

18. Analisi del dissesto da frana in Abruzzo

L. D'Alessandro, L. Del Sordo, M. Buccolini, E. Miccadei, T. Piacentini, A. Urbani

18.1 Premessa

Il Servizio Geologico Nazionale (ora in APAT) e le Regioni e Province Autonome d'Italia, hanno avviato in collaborazione tra di loro la realizzazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI).

Lo scopo che si propone il progetto è quello di giungere al censimento ed all'acquisizione di informazioni sui fenomeni franosi presenti sul territorio italiano; per raggiungere lo scopo predefinito ci si avvale dei dati esistenti e della loro integrazione da fotointerpretazione con verifiche di taratura tramite rilievi diretti sul terreno.

Per realizzare il progetto, la Regione Abruzzo ha conferito, nel mese di aprile 2004 con apposita convenzione, lo studio del proprio territorio all'Università "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara. L'Università ha utilizzato personale qualificato del Dipartimento di Scienze della Terra presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali.

Ai fini della acquisizione dei dati utili al compimento della indagine prevista dal Progetto IFFI, la Regione ha consegnato la documentazione indicata nell'elenco seguente.

Su supporto digitale:

- Limiti amministrativi regionali, provinciali e comunali (vettoriali);
- Carta Topografica Regionale (Scala 1:100.000 raster);
- Carta Topografica Regionale (Scala 1:25.000 raster);
- Carta Tecnica Regionale (Scala 1:10.000 vettoriale, copertura parziale del territorio regionale);
- Carta Tecnica Regionale CASMEZ (Scala 1:5.000 raster, copertura parziale del territorio regionale);
- Ortofotocarte a colori (Scala 1:10.000, raster);
- Carta geomorfologica dei Bacini Idrografici Regionali + Sangro (1:25.000);
- Inventario dei Fenomeni Franosi dei Bacini Idrografici Regionali + Sangro (1:25.000);
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto (territorio abruzzese);
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del territorio abruzzese del Fiume Trigno;
- Piano straordinario diretto a rimuovere le situazioni a rischio molto elevato, territorio abruzzese del Fiume Tevere;
- Piano straordinario diretto a rimuovere le situazioni a rischio più alto, territorio abruzzese del bacino Liri-Garigliano;
- Regione Molise, Carta Inventario dei Fenomeni Franosi, Carta della Pericolosità e Carta delle Aree a rischio.

Su supporto cartaceo:

- Ortofotocarte B/N (Scala 1:10.000);
- Studi geomorfologici, idrogeologici e delle risorse idriche del territorio regionale – Geomorfologia, Relazione e schede (1992). Regione Abruzzo, Settore Lavori Pubblici e Politica della Casa, Servizio Difesa e Tutela del Suolo & Aquater. Scala 1:25.000.

Tutta la suddetta documentazione ha costituito la base di partenza per l'impostazione del lavoro. Essa è stata anche integrata con altri documenti reperiti dal Gruppo di lavoro dell'Università, consistenti per lo più in pubblicazioni scientifiche e in ricerche eseguite presso il Dipartimento di Scienze della Terra.

18.2 Fasi di lavoro

Il lavoro svolto si è articolato in più fasi: nella prima fase sono stati raccolti i dati bibliografici e cartografici, in parte messi a disposizione dalla Regione Abruzzo, ed in parte reperiti in proprio (paragrafo "Studi e censimenti precedenti"), utili ai fini della individuazione delle aree soggette a movimenti franosi.

Nella seconda fase, unitamente al censimento dei dati raccolti, è stata verificata la loro completezza ed omogeneità in funzione delle caratteristiche fisiche del territorio. E' stata realizzata la rappresentazione cartografica, alla scala 1:25.000, dei fenomeni franosi contestualmente alla loro verifica tramite aerofotointerpretazione. Quindi, sono state cartografate le frane risultanti, dopo averle adeguatamente validate, integrate e rielaborate.

La verifica da foto aerea è stata eseguita sistematicamente per tutte le frane rinvenute nei censimenti, ed a campione sono stati realizzati i relativi controlli di taratura sul terreno.

Per ogni frana così cartografata, su supporto cartaceo, è stata compilata la relativa scheda di I livello, sempre su supporto cartaceo. Tutte le copie cartacee sono adeguatamente conservate.

La successiva fase di lavoro ha riguardato la informatizzazione dei dati sia relativi alla rappresentazione su base cartografica, sia alfanumerici.

Un'ulteriore fase di lavoro ha riguardato la stesura delle schede di II livello. Per la realizzazione di queste sono stati eseguiti, ad integrazione dei dati già acquisiti, rilevamenti in situ su tutte le aree perimetrate R3 ed R4 dal progetto P.A.I., indipendentemente dalla loro corrispondenza con le verifiche emerse dalle precedenti fasi di lavoro. Questo ha consentito ulteriore approfondimento, verifica e taratura dei dati. Infine, il tutto è stato informatizzato sia su base cartografica che alfanumerica.

18.3 Basi topografiche ed ortofoto

Vengono di seguito riportati i quadri di unione delle basi topografiche e delle ortofotocarte utilizzate per la realizzazione del Progetto IFFI.

Basi topografiche: Regione Abruzzo - Carta Topografica Regionale – Scala 1:25.000 – Anno dei rilevamenti 1955 – Edizione Aggiornata 1982.

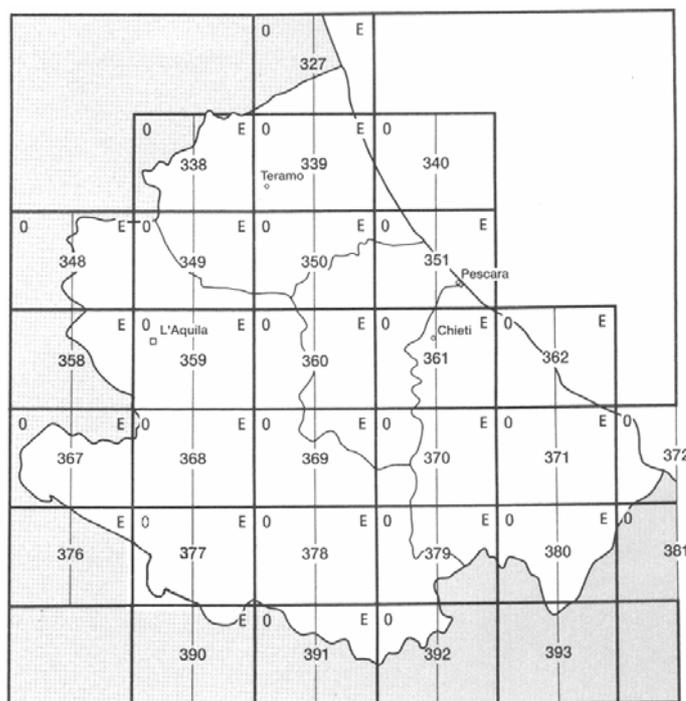


Figura 18.1 Quadro d'unione della Regione Abruzzo.

Ortofotocarte: Regione Abruzzo – Ortofotocarta – Scala 1:10.000 – Ripresa aerea dell’anno 1987 – Camera Wild RC 10 – Foc. 153,26 – Quota media volo: m 5.000 s.l.m. – Esecuzione C.G.R. Parma.

