), Cfb (temperate without dry season and warm summer), Cfc (temperate without dry season and cold summer), Dsa (cold and dry hot summer), Dsb (cold and dry warm summer), Dsc (cold and dry cold summer), Dwa (cold and dry winter, and hot summer), Dwb (cold and dry winter, and warm summer), Dwc (cold and dry winter, and cold summer), Dwd (cold and dry winter, and very cold winter), Dfa (cold without dry season and hot summer), Dfb (cold without dry season and warm summer), Dfc (cold without dry season and cold summer), Dfd (cold without dry season and very cold winter), E (polar).

K, il fattore di erodibilità del suolo

Il fattore K rappresenta sia la suscettibilità del suolo all'erosione sia la quantità e il tasso di deflusso.

| Soil type | Erodibility | <i>K</i> value range |
|-----------------------------|-------------|----------------------|
| Fine-textured; high in clay | Low | 0.05–0.15 |
| Coarse-textured; sandy | Low | 0.05–0.20 |
| Medium-textured; loams | Moderate | 0.25–0.45 |
| High silt content | High | 0.45–0.65 |

La tessitura è il fattore principale che influenza la K. Gli altri fattori sono la struttura, la sostanza organica e la permeabilità.

Valore di perdita del suolo tollerabile (valore T)

Nelle foreste e nei pascoli gestiti in maniera sostenibile l'erosione naturale è bassa, graduale ed innocua. Il tasso di perdita del suolo è in equilibrio con il tasso di formazione del suolo.

Il livello medio stimato di tolleranza all'erosione del suolo (T) utilizzato nella pianificazione della conservazione del suolo e dell'acqua negli Stati Uniti è di 2-11 Mg ha⁻¹ anno⁻¹.

Il valore T è la quantità di erosione del suolo che non riduce in modo significativo la produttività del suolo. Varia a seconda del luogo a cui ci si riferisce e della tipologia di suolo.

Terreni poco profondi su substrati rocciosi duri hanno valori T piccoli. Una maggiore perdita di suolo invece può essere tollerata per i terreni spessi e permeabili su materiali parentali non consolidati e più permeabili.

