

INTERAZIONE TRA CENTRI ABITATI ED EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA DEI VERSANTI: ALCUNI ESEMPI IN SILA GRANDE (COSENZA, ITALIA MERIDIONALE)

L. Cascini⁽¹⁾ - S. Critelli⁽²⁾ - S. Di Nocera⁽³⁾ - G. Gullà⁽²⁾ - F. Matano⁽³⁾

⁽¹⁾Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria, Università della Basilicata, Potenza

⁽²⁾Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rende (Cosenza)

⁽³⁾Dipartimento di Scienze della Terra, Università Federico II, Napoli

RIASSUNTO - *Interazione tra centri abitati ed evoluzione geomorfologica dei versanti: alcuni esempi in Sila Grande (Cosenza, Italia meridionale)* - *Il Quaternario* 7(1), 1994, 437-444 - Nell'ambito di studi interdisciplinari volti all'analisi della franosità in gneiss alterati affioranti in Sila Grande, si sono evidenziati alcuni casi di interazione tra centri abitati ed evoluzione morfologica dei versanti. Vengono descritti due esempi significativi, relativi agli abitati di Altavilla e San Pietro in Guarano. Il versante risulta essere un elemento attivo del territorio, che condiziona lo sviluppo dell'attività antropica; in alcuni casi, però, la stessa evoluzione del versante risulta essere fortemente influenzata dall'intervento umano.

ABSTRACT - *Interaction between inhabited areas and geomorphological slope evolution: examples from the Sila Grande (Cosenza, Southern Italy)* - *Il Quaternario* 7(1), 1994, 437-444 - This paper deals with cases of interaction between inhabited areas and geomorphological slope evolution in Sila (Calabria, Southern Italy). In the study area, deep weathering processes have developed in gneiss and numerous instability phenomena of impulsive character are present. The evolutionary outline of slopes is described since Würm II - Würm III Interglacial Stage. Although the natural slope evolution interacts with the growth of towns and villages, human intervention may condition slope evolution and, in particular, landslide activity. Two examples of such relationships are described: *i.e.*, the "San Pietro in Guarano" and "Altavilla" landslides. These two study cases suggest that slopes need be considered as active and dynamic elements of a landscape. Slopes directly control anthropic activities but, sometimes, may be strongly influenced by anthropic action.

Parole chiave: Franosità, centri abitati, Sila, Italia

Key-words: Landsliding, inhabited areas, Sila, Italy

1. INTRODUZIONE

Nelle zone interne dell'Appennino meridionale, gli insediamenti urbani si sono sviluppati in prevalenza nei settori storicamente stabili dei versanti, generalmente costituiti da crinali e dorsali collinari; ciò nonostante oggi numerosi centri abitati sono coinvolti da movimenti franosi, talora di notevole entità. Le cause di tale apparente incongruenza possono essere varie: il naturale ampliamento di fenomeni franosi preesistenti che giungono a coinvolgere settori del versante in precedenza stabili, l'espansione degli insediamenti umani in settori del versante già coinvolti da fenomeni di dissesto oppure l'accelerazione o la riattivazione di dissesti quiescenti ed infine la determinazione di nuovi fenomeni franosi a seguito dell'intervento antropico sul versante.

Due esempi di tali fenomenologie, riconosciuti in Calabria settentrionale, sono illustrati nella presente nota. I casi descritti rientrano in un'area campione della Sila Grande, oggetto di studi multidisciplinari da alcuni anni (Cascini *et al.*, 1991; 1992a; 1992b). L'area è ubicata in destra orografica del fiume Crati, sul versante occidentale della Sila Grande (Fig. 1). Il Massiccio silano è costituito prevalentemente da rocce cristalline, in cui i recenti eventi tettonici e climatici (Sprovieri, 1990; Palmentola *et al.*, 1990; Lanzafame & Tortorici, 1981; Matano & Tansi, 1992) hanno prodotto un profondo e complesso profilo di alterazione ed una diffusa franosità, che in numerosi casi interferisce con l'ambiente costruito, andando ad interessare sia il centro storico che le aree di recente espansione degli abitati.

2. IL PROFILO DI ALTERAZIONE

Nell'area studiata affiorano rocce gneissiche paleozoiche con caratteri litologici e petrografici assai variabili (Critelli *et al.*, 1991b). L'intensa attività tettonica ha determinato negli gneiss vari sistemi di fratturazione (Matano & Tansi, 1992), favorendo lo sviluppo di profondi processi di degradazione meteorica delle rocce.