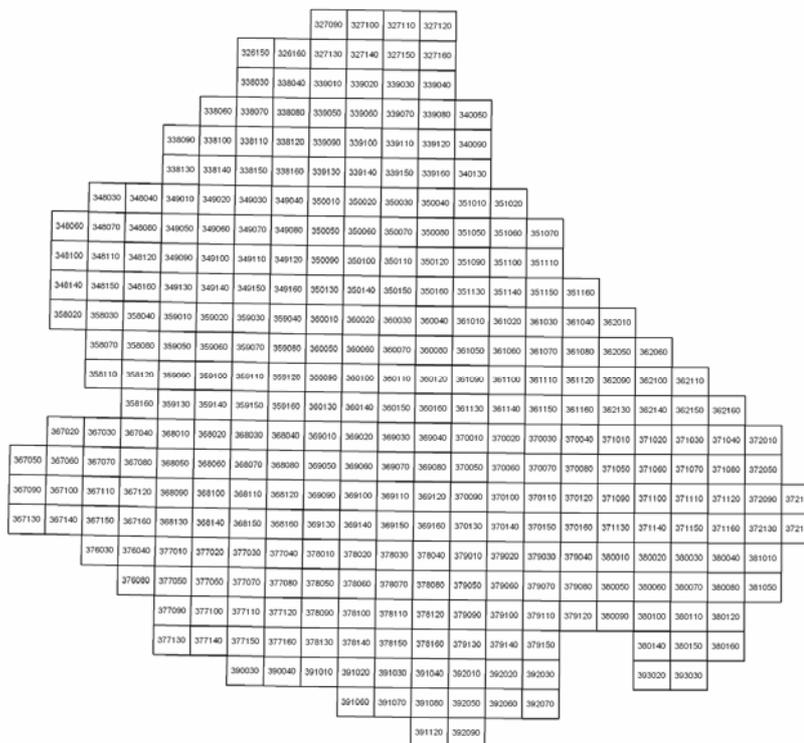


Figura 18.2 Quadro d’unione delle ortofotocarte della Regione Abruzzo.

18.4 Studi e censimenti precedenti

Ai fini del censimento delle frane e per la stesura delle schede di I livello, è stato analizzato e verificato mediante aerofotointerpretazione geologica il seguente materiale fornito dalla Regione Abruzzo e reperito in proprio; di esso si fornisce una breve indicazione dell’area di riferimento e del tipo di informazione contenuto.

Documentazione fornita dalla Regione:

a) “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro”. (L.R. del 18/05/1989 n. 81 e L. 24/08/2001) – Carta inventario dei fenomeni franosi ed erosivi - scala 1:25.000 - Regione Abruzzo 2005 (BASE P.A.I.).

Sulle aree in frana riportate in tale Piano è stata effettuata la richiesta verifica e validazione mediante aerofotointerpretazione geologica, rilevando che tale operazione è stata condizionata dal fatto che le categorie tipologiche dei dissesti adottate nella cartografia PAI sono diverse da quelle previste nel presente Progetto IFFI. Pertanto si precisa che la “Carta inventario dei fenomeni franosi ed erosivi” e l’elaborato cartografico del Progetto IFFI non sono direttamente confrontabili. Le legende relative ai due elaborati sono strutturate in modo diverso. Nella prima vengono presi in considerazione le seguenti categorie di dissesto:

- Corpo di frana di colamento
- Corpo di frana di crollo e ribaltamento
- Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto in massa)
- Corpo di frana di scorrimento rotazionale
- Corpo di frana di scorrimento traslativo
- Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso

- Versante interessato da deformazioni superficiali lente
- Versante vistosamente interessato da deformazione profonda.

Nel Progetto IFFI le frane sono rappresentate da un punto e da un poligono in funzione della scala di rilevamento, classificate secondo la seguente tipologia:

- Crollo/Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslativo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- DGPV
- Aree soggette a crolli-ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse.

b) "Carta dei fenomeni franosi ed erosivi noti dei bacini idrografici di rilievo regionale" Scala 1:25.000 - Regione Abruzzo, 1998.

Il documento comprende i bacini regionali ed il bacino del fiume Sangro e fornisce indicazioni sulla tipologia, estensione e stato di attività delle frane.

c) "Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più alto" Autorità di bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (D.L. del 11/06/98 n.180 convertito in legge del 3/08/98 n.267, D.P.C.M. 29/09/98, D.L.13/05/99 n.132 convertito in legge 13/07/99 n. 226).

- Carta dei dissesti relativi ai dati in possesso dell'Autorità di Bacino e/o segnalati dagli enti territoriali - Scala 1:25.000
- Carta inventario dei fenomeni franosi - Scala 1:25.000

Le due carte, relative alla stessa area, non risultano tra loro omogenee. Infatti, la "Carta dei dissesti relativi ai dati in possesso dell'Autorità di Bacino e/o segnalati dagli enti territoriali" classifica i "fenomeni franosi" in:

- Soliflusso
- Frane superficiali
- Frane di crollo e ribaltamento
- Frane di scorrimento
- Frane complesse
- Gruppi di frane non cartografabili singolarmente

I "fenomeni intensa erosione" sono catalogati in:

- Erosione diffusa a rivoli e a solchi
- Erosione di sponda
- Sovraincisioni del *talweg*.

La suddetta "Carta inventario dei fenomeni franosi", invece, adotta la legenda seguente:

- Frane di crollo e/o ribaltamento frontale
- Colata rapida di fango
- Colata di detrito
- Colata rapida in terreni prevalentemente marnoso argillosi
- Frana di scorrimento traslativo
- Frana di scorrimento rotazionale
- Frana di colata lenta-colamento

- Frana di espansione laterale
- DGPV
- Concavità morfologica
- Area calanchiva
- Contropendenza
- Orlo di scarpata
- Trincea
- Frattura beante
- Creep superficiale
- Creep profondo.

Dal confronto tra i due elaborati, appare evidente come la quasi totalità dei “fenomeni di intensa erosione” riportati nella “Carta dei dissesti relativi ai dati in possesso dell’Autorità di Bacino e/o segnalati dagli enti territoriali” siano stati classificati tra le frane nella “Carta inventario dei fenomeni franosi”. Inoltre, in questo ultimo elaborato, in molti casi, sono stati classificati tra i movimenti franosi anche altre forme quali quelle riconducibili a canali di valanga, falde e coni detritici, coni di deiezione, imputabili a diversi agenti morfogenetici. Nell’elaborato relativo al Progetto IFFI, tali forme non sono state classificate tra le frane, attenendosi alle indicazioni riportate nella “Guida alla compilazione della Scheda Frane IFFI”.

Esempi significativi in tal senso sono quelli relativi al versante orientale del Monte Cima della Retta nella valle del Fiume Liri e ai versanti orientali dei monti Parasano e Civitella nella valle del Fiume Giovenco, dove una serie di incisioni, con alla base accumuli detritici, dovute principalmente a morfogenesi nivale ed a processi di erosione e deposito per azione delle acque correnti di superficie e in subordine a fenomeni gravitativi, sono stati classificati tra le frane nella “Carta Inventario dei fenomeni franosi”. Negli elaborati IFFI, tali forme non sono state riportate.

d) “Piano straordinario diretto a rimuovere le situazioni a rischio molto elevato”. Autorità del Fiume Tevere (D.L. del 11/06/98 n.180 convertito in legge del 3/08/98 n.267, D.P.C.M. 29/09/98, D.L.13/05/99 n.132 convertito in legge 13/07/99 n. 226).

Il piano segnala tre frane in aree definite ad alto rischio.

e) “Progetto di Piano stralcio per l’Assetto idrogeologico del Territorio Abruzzese del Fiume Trigno” Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore, 2001.

Il documento è stato preso in considerazione per la parte di territorio regionale compreso nel bacino del Fiume Trigno.

Documentazione reperita in proprio:

- Accordi B., Biasini A., Caputo C., D’Alessandro L., Devoto G., La Monica G.B., Lupia Palmieri E., Matteucci R., Pieruccini U. (1976) “Geologia e dissesti del territorio montano della Regione Abruzzo”. In: Carta della Montagna, vol. II, monografie regionali, 13, Abruzzo. Ministero dell’Agricoltura e Foreste – Geotecneco.
Il lavoro fornisce utili indicazioni circa le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e di dissesto delle aree montane della regione.
- Almagià R. (1910) “Studi geografici sulle frane in Italia”. Mem. Soc. Geogr. It., 13.
Questa nota di carattere storico illustra, nell’ambito di uno studio di carattere nazionale, alcune importanti frane nell’area abruzzese.
- Bertini T. (1987) “Ambiente geologico e condizioni di rischio nell’Abruzzo Adriatico: i lenti movimenti di versante”. Mem. Soc. Geol. It., 37, 333-340, 6 ff.
La nota fornisce utili indicazioni circa l’evoluzione di una serie di movimenti lenti, valutati sulla base di monitoraggio inclinometrico.

