

RAPPORTO TRA FRANOSITÀ E CARATTERISTICHE GEO-AMBIENTALI MEDIANTE L'UTILIZZO DEL GIS

Antonio DI LISIO ^(*), Pietro P.C. AUCELLI ^(**) & Filippo RUSSO ^(*)

^(*) Dipartimento di Studi Geologici e Ambientali (DSGA), Università degli studi del Sannio Sannio. Via dei Mulini 59/A – 82100 Benevento. Mail: adilisio@unisannio.it

^(**) Dipartimento STAT – Università degli Studi del Molise – C.da Fonte Lappone – Pesche (IS)

Riassunto

Il presente lavoro è stato condotto nell'area del bacino idrografico del Vallone Grande (Provincia di Campobasso – Molise), al fine di analizzare le relazioni geomorfologiche connesse al rapporto tra franosità e sviluppo ed evoluzione della locale rete drenante. Il reticolo idrografico è stato digitalizzato a mano ed in automatico, mediante estrazione da un Modello Digitale del Terreno (DTM). L'elaborazione dei dati è stata effettuata in ambiente GIS da cui sono stati estratti prodotti cartografici di base e tematici. Questi ultimi sono stati oggetto di numerose intersezioni in ambiente GIS per favorire l'ottenimento di un *dataset* multivariato elaborato con tecniche di analisi statistica bivariata e multivariata. Dal complesso dei dati analizzati si evince che non si ha una informazione esatta circa la distribuzione spaziale dei fenomeni franosi se si considerano solo le interazioni tra questi fenomeni e le proprietà morfolitologiche del bacino. Al contrario, invece, vi è un'ottima corrispondenza tra lo sviluppo dei fenomeni franosi e le condizioni morfologiche in cui versa la rete drenante.

Abstract

The aim of this paper, carried out in the hydrographic catchment area of Vallone Grande near Campobasso (Southern Italy), is to investigate about the geomorphological relationships between landsliding phenomena and the other geoenvironmental dataset (lithological units, acclivity and the properties of the drainage network) characterizing the catchment area. The hydrographic network was built both in a traditional way and by an automatic way, e.g. extracting it from a Digital Terrain Model (DTM). The dataset elaboration has been made with a GIS software producing fundamentals and thematic cartographic layers. The layers obtained have been after crossed (exploiting the intersect function of GIS) to the aim of producing a new multivariate dataset elaborated with a bivariate and multivariate statistical techniques. From the whole analysed dataset comes out that we have not exact informations about the spatial dealing of the landsliding phenomena if we considering only the relationships between these phenomena and the other morpholithological properties of the catchment area. Whereas we have noted a good fitting about the development of the landsliding phenomena and the particular morphometric conditions characterizing the drainage network.

Introduzione

Il deflusso superficiale delle acque, come è noto in letteratura, favorisce la denudazione dei versanti e l'innescarsi di fenomeni erosivi che interessano la coltre superficiale dei versanti con sviluppo di fenomeni gravitativi tipo frane. I rapporti intercorrenti tra la franosità dei versanti lo stato o

l'evoluzione della rete drenante sono difficili da investigare e da analizzare, per cui un modello dell'evoluzione geomorfologica dei versanti, basato su questo rapporto e con dati raccolti ed elaborati in maniera indiretta, in ambito GIS, costituirebbe un sicuro passo avanti nella dimostrazione dell'esistenza di questo rapporto e della sua incidenza nell'evoluzione del locale paesaggio.

Nel presente lavoro, si è analizzato il rapporto tra la franosità e le caratteristiche geo-ambientali di un'area campione del Molise al fine di identificare situazioni in cui la dissezione fluviale può essere la principale causa dell'attivazione di fenomeni franosi.

L'area di studio ricade nel Comune di Civitacampomarano (Provincia di Campobasso – Fig. 1). Il Bacino idrografico esaminato (Vallone Grande, affluente di sinistra del Fiume Biferno) è di circa 53 Km² con una Densità di drenaggio pari a 5,6 Km/Km². Il fondovalle si presenta con un assetto ampio e svasato quasi perfettamente simmetrico ed equidistante dallo spartiacque.