La ricostruzione del profilo di alterazione, seppur poco agevole, risulta di fondamentale importanza nell'analisi dei fenomeni franosi che interessano le rocce cristalline. Si è pertanto messa a punto una classifica del grado di alterazione degli gneiss, descritta in Cascini *et al.* (1992b), basata su osservazioni qualitative e semiquantitative secondo criteri geolitologici, petrografici e geotecnici, che ha permesso di individuare e cartografare sei classi di alterazione. Nella **classe I** gli gneiss non presentano segni visibili di alterazione o decolorazione, mentre nella **classe II** gli gneiss sono decolorati solo lungo le discontinuità. Nella **classe III** gli gneiss risultano quasi completamente decolorati pur presentando ancora i caratteri di una roccia a comportamento lapideo. Nella **classe IV** gli gneiss sono completamente decolorati ed intensamente alterati e presentano i caratteri di una roccia tenera. Nella **classe V** gli gneiss, essendo completamente disgregati, hanno la consistenza di un terreno, pur conservando i caratteri tessiturali e strutturali della roccia. Nella

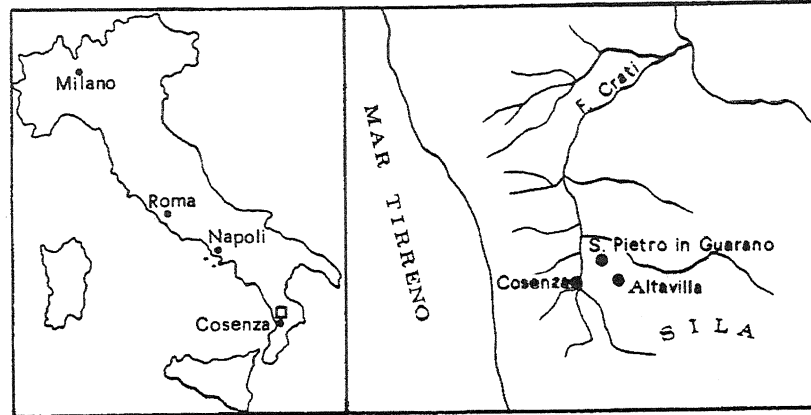


Fig. 1 - Localizzazione dell'area di studio.
Location of the study area.

classe VI gli gneiss sono ridotti ad un terreno residuale, in cui è completamente distrutta l'originaria tessitura della roccia; in questa classe sono inoltre incluse le colluvioni, costituite da terreno di alterazione degli gneiss trasportato da processi di versante. La sperimentazione fin qui condotta (Cascini & Gullà, 1993) ha infatti indicato, complessivamente, dei comparabili parametri fisico-meccanici per i due tipi di terreno.

In affioramento risultano prevalere gli gneiss altamente alterati (classe IV) e gli gneiss completamente alterati o saproliti (classe V); sono presenti inoltre i terreni residuali e colluviali (classe VI) ed in più limitata percentuale gli gneiss moderatamente alterati (classe III), mentre risultano del tutto assenti gli gneiss "freschi" (classe I) e gli gneiss debolmente alterati (classe II), ritrovati solo in sondaggi a profondità superiori ai 30-40 m.

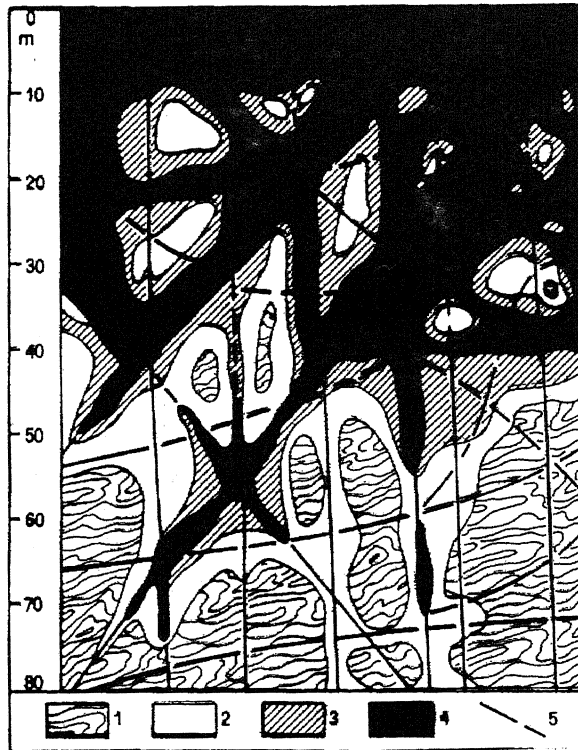


Fig. 2 - Schema del profilo di alterazione degli gneiss affioranti nell'area di studio. 1) Gneiss "fresco" o debolmente alterato (classi I e II); 2) Gneiss alterato (classi III e IV); 3) Saprolite (classe V); 4) Terreno residuale e colluvione (classe VI); 5) Faglie e fratture.

