

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/258519374>

Fenomeni franosi in Penisola Sorrentina–Amalfitana connessi all'evento pluviometrico del gennaio 1997: primo contributo.

Conference Paper · January 1997

CITATIONS

13

READS

245

11 authors, including:



Antonio Santo

University of Naples Federico II

257 PUBLICATIONS 3,628 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Domenico Calcaterra

University of Naples Federico II

305 PUBLICATIONS 4,413 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Budetta P.

University of Naples Federico II

62 PUBLICATIONS 1,126 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Giuseppe Di Crescenzo

University of Naples Federico II

56 PUBLICATIONS 997 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

DOMENICO CALCATERRA°, ANTONIO SANTO°, PAOLO BUDETTA°, ROBERTO DE RISO°,
GIUSEPPE DI CRESCENZO°, ILARIO FRANCO°, GIOVANNI GALIETTA°,
ROBERTO IOVINELLI°, PAOLA NAPOLITANO°, BIAGIO PALMA°.

**Fenomeni franosi connessi all'evento pluviometrico del gennaio
1997 in Penisola Sorrentina - M.ti Lattari: primo contributo*.**

*January, 1997 intense rainfall related landslides in
Sorrentine Peninsula - Lattari Mts.: first contribution.*

Estratto da:

IX CONGRESSO NAZIONALE DEI GEOLOGI

Roma 17-18-19-20 Aprile 1997
Palazzo della Cancelleria Apostolica

Fenomeni franosi connessi all'evento pluviometrico del gennaio 1997 in Penisola Sorrentina - M.ti Lattari: primo contributo*.

January, 1997 intense rainfall related landslides in Sorrentine Peninsula - Lattari Mts.: first contribution.

DOMENICO CALCATERRA^o, ANTONIO SANTO^o, PAOLO BUDETTA^o, ROBERTO DE RISO^o, GIUSEPPE DI CRESCENZO^{oo}, ILARIO FRANCO^{oo}, GIOVANNI GALIETTA^{oo}, ROBERTO IOVINELLI^{oo}, PAOLA NAPOLITANO^{oo}, BIAGIO PALMA^{oo}.

^o Istituto di Geologia Applicata - Facoltà di Ingegneria - Università di Napoli "Federico II"

^{oo} Geologo, collaboratore esterno

* Lavoro finanziato con fondi MURST 60% (resp.: prof. R. de Riso).

RIASSUNTO

Si presentano i primi risultati dello studio sulle frane conseguenti l'evento pluviometrico che, nei giorni 9-10-11 gennaio 1997, ha investito la Penisola Sorrentina ed i Monti Lattari con apporti meteorici notevoli. Tale evento ha determinato l'innescare o la riattivazione di un rilevante numero di fenomeni franosi, i più importanti dei quali sono stati censiti attraverso un accurato rilevamento geologico-geomorfologico. Dopo aver analizzato i principali aspetti delle frane osservate, avendone altresì individuato i contesti geomorfologici, si riportano le prime considerazioni sul ruolo svolto nella circostanza dai vari fattori causali.

ABSTRACT

First results of the study on the January 9-11, 1997 rainfall-related landslides in Sorrentine Peninsula - Lattari Mts. are here presented. On that occasion, several hundreds of mass movements have been triggered or reactivated. The most important of them, damaging man-made structures and sometimes involving human lives, have been surveyed. Distribution, typologies and main morphometric parameters are here discussed. The majority of the landslides involved Phlaegrean-Vesuvian pyroclastics-epiclastics and Tertiary structurally complex formations. Almost all typologies are present, with a sharp prevalence of falls, translational slides and complex events. The volumes involved, ranging up to about 40.000 cubic metres, are generally small, more often reaching a few cubic metres. Finally, some considerations on triggering factors are developed.

1. PREMESSA

Nei giorni 9-10-11 gennaio 1997 un evento pluviometrico contraddistinto da apporti meteorici rilevanti ha interessato la Campania ed in particolare la Penisola Sorrentina ed i Monti Lattari. Qui, infatti, si sono registrate le massime altezze di pioggia giornaliera, che hanno fatto seguito ad un quadrimestre anch'esso caratterizzato da elevati valori di piogge cumulate. Le precipitazioni di quei giorni hanno causato nell'intera regione un numero elevatissimo di

dissesti, come risultava evidente sin dalla tarda sera del 10 gennaio, tanto da indurre l'Autorità regionale a chiedere, il 12 gennaio, la proclamazione dello stato di calamità naturale. Tale provvedimento è risultato purtroppo ampiamente giustificato dalle proporzioni che l'evento ha offerto: 5 vittime, alcune decine di feriti, numerose arterie viarie interrotte, danni per centinaia di miliardi.

Le precipitazioni degli ultimi mesi hanno nuovamente messo in crisi un equilibrio geoambientale che in Penisola era già precario, connotato da un assetto geologico-strutturale oltremodo sfavorevole per la stabilità dei versanti (elevata energia del rilievo, diffusione di rocce sciolte o strutturalmente complesse, substrato carbonatico altamente fessurato e carsificato), e da un territorio su cui insiste un tessuto urbanistico ed infrastrutturale spesso disordinato e ad elevata densità. In tale contesto, negli scorsi decenni si sono verificati numerosi eventi calamitosi (tab. I),

TAB. I - PRINCIPALI FRANE ED ALLUVIONI (*) VERIFICATE IN NELL'ULTIMO SECOLO IN PENISOLA SORRENTINA E NEI M.TI LATTARI [DATI DA: CIVITA ET ALII, 1975; GUIDA ET ALII, 1986; CATENACCI, 1992].

MAIN LANDSLIDES AND FLOODS (*) OCCURRED IN SORRENTINE PENINSULA - LATTARI MTS. IN THE LAST CENTURY [DATA AFTER CIVITA ET ALII, 1975; GUIDA ET ALII, 1986; CATENACCI, 1992].