- Buccolini M., Sciarra N. "Conoscenze geologico – tecniche e distribuzione dei movimenti franosi della Provincia di Pescara"- Studi Geol. Cam., XI, 23-35, 1989.
La pubblicazione consiste in un elaborato scritto con contenuti statistici relativi alla distribuzione dei fenomeni franosi per la provincia di Pescara ed in una mappa cartografica schematica alla scala 1:170.000 circa.
- Buccolini M., Fiorillo F., Lollino G., Rusi S., Sciarra N. & Wasowski J. "La frana di Caramanico Terme dell'ottobre 1989". Gruppo Nazionale C.N.R. – D.G.P.V. Università "G. D'Annunzio", DE.MA.1995.
- Buccolini M., Fiorillo F., Lollino G., Sciarra N., Wasowski J. "La frana di Caramanico dell'ottobre 1989: risultati preliminari dell'indagine geologico-tecnica". Università degli studi di Milano Dipartimento di Scienze della Terra, Ricerca scientifica ed educazione permanente, suppl. 93, 1991.
- Buccolini M., Crescenti U., Sciarra N. "La frana di Caramanico dell'ottobre 1989 nota preliminare". Boll. Soc. Geol. It. 111, 181-191, 1992.
- Buccolini M., Sciarra N. "Caramanico landslide (Abruzzo-Italy)". 7° International Symposium on landslides, Trondheim juin 1996. Landslides, Senneset ed.-A.A. Balkema Rotterdam 1996.
- Buccolini M., Fiorillo F., Lollino G., Rusi S., Sciarra N., Wasowski J. "La frana di Caramanico Terme dell'ottobre 1989"-Gruppo nazionale C.N.R.–D.G.P.V. Università "G. D'Annunzio", DE.MA 1995.
Le cinque note sopra elencate trattano la frana di Caramanico del 1989 e ne consentono la caratterizzazione.
- Buccolini M., Crescenti U., Sciarra N. "Interazione fra dinamica dei versanti ed ambienti costruiti. Alcuni esempi in Abruzzo". Il Quaternario 7 (1), 179-196, 1994.
Dalla nota sono state tratte indicazioni relative ad aree in frana in prossimità di Caramanico Terme e Pescosansonesco, Ortona, Vasto, Roccamontepiano, Campli, Torre di Cerrano.
- Buccolini M., Gentili B. "Deformazioni Gravitative Profonde e Frane di La Queglia (Appennino centrale-Abruzzo)". Mem. Soc. Geol. It. 50, 59-66, 1995.
- Buccolini M. "Frane e D.G.P.V. di Roccatagliata, Appennino centrale Abruzzo". Mem. Soc. It. 51, 921-928, 1996.
Le pubblicazioni hanno consentito di acquisire dati relativi a frane e DGPV, ubicate in corrispondenza delle dorsali di Queglia e di Roccatagliata nei pressi di Pescosansonesco e di Bussi.
- Buccolini M., Sciarra N., D'Alessandro L., Genevois R. (1994) "Fontanelle landslides in Chieti territory (Abruzzo, Italy)". Proceedings 7th International IAEG Congress, Balkema, Rotterdam.
Lo studio illustra la distribuzione dei movimenti franosi in un tratto del versante orientale della città di Chieti.
- Buccolini M., Miccadei E. "Rilevamento geomorfologico della Valle dell'Orta 1) Depositi Quaternari ed elementi geomorfologici". Università "G. D'Annunzio", Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Chieti 1999.
La carta riporta aree in frana ubicate in corrispondenza della valle del fiume Orta.
- Buccolini M., Rusi S. & Sciarra N. (1993) "La frana di Montefischietto presso Montazzoli – Chieti". Geologia Applicata e Idrogeologia, 38.
Il lavoro analizza in dettaglio le caratteristiche e l'evoluzione di un'ampia frana presso Montazzoli e del lago di sbarramento da essa creato.
- D'Alessandro L. & Pantaleone A. (1991) "Caratteristiche geomorfologiche e dissesti nell'Abruzzo sud-orientale". Mem. Soc. Geol. It., 37, 805-821.
Questo lavoro presenta un ampio studio su tutto il territorio dell'Abruzzo sud-orientale tra il Fiume Trigno e il F. Osento, documentando la distribuzione dei dissesti su cartografie allegate.
- D'Alessandro L., Genevois R. & Prestininzi A. (1979) "Preliminary report on an earthflow in the Sangro valley (Central Italy)". Polish-Italian Seminar, Superficial mass movements in mountain region, Szymbark.

- La nota analizza le caratteristiche dinamiche di una colata detritica tuttora attiva.
- D'Alessandro L., Berti D., Buccolini M., Miccadei E., Piacentini T. & Urbani A. (2003) "Relationships between the geological-structural framework and landslide types in Abruzzi (Central Apennine)". In: "Atti 1° Congresso Nazionale AIGA", Chieti, 19-20 Febbraio 2003"; 255-275. Rendina Editori, Roma ISBN-88-86698-40-2.
La nota illustra le relazioni esistenti tra tipologie di frane e assetto geologico strutturale, presentando anche i casi specifici di Scanno (Aq), Roccatagliata (Pe), Pescosansonesco (Pe), Roccamontepiano (Ch), Borrello (Ch), Pennadomo (Ch) e Ortona (Ch).
 - D'Alessandro L. (1982) "La frana di Montepiano: indagini e studi - Relazione generale C.M. "Maielletta", 86 p. Pennapiedimonte, Chieti.
 - Crescenti U., D'Alessandro L. & Genevois R. (1991) La Ripa di Montepiano (Abruzzo): un primo esame delle caratteristiche geomorfologiche in rapporto alla stabilità. Mem. Soc. Geol. It., 37 (1987), 775-787, 11 fig., Roma, 1990.
In questi lavori sono descritti in dettaglio le caratteristiche geomorfologiche della frana di Montepiano per arrivare a una chiara definizione della geometria e dei meccanismi di frana.
 - D'Alessandro L., Genevois R. & Marino A. (2001) "Dinamica recente della costa alta tra Ortona e Vasto (Abruzzo centro meridionale)". Mem. Soc. Geol. It., 56, 53-60.
La nota analizza la dinamica morfoevolutiva della costa alta tra Ortona e Vasto, ponendo particolare attenzione nell'individuare le relazioni tra l'assetto morfologico e litostrutturale e le caratteristiche dei fenomeni franosi che interessano questo settore.
 - D'Alessandro L., Urbani A. "Studi sulla caratterizzazione geomorfologica dei centri abitati in Abruzzo (nota preliminare), 2004; Atti XXVIII Congresso Società Geografica Italiana, vol. 3, Roma 18-22 Giugno 2000, pp. 2562-2572.
 - D'Alessandro L., Genevois R., Berti M., Urbani A. & Tecca P.R. (2002) "Geomorphology, stability analyses and stabilization works on the Montepiano travertine cliff (Central Italy)". In Allison R.J. Ed., Applied geomorphology: theory and practice 21-38. John Wiley and Sons, Ltd.
In questo articolo pubblicato su un volume tematico internazionale, è presentato uno studio di dettaglio sulla Ripa di Montepiano, basato su analisi geologico-geomorfologiche e su analisi di stabilità anche mediante modellazioni numeriche; sono inoltre illustrati i lavori di stabilizzazione della ripa.
 - D'Annibale G. (1977) "Note sul movimento franoso 'Salesiani sud' di Ortona (Ch)". Geologia Tecnica, 2.
Lo studio riporta uno studio geomorfologico e storico sui fenomeni franosi verificatisi nell'area di Ortona.
 - Del Prete M. (1979) "Rilievo geologico e geomorfologico delle sponde del Lago di Bomba (Abruzzo) con particolare riferimento al rischio da frana". Geol. Appl. e Idrogeol., 14(2), 255-297.
La nota analizza nel dettaglio la distribuzione dei dissesti lungo tutte le sponde del Lago di Bomba.
 - Esu F. (a cura di) "Frane costiere". Università degli Studi di Roma-G.N.D.C.I., Roma, Ottobre 1991.
La nota comprende descrizioni di alcune frane costiere storiche ubicate in corrispondenza del litorale adriatico abruzzese.
 - Paolucci G., Pizzi R. & Scarascia-Mugnozza G. (2001) "Analisi preliminare della frana di Lettopalena (Abruzzo)". Mem. Soc. Geol. It., 56, 131-137.
Sono illustrate, in questo articolo, le caratteristiche di una imponente frana in roccia verificatasi, non in tempi recenti, lungo il versante orientale della Montagna della Maiella, sul cui accumulo, oggi profondamente reinciso dal corso del Fiume Aventino, è costruito l'abitato di Lettopalena.
 - Piano stralcio per l'assetto idrogeologico – D.L. 180 del 11.06.1998 e successive modificazioni ed integrazioni – Legge 183 del 18.05.1989 – Autorità di Bacino interregionale del Fiume Tronto.