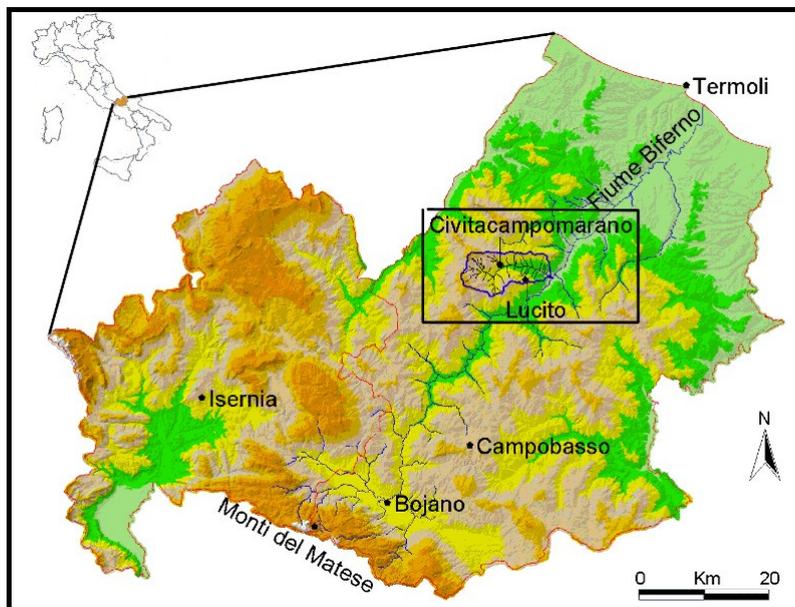


Figura 1 – Ubicazione dell'area studio (riquadro in nero) nell'ambito della Regione Molise.

Si tratta di un'area tipica dell'Appennino molisano prevalentemente montuoso-collinare ed impostata su litologie sciolte di tipo argilloso-marnoso ascrivibili all'Unità tettonica delle Argille Varicolori Scagliose (Salzano, 1997). I fenomeni gravitativi riconosciuti possono essere raggruppati e classificati in colamenti (50% del bacino), scorrimenti (18%) e scorrimento-colamenti (32%). Dal punto di vista geografico essendo un'area interna, essa mostra, da un punto di vista climatico, una marcata escursione termica stagionale. La temperatura estiva si aggira, in media, intorno ai 25 gradi mentre quella invernale si attesta intorno ai 10 gradi. Le precipitazioni sono concentrate prevalentemente durante la stagione autunnale e primaverile. I periodi nevosi, se presenti, durano solamente pochi giorni.

Il complesso dei dati è stato elaborato e gestito in ambiente GIS da cui sono state estratte cartografie sia di base (reticolo idrografico, elementi geomorfologici ...) che tematiche (litologia, pendenze. Esposizione dei versanti, ecc.). in funzione della verifica delle relazioni tra dati geoambientali e sviluppo della franosità.

Materiali e metodi

Le varie carte di base sono state ottenute attraverso l'analisi e successiva digitalizzazione della cartografia IGMI in scala 1:25000 e della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Tali carte

rappresentano i principali tematismi geoambientali caratterizzanti: la Carta del Reticolo idrografico (Fig. 2A) e la Carta delle Unità litologiche (Fig. 2B). Per quanto concerne il *layer* dei movimenti franosi (Fig. 2C), esso è stato ottenuto attraverso l'analisi cartografica e fotointerpretativa nonché il rilevamento sul campo. Successivamente tali movimenti franosi sono stati classificati in relazione alla tipologia secondo quanto noto in letteratura (Varnes, 1978).