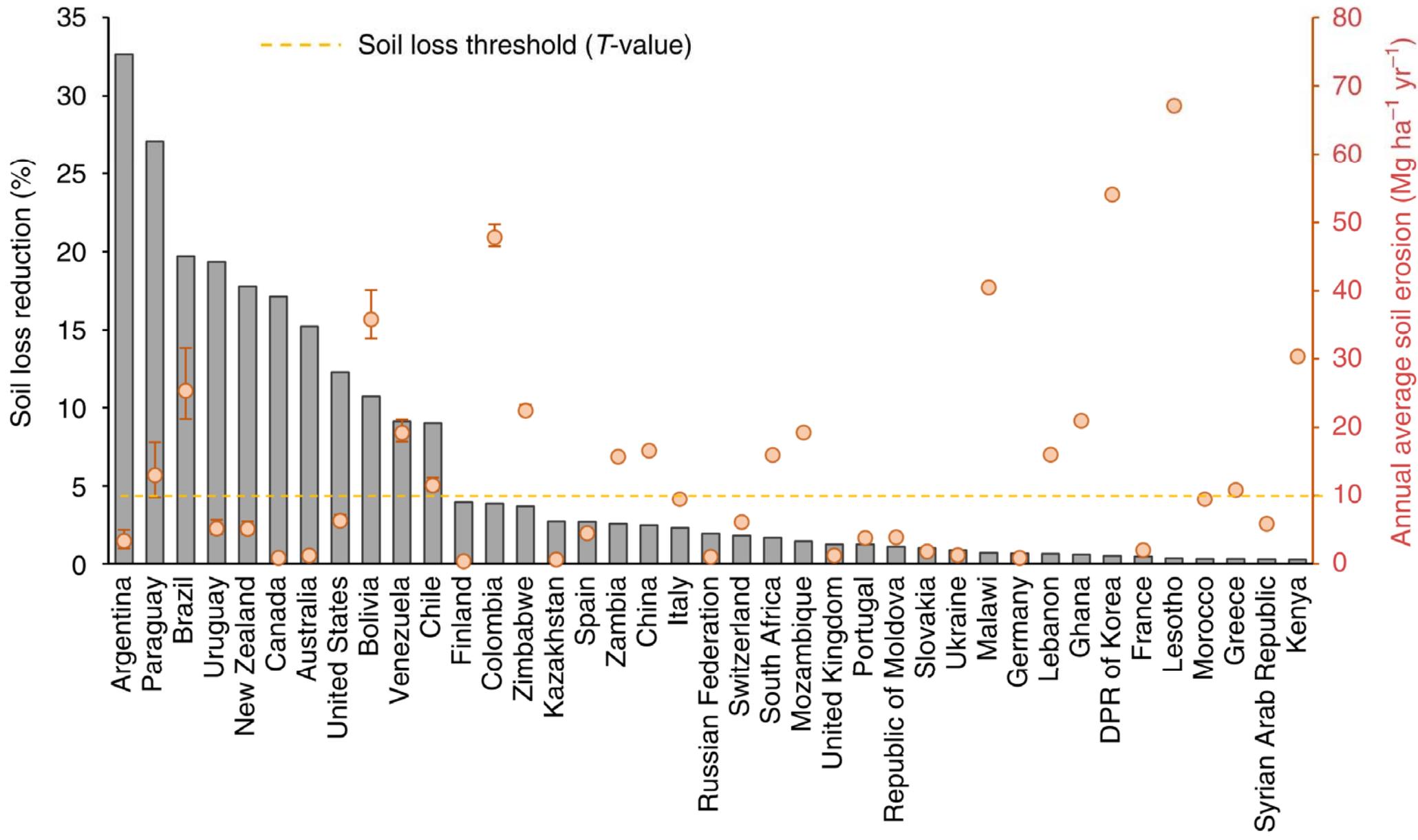
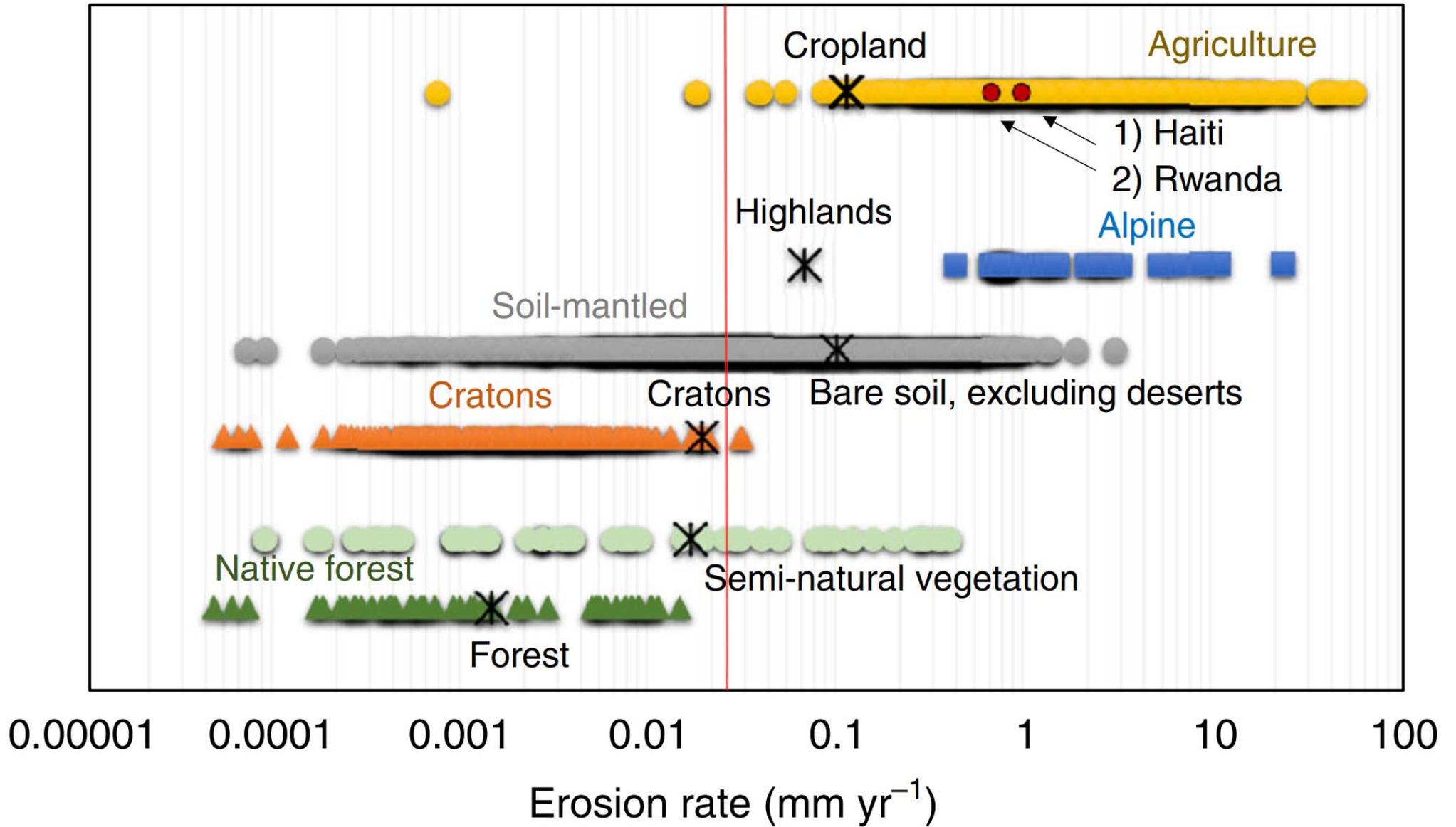