Località	Data evento
Amalfi	22.12.1899
Bacini Bonea e Regina Maior*	26.03.1924
Amalfi, Vettica	26.03.1924
Bacini tra Salerno e Minori*	26.10.1954
S. Pantaleone (Pagani)	8.12.1960
M.te Pendolo (Gragnano)	17.02.1963
M.te Pendolo (Pimonte)	17.02.1963
Termini - Nerano	17.02.1963
Loc. Scraio(Vico Equense)	23.11.1966
Arola - Ticciano	23.11.1966
Loc. Bikini (Castellammare)	21.02.1967
Pozzano - Vico Equense	21.02.1967
Bagni di Pozzano	14.04.1967
M.te Pendolo (Gragnano)	2.01.1971
S. Pantaleone (Pagani)	6.03.1972
M. te S. Costanzo - Mitigliano	16.02.1973
Loc. Famous Beach (C. mare)	luglio 1982
Pozzano (via Acton)	16-17.11.1985
Castellammare - Vico Equense	22.02.1986
Pozzano - Punta Orlando	inverno 86-87
Castellammare*	10.11.1987

che hanno causato ingenti danni e perdita di oltre 300 vite umane: tra questi si ricordano le alluvioni del 1910, 1924, 1954 (concentrate sul versante salernitano della Penisola) e quella del 1987 che ha colpito la zona di Castellammare; le frane di M.te Pendolo del 1963 e del 1971, di Termini-Nerano del 1963, di Castellammare-Vico Equense (loc. Scraio, Bikini, Pozzano, ecc.) del 1966, 1967, 1986. I dati storici disponibili evidenziano che alcuni e ben precisi distretti sono stati quelli maggiormente colpiti, per quanto attiene ai fenomeni d'instabilità; infatti, il maggior numero di frane si è, nel passato, concentrato nei settori compresi tra Vico Equense e Castellammare di Stabia, tra Sorrento e Massa Lubrense, tra Gragnano e Pimonte (fig. 1).

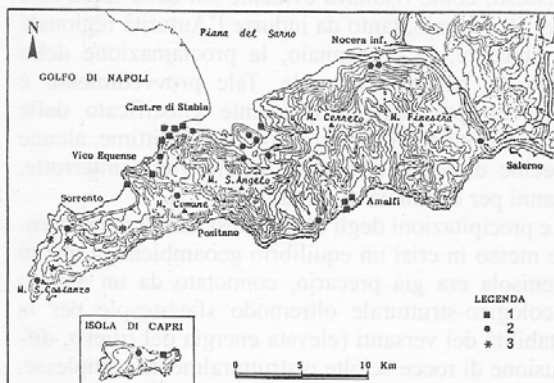


Fig. 1 - Distribuzione dei principali fenomeni franosi verificatisi nell'ultimo secolo in Penisola Sorrentina e nei M. ti Lattari [da BUDETTA & CALCATERA, 1991 - mod.]. 1) Frane in roccia; 2) Frane per scorrimento-colata, coinvolgenti per lo più le coperture piroclastiche; 3) Altre frane complesse.

Main landslides occurred in Sorrentine Peninsula - Lattari Mts. in the last century [after BUDETTA & CALCATERA, 1991 - mod.]. 1) Rockfalls; 2) Slide-flows, mostly involving pyroclastic cover; 3) Other complex landslides.

Nel proseguire gli studi in corso da alcuni decenni [CIVITA & LUCINI, 1968; DE RISO & NOTA D'ELOGIO, 1973; CIVITA et alii, 1975; BUDETTA & DE RISO, 1988; BUDETTA & CALCATERA, 1991; BUDETTA et alii, 1991, 1994, 1996; DE RISO, 1992; BUDETTA & SANTO, 1993; SANTO & TUCCIMEI, 1997] ricercatori e collaboratori dell'Istituto di Geologia Applicata si sono dedicati all'analisi dei più significativi fenomeni franosi della Penisola, con particolare riguardo per quelli conseguenti all'evento pluviometrico del gennaio '97. Lo studio in oggetto ha preso l'avvio dall'acquisizione diretta di tutte le segnalazioni di dissesti presso gli uffici tecnici dei 33 Comuni dell'area di interesse, prestando particolare attenzione agli effetti subiti dalla rete infrastrutturale e dagli insediamenti abitativi. Si è poi proceduto ad un controllo puntuale sul terreno, mirato esclusivamente all'individuazione dei fenomeni franosi, dei quali è stato riscontrato un numero complessivo ben superiore ai dati in possesso degli enti territoriali, avendo questi ultimi focalizzato l'attenzione soprattutto sulle aree urbane.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La dorsale Penisola Sorrentina-Monti Lattari (fig. 2) costituisce un alto strutturale allungato trasversalmente alla Catena appenninica, delimitato dalle profonde depressioni della Piana Campana a nord e del F. Sele a sud.

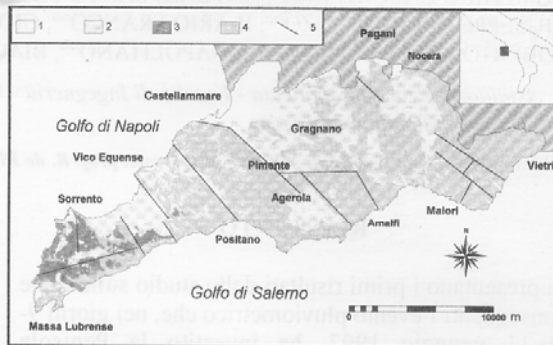


Fig. 2 - Schema geologico della Penisola Sorrentina e dei Monti Lattari.

- 1) Depositi detritico-alluvionali (Olocene - Pleistocene);
 - 2) Depositi piroclastici (Olocene - Pleistocene); 3) Flysch miocenici;
 - 4) Carbonati mesozoici; 5) Faglia principale.
- Geological sketch map of Sorrentine Peninsula - Lattari Mts.
- 1) Debris and alluvials (Olocene - Pleistocene);
 - 2) Pyroclastics (Olocene - Pleistocene); 3) Flysch formations (Miocene);
 - 4) Carbonates (Mesozoic); 5) Major fault.

L'ossatura della dorsale è costituita da una successione calcareo-dolomitica mesozoica, potente più di mille metri, che risulta mediamente basculata verso NNW individuando, in grande, una struttura monoclinale.

Questa è caratterizzata dall'affioramento di calcari dolomitici triassici e giurassici, sul versante salernitano, e da calcari cretaci, localmente ricoperti da flysch trasgressivi miocenici, sul versante napoletano. I terreni più recenti sono rappresentati da depositi continentali detritici e piroclastici. I primi sono riferibili a brecce di versante e a ghiaie e conglomerati di conoide, i secondi a vulcanoclastiti, spesso rimaneggiate ed umificate, collegate a prodotti da caduta degli apparati vulcanici dei Campi Flegrei e del Vesuvio. Tali piroclastiti rivestono ampie porzioni dei versanti calcarei ed affiorano maggiormente sul versante napoletano che in generale, nonostante le elevate pendenze, si presenta comunque meno acclive del versante salernitano-amalfitano.