Schematic outline of the weathering profile of gneiss outcropping in the study area. 1) Fresh or slightly weathered gneiss (classes I and II); 2) Weathered gneiss (classes III and IV); 3) Saprolite (class V); 4) Residual soil and colluvium (class VI); 5) Faults and joints.

L'individuazione dell'andamento degli orizzonti di alterazione, mediante i rilievi di dettaglio e lo studio dei fronti rocciosi e delle stratigrafie dei sondaggi meccanici, e l'analisi strutturale delle masse rocciose hanno permesso di ricostruire il profilo di alterazione che caratterizza l'area di studio (Fig. 2). Lo spessore complessivo degli gneiss alterati è pari a circa 60 m ed il profilo di alterazione assume un andamento complesso e variabile da sito a sito (Cascini *et al.*, 1992b). In particolare il grado di alterazione degli gneiss aumenta con la profondità ed è fortemente influenzato dagli elementi strutturali presenti nell'ammasso roccioso. Lungo una data verticale è possibile rinvenire orizzonti di alterazione fuori sequenza, che originano una parziale o anche completa inversione del profilo di alterazione "normale". Gli orizzonti litologici, inoltre, non presentano un'ampia continuità laterale; in particolare, in corrispondenza delle principali discontinuità strutturali, essi sono intersecati da fasce di terreni saprolitici e residuali di ampiezza variabile e da fasce di materiale cataclastico (*fault breccia*), interessate da attiva circolazione idrica. Talora lungo le superfici di discontinuità tettonica sono evidenti anche livelli centimetrici di argilliti cataclastiche (*fault gouge*) che formano limiti impermeabili.

3. MORFOLOGIA E FRANOSITA'

Il paesaggio del territorio studiato presenta nel complesso un andamento molto accidentato. Il sollevamento legato alla tettonica del Quaternario, valutato superiore ai 500 m, ha avuto un forte controllo sulla morfologia e sull'idrografia, che presenta un *pattern* angolato con corsi d'acqua incisi. I versanti sono caratterizzati da un profilo topografico irregolare, con discontinuità altimetriche e gradini anche di molte decine di metri. Diffuse sono forme del tipo vallecola a conca o *hollows*, descritte in Dietrich *et*

al. (1987); spesso tali forme sono riempite da terreni colluviali (classe VI) o da detrito di varia natura (paleovallecole o conche sepolte) e costituiscono aree particolarmente predisposte al dissesto.

I versanti sono interessati da una diffusa franosità, talora poco evidente o completamente mascherata a causa del carattere intermittente dei movimenti franosi. Tali frane, infatti, si sviluppano e si esauriscono rapidamente, lasciando intercorrere lunghi intervalli di tempo tra le successive rimobilizzazioni, cosicché durante il periodo di inattività si attuano dei modellamenti che possono cancellare in parte o del tutto l'originaria conformazione da frana.

Si sono riconosciute due tipologie di dissesto. La prima è costituita da movimenti delle coperture colluviali, residuali e saprolitiche (classi VI-V), che si sviluppano come scorrimenti in roccia sciolta, talora estremamente superficiali ed evolvono in colate; essi si realizzano con maggior frequenza nell'ambito delle vallecole a conca e delle conche sepolte. La seconda è costituita da fenomeni di instabilità in roccia alterata e fratturata (roccia da lapidea a tenera, classi III e IV, e talora saprolite, classe V), con scorrimenti lungo superfici di discontinuità preesistenti; essi individuano lungo i versanti una serie di gradini ribassati verso il fondovalle e varici in roccia degradata.

4. EVOLUZIONE MORFOLOGICA DEI VERSANTI

L'evoluzione naturale del versante può interferire con le attività antropiche, legate allo sviluppo degli insediamenti urbani. Negli ultimi decenni, però, sono sempre più frequenti i casi in cui l'attività antropica interagisce con il territorio, accelerando o modificando i processi in corso di evoluzione sui versanti. Un esempio può essere costituito dalle frane causate da azioni antropiche quali disboscamenti e sbancamenti lungo i versanti.