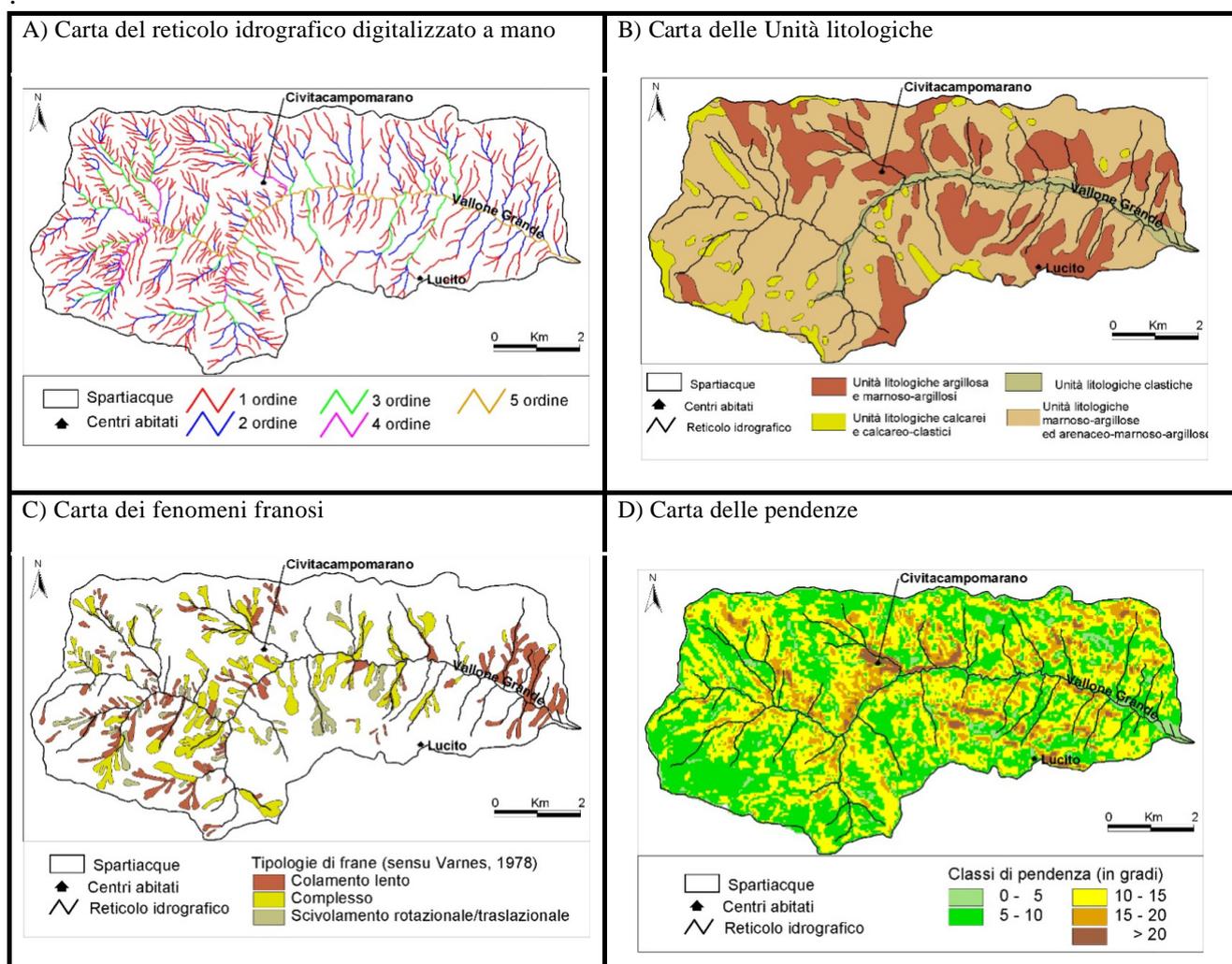


Figura 2 – Cartografia tematica dei dati analizzati nel lavoro

Il geodatabase associato al tematismo del reticolo idrografico è composto da un valore numerico esplicitativo dell'ordine gerarchico dell'asta fluviale (sensu Strahler, 1957) e da un medesimo valore che esprime l'eventuale livello di anomalia gerarchica della medesima asta. Quest'ultimo valore, è stato attribuito tenendo conto del salto di ordine gerarchico di una determinata asta, cioè: un grado di anomalia pari a 1 identifica un'asta di ordine n che confluisce in un'asta di ordine $n+2$. Successivamente è stata eseguita una digitalizzazione delle curve di livello e dei punti quotati dalla cartografia I.G.M.I., al fine di ottenerne un DTM dell'area di 40 metri per pixel. Dal Modello Digitale del Terreno sono state estratte in automatico, sfruttando le funzioni Hydro e Spatial Analyst di ESRI-Arcview 3.1, la Carta della Pendenza (Fig. 2D) e la Carta del reticolo idrografico.

Per estrarre in automatico il reticolo idrografico del bacino esaminato, si è fatto ricorso all'algoritmo noto come "D8" (O'Callaghan e Mark, 1984). Con questo algoritmo si è potuto calcolare la *flow direction* (Fig. 4A), ossia: una carta raster delle direzioni del flusso idrico. Dall'elaborazione in Hydro della Carta della *flow direction* si è ricavato la Carta del reticolo

idrografico (Fig.4B) previo un trattamento correttivo ulteriore del reticolo ottenuto al fine di evitare le false linearità create automaticamente dalla definizione semi-grossolana della cella del DTM.