Le aree in frana riportate nel Piano sono state controllate e conseguentemente anche modificate, a seguito di fotointerpretazione. Il documento comprende il tratto di territorio regionale compreso nel bacino del Fiume Tronto e fornisce indicazioni sulla tipologia, estensione e stato di attività delle frane.

- Regione Abruzzo – Comitato Tecnico-Scientifico - Coord. L. D'Alessandro. "Piano degli interventi Urgenti - Stato di Emergenza da Calamità Naturali 23/25 gennaio 2003". (O.P.C.M. del 11/03/2005 - G.U. n. 68 del 23/03/2005).

Il Piano fornisce documentazioni relative alle frane verificatesi a seguito delle intense precipitazioni del 23-25 gennaio 2003. In particolare i dati analizzati hanno consentito di verificare che tali dissesti spesso ricadono all'interno di zone perimetrare come "aree soggette a frane superficiali diffuse" o come "frane" per lo più classificate come "complesse", "scorrimenti" o "colamenti lenti", che nel gennaio 2003 hanno subito locali riattivazioni costituite da eventi minori su corpi di frana più estesi. In altri casi, l'analisi del Piano ha evidenziato che le aree coinvolte dalle frane hanno modeste dimensioni, per cui è stata indicata solo la loro ubicazione puntuale.

18.5 Inquadramento geologico regionale

L'area abruzzese, seppur così vasta e articolata, presenta al geologo un quadro relativamente omogeneo. Essa è, infatti, il risultato della deformazione e del sollevamento di alcuni domini paleogeografici mesozoici, strutturatisi nel Neogene (soprattutto tra il Miocene medio ed il Pliocene inferiore).

Anche l'area abruzzese (come la contigua area laziale, della quale condivide molte caratteristiche, e alla stessa stregua dei settori appenninici posti più ad W e ad E) deriva infatti dall'evoluzione prevalentemente neogenica di un sistema orogenico catena-avanfossa-avampaese, in cui si possono ricostruire fasi di migrazione degli sforzi compressivi dai settori occidentali (peritirrenici) verso quelli orientali (area adriatica), fasi compressive accompagnate e poi seguite, a partire almeno dal Miocene superiore, da una tettonica distensiva anch'essa in migrazione da W verso E, e non ancora ultimata. Ha così avuto luogo la strutturazione, prima in ambiente sottomarino e poi subaereo, dell'area abruzzese, così come la conosciamo oggi, articolata in dorsali quali Velino-Sirente, Marsica, Gran Sasso, Morrone, Maiella, e depressioni quali la Piana del Fucino, la Piana di Sulmona, la Conca Aquilana (Miccadei, 1993; Miccadei *et alii*, 1999).

L'emersione graduale della catena in formazione ha creato, infine, nel Plio-Pleistocene le condizioni per una importante fase di smantellamento subaereo, accompagnata dalla deposizione di una potente coltre di depositi detritici alluvionali e anche lacustri, che colmano le aree depresse e ricoprono a mantello gran parte della fascia periadriatica, mascherando le tracce delle deformazioni più antiche e conferendo in tal modo all'area un'apparenza di continuità sedimentaria e strutturale ben superiore a quella reale (Miccadei *et alii*, 1999; D'Alessandro *et alii*, 2003a).

Nel settore più orientale, nello stesso periodo si sviluppa il *bacino periadriatico*, colmato da una potente successione marina.

L'evoluzione geodinamica del settore crostale cui appartiene l'Abruzzo è fondamentalmente controllata dalla presenza di unità paleogeografico-strutturali che si sono sviluppate a partire dal Trias superiore (terreni più antichi non sono conosciuti nell'area, neppure in sondaggio) sul margine meridionale dell'oceano Tetide in espansione, al largo del continente africano, mentre Africa ed Europa tornavano a dividersi e ad allontanarsi. Su un segmento crostale presumibilmente di natura continentale, spianato in superficie da una lunga fase di emersione ed erosione, e che dobbiamo immaginare in gran parte disarticolato in blocchi variamente assottigliati e in rapido sprofondamento (subsidenza), ben presto invasi dalle acque marine, si sono dapprima individuate e poi sviluppate alcune unità fondamentali dalla cui interazione successiva, nelle fasi orogeniche neogeniche, sarebbe poi derivato questo settore della catena appenninica.