In base al quadro appena delineato, risulta importante riuscire a ricostruire un modello evolutivo dei versanti, nel quale vengano individuati e descritti in maniera schematica i principali processi naturali intervenuti nella definizione dell'attuale assetto del territorio. In tal modo risulta anche possibile individuare gli eventuali effetti negativi dell'intervento umano.

Per i versanti dell'area studiata si è proposto uno schema evolutivo (Cascini *et al.*, 1992b), a partire dalle condizioni ambientali ipotizzate per lo stadio interglaciale Würm II - Würm III. In tale fase le porzioni alte dei versanti erano ricoperte da potenti orizzonti di terreno residuale e saprolitico (classi VI e V), accumulatisi per gli intensi processi di alterazione della roccia, sviluppatasi a partire dal Miocene superiore (Guzzetta, 1974) e non completamente asportati, mentre lungo i fondovalle si attuava una erosione di tipo lineare (Fig. 3A).

Durante il successivo stadio freddo Würm III, nelle parti alte dei versanti prevalevano intensi processi di alterazione fisica e di erosione mentre nei fondovalle si accumulavano cospicue coltri detritiche (Fig. 3B). Con l'*Optimum* climatico, una maggiore circolazione idrica su tutto il territo-

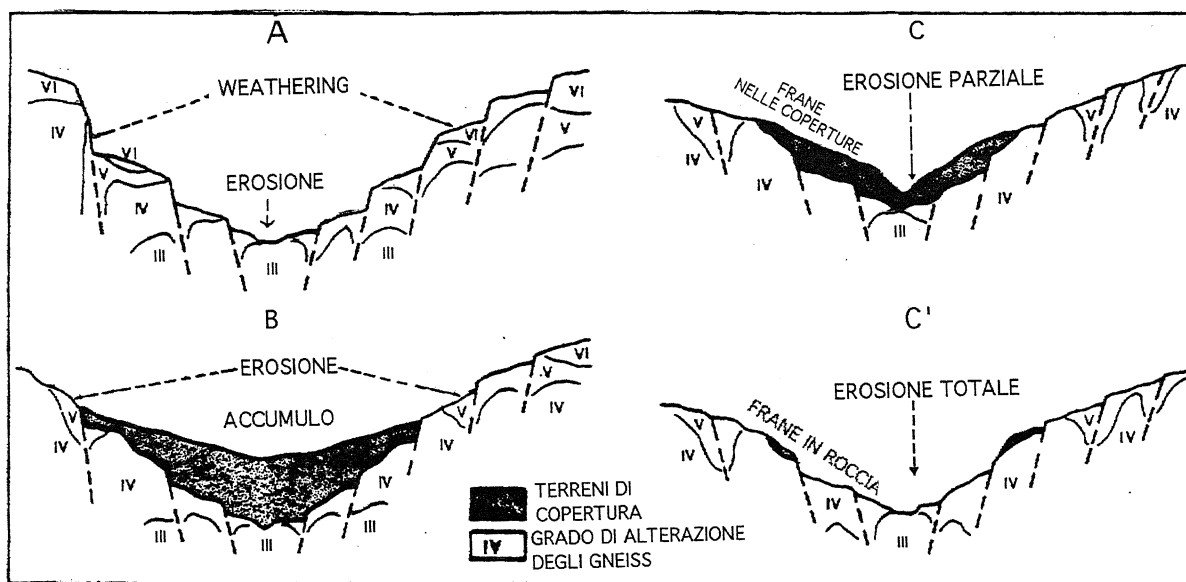


Fig. 3 - Schema evolutivo ipotizzato per i versanti dell'area di studio. A) Situazione relativa allo stadio interglaciale Würm II - Würm III; B) Situazione relativa allo stadio glaciale Würm III; C) Situazione relativa all'*Optimum* climatico con parziale erosione dei terreni di copertura nel fondovalle; C') Situazione relativa all'*Optimum* climatico con totale erosione dei terreni di copertura nel fondovalle.

Evolutional outline of slopes in the study area. A) Development stage of the weathering profile on the slopes and of downcutting along the river bed (Würm II - Würm III); B) Stage of physical degradation of gneiss and of refilling of the valley bottom (Würm III); C) Partial erosion of detrital covers and downcutting of the valley bottom, with soils involved in landsliding (Climatic Optimum); C') Total erosion of the detrital covers and downcutting of the valley bottom, with rocks involved in landsliding (Climatic Optimum).

rio ha comportato la reincisione e l'evacuazione dei depositi detritici di fondovalle (Fig. 3C e 3C'). Dove le portate dei corsi d'acqua erano consistenti si è realizzata una completa erosione degli accumuli detritici depositi nella fase precedente, con conseguente ulteriore approfondimento dell'alveo fluviale (Fig. 3C'); lungo le aste torrentizie caratterizzate da limitate portate si è verificato, al contrario, solo una parziale evacuazione delle coltri detritico-colluviali (Fig. 3C).