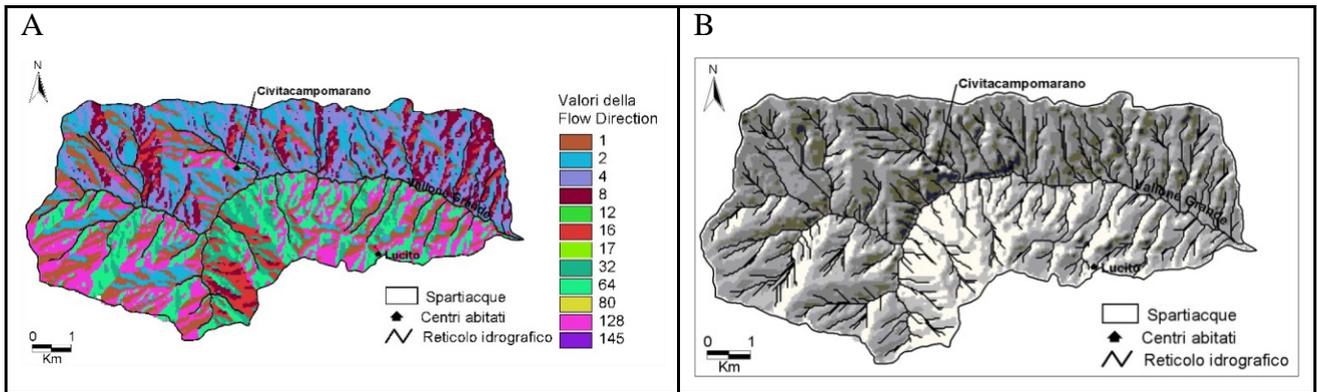


Figura 4 – A) Carta della Flow direction; B) Carta del Reticolo idrografico

Infine, si è proceduto ad un'intersezione, mediante la funzione *inteseq* in ambiente GIS, tra i vari tematismi elaborati (Fenomeni franosi, Unità litologiche, Pendenza e Reticolo idrografico), come in figura 5, per ottenerne le varie relazioni in formato matriciale. Tale set multivariato di relazioni è stato esportato in altri ambienti di calcolo al fine di ottenere un'analisi statistica bivariata e multivariata delle eventuali interrelazioni.