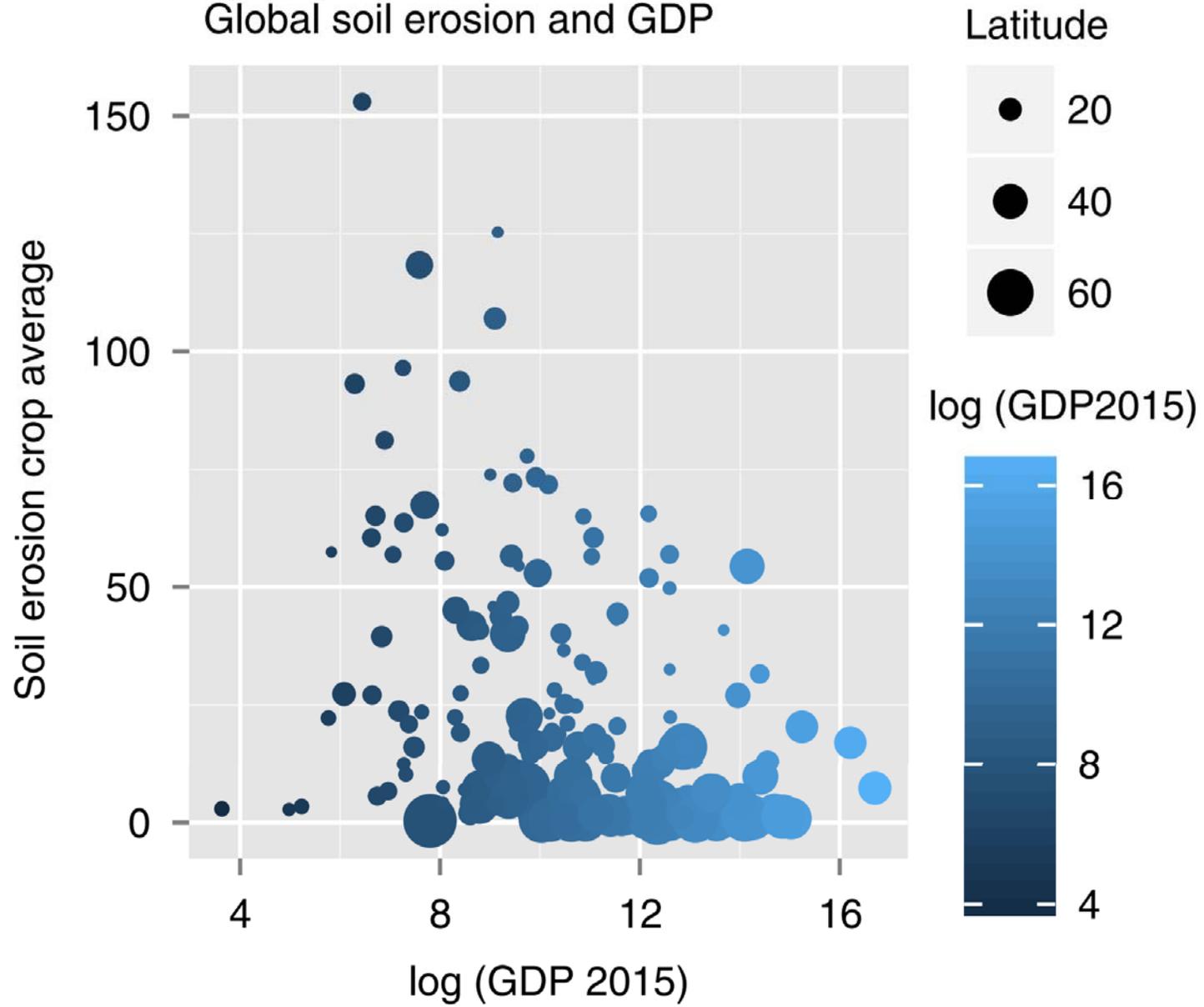
TABLE 2.4.3 Description of the soil erosion database aggregated according to location and land use