5. INTERAZIONE TRA CENTRI ABITATI ED EVOLUZIONE DEI VERSANTI

Nell'ambito del quadro morfoevolutivo delineato e con riferimento all'area di studio, la problematica dei centri abitati instabili è riconducibile a due principali situazioni. La prima è da porre in relazione all'espansione degli insediamenti umani con notevole rapidità senza una adeguata valutazione delle condizioni di stabilità delle aree interessate dall'urbanizzazione, mentre la seconda è legata all'ampliarsi nel tempo di antichi dissesti che giungono a coinvolgere porzioni di centri abitati in precedenza stabili. Nell'area di studio si segnalano due casi esemplificativi di tali rapporti.

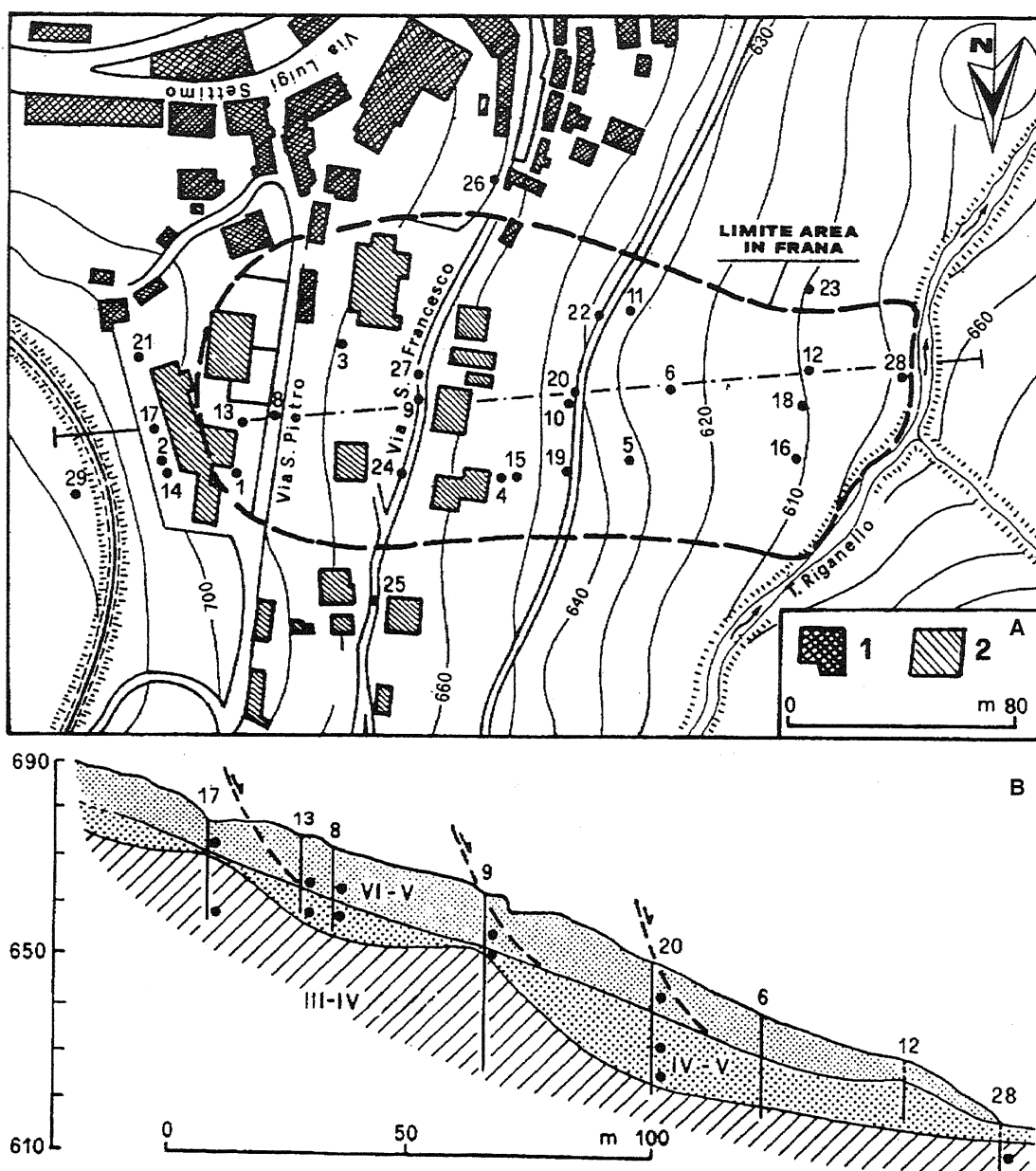


Fig. 4 - Pianta (A) e sezione schematica (B) relative alla frana che coinvolge il settore di recente edificazione dell'abitato di San Pietro in Guarano. 1) Edifici del centro storico, anteriori al 1950; 2) Edifici costruiti tra il 1950 ed il 1980.

Map (A) and schematic section (B) of the landslide that involves the portion of recent construction of San Pietro in Guarano. 1) Buildings of the historical part of the town, dating before 1950; 2) Buildings dating between 1950 and 1980.

Il paese di San Pietro in Guarano rappresenta il caso di una recente espansione dell'abitato in un settore del versante già interessato da fenomeni di instabilità (Fig. 4a). Il dissesto in questione è costituito da una serie di scorrimenti retrogressivi, che coinvolgono saprolite e terreni residuali e colluviali (classi V-VI) e coltri detritiche di varia alterazione per uno spessore di 20-25 m (Fig. 4b). Il substrato meno alterato presenta una morfologia sepolta ribassata verso valle da vari gradini su cui si imposta una paleovallecola a conca; gli incrementi delle pressioni neutre, legati ad innalzamenti dei livelli piezometrici della falda sotterranea, e l'azione di scalzamento al piede operata dal torrente Riganello costituiscono le cause determinanti il dissesto.

La frana ha subito nel corso dell'ultimo secolo almeno due riattivazioni; l'ultima si è verificata a seguito di intense e prolungate precipitazioni nel gennaio 1981, ed ha causato ingenti danni agli edifici presenti nell'area, alcuni dei quali sono stati evacuati.

