



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA

Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica

Ciclo XXV

Analisi dei processi morfotettonici finalizzata alla mappatura della pericolosità geologica in un settore dell'arco calabro meridionale

Dott. Salvatore Scudero

Coordinatore:

Prof. Carmelo Monaco

Tutor:

Prof. Giorgio De Guidi

Co-tutor:

Prof. Giovanna Pappalardo

INDICE

Estratto

1. INTRODUZIONE

1.1. Significatività del problema e obiettivi	8
1.2. Outline	9

2. FRANE E SUSCETTIBILITA': CONCETTI GENERALI

2.1. Fenomeni franosi	12
2.1.1. Cause	12
2.1.2. Fattori innescanti o aggravanti.....	13
2.1.3. Tipologie di frana.....	15
2.2. Mitigazione e prevenzione – Come ridurre gli effetti delle frane.....	20
2.3. Suscettibilità da frana	20
2.3.1. Metodi.....	22
2.3.2. Scala di applicazione.....	25
2.3.3. Unità di mappa.....	26

3. DESCRIZIONE AREA DI STUDIO

3.1. Inquadramento geodinamico dell'Arco Calabro.....	28
3.2. Tettonica recente e attuale	30
3.2.1. Analisi mesostrutturale.....	34
3.3. Geologia dei Monti Peloritani.....	38
3.4. Geomorfologia dei Monti Peloritani.....	40
3.4.1. Caratteristiche generali.....	40
3.4.2. Tipologie di dissesto.....	42
3.5. Processi di alterazione.....	43
3.5.1 Colluvium.....	51
3.6. Dissesti.....	55
3.7.1. Caratterizzazione di una colata detritica.....	56
3.7. Analisi morfometrica.....	63

4. PREPARAZIONE DEI DATI	
4.1. Catalogo fenomeni franosi	69
4.2. Geologia	70
4.3. Caratteristiche geomeccaniche	73
4.3.1. Rock Mass Rating (RMR).....	74
4.3.2. Mappa delle caratteristiche geomeccaniche.....	78
4.4. Geomorfologia	80
4.4. Fattori derivati da DEM	80
5. APPLICAZIONE DI METODI PER LA VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITA'	
5.1. Analisi e mappatura della suscettibilità	84
5.1.1. Statistical Index Method.....	85
5.1.2. Probability Method.....	87
5.2. Risultati	90
5.2.1. Tasso di successo.....	92
5.3. Validazione	95
5.3.1. Capacità di previsione.....	96
6. RISULTATI E CONSIDERAZIONI	
6.1. Applicazioni e sviluppi	102
6.2. Implicazioni tettoniche	103
6.3. Valutazione della suscettibilità a scala regionale	107
6.3.1. Metodologia.....	108
6.3.2. Fattori.....	109
6.3.3. Elaborazioni.....	120
6.3.4. Risultati.....	126
7. CONCLUSIONI	
7.1. Riassunto e considerazioni conclusive	134
7.2. Lavori futuri	135
BIBLIOGRAFIA	137
APPENDICE	159

Estratto

Lo spunto al presente lavoro di tesi è rappresentato dai numerosi dissesti che hanno interessato il versante orientale dei Monti Peloritani a seguito di eccezionali eventi meteorici nell'ultimo decennio, ed in particolare quelli (>1200) verificatisi nel mese di Ottobre 2009. Questi dissesti, e in generale tutti gli eventi simultanei, costituiscono un ottimo data-set per comprendere quali siano stati i fattori geologici e geomorfologici che hanno contribuito alla formazione di quello scenario.

Combinando il catalogo degli eventi con i fattori predisponenti i dissesti attraverso l'uso di più tecniche statistiche, sono stati prodotti dei modelli di suscettibilità alle frane superficiali. Per i modelli elaborati si è verificato un ottimo grado di affidabilità, infatti metà dei dissesti (50%) è compresa nel 26,1% dell'area a più alta suscettibilità. Nel 10% di territorio maggiormente suscettibile è compreso circa un quarto (24,8%) di tutti i dissesti. Inoltre, l'area classificata come suscettibile o molto suscettibile racchiude l'84,4% di tutti i dissesti mappati, mentre solamente l'1,8% di questi è mappato nella classe a suscettibilità più bassa. Non esistono soglie predefinite che descrivono il livello di qualità di un modello di suscettibilità, ma sulla base dei modelli prodotti in letteratura, il modello prodotto può essere definito "*molto soddisfacente*" (successo >80%).

Per avere un prodotto attendibile ed esportabile è necessario sottoporlo a una verifica obiettiva. A tal fine l'area in studio è stata suddivisa in una zona di "training", nella il modello è stato prodotto, e in una zona di "test", nel quale ne è stata verificata la capacità di previsione tramite un confronto con informazioni indipendenti dalla produzione del modello stesso. Per due distinte aree di test solamente pochi dissesti (6% e 4%) ricadono nelle zone classificate a più bassa suscettibilità, mentre il 71% e il 65% dei dissesti sono correttamente classificati dal modello poiché ricadono in porzioni di territorio classificate con suscettibilità alta o molto alta. Pertanto, anche in aree esterne il modello è in grado di fornire risultati considerevoli.