L'attuale assetto morfostrutturale delle Penisola è stato raggiunto durante il Pleistocene medio per l'azione di diverse fasi tettoniche da collegarsi in parte a movimenti compressivi mio-pliocenici (sovrascorimenti e faglie trascorrenti), in parte ad una tettonica distensiva plio-quadernaria caratterizzata da faglie con rigetti prevalentemente verticali [CINQUE, 1986; AUCELLI et alii, 1996]. In particolare queste ultime hanno disarticolato i Monti Lattari, individuando alcuni alti strutturali (es.: M. Faito, M. Pendolo) ed alcune depressioni costiere ed intramontane, come il graben di Sorrento e la Piana di Agerola.

Il sollevamento e la disarticolazione della dorsale dei Monti Lattari ha chiaramente condizionato la deposizione dei terreni quaternari; essi appaiono prevalentemente preservati dall'erosione nelle depressioni tettoniche e lungo le fasce pedemontane, dove presentano spessori considerevoli spesso superiori ai 50 m. Si ricordano a tale proposito i tufi di Sorrento, i depositi detritico-piroclastici delle piane di Agerola e di Vico ed i prodotti di conoide delle falde del M. Faito tra Castellammare e Pimonte. L'assetto geomorfologico generale della Penisola è comunque caratterizzato da versanti ad alta energia di rilievo, sia perché la tettonica ha sollevato le successioni calcareo-dolomitiche a quote sovente superiori ai 1000 m s.l.m., sia perché tali rilievi risultano molto prossimi al mare; ne derivano versanti ad elevata pendenza, che solo localmente conservano superfici a debole inclinazione da collegarsi ad antiche spianate sommitali di erosione e, lungo costa, ad antichi terrazzi marini [CINQUE & ROMANO, 1990].

3. L'EVENTO PLUVIOMETRICO DEL 9-11 GENNAIO 1997

L'evento pluviometrico del 9-10-11 gennaio 1997 ha avuto origine da una depressione atmosferica, determinatasi il 7 gennaio nel Mediterraneo occidentale e poi migrata verso il mar Tirreno. Esso ha investito l'intera Campania (fig. 3), presentando un "centro" pluviometrico allungato secondo una direttrice che da Castellammare si spinge verso Gragnano e Chiusi.

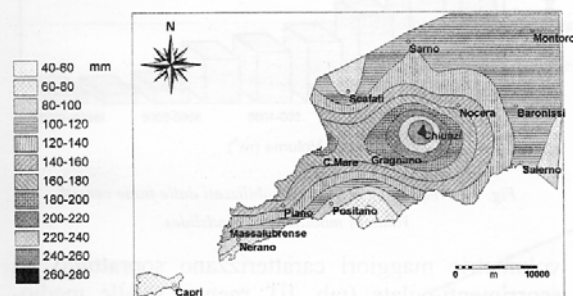


Fig. 3 - Isoiete della Penisola Sorrentina e dei M. Lattari relative all'evento del 9-12 gennaio 1997 [da DE FALCO et alii, questo volume].

January 9-12, 1997 precipitation event in the Sorrentine Peninsula - Lattari Mts. [after DE FALCO et alii, this volume].

Rinviamo a DE FALCO et alii [1997, questo volume] per un'analisi completa dell'evento meteorico, in questa sede è opportuno richiamare che a Castellammare è stata registrata un'altezza di pioggia giornaliera di 150 mm, misurata alle ore 9 dell'11 gennaio; nei giorni 9-10-11, invece, le precipitazioni cumulate hanno raggiunto il valore di circa 190 mm. L'intensità oraria della precipitazione ha raggiunto un massimo di 17 mm/ora (tra le 6 e le 7 del 10 gennaio) ed una media di 4-5 mm/ora su un arco di 24 ore (fig. 4), con una sostanziale conferma, per quanto concerne la relazione intensità/durata, delle relazioni speri-

mentali proposte in letteratura [es. CAINE, 1980] anche per l'area specifica [GUADAGNO, 1991].

Confrontando i dati specifici con quelli storici, si verifica che il massimo giornaliero, per Castellammare, è pari a 193 mm (2.01.1973); inoltre, nel periodo 1931 - 1996, i 150 mm di pioggia in un giorno sono stati superati altre tre volte.

Per quanto riguarda i massimi orari, a Castellammare nel periodo 1980 - 1990 si sono registrate ben 7 precipitazioni definite "di massima intensità annuale", tutte superiori ai 20 mm/ora, con un massimo di 52 mm/ora (26.10.1990).

L'evento pluviometrico del 9-10-11 gennaio, in effetti, fa seguito ad un periodo anch'esso caratterizzato da una diffusa e rilevante piovosità. Infatti, nel quadrimestre settembre - dicembre 1996 si sono registrate precipitazioni cumulate pari ad oltre 750 mm distribuite in 48 giorni piovosi (fig. 4).

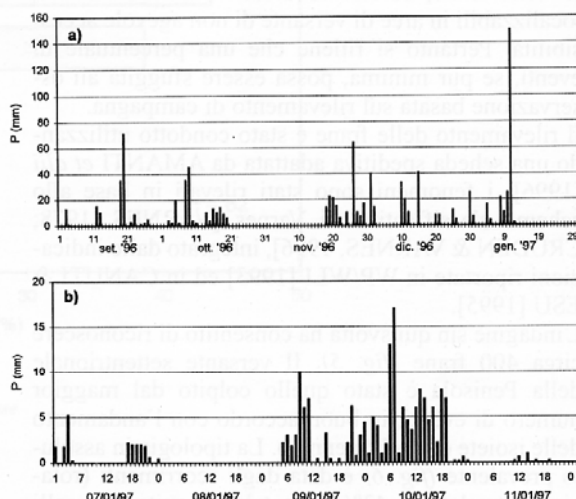


Fig. 4 - Dati pluviometrici registrati alle stazioni di Castellammare di Stabia. a) Precipitazioni giornaliere del periodo settembre 1996 gennaio 1997 (Servizio Idrografico); b) Precipitazioni orarie dei giorni 7-11 gennaio 1997 (Regione Campania).

a) Sept. '96 - Jan. '97 daily rainfall (National Hydrographic Network); b) January 7-11, 1997 hourly rainfall (Regional Hydrographic Network). Castellammare di Stabia raingages.