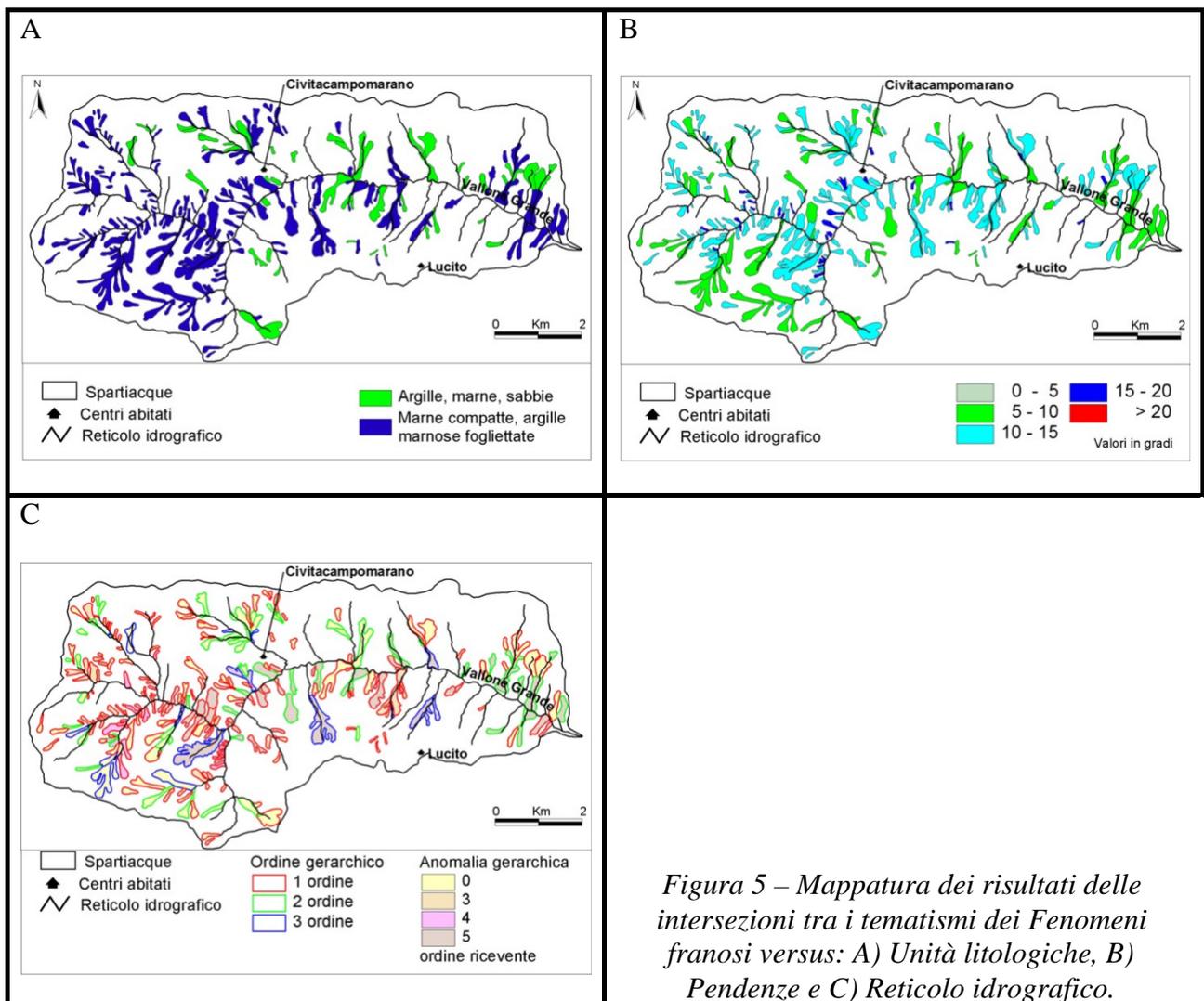


Figura 5 – Mappatura dei risultati delle intersezioni tra i tematismi dei Fenomeni franosi versus: A) Unità litologiche, B) Pendenze e C) Reticolo idrografico.

Risultati

Dall'analisi dei dati si evince che l'area del bacino idrografico esaminato mostra evidenti relazioni tra lo stato e lo sviluppo della rete drenante (Reticolo idrografico) e i fenomeni franosi rilevati. Relazioni che non si evincono palesemente se si analizzano solamente le interazioni tra i fenomeni franosi e le altre caratteristiche geoambientali (Unità litologiche e Pendenza) del bacino idrografico. Infatti, i dati ottenuti evidenziano che l'85% dei fenomeni franosi è localizzato nelle aste fluviali. Di questo valore il 53% è localizzato in corrispondenza delle aste di primo ordine gerarchico (*sensu* Strhaler, 1957), il 28% in quelle di secondo ordine, il 19% in quelle di terzo ordine. Non si rilevano fenomeni franosi in corrispondenza di aste fluviali di ordine maggiore del terzo. Inoltre, le aste di primo ordine e con anomalia gerarchica (*sensu* Strhaler, 1957) pari a uno detengono il 53% dei fenomeni franosi mentre quelle con anomalia gerarchica pari a 3 ne detengono il 26%. Le aste di secondo ordine e con anomalia gerarchica due, invece, detengono l'85% dei fenomeni franosi. Tale risultato è possibile riscontrarlo anche se al reticolo idrografico digitalizzato a mano si sostituisce quello estratto in automatico. Infatti, è stata verificata una notevole corrispondenza tra i dati nel rapporto tra i fenomeni franosi e le due tipologie di reticolo idrografico adottate. La differenza tra i due reticoli idrografici si manifesta come perdita di aste di primo e secondo ordine pari a circa il 30%. Tutto ciò porta ad una riduzione delle percentuali nei rapporti franosità/reticolo idrografico prima enunciati..

Analizzando le relazioni tra i vari dati geoambientali illustrati mediante l'analisi *cluster*, si ottengono ulteriori e notevoli informazioni tra le varie tipologie di frana riconosciute e il loro rapporto con gli altri dati geoambientali (Tab. 1).