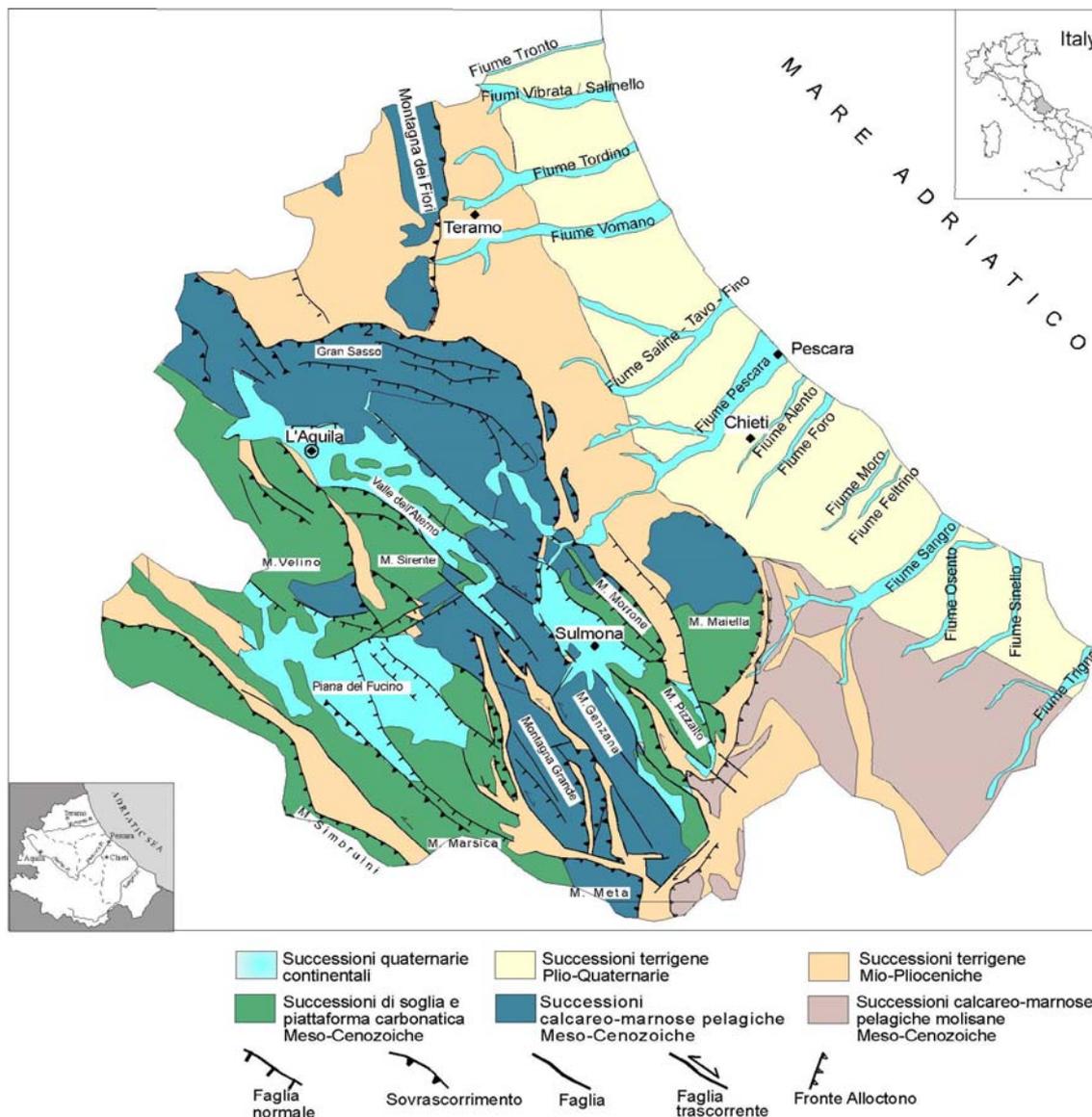


Figura 18.3 Schema geologico semplificato d'Abruzzo.

Tali unità, procedendo da quelle più interne e più deformate, che formano oggi il cuore della catena, in direzione di quello che è oggi l'avampaese adriatico, caratterizzato da terreni scarsamente deformati, sono:

- 1) la grande **Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese** (facies di piattaforma carbonatica di tipo bahamiano dal Trias superiore al Cretacico superiore, e facies di rampa carbonatica fino al Miocene medio), con le relative facies marginali riconoscibili nell'area Velino - Monti d'Ocre, Sirente, Montagna Grande, Matese;
- 2) i **Bacini esterni** adiacenti, con facies calcareo-silico-marnose pelagiche sviluppate in genere dal Lias medio al Miocene inferiore. Si tratta di unità paleogeografiche che, sia pure parzialmente obliterate o raccorciate durante la fase compressiva successiva, sono tuttora agevolmente riconoscibili attorno alla Piattaforma (*Bacino umbro-sabino* ad W, *Bacino umbro-marchigiano* a N, *Bacino molisano* ad E). Il Bacino umbro-marchigiano in particolare si estende verso E fino a comprendere gran parte del Gran Sasso e la Maiella Nord. Le comunicazioni tra il Bacino molisano e quello umbro-marchigiano sono oggi in gran parte obliterate dai raccorciamenti tettonici, ma ne rimane traccia nel cosiddetto *Corridoio Marsicano*, una sottile fascia di terreni pelagici riconoscibile nella stretta dorsale che da Rocca Chiarano si spinge fino al M. Genzana;

- 3) la piccola **Piattaforma carbonatica abruzzese esterna**, individuata da alcuni Autori nell'unità Morrone Sud - Pizzalto - Rotella, interposta quindi (con facies abbastanza simili) tra la Piattaforma laziale-abruzzese;
- 4) la **Piattaforma carbonatica apula deformata**, la più esterna delle unità abruzzesi, collegata all'attuale avampaese indeformato apulo. Vi appartengono il settore di Casoli, la Maiella Sud e tutta l'area prospiciente la Maiella verso E. Quest'ultima parte è nota soprattutto da indagini di sottosuolo per esplorazione di idrocarburi.

Le avanfosse

Le unità sopra descritte, costituite da spessori rilevanti (migliaia di metri) di sedimenti carbonatici o calcareo-silico-marnosi deposti nel corso di una ininterrotta storia deposizionale marina, sono state raggiunte e ricoperte tra il Miocene sup. (unità più interne) ed il Pliocene inf. (margine adriatico) da abbondanti apporti silicoclastici torbiditici. I depositi più recenti ed esterni colmano una marcata avanfossa, ove si riconoscono spessori di migliaia di metri di materiale terrigeno (Formazione della Laga, Formazione Cellino). L'avanfossa più esterna è ancora ben distinguibile nel tratto marchigiano-abruzzese e risulta giustapposta alla catena (che conserva tuttavia al suo interno evidenze di avanfosse più antiche). Verso N essa risulta collegata alla grande avanfossa padano-adriatica, di cui in pratica costituisce un settore, mentre a S, con una breve interruzione all'altezza della Maiella, si continua con la "fossa bradanica", ove catena ed avanfossa tendono a confondersi.

18.6 Lineamenti geomorfologici regionali

La fisiografia del territorio abruzzese è caratterizzata dalla successione di ampie aree orograficamente omogenee: procedendo da oriente verso occidente si individua dapprima la fascia collinare, quindi quella pedemontana ed infine la zona montana (D'Alessandro L., Miccadei E. & Piacentini T., 2003a; Buccolini, D'Alessandro & Lupia Palmieri, 2003). La suddivisione del territorio regionale in aree di pianura e montano collinare è stata ottenuta utilizzando un Modello Digitale del Terreno (DEM) della Regione Abruzzo. I parametri utilizzati per ricavare le percentuali territoriali sono tratti dall'Allegato 5: "Standard del pol, editoriali e cartografici del Progetto IFFI" (versione 2.0, 2005). In particolare sono per la pianura: pendenza < 3°, altitudine < 300 m s.l.m. Il calcolo delle aree con pendenza < 3° è stato effettuato tramite uno script dal nome "montagna.ave" (ARPA Piemonte, 2005).

Di seguito viene riportata la tabella relativa alle incidenze percentuali delle varie fasce del territorio abruzzese.

Tabella 18.1 Estensione dei diversi areali del territorio abruzzese.

	km ²	%
Area montana e collinare	9.959,3	92,2
Area di pianura	821,9	7,8

La fascia collinare è contraddistinta, oltre che da rilievi a debole energia, anche da estese zone sub-pianeggianti che digradano dolcemente verso il mare. Essa è modellata sui depositi marini plio-pleistocenici (argille, sabbie, conglomerati). I più intensi processi morfogenetici in atto sono costituiti da fenomeni gravitativi e da erosione ad opera delle acque correnti superficiali.

La fascia pedemontana è caratterizzata da rilievi che raggiungono anche quote di 1.000 m, e che sono separati da incisioni vallive profonde e a forte pendenza. I rilievi sono generalmente disposti secondo allineamenti a direzione appenninica e sono scolpiti nei sedimenti torbiditici del Pliocene e del Messiniano. L'assetto strutturale è piuttosto complesso per i termini più antichi, i quali sono interessati da pieghe, faglie e sovrascorrimenti; i termini pliocenici, a loro volta trasgressivi o in contatto tettonico sulle unità litostratigrafiche sottostanti, sono, invece contraddistinti da una struttura monoclinale vergente ad ENE. Tale assetto strutturale determina una forte diffusione di forme asimmetriche: a scarpate ripide ed irregolari, connesse con la disposizione a reggipoggio degli strati, si affiancano nel lato a franapoggio versanti dolci ed omogenei. Tali asimmetrie di forme determinano e riflettono la diversità dei processi

geomorfici prevalenti: crolli ed erosione accelerata nelle scarpate di reggipoggio, scorrimenti traslazionali e colamenti nei versanti a franapoggio.

Tra le morfologie conseguenti a processi di erosione accelerata che si manifestano in corrispondenza di versanti argillosi ripidi, sono molto appariscenti le distese a calanchi che si rinvencono nella zona compresa tra il basso corso del F. Vomano ed il F. Fino, con eclatante espressione nelle famose "bolge" di Atri, e nei bacini dell'Alento, Foro, Moro e Lavino; aree calanchive trovano condizioni favorevoli al loro sviluppo principalmente nella fascia collinare, ma anche nella parte pedemontana (Pennapiedimonte, Guardiagrele, Roccamontepiano, Manoppello, Turrivalignani, Lettopalena, Lama dei Peligni, Civitella Messer Raimondo e Palombara).