Ancora più significativo è il dato relativo ai 120 giorni precedenti il 10 gennaio: in tale arco di tempo è stata registrata un'altezza cumulata di oltre 965 mm di pioggia. Questo valore è stato superato solo 4 volte nel periodo preso in esame (1931-1991), oltre a corrispondere a circa il 92% della precipitazione media annua, che per Castellammare è pari a 1053.5 mm.

4. I FENOMENI D'INSTABILITÀ

La sera del 10 gennaio gli organi d'informazione hanno diffuso la notizia di una frana di notevoli proporzioni che, poco dopo le 20, si era verificata in località Pozzano, coinvolgendo un'abitazione e la S.S. 145 e causando alcune vittime. Nelle ore seguenti si è via via delineato un quadro sempre più preciso della situazione, dal quale si evinceva che

non solo Pozzano, ma l'intera Penisola Sorrentino-Amalfitana ed altre aree della Campania erano state interessate da movimenti di versante.

Sulla base di queste prime segnalazioni, ricercatori e collaboratori dell'Istituto di Geologia Applicata hanno "coperto" il territorio della Penisola, procedendo ad un primo censimento delle frane occorse ad inizio anno. Avendo in questa fase privilegiato fenomeni che hanno coinvolto infrastrutture o insediamenti abitativi, non potendo inoltre disporre di un ausilio aerofotografico specifico, non si può escludere che, nella distribuzione globale delle frane, sussistano alcune "zone d'ombra", localizzabili in aree di versante di non agevole accessibilità. Pertanto si ritiene che una percentuale di eventi, se pur minima, possa essere sfuggita all'osservazione basata sul rilevamento di campagna.

Il rilevamento delle frane è stato condotto utilizzando una scheda speditiva adattata da AMANTI *et alii* [1996]; i fenomeni sono stati rilevati in base allo schema classificativo di Varnes [VARNES, 1978; CRUDEN & VARNES, 1996], integrato dalle indicazioni riportate in WP/WLI [1993] ed in CANUTI & ESU [1995].

L'indagine sin qui svolta ha consentito di riconoscere circa 400 frane (fig. 5). Il versante settentrionale della Penisola è stato quello colpito dal maggior numero di eventi, in buon accordo con l'andamento delle isoiete del 9-12 gennaio. La tipologia in assoluto prevalente (fig. 6) è data dagli scorrimenti (rotazionali/traslativi - 43% del totale), seguita dai crolli (37% del totale) e dalle frane complesse (16%). Delle frane segnalate, la gran parte (74%) si è verificata

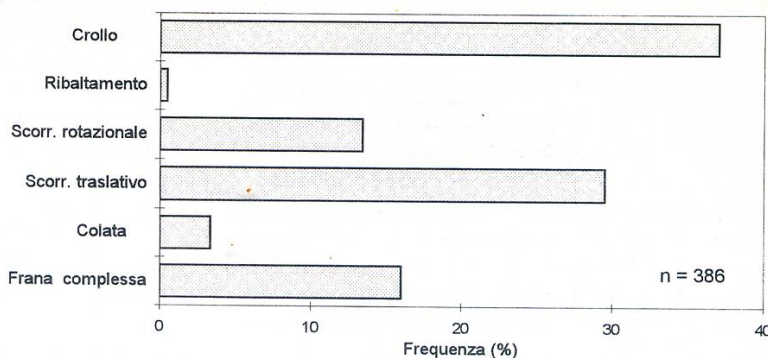


Fig. 6 - Tipologia delle frane censite.

Landslides typologies.

lungo fronti di scavo o tagli stradali. Lungo questi prevalgono crolli e scorrimenti, mentre i fenomeni complessi ed ancora gli scorrimenti risultano più diffusi lungo i versanti. Da una prima analisi dei parametri morfometrici acquisiti, è emerso che gran parte delle frane ha interessato spessori modesti (inferiori ai 5 m); esse hanno mobilizzato volumi compresi tra qualche metro cubo e circa 40.000 m³ (fig. 7). Le

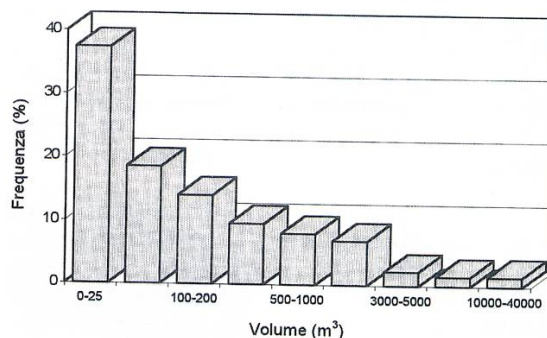


Fig. 7 - Frequenza dei volumi mobilizzati dalle frane censite.

Volumes mobilized by landslides.

volumetrie maggiori caratterizzano soprattutto gli scorrimenti-colate (tab. II), mentre quelle medio-basse, nettamente prevalenti, contraddistinguono per lo più a crolli e scorrimenti.

Esaminando in dettaglio le frane complesse (fig. 8), esse risultano per lo più costituite da scorrimenti traslativi o rotazionali evoluti a colamenti. Questi ultimi assumono i connotati della colata rapida di terra, allorché i terreni coinvolti sono costituiti dalle piroclastiti sciolte flegreo-vesuviane.

Pur se in misura diversa, tutti i litotipi affioranti sono stati coinvolti negli eventi franosi (fig. 9), con una percentuale predominante verificatasi nelle piroclastiti incoerenti (67% del totale), mentre largamente subordinate sono state le frane nei flysch (12%) e quelle in roccia (tufi e rocce carbonatiche), con circa il 10%.