Il dissesto presenta una attività intermittente con tempi di ritorno, stimati in base a studi idrologici (Cascini & Versace, 1988), superiori ai 50 anni. I lunghi periodi di quiescenza e la piccola entità degli spostamenti (solo alcuni decimetri) consentono un sostanziale modellamento del territorio con l'obliterazione degli indizi morfologici della frana. In tal modo il dissesto viene completamente mascherato e ne risulta elevato il locale rischio. Il caso in esame ben illustra, quindi, l'importanza di una attenta indagine sulle condizioni di stabilità dei versanti che preceda la loro urbanizzazione.

Il secondo caso segnalato, relativo all'abitato di Altavilla, rappresenta, invece, un esempio di interferenza tra ambiente fisico ed ambiente costruito, in cui a seguito del progressivo e naturale ampliarsi nel tempo di un antico dissesto viene coinvolto un settore del centro storico fino a quel momento stabile.

A seguito dell'intenso sollevamento tettonico e del conseguente approfondimento del torrente Corno, il dissesto presente alla base del versante è migrato verso il crinale, ove sorge il centro storico di Altavilla. Nella Figura 5 viene illustrata l'evoluzione del fenomeno di instabilità, studiata da Critelli *et al.* (1991a).

A seguito di una fase di incisione del T. Corno, si sono sviluppati fenomeni di scalzamento al piede del versante che hanno causato lo scivolamento di prismi rocciosi di gneiss poco alterati. Tali processi hanno generato ampie concavità sul versante (Fig. 5a). Col perdurare dell'attività erosiva del torrente, i processi di instabilità si sono ampliati verso la parte alta del versante, ove per la presenza di gneiss molto alterati, si sono individuati dissesti più ampi (Fig. 5b). In tale fase il crinale della collina risultava stabile e si è sviluppato un centro abitato di modeste dimensioni. A partire dalla fine degli anni '30 si è attuato un nuovo ampliamento della frana, che ha interessato anche il settore sommitale della collina (Fig. 5c). Intorno al 1970 l'ultima consistente rimobilizzazione ha coinvolto alcuni edifici dell'abitato.

Una maggiore attenzione allo sviluppo del fenomeno di instabilità avrebbe consentito di adottare interventi di sistemazione del versante che avrebbero rallentato l'evoluzione del dissesto e diminuito il danno.