La catena montuosa vera e propria è caratterizzata da massicci elevati che costituiscono un grande blocco, caratterizzato da un ordinamento dei rilievi in allineamenti subparalleli, generalmente ben riconoscibile. Si possono distinguere tre zone orografiche: una dalla parte dell'Adriatico (Monti della Laga-Gran Sasso-Morrone-Maiella), una mediana (Monti d'Ocre-Sirente-M. Genzana-M.Greco, che costituiscono la fascia più orientale, e gruppo del Velino-Montagna Grande-M. Marsicano, che formano l'allineamento più interno), ed infine una terza fascia sul lato tirrenico laziale (Monti Simbruini e Monti Ernici). Al primo allineamento spettano le cime più elevate, site 30-40 chilometri ad E dallo spartiacque; questa anomalia, caratteristica di parte dell'Appennino, raggiunge qui la sua massima espressione.

Le creste montane si elevano di regola sino a 2.000-2.500 m e solo nei possenti massicci più esterni superano di qualche centinaio di metri tale limite. L'energia del rilievo è ovunque elevata e sempre notevole è anche l'acclività dei versanti; i dislivelli sono notevolmente accentuati rispetto al fondo delle poche valli principali o delle conche, e talvolta si presentano con un solo imponente balzo. Nel complesso, però, le alte dorsali si elevano da uno zoccolo comune di quota 1.000-1.500 m, che può essere considerato come una specie di altopiano movimentato da lunghi dossi e depressioni. La parte sommitale e più accidentata mostra prolungati costoni a profilo ondulato, che spesso dividono due fianchi ad acclività diversa: da un lato si ha una muraglia rocciosa incisa da canali con abbondanti detriti disposti in coni e falde continue; l'altro fianco, meno acclive, è squarciato da profondi valloni (Maiella, Morrone).

Le diverse caratteristiche litotecniche delle rocce che costituiscono il tratto di catena appenninica abruzzese (arenarie, in strati e banconi intercalate da sottili livelli pelitici del Messiniano, in corrispondenza dei Monti della Laga; calcari, alternati a marne, che vanno dal Trias superiore al Miocene medio nelle restanti dorsali) determinano differenti peculiarità geomorfologiche. Nei Monti della Laga, per esempio, l'evoluzione geomorfologica è influenzata in maniera determinante dalla diversa risposta agli agenti erosivi da parte dei litotipi affioranti (livelli arenacei più resistenti e livelli argillitici più erodibili); pertanto, l'area è caratterizzata di frequente dalla presenza di versanti a gradinata (cuestas) e da altre forme di modellamento legate alla erosione selettiva. I versanti calcarei, invece, sono di frequente regolarizzati per ampi tratti da coltri detritiche, sia stratificate che massive.

Forte rilevanza assume la presenza di particolari morfostrutture costituite da corpi rocciosi a deformazione fragile (calcari, arenarie, conglomerati, travertini), sovrapposti a livelli a deformazione duttile (argille, marne, marne argillose); tali condizioni strutturali, spesso unitamente ad altri elementi (forti energie del rilievo ed elevata sismicità) propiziano la genesi di movimenti in massa anche di grandi dimensioni, riconducibili a deformazioni gravitative profonde di versante oppure a grandi frane da crollo e scorrimento roto-traslazionale.

Con il paesaggio tipico della catena contrastano ampie conche (depressioni tettoniche) delimitate dai rilievi, incise di norma su substrato calcareo e/o calcareo-marnoso. La complessità dei fattori geologici e climatici, interni ed esterni alle singole conche, ha portato alla deposizione di successioni sedimentarie continentali e al modellamento di forme anche molto diverse da bacino a bacino. Tra le principali conche intrappenniniche abruzzesi, poste a quote e posizioni geografiche diverse, vanno ricordate: la Conca del Fucino, la Conca de L'Aquila, la Conca di Fosso San Demetrio, la Conca Subequana, la Valle del Tirino e la Conca di Sulmona.

Il litorale abruzzese è costituito da brevi tratti di costa alta (26 km) ubicati nella porzione più meridionale, e da spiagge, la cui estensione totale è pari a 99 km, contraddistinte da cospicua erosione.

Bacini fluviali e loro modellamento

La catena abruzzese presenta il drenaggio superficiale sia verso l'Adriatico che verso il Tirreno. Tra i fiumi abruzzesi che sfociano nell'Adriatico, si individuano diversi gruppi: alcuni con bacini interamente incisi nella fascia collinare (Piomba, Alento, Osento, Sinello), altri che hanno origine dal fianco esterno della catena appenninica e che la dissecano in direzione trasversale (Vibrata, Salinello, Fino, Tavo, Foro), altri ancora che nascono nella catena ed hanno inizialmente andamento parallelo alla direttrice appenninica e decorso trasversale nel tratto medio e terminale (Tronto, Vomano, Aterno-Pescara, Sangro, Trigno). Inoltre, dalla catena interna abruzzese hanno origine alcuni bacini idrografici con drenaggio tirrenico, come quelli del Fiume Liri e del Fiume Imele.

Benché l'Abruzzo sia solcato da una rete idrografica molto fitta, non si può dire che i suoi fiumi abbiano una particolare lunghezza o abbondanza di acque. Solo due, il F. Pescara e il F. Sangro, superano i 100 km, e soltanto quattro (Pescara, Vomano, Liri e Sangro) hanno una portata media annua superiore ai 10 m³/sec nella zona di foce. Si riportano qui di seguito alcuni dati caratteristici, tratti dagli *Annali Idrologici* (Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara, 1997).

L'Aterno-Pescara è il maggiore fiume abruzzese avendo una lunghezza pari a 145 km, che lo pone al ventesimo posto in Italia; la sua portata massima è di 594,08 m³/sec, quella minima è di 18,40 m³/sec e la portata media è di 51,76 m³/sec; tali misure sono state effettuate alla stazione posta in località S. Teresa (PE).

Il Sangro, con i suoi 122 km di lunghezza, è il maggiore fiume dell'Abruzzo meridionale; ha una portata massima di 239,21 m³/sec, una portata minima di 3,44 m³/sec e una portata media di 27,31 m³/sec; tali misure si riferiscono alla stazione di Paglieta, posta a circa 5 km dalla foce.

Il Vomano è il più importante fiume dell'Abruzzo settentrionale, con una lunghezza di 68 km ed una portata è di 1,5x10⁶ m³/anno (Desiderio *et alii*, 2003).

Non si possono, infine, non citare fra i principali fiumi abruzzesi il Tronto ed il Liri, anche se gran parte del loro bacino appartiene ad altre regioni.

L'attività morfogenetica che interessa i bacini abruzzesi risulta legata alle peculiari condizioni geologiche. Nei bacini idrografici dei fiumi Sinello e Tordino sono stati individuati, in funzione della tipologia e dell'intensità dei processi morfogenetici in atto, diversi settori, ciascuno dei quali è caratterizzato da aspetti sufficientemente unitari.

Nel bacino del Sinello il settore montano è contraddistinto nella zona di testata da una diffusa erosione lineare ad opera delle acque correnti incanalate, a cui si associano fenomeni gravitativi per lo più di piccola estensione (crolli nella Formazione calcareo-marnosa di Tuffillo, scorrimenti nella Formazione di Agnone); a valle dell'esigua zona di testata, il settore montano del bacino del F. Sinello appare letteralmente invaso da fenomeni di dissesto. Tale settore si dispiega in una fitta successione di valli e vallecole confluenti, drenate da un denso reticolo idrografico che costituisce uno dei principali agenti morfogenetici dell'area. Ma è proprio questa opera di incisione fluviale una delle più importanti concause dei movimenti franosi, i quali, comunque, costituiscono il tipo di dissesto più diffuso e prevalente nell'intero settore. Fra i movimenti franosi di maggiori dimensioni è da segnalare quello di M. Fischietto, presso la zona di testata, e quelli di Policorvo e Colle Pistilli presso la dorsale di Carpineto Sinello.