Con riferimento ai principali contesti geologico-geomorfologici, un numero elevato di frane è stato evidenziato nell'ambito delle fasce pedemontane e ter-

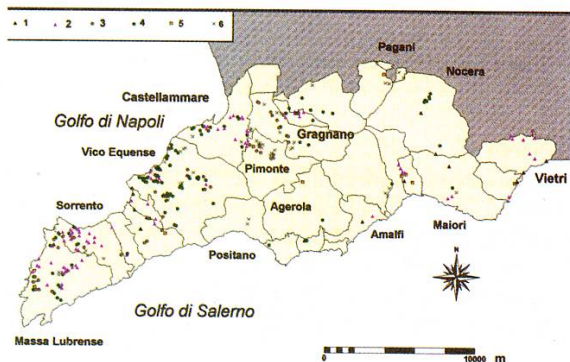


Fig. 5 - Ubicazione delle frane verificatesi a seguito dell'evento pluviometrico del gennaio 1997. 1) Crollo in rocce lapidee (tufi e carbonati); 2) Crollo in rocce sciolte (depositi detritico-piroclastiti) e strutturalmente complesse (flysch miocenici); 3) Scorrimento rotazionale; 4) Scorrimento traslativo; 5) Colamento; 6) Frana complessa.

Inventory map of the landslides occurred after the January 1997 intense rainfall. 1) Rockfall (tuffs and carbonates); 2) Fall (debris - pyroclastic cover and Miocene flysch formations); 3) Rotational slide; 4) Translational slide; 5) Flow; 6) Complex landslide.

TAB. II - PRINCIPALI FRANE E RELATIVI DANNI CONSEGUENTI ALL'EVENTO PLUVIOMETRICO DEL GENNAIO 1997.
I VALORI D'INCLINAZIONE SI RIFERISCONO ALLA ZONA DI DISTACCO.

MAIN LANDSLIDES AND DAMAGES RELATED TO THE JANUARY 1997 INTENSE RAINFALL. SLOPE ANGLES REFER TO THE ZONE OF DEPLETION.

Località	Tipo	Vol. (m ³)	Incl. media	Danni
Pozzano (Castellammare)	Scorr. trasl. - colata	37.000	41°	4 morti; 22 feriti; interr. S.S. 145
S. Pantaleone (Pagani)	Scorr. trasl. - colata	4.500	37°	1 morto; 2 feriti; interruzione A3
M. te Pendolo (Gagnano)	Scorr. trasl. - colata	10.000	41°	attività produttive
M. te Pendolo (Pimonte)	Scorr. trasl. - colata	20.000	45°	abitazioni
Selva della Tomba (Piano)	Scorr. trasl. - colata	1.000	41°	interruzione strada
S. Egidio Montalbino	Scorr. trasl. - colata	3.000	34°	//

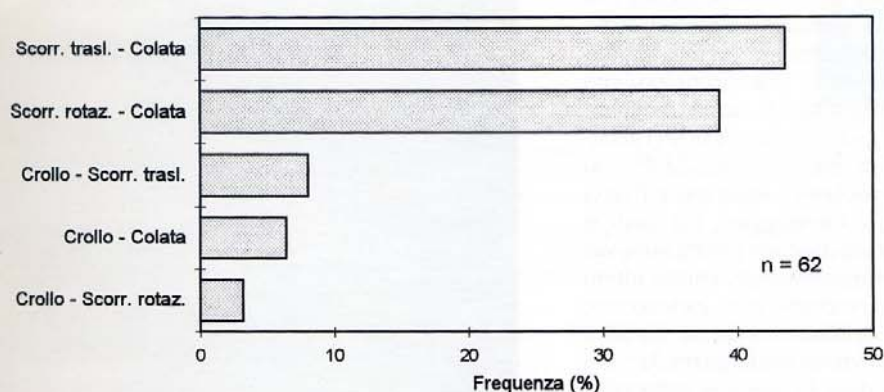


Fig. 8 - Tipologia delle frane complesse.

Complex landslides typologies.

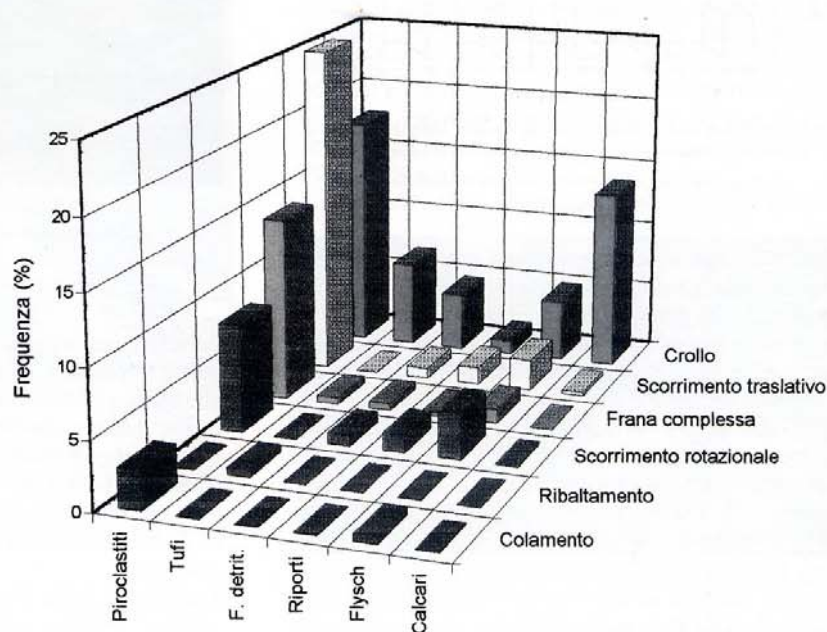


Fig. 9 - Frequenza delle tipologie di frana censite nei vari contesti litologici.

Lithologies involved in landslides.

razzate. Si tratta delle zone di affioramento delle conoidi di Castellammare e di Gragnano, delle piane di Agerola, di Sorrento e di Vico dove affiorano diffusamente e con spessori talora di alcune decine di metri tufi, piroclastiti sciolte, depositi detritici di versante, di conoide e alluvionali. Tali terreni hanno colmato antiche depressioni tettoniche, definendo quindi delle aree sostanzialmente poco pendenti o sub-pianeggianti ma che risultano sovente in precario equilibrio nei settori in cui esse sono disseccate da profonde incisioni lineari (alvei di Gragnano, Castellammare e Vico) o da falesie marine. In questo contesto si sono sviluppati numerosi scorrimenti o crolli in genere di limitate dimensioni ma comunque ad alta pericolosità, soprattutto perché attivi in aree intensamente urbanizzate.