| Zone | Land use | No. of entries | Equivalent plot-year | Mean area (m ²) | Mean slope length (m) | Mean slope (%) | Mean rainfall (mm yr ⁻¹) | Mean runoff (mm yr ⁻¹) | Mean erosion (t ha ⁻¹ yr ⁻¹) |
|---------------|--------------------------|----------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|
| Mediterranean | Bare soil | 23 | 246 | 113.9 | 21.0 | 18.0 | 559 | 90.6 | 31.62 |
| | Vineyard | 6 | 101 | 99.4 | 32.2 | 16.4 | 640 | 116.4 | 16.64 |
| | Vineyard + grass | 2 | 6 | 100.0 | 41.8 | 23.5 | 582 | 33.3 | 1.92 |
| | Post-fire | 8 | 112 | 1859.0 | 11.3 | 28.7 | 466 | 40.2 | 1.54 |
| | Forage | 9 | 192 | 500.2 | 34.7 | 17.3 | 661 | 27.6 | 1.35 |
| | Cereal | 18 | 244 | 222.6 | 22.8 | 13.8 | 520 | 24.7 | 0.66 |
| | Shrubs | 31 | 275 | 70.1 | 17.0 | 22.1 | 375 | 9.4 | 0.54 |
| | Grassland | 11 | 142 | 180.8 | 22.9 | 15.6 | 564 | 16.9 | 0.42 |
| | Forest | 4 | 46 | 65.0 | 13.8 | 19.9 | 334 | 8.6 | 0.15 |
| | Orchard | 1 | 18 | 30.0 | 10.0 | 19.0 | 467 | 0.7 | 0.05 |
| | Total/Mean | 113 | 1382 | 281.2 | 21.7 | 18.7 | 500 | 39.8 | 7.87 |
| Other | Vineyard | 4 | 12 | 105.0 | 82.5 | 23.8 | 612 | 21.4 | 24.96 |
| | Bare soil | 31 | 317 | 21.7 | 10.1 | 14.4 | 760 | 93.2 | 17.30 |
| | Maize | 6 | 27 | 38.1 | 12.9 | 9.9 | 676 | 63.7 | 13.95 |
| | Spring crop ^a | 13 | 62 | 375.8 | 43.4 | 11.0 | 749 | 16.1 | 10.64 |
| | Cereal | 18 | 91 | 3059.9 | 52.6 | 11.6 | 739 | 11.6 | 3.53 |
| | Maize + cover | 3 | 21 | 21.2 | 10.9 | 8.7 | 560 | 19.9 | 2.65 |
| | Arable crops | 6 | 139 | 16.0 | 8.0 | 10.8 | 862 | 42.2 | 0.53 |
| | Barley + cover | 1 | 3 | 66.3 | 22.1 | 10.0 | 665 | — | 0.28 |
| | Shrubs | 3 | 8 | 16.0 | 8.0 | — | 780 | 10.8 | 0.13 |
| | Vineyard + grass | 3 | 6 | 105.0 | 76.7 | 24.3 | 608 | 1.0 | 0.02 |
| | Grassland | 5 | 89 | 176.7 | 50.4 | 16.3 | 751 | 0.7 | 0.01 |
| | Forest | 2 | 5 | 16.0 | 8.0 | — | 780 | 0.7 | 0.003 |
| | Total/Mean | 95 | 780 | 691.8 | 30.1 | 13.4 | 738 | 43.0 | 9.83 |
| Grand total | | 208 | 2162 | 466 | 25.7 | 16.4 | 609 | 41.0 | 8.76 |

^aExcept maize, maize + cover and barley + cover classes.



Global soil erosion and GDP



Ridurre l'erosione idrica

Il controllo dell'erosione del suolo da parte dell'acqua si basa sui seguenti principi:

- Ridurre l'impatto della pioggia, fornendo una copertura del suolo, soprattutto durante la stagione piovosa.
- Stabilizzare gli aggregati del suolo: gli aggregati stabili nel suolo sono favoriti da un sufficiente contenuto di sostanza organica. L'aggregazione migliora la porosità e l'infiltrazione, riducendo il deflusso superficiale
- Aumento dell'infiltrazione e la riduzione del deflusso: l'infiltrazione può essere aumentata mediante pacciamatura e la modifica della pendenza. I pacciami organici proteggono il suolo e si impregnano d'acqua. Le terre pianeggianti hanno una capacità di infiltrazione superiore a quelle in pendenza.
- Riduzione della velocità del deflusso: la velocità del deflusso può essere ridotta modificando il grado e la lunghezza della pendenza attraverso terrazzamenti.
- prevenire la concentrazione dell'acqua di deflusso nei rills