A valle della dorsale di Carpineto Sinello e fino all'allineamento Monteodorisio-Scerni si estende il settore mediano, contraddistinto dalla presenza di terreni argillosi (Argille varicolori e argille siltose plio-pleistoceniche), e interessato da movimenti franosi in genere di piccole dimensioni, la cui diffusione si riduce procedendo verso la costa. Il settore inferiore è caratterizzato dalla quasi totale assenza di dissesti e dalla prevalenza di processi morfogenetici connessi con l'azione dei corsi d'acqua.

Il bacino del F. Tordino è interessato diffusamente da vivaci processi di denudazione, che risultano particolarmente intensi nella sua porzione medio-alta. Il marcato stato di dissesto che caratterizza questa parte appare legato, oltreché alle peculiari condizioni litologiche, anche all'assetto tettonico. Ciò è particolarmente evidente nella zona di testata, dove il fronte di accavallamento dei litotipi arenacei su quelli pelitico-arenacei determina un forte grado di tettonizzazione e, di conseguenza, favorisce il verificarsi di intensi processi erosivi. Inoltre, alcune linee tettoniche, che condizionano l'andamento dei principali corsi d'acqua (F. Tordino,

F. Vezzola), favoriscono l'incisione fluviale e così determinano condizioni di instabilità dei versanti.

Anche nella porzione mediana del bacino possono essere individuate alcune aree soggette a intensi processi morfogenetici; numerosi fenomeni franosi, talvolta notevolmente estesi, e intensi fenomeni di creep caratterizzano l'area compresa fra Campoli e Teramo; anche per quest'area la vivacità e la diffusione dei processi di denudazione appaiono strettamente legate alla peculiare natura litologica e all'intenso grado di tettonizzazione delle rocce. Nel settore inferiore, che si estende dalla confluenza del T. Fiumicino fino alla foce, il versante destro della valle del F. Tordino è caratterizzato dalla presenza di movimenti lenti e da fenomeni di dilavamento che si traducono talora in erosione calanchiva, soprattutto laddove affiorano litotipi marnosi e argillosi. Anche per questo settore appare notevole il ruolo esercitato dall'assetto tettonico; dall'analisi degli indizi morfotettonici si desume, infatti, che il versante destro, sul quale i fenomeni di dissesto sono più diffusi, è sollevato rispetto al versante sinistro.

Forme carsiche

La particolare diffusione dei litotipi carbonatici ed evaporitici ha determinato un notevole sviluppo del fenomeno carsico.

Il carsismo è particolarmente diffuso nel pianoro del Gran Sasso, privo di un drenaggio superficiale attivo. Restano chiarissime le tracce di più circolazioni precedenti, sotto forma di un reticolo di valli asciutte. Le doline, a imbuto o a fondo piatto, sono ubicate o nelle alluvioni ciottolose o direttamente nella roccia in posto, di preferenza nelle zone sommitali dei rilievi convessi. Non molto abbondanti sono le solcature carsiche (*karren*), riconoscibili distintamente soprattutto al Corno Piccolo, al M. Guardiola e nei pressi del Malepasso. Molto frequenti, invece, sono le depressioni carsiche, chiuse e a fondo piatto, aventi diametro notevole e forma allungata in direzione NO-SE (Piano Racollo, ai margini meridionali di Campo Imperatore, Piano S. Marco e Lago Sfondo). Le grotte sono estremamente rare e per lo più rappresentate da specie di ripari sotto roccia.

Nel complesso della Maiella è possibile riconoscere varie forme carsiche, sia superficiali che ipogee. Frequenti sono i campi di doline, rappresentati da tipi diversi, con prevalenza delle varietà ad imbuto e a fondo piatto; ma non mancano interessanti esempi di doline a scodella e doline di crollo, queste ultime particolarmente diffuse a N del M. Amaro. Frequenti sono le doline allineate lungo i disturbi tettonici minori, soprattutto nell'alta Maiella, proprio al limite degli ultimi segni lasciati dalle glaciazioni quaternarie. Tra le forme del carsismo ipogeo sono rari i pozzi, mentre numerose sono le cavità a prevalente sviluppo orizzontale, tra le quali ricordiamo in particolare quella del Cavallone, nella Valle di Taranta, con una lunghezza complessiva di 850 m ed uno sviluppo verticale di 20 m. Altre grotte ben note sono quella del Bove e dell'Asino, entrambe in Valle di Taranta, e la Grotta Nera, lungo il Vallone delle Tre Grotte.

Anche nella fascia montuosa mediana le forme carsiche sono estremamente diffuse, rappresentate essenzialmente da una grande quantità di piccole doline, con qualche raro addensamento in veri campi di doline; il fondo di queste piccole depressioni è generalmente tappezzato di esigui spessori di "terra rossa" (specialmente nei Monti della Duchessa e nel M. Velino). Le solcature carsiche sono frequentissime e in alcuni luoghi (M. Sirente) si presentano profonde ed a lame aguzze. Anche le doline impostate sui fondi di depressioni scavate dall'azione erosiva dei ghiacciai non sono rare, specialmente sui versanti settentrionali o nord-orientali dei principali rilievi (circhi del M. Velino, M. Sirente, Magnola, M. Genzana, M. Greco) o lungo le valli di origine tettonica, rielaborate successivamente dal glacialismo, che dalle dorsali del M. Greco e del M. Chiarano scendono in direzione del M. Genzana.

Sui rilievi della Marsica si possono osservare diversi tipi di modellamento carsico, con prevalenza di doline sparse e di karren. Le aree pianeggianti (Terranera, Rocca di Mezzo, Rovere, Ovindoli, Cammarone, Pescocostanzo) allungate in direzione appenninica sono depressioni di origine tettonica in cui si è impostato il carsismo, molto spesso favorito, a causa del fattore altimetrico, dall'azione nivale. Tra le forme degne di nota si ricorda l'inghiottitoio di Stiffe, in prossimità di Terranera.

In prossimità dei Monti Carseolani sono ubicati numerosi inghiottitoi e cavità ipogee, come l'Inghiottitoio della Lupa e la Grotta di attraversamento di Pietrasecca.

Esempi di forme carsiche epigee su depositi evaporitici sono rinvenibili sotto forma di doline e solcature nella valle del Fiume Orta.

Forme glaciali

L'Abruzzo è tra le regioni dell'Italia centrale una delle più ricche di forme glaciali. Circhi, morene e *rock glacier* sono abbondanti nell'area del Parco Nazionale d'Abruzzo. Oltre a numerosi circhi, si osservano altre forme di erosione, quali truogoli e rocce montonate. I depositi morenici hanno spesso conservato la loro originaria forma e consentono di riconoscere cordoni laterali e frontali in varie valli. Le varie tracce glaciali dimostrano che l'estensione dei ghiacciai è giunta fino a 1.000 m di quota circa (Giraudi, 1998; Cinque *et alii*, 1990).

La Maiella è sede di grandi ed incise valli glaciali ubicate prevalentemente in corrispondenza dei settori settentrionali. Queste valli presentano alla loro testata circhi glaciali molto evidenti. *Rock glacier* sono diffusi in corrispondenza di gran parte dei circhi glaciali nelle valli settentrionali e sono presenti anche nella valle Taranta. Un *rock glacier*, ubicato in corrispondenza della Val Cannella, è segnalato come tuttora attivo.