Nel contesto dei versanti ad elevata pendenza con coperture piroclastiche affiorano piroclastiti di natura limoso-sabbiosa, limoso-argillosa, terreni umiferi e livelli discontinui di pomici che ricoprono, con spessori variabili da un minimo di alcuni decimetri ad un massimo di pochi metri, versanti calcarei acclivi attestati su inclinazioni prevalenti sui 25-45°. Si tratta dei prodotti vulcanoclastici vesuviani e flegrei più o meno argillificati e rimaneggiati, nei quali si innescano fenomeni franosi di prima generazione del tipo scorrimento o scorrimento-colata. Questi ultimi si sono mobilizzati su versanti con inclinazioni, misurate nella zona di distacco, comprese tra 20 e 45° (fig. 10), offrendo un valore medio pari a 35°. Gli scorrimenti, soprattutto dove lo spessore delle piroclastiti raggiunge al massimo i 2-3 m o in presenza di

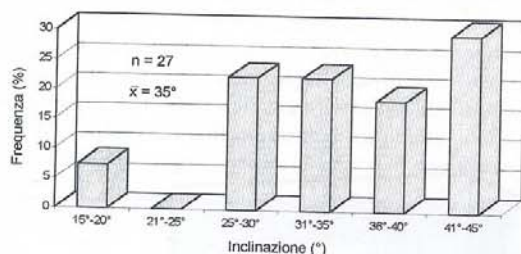


Fig. 10 - Valori medi di inclinazione dei versanti, relativi alle zone di distacco delle frane da scorrimento - colata in piroclastiti.

Average slope angles referred to the zone of depletion of the translational slide-flows in

livelli di pomici clinostratificate sul versante, sono da ritenersi di tipo traslativo con piani di rottura individuati, nella maggior parte dei casi, all'interno della copertura piroclastica (vedi frane di S. Pantaleone e S. Egidio, fig. 11) e, in modo secondario, al contatto tra quest'ultima e il sottostante substrato calcareo. In tale contesto si sviluppano le frane di maggiori dimensioni, aventi alta velocità e notevole potere distruttivo. Un esempio è dato dalla frana di Pozzano (figg. 12 e 13), il cui sviluppo è valutabile in circa 850 m e che ha mobilitato circa 40.000 m³ di terreno. La zona di distacco principale di tale frana presenta i caratteri di uno scorrimento traslativo impostato al contatto pomici-substrato calcareo; la massa



Fig. 11 - Lo scorrimento - colata di S. Egidio Montalbino (SA).

The S. Egidio Montalbino translational slide - flow.



Fig. 12 - Lo scorrimento traslativo - colata rapida di terra di Pozzano (Castellammare di Stabia) [foto di G. Lombardi].

The Pozzano (Castellammare di Stabia) translational slide - rapid earth flow [photo by courtesy of G. Lombardi].

piroclastica coinvolta si è poi incanalata in un preesistente impluvio trasformandosi in una colata di terra che ha raggiunto velocemente il piede del versante ed infine il mare, investendo una casa ed alcune autovetture che transitavano sulla Statale Sorrentina [CALCATERRA & SANTO, in preparazione]. Nel caso delle piroclastiti è degna di nota la ricorrenza di eventi analoghi in aree a più riprese interessate da dissesti.

Tra gli altri, tale è il caso di alcuni degli scorrimenti-colate di M.te Pendolo (fig. 14). Uno di essi, ubicato

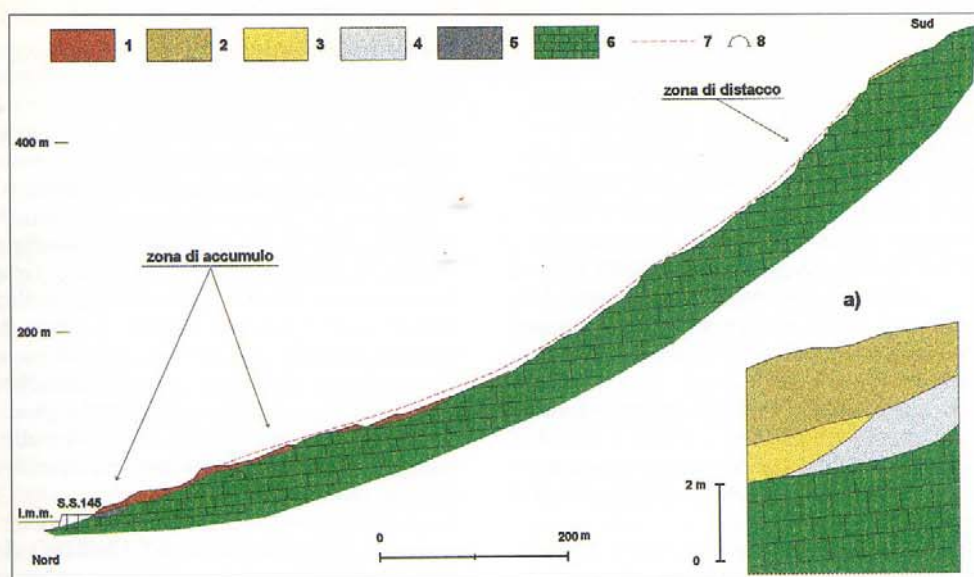


Fig. 13 - Sezione geologica longitudinale e schema stratigrafico della zona di distacco (a) della frana di Pozzano [da CALCATERRA & SANTO, 1997 - mod.]. 1) Cumolo di frana; 2) Piroclastici sabbioso-limose; 3) Livello pomiceo del 79 d. C.; 4) Piroclastiti argillificate; 5) Tufo Grigio Campano; 6) Calcari cretaci; 7) Profilo originario del versante; 8) Galleria A.N.A.S.