L'elaborazione e la validazione del modello di suscettibilità ha consentito di ottenere due risultati principali. Per primo, sono state identificate con precisione le aree con maggiore probabilità d'essere soggette a dissesti futuri (circa il 15% del territorio caratterizzato da pericolosità molto alta) e risultano potenzialmente identificabili anche quelle in aree geologicamente e geomorfologicamente affini. Successivamente, è stato possibile investigare la relazione che esiste tra la combinazione di fattori che maggiormente favoriscono il dissesto e i processi legati

alla tettonica attiva del settore orientale dei Monti Peloritani. Nel caso in esame le combinazioni di fattori che rendono un versante maggiormente instabile consistono generalmente in litotipi che nel tempo hanno acquisito caratteristiche geomeccaniche qualificabili come scarse o molto scarse, soprattutto filladi (Unità Mandanici) e Paragneiss (Unità Aspromonte), versanti caratterizzati da pendii ripidi (35° - 45°), prevalentemente ricoperti da coltri colluviali o da altri depositi di materiale sciolto, localizzati lontano dalla rete di drenaggio. Si è provato quindi ad osservare il verificarsi di queste combinazioni considerando l'eredità geologica e la dinamica attiva, sia regionale che locale, dei Monti Peloritani.

L'idea consiste nel considerare che dietro i fattori che determinano le instabilità giocano un ruolo fondamentale sia la storia geologica passata che la tettonica recente. In particolare si registrano gli effetti di un lento ma inesorabile processo di trasformazione fisica, chimica e strutturale di quello che può essere definito il "layer superficiale", nonché dell'intera struttura morfologica. Nell'area dell'Arco Calabro, ed in particolare in quella peloritana, numerosi studi hanno esaminato, con approcci differenti, le relazioni tra tettonica e processi superficiali; allo stesso modo questo studio ha valutato la possibilità di sfruttare l'analisi di suscettibilità come strumento per investigare il ruolo dell'attività tettonica sull'evoluzione morfologica del paesaggio.

La deformazione tettonica verticale che ha interessato l'area a partire da circa 600 ka e che ha fatto registrare un sensibile incremento negli ultimi 125 ka, ha contribuito al ringiovanimento topografico del rilievo, innescando intensi processi erosivi e consentendo il rilascio del carico litostatico. Lo scarico delle tensioni favorisce la creazione negli ammassi rocciosi di una fitta rete di discontinuità superficiali (unloading joint). Il processo di denudazione è favorito anche dalle condizioni geologiche: rocce metamorfiche facilmente alterabili e intensamente deformate. Il rilascio litostatico e l'erosione amplificano vicendevolmente i propri effetti, innescando così un "loop" della degradazione e l'accelerazione dei processi di versante, laddove la normale evoluzione del rilievo si esplica attraverso cicli più lenti di accumulo e mobilitazione del materiale superficiale degradato.

Tenendo in considerazione tutti questi processi è possibile legare in maniera indiretta l'attività tettonica con i fattori geologico-ambientali quali ad esempio l'esposizione, la pendenza e la distanza dal reticolo di drenaggio. Di conseguenza, si intuisce che l'influenza della tettonica, e la sua variazione nel tempo e nello spazio

debba essere presa in considerazione come fattore predisponente nei futuri studi di suscettibilità partendo da valutazioni a piccola scala.

Dimostrando l'influenza dei processi tettonici su quelli superficiali, è stato quindi possibile proporre un modello che includa la variazione nello spazio di un "fattore tettonico". Questo tipo di approccio è una novità negli studi di suscettibilità a scala regionale nei quali, ad oggi, è stato considerato come unico fattore legato alla tettonica attiva lo scuotimento al suolo conseguente all'attività sismica di strutture sismogeniche attive che potenzialmente interagiscono con l'area in studio. Quest'ultimo è però un fattore innescante i dissesti, e quindi non descrive la propensione effettiva del territorio ai dissesti stessi.

In questo studio si è invece considerata la variazione spaziale del sollevamento tettonico, che si ritiene essere il processo dominante nell'area. Questo fattore vuole esprimere il "potenziale morfogenetico" che la deformazione verticale esercita sul territorio.

È stato quindi elaborato un modello empirico per il versante orientale dei Monti Peloritani e parte di quello settentrionale, sulla base dei modelli statistici a scala maggiore. Sono state effettuate diverse elaborazioni tramite confronti con l'inventario dei dissesti (1230 eventi censiti) nel tentativo di calibrarlo per massimizzarne le prestazioni. Il limite di tale operazione sta nel fatto che il catalogo utilizzato presenta una copertura ridotta rispetto all'estensione complessiva. Sono state comunque prodotte le curve del tasso di successo al fine di confrontare tra loro le varie elaborazioni ed avere un'idea delle prestazioni fornite da questo approccio. I risultati delle curve per le diverse elaborazioni risultano tra loro comparabili; ciò è ascrivibile ad una corretta selezione dei fattori ed alla precisa mappatura della loro variazione spaziale. I risultati sono però leggermente inferiori al modello specifico (i.e. modello statistico); è probabile che ciò sia dovuto solamente alla "incapacità" di esplorare le relazioni tra i dissesti e tutti i parametri in gioco proprio per la limitata estensione del catalogo dei dissesti.

L'utilizzo di nuovi cataloghi, estesi su tutti i Monti Peloritani, potrà essere in grado di affermare la bontà del modello e di questo nuovo tipo di approccio.