6. CONCLUSIONI

Gli esempi illustrati nella presente nota sono rappresentativi di situazioni che con notevole frequenza si rinvencono in vaste aree della Calabria settentrionale ed in altre regioni dell'Appennino. In particolare, il caso di Altavilla evidenzia una situazione di instabilità di centri abitati conseguente alla naturale evoluzione dei fenomeni franosi lungo i versanti; viceversa, il centro abitato di San Pietro in Guarano rappresenta un caso sintomatico degli effetti che possono essere prodotti da uno sviluppo urbano non preceduto da uno adeguato studio del territorio.

Pur nella loro diversità, entrambi i casi sono tuttavia accumulati da una scarsa considerazione del versante come elemento dinamico del territorio, che può incidere, talora profondamente nello sviluppo dei centri urbani. Appare quindi auspicabile una inversione di tendenza al fine di subordinare la pianificazione dello sviluppo dei centri urbani, e delle altre attività antropiche, ad una preventiva indagine conoscitiva dei dissesti attivi o latenti, e più in generale dei processi morfoevolutivi dei versanti.

L'esperienza maturata in Sila Grande evidenzia che, per la complessità dei fenomeni esistenti in tali aree, il conseguimento di risultati significativi passa attraverso il ricorso ad approcci metodologici di tipo multidisciplinare, in cui vengano confrontati ed interpretati i contributi specifici delle varie discipline coinvolte.

LAVORI CITATI

- Cascini L., Critelli S., Di Nocera S. & Gullà G., 1991 - *Osservazioni preliminari sulla franosità del comprensorio di San Pietro in Guarano*. Studi Trentini Sc. Nat., Acta Geol., **68**, 135-153.
- Cascini L., Critelli S., Di Nocera S. & Gullà G., 1992a - *A methodological approach to landslide hazard assessment: a case history*. Proc. 6th Int. Symp. Landslides, Christchurch, Nuova Zelanda, **1**, 899-904.
- Cascini L., Critelli S., Di Nocera S., Gullà G. & Matano F., 1992b - *Grado di alterazione e franosità negli gneiss del Massiccio silano: l'area di San Pietro in Guarano (CS)*. Geol. Appl. Idrogeologia, **27**, 49-76.
- Cascini L. & Gullà G., 1993 - *Caratterizzazione fisico-meccanica di terreni prodotti dall'alterazione di rocce gneissiche*. Riv. It. Geotecnica, **2/93**, 125-147.
- Cascini L. & Versace P., 1988 - *Relationship between rainfall and landslide in a gneissic cover*. Proc. 5th Int. Symp. Landslides,