Geological cross-section and stratigraphical scheme of the zone of depletion (a) of the Pozzano landslide [after CALCATERRA & SANTO, 1997 - mod.].
1) Landslide debris; 2) Sandy-silty pyroclastics; 3) Pumiceous level, dated to 79 d. C. Vesuvius eruption; 4) Weathered pyroclastics;
5) Campanian Grey Tuff; 6) Cretaceous limestones; 7) Original slope profile; 8) A.N.A.S. tunnel.

sul versante meridionale del rilievo, ha interessato un'area coinvolta da un fenomeno analogo nel febbraio del 1963. Una circostanza simile si è verificata sulla collina di S. Pantaleone (Pagani); qui, lungo lo stesso versante in cui nel 1960 e nel 1972 si verifica-

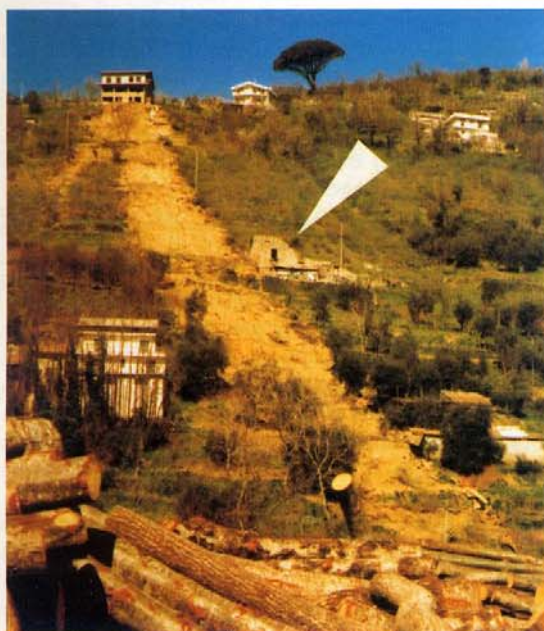


Fig. 14 - Scorrimento-colata lungo il versante meridionale di M.te Pendolo (Pimonte). La freccia indica l'abitazione coinvolta in un analogo fenomeno avvenuto il 17.02.1963.

One of the translational slide-flows involving the southern slope of Mt. Pendolo (Pimonte). The arrow points out a building affected by a similar landslide on February 17, 1963.

rono 3 scorrimenti-colate, si è attivato un ulteriore fenomeno dello stesso tipo, che ha invaso la sede dell'autostrada Salerno-Reggio Calabria, provocando una vittima ed alcuni feriti.

Più limitati come numero sono stati i fenomeni innescatisi nel contesto geomorfologico dei versanti a debole pendenza in flysch. Fanno capo a questo gruppo aree generalmente mediamente acclivi dove affiorano i membri argilloso-sabbiosi dei flysch miocenici trasgressivi sui depositi di piattaforma carbonatica. Le frane sono riconducibili a fenomeni di scorrimento, in genere rotazionale, che evolvono talora a colate lente. Frequenti sono le riattivazioni parziali e più o meno superficiali di importanti corpi di frana quiescenti o relitti: si vedano ad esempio gli scorrimenti rotazionali della S.S. Meta - Amalfi e di Piano di Sorrento (fig. 15).

Nell'ambito dei versanti calcareo-dolomitici privi di



Fig. 15 - Scorrimento rotazionale multiplo in coltri alterate di flysch miocenico (loc. Montebosco - Piano).

Multiple rotational slide in weathered Miocene flysch (loc. Montebosco - Piano).

copertura piroclastica si è infine generato un numero limitato di frane in roccia, in genere crolli di modesta entità, soprattutto in settori intensamente fratturati. Tali settori coincidono essenzialmente con il versante salernitano e con le aree più rilevate del versante napoletano. La frana del valico di Chiunzi è un tipico esempio del suddetto contesto geomorfologico. Essa si è verificata con un movimento traslativo, impostatosi lungo un piano tettonico a basso angolo, immergente verso nord. Dopo un primo scivolamento, il blocco calcareo è crollato lungo la parete del versante (pendenza media di circa 80°), interessando la sottostante strada che collega il valico con l'abitato di Corbara.

In tutti i contesti individuati ricadono infine le frane, in genere di limitate dimensioni ma estremamente numerose (come detto, il 74% del totale), innescatesi lungo fronti di scavo o tagli stradali e talora coinvolgenti materiali di riporto (fig. 16); tali eventi risultano indubbiamente condizionati dagli elevati valori degli angoli di scarpata, di norma superiori ai 50° e non di rado subverticali (fig. 17).



Fig. 16 - Scorrimento rotazionale in riporti
(loc. Picco S. Angelo - Sorrento).

Rotational slide in fills (loc. Picco S. Angelo - Sorrento).



Fig. 17 - Crollo in depositi detritico-piroclastici
(Castellammare di Stabia).

*Fall in debris-pyroclastic
cover (Castellammare di Stabia).*

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi complessiva dei dati sin qui acquisiti evidenzia in primo luogo che le frane del gennaio '97 hanno colpito settori ben definiti dell'area di studio, in larga parte coincidenti con aree ripetutamente interessate negli scorsi decenni da eventi franosi di varia entità: al riguardo è sufficiente confrontare le figure 1 e 5, per trarre diretta conferma del fatto che i territori comunali di Vico Equense, Castellammare di Stabia, Sorrento, Massa Lubrense, Gragnano e Pimonte sono stati, ancora una volta, quelli a più alta incidenza di fenomeni franosi, a causa delle loro caratteristiche geologiche e geomorfologiche.

Ciò conferma innanzitutto l'importanza che assumono gli aspetti stratigrafico-strutturali e geomorfologici dei vari siti, specie se ci si riferisce alle frane di maggiori dimensioni e del tipo scorrimento-colata in depositi piroclastici.

In particolare occorre sottolineare il ruolo: a) della pendenza e della struttura del substrato calcareo; b) dello spessore e della natura della copertura; c) dei livelli pomicei, talora presenti all'interno della copertura, e della giacitura degli stessi (vedi in tal senso i casi in corso di studio relativi a Pozzano, S. Pantaleone, S. Egidio Montalbino, M.te Pendolo ed altri siti dei Lattari).

Allo scenario geologico di riferimento, essenziale per la comprensione del modello di rottura ed in generale per il corretto approccio agli aspetti geotecnici delle tipologie dei fenomeni, si devono aggiungere come elementi di approfondimento:

a) il ruolo della copertura vegetale, che è presente, a seconda dei casi, sotto forma di macchia mediterranea, di bosco ceduo ovvero di fustaia;

b) il ruolo della pratica agricola, con particolare riferimento alle aree coltivate tipiche di molti settori pedemontani e di versante, ove è stato osservato un elevato numero di frane con zona di distacco coincidente con i cigli di ripiani o terrazzi antropici;

c) il ruolo degli eventi meteorici, che al momento sembra potersi ritenere determinante per l'innescio di frane superficiali in piroclastiti flegree e vesuviane (vedi in particolare: precipitazioni di durata 1-2 giorni e bassa intensità oraria; altezze cumulate di pioggia nei mesi precedenti i dissesti).