PENDENZA	RETICOLO		MARNE	ARGILLE
	Ordine	anomalia		
5-10	1	bassa/nulla	Colamento e Scorrimento-colamento	Colamento e Scorrimento traslativo
	1	alta	Colamento (Scorrimento traslativo)	nulla
	2	bassa/nulla	Colamento	nulla
	2	alta	Colamento	Colamento e Scorrimento-colamento
	3	X	nulla	Scorrimento-colamento
10-15	1	bassa/nulla	Colamento e Scorrimento traslativo	Colamento e Scorrimento-colamento
	1	alta	Colamento (Scorrimento-colamento)	Complesso e Scorrimento traslativo
	2	bassa/nulla	Colamento e Scorrimento-colamento	Colamento e Scorrimento-colamento
	2	alta	Colamento e Scorrimento-colamento	Colamento e Scorrimento-colamento
	3	X	Scorrimento-colamento	Scorrimento-colamento
15-20	1	bassa/nulla	Colamento (Scorrimento-colamento)	nulla
	1	alta	Colamento (Scorrimento-colamento)	nulla
	2	bassa/nulla	Colamento	nulla
	2	alta	Scorrimento-colamento	nulla
	3	X	Scorrimento-colamento	nulla

Tabella 1 – Tabella esplicativa dei cluster che evidenzia il rapporto tra tipologie di frana, Pendenza, Ordine ed Anomalia gerarchica delle aste fluviali e Unità litologiche.

In conclusione, si può affermare che vi è una marcata differenza tra le aste anomale di basso grado, presenti nelle zone di testata del reticolo idrografico o lungo i fianchi vallivi svasati dove predominano fenomeni franosi del tipo scorrimento traslativo e colamento (Fig. 6A). Le aste con grado di anomalia più alto caratterizzano i tratti di versante più acclivi (faccette di interfluvio o scarpate) su cui sono localizzati prevalentemente fenomeni franosi di tipo scorrimento-colamento o solo colamento (Fig. 6B).

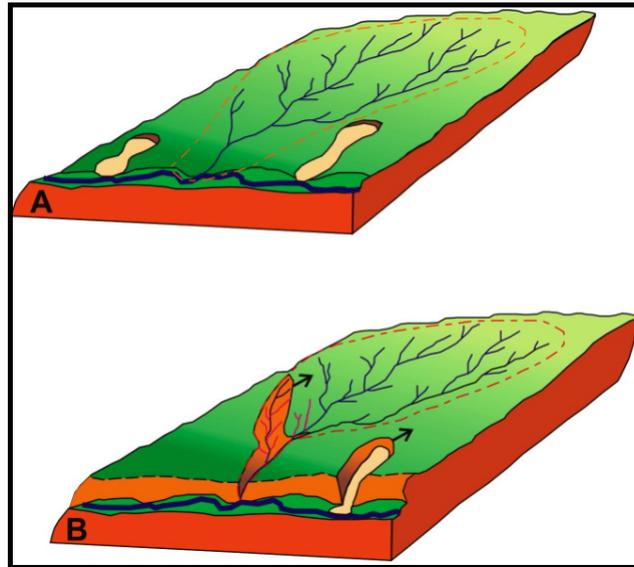


Figura 6 – Rapporti tra pendenza, reticolo fluviale e movimento franoso

Conclusioni

I risultati di questo lavoro confermano l'interazione tra i fenomeni franosi e lo sviluppo della rete drenante. Infatti, nell'area di studio, questa relazione è particolarmente manifesta nelle aste di basso ordine sia anomale che non o lungo scarpate di erosione e in posizione di testata valliva o sui fianchi vallivi molto svasati. Tutto ciò permette di affermare che in simili contesti bacinali, ai fini di un possibile monitoraggio e mitigazione del dissesto idrogeologico, le zone interessate da diffusa franosità sono associate allo sviluppo delle aste fluviali di basso ordine gerarchico.

Bibliografia

- O'Callaghan, J. F. and D. M. Mark, (1984), "The Extraction of Drainage Networks From Digital Elevation Data," *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 28: 328-344.
- Salzano M. (1997), "La tendenza al franamento nel bacino molisano in rapporto alle formazioni strutturalmente complesse affioranti: argille varicolori; flysch", *Acc. Naz. Lincei* 134. 285-290.
- Strahler A.N. (1957), "Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology", *Trans. Am. Geoph. Un.* 38, 913-920.
- Varnes D. J. (1978), "Slope movement types and processes", In: *Landslides; analysis and contro* pp. 11-33. *Transp. Res. Board Sp. Rep.*, 176, Nat. ac. Of Sc., ed. da Schuster R.L. & Krizek R.J., Washington.