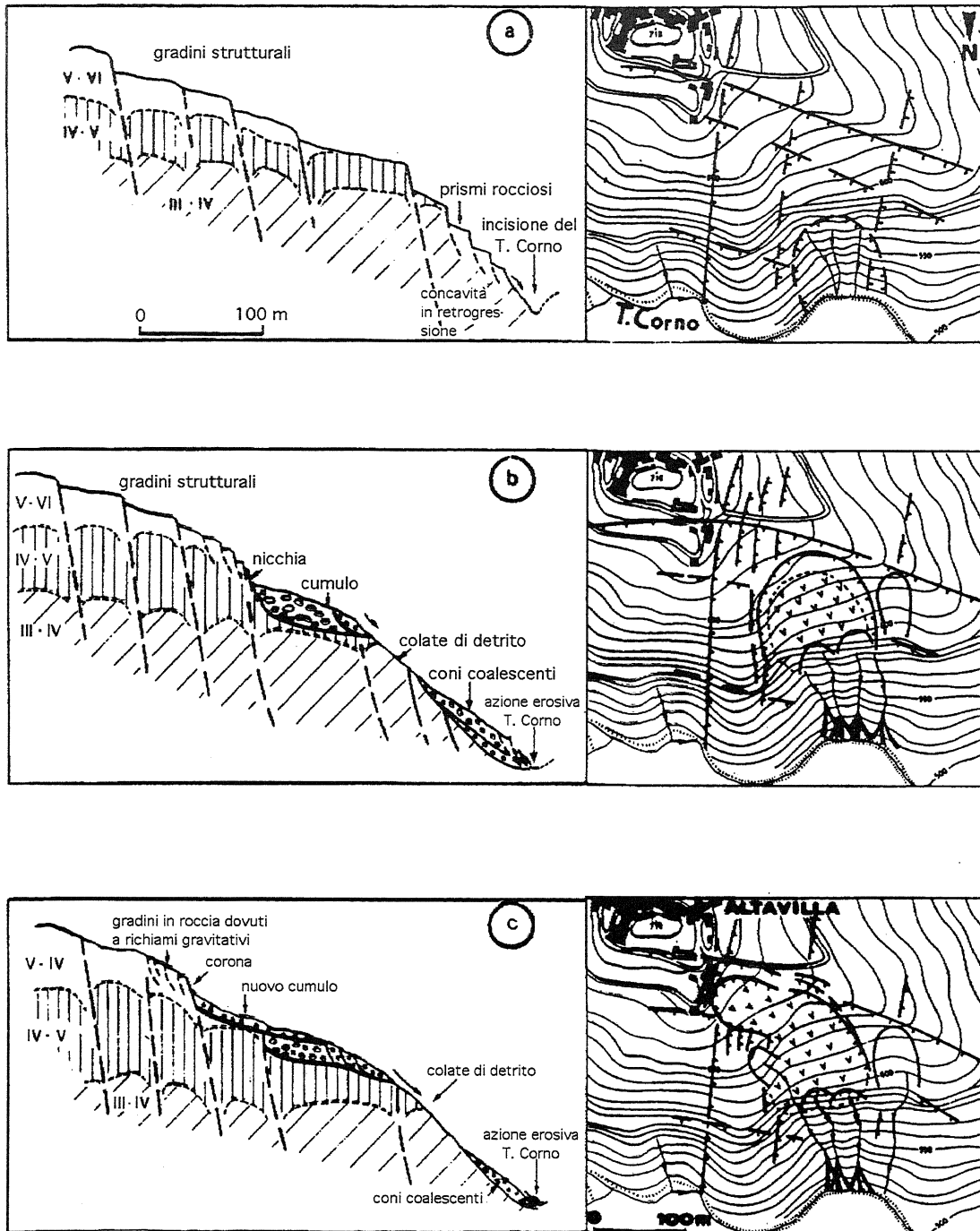


Fig. 5 - Schema evolutivo della frana che interessa il nucleo storico dell'abitato di Altavilla (da Critelli *et al.*, 1991a). a) Fasi iniziali del dissesto in gneiss poco alterati (classi III e IV); b) Sviluppo di scorrimenti in gneiss alterati (classi IV e V); c) Ampliamento del dissesto per retroscorrimenti in terreni gneissici (classi V e VI) a partire dalla fine degli anni '30.

Evolutionary scheme of the landslide involving the Altavilla historical nucleus. a) Early stages of the landslide involving class III and IV gneiss; b) Development of slides in class IV and V gneiss; c) Widening of the landslides due to backward slides in gneissic soils (classes V and VI) starting from the last months of 1930.

- Losanna, Svizzera, 565-570.
- Critelli S., Di Nocera S., Gullà G., & Matano F., 1991a - *La frana di Altavilla: esempio di una tipologia di frana diffusa nelle rocce cristalline alterate della Sila Grande (Calabria settentrionale)*. Geol. Appl. Idrogeologia, **26**, 85-110.
- Critelli S., Di Nocera S. & Le Pera E., 1991b - *Approccio metodologico alla valutazione petrografica del grado di alterazione degli gneiss del massiccio silano (Calabria settentrionale)*. Geol. Appl. Idrogeologia, **26**, 41-70.
- Dietrich W. E., Reneau S. L. & Wilson C. J., 1987 - *Overview: zero order basins and problems of drainage density, sediment transport and hillslope morphology*. Proc. Corvallis Symp., I.A.S.H. Publications, **165**, 27-37.
- Guzzetta G., 1974 - *Ancient tropical weathering in Calabria*. Nature, CCLI, **5473**, 302-303.
- Lanzafame G. & Tortorici L., 1981 - *La tettonica recente della valle del fiume Crati*. Geogr. Fis. Din. Quaternaria, **4**, 11-21.
- Matano F. & Tansi C., 1992 - *Influenza delle strutture tettoniche sul profilo di alterazione e sulla franosità negli gneiss dell'area di San Pietro in Guarano (Calabria)*. Geol. Romana, **30**, in corso di stampa.
- Palmentola G., Acquafredda P. & Fiore S., 1990 - *A new correlation of the glacial moraines in the Southern Apennines, Italy*. Geomorphology, **3**, 1-8.
- Sprovieri R., 1990 - *Plio-Pleistocene paleoclimatic evolution at ODP Leg 107 Site 653 (Tyrrhenian Sea - Western Mediterranean)*. Mem. Soc. Geol. It., **44**, 135-144.

Manoscritto ricevuto il 9. 12. 1993
Inviato all'Autore per la revisione il 10. 3. 1994
Testo definitivo ricevuto il 26. 4. 1994