Su molti degli spunti di interesse sopra indicati, che evidenziano la necessità di ulteriori e contestuali coinvolgimenti di varie competenze tecnico-scientifiche, sono in corso presso l'Istituto di Geologia Applicata studi di dettaglio aventi per obiettivo la definizione più puntuale della pericolosità da frana del territorio della Penisola Sorrentina e dei M. Lattari. L'esperienza sin qui acquisita induce tuttavia ad evidenziare che, nella valutazione complessiva delle situazioni a rischio, costituisce una categoria non connessa a processi naturali morfoevolutivi la notevole percentuale di frane che hanno pesantemente interferito con le condizioni di esercizio della rete viaria. Trattasi infatti, per gran parte, di eventi dovuti ad errata profilatura dei fronti di scavo o ad assenza/carenza delle strutture di sostegno o di interventi di manutenzione.

BIBLIOGRAFIA

- AMANTI M., CASAGLI N., CATANI F., D'OREFICE M. & MOTTERAN G. (1996) - *Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Miscellanea Serv. Geologico, 7, 109 pp., Roma.
- AUCELLI P., CINQUE A. & MEROLA D. (1996) - *Discriminazione cronologica di eventi deformativi fragili lungo il margine settentrionale dei Monti Lattari sulla base di dati geologici e geomorfologici*. Il Quaternario, 9(1), 319-324.
- BUDETTA P. & CALCATERRA D. (1991) - *Caratteristiche di resistenza al taglio di discontinuità in ammassi carbonatici della Penisola Sorrentina (Campania)*. Atti I° Conv. Naz. Giovani Ricercatori in Geol. Appl., Ric. Scient. ed Educ. Permanente, Suppl. n. 93, 167-176, Milano.
- BUDETTA P., CALCATERRA D. & SANTO A. (1994) - *Engineering-geological zoning of potentially unstable rock slopes in Sorrentine Peninsula (Southern Italy)*. Proc. 7th Int. Congr. I.A.E.G., Lisboa, 2119-2126, Balkema.
- BUDETTA P., CALCATERRA D. & DUCCI D. (1991) - *Caratterizzazione geomeccanica di ammassi rocciosi carbonatici tra Castellammare di Stabia e Vico Equense (Penisola Sorrentina - Campania)*. Geologia Tecnica, 3/91, 13-22, Roma.
- BUDETTA P. & DE RISO R. (1988) - *Studio delle condizioni di stabilità di alcuni versanti in roccia nell'Appennino campano*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 917-927.
- BUDETTA P., NICOTERA P. & SANTO A. (1996) - *Controlli e monitoraggio di fenomeni deformativi indotti da carsismo in versanti carbonatici dell'Appennino campano*. Atti Conv. Int. "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della Ricerca scientifica". Alba (CN), in corso di stampa.
- BUDETTA P. & SANTO A. (1993) - *Morphostructural evolution and related kinematics of rockfalls in Campania (Southern Italy): a case study*. Engineering Geology, 36(3/4), 197-210.
- CAINE N. (1980) - *The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows*. Geografiska Annal., 62A, 23-27.
- CALCATERRA D. & SANTO A. (1997) - *La frana di Pozzano del 10 gennaio 1997*. In preparazione.
- CANUTI P. & ESU F. (1995) - *Glossario internazionale per le frane*. Riv. It. Geotecnica, 29(2), 143-150.
- CINQUE A. (1986) - *Guida alle escursioni geomorfologiche. Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini*. Pubbl. n° 33, Dip. Scienze della Terra, Univ. Napoli.
- CINQUE A. & ROMANO P. (1990) - *Segnalazione di nuove evidenze di antiche linee di riva in Penisola Sorrentina (Campania)*. Geogr. Fis. Din. Quatern., 13(1), 23-36.
- CIVITA M., DE RISO R., LUCINI P. & NOTA D'ELOGIO E. (1975) - *Studio delle condizioni di stabilità dei terreni della Penisola Sorrentina*. Geol. Appl. e Idrogeologia, 10, 129-188.
- CIVITA M. & LUCINI P. (1968) - *Sulla franosità nella zona nord-occidentale della Penisola Sorrentina (Campania)*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 10, 58 pp., Napoli.
- CRUDEN D.M. & VARNES D.J. (1996) - *Landslide types and processes*. In TURNER A.K. & SCHUSTER R.L. (eds.) - *Landslides: investigation and mitigation*. Nat. Res. Council, Transp. Res. Board Sp. Rep. 247, 36-75.
- DE FALCO M., DE RISO R. & DUCCI D. (1997) - *La piovosità della Penisola Sorrentina e dei M.ti Lattari in relazione all'evento del gennaio 1997*. Atti IX Congr. Ordine Naz. Geologi, questo volume.
- DE RISO R. (1992) - *Le frane in roccia della Penisola Sorrentina*. In A. VALLARIO - Frane e territorio, 351-365, Liguori ed., Napoli.
- DE RISO R. & NOTA D'ELOGIO E. (1973) - *Sulla franosità della zona sud-occidentale della Penisola Sorrentina (Campania)*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 12, 46 pp., Napoli.
- GUADAGNO F.M. (1991) - *Debris flows in the Campanian volcanoclastic soils (Southern Italy)*. Proc. Int. Conf. on "Slope stability engineering developments and applications", Isle of Wight, 109-114.
- GUIDA M., PAGANO D. & VALLARIO A. (1986) - *I fenomeni franosi della Penisola Sorrentina*. In CINQUE A. (ed.) - *Guida alle escursioni geomorfologiche (Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini)*, 69-90, pubbl. n° 33, Dip. Scienze della Terra, Univ. Napoli.
- SANTO A. & TUCCIMEI P. (1997) - *Ricostruzione di eventi deformativi di versante tardo-quaternari ed olocenici attraverso studi geomorfologici e datazioni radiometriche Th/U: l'esempio dell'area di Vico Equense (Campania)*. In corso di stampa su "Il Quaternario", Roma.
- SERVIZIO IDROGRAFICO (1931-1991) - *Annali Idrologici*. Parte I. Napoli.
- VARNES D. J. (1978) - *Slope movement types and processes*. In: SCHUSTER R.L. & KRIZEK R.S. (Eds.) - *Landslides: analysis and control*. U.S. Nat. Acad. Sci., Transp. Res. Board Sp. Rep. 176, 11-33.
- WP/WLI (1993) - *A suggested method for describing the activity of a landslide*. Bull. Int. Ass. Eng. Geol., 47, 53-57.