Nel massiccio del Gran Sasso d'Italia è presente il Ghiacciaio del Calderone, esteso attualmente circa 5 ettari, posto in un circo allungato e incassato sul versante settentrionale della vetta occidentale del Corno Grande (m 2.912 s.l.m.) (Pecci & Smiraglia, 1997; Pecci, 1999; D'Alessandro *et alii*, 2001). Tale ghiacciaio è il più meridionale d'Europa e costituisce l'ultimo apparato residuo delle glaciazioni quaternarie nella catena appenninica. Esso sta attraversando una fase di intensa riduzione; a partire dalla fine dell'ottocento la sua area è diminuita di circa il 50% ed il suo spessore di circa il 60 %, passando dai circa 50 m ai 20 m massimi attuali: si sta trasformando in un minuscolo ghiacciaio "nero", la cui superficie appare quasi completamente ricoperta da detrito.

18.7 Uso del suolo

Le seguenti annotazioni sull'uso del suolo relative alla regione Abruzzo sono tratte dal Progetto *Corine Land Cover*.

Obiettivo del CLC è quello di fornire informazioni sulla copertura del suolo e sui cambiamenti nel tempo.

Le informazioni sono comparabili ed omogenee per tutti i paesi aderenti al progetto (attualmente 31 paesi compresi anche alcuni del Nord Africa).

Il sistema informativo geografico si compone di 44 classi di copertura del suolo suddivise in 3 livelli (5 classi per il primo livello, 15 per il secondo livello e 44 per il terzo).

Nel territorio regionale (Figura 18.4) l'uso del suolo si differenzia nettamente tra il tratto interno montano e quello più esterno collinare costiero. In questo ultimo predominano i "seminativi", le "zone agricole eterogenee" e le "colture permanenti" associate a olivo, vite ed alberi da frutto. Nel tratto montano il territorio è occupato prevalentemente da "zone boscate" e da terreni adibiti a pascolo, come quelli caratterizzati da "vegetazione arbustiva e/o erbacea". Fanno eccezione le conche intramontane di L'Aquila, del Fucino e di Sulmona, dove è fiorente l'agricoltura con la presenza di "colture permanenti" quali l'olivo, la vite e vari tipi di alberi da frutto e di "seminativi" con la coltivazione prevalente di patate e barbabietole.

Complessivamente nella regione prevalgono le zone boscate, seguite da quelle con "vegetazione arbustiva e/o erbacea" e dalle zone agricole sia con il "seminativo" che con le "colture eterogenee"; di minore estensione sono le superfici occupate da "colture permanenti", "zone aperte con vegetazione rada o assente" e da "prati stabili".

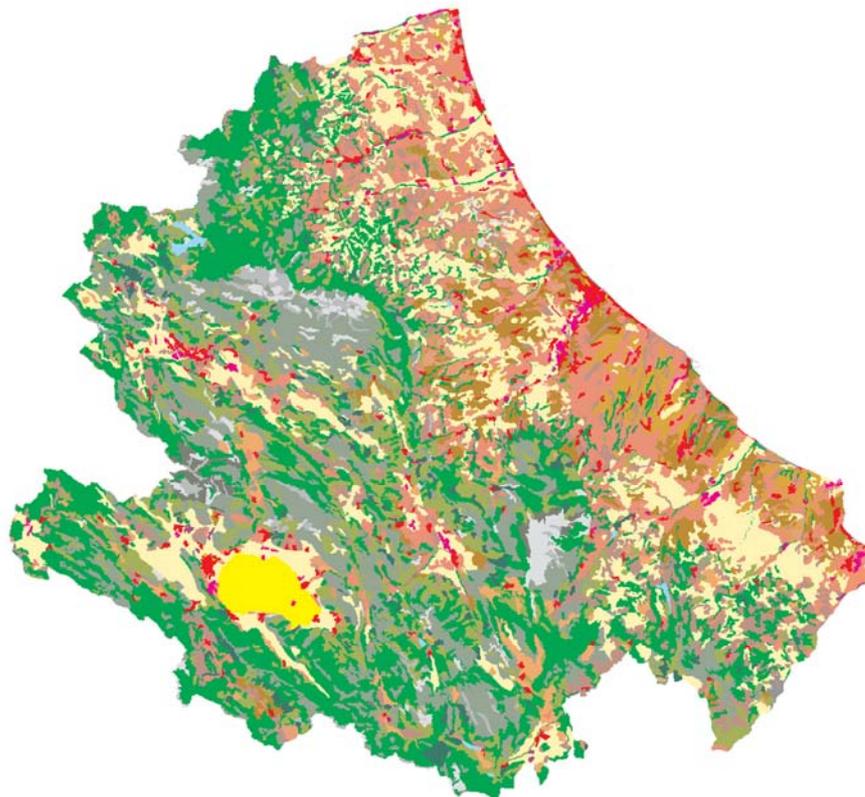


Figura 18.4 Uso del suolo in Abruzzo, tratto da www.clc2000.sinanet.apat.it.

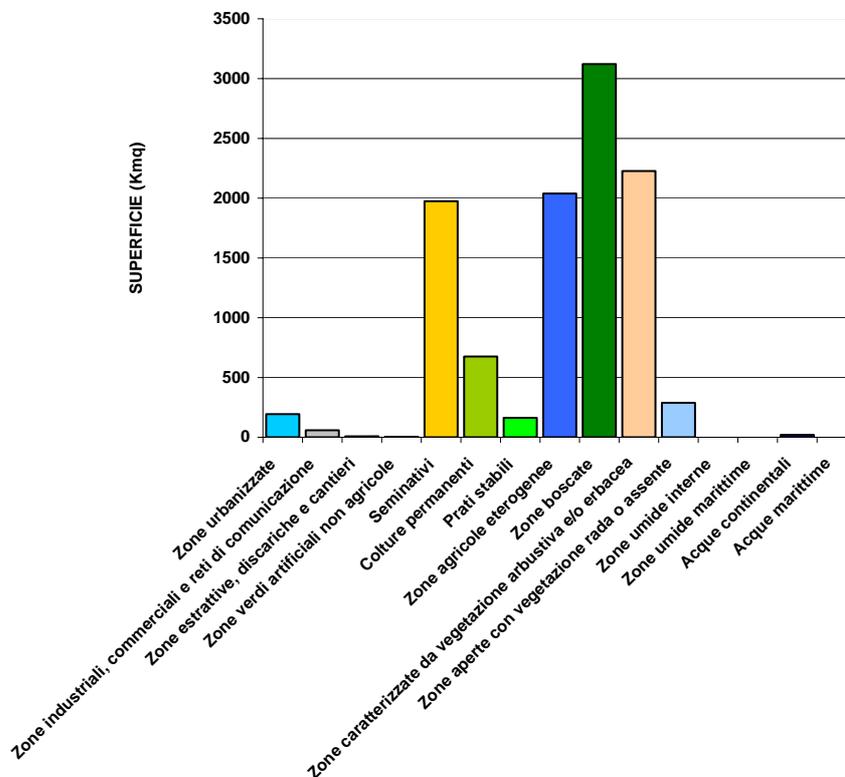


Figura 18.5 Istogramma rappresentante l'uso del suolo in Abruzzo, tratto dai dati del secondo livello del Progetto Corine Land Cover 2000.

18.8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale

La **metodologia** utilizzata per la raccolta dei dati prevede l'interpretazione di foto aeree, l'analisi di fonti d'archivio e bibliografiche, e indagini dirette sul terreno.

- a) L'**aerofotointerpretazione** permette una visione generale e il riconoscimento dei principali fenomeni franosi con notevole risparmio di mezzi e rapidità di lavoro; permette inoltre una buona definizione della geometria e della tipologia dei fenomeni. Il limite di questo metodo consiste principalmente nella difficoltà di riconoscimento dei fenomeni in zone boschive o densamente antropizzate e di quelli di minori dimensioni, ma non per questo meno insidiosi. Il metodo lascia, inoltre, un certo margine d'incertezza nella definizione dello stato di attività, specialmente in mancanza di immagini multitemporali delle aree medesime.
- b) Le **analisi dei dati storici e le ricerche di archivio** consentono di acquisire informazioni utili ai fini della ricostruzione degli eventi di dissesto del passato, permettendo di valutarne l'evoluzione, il tempo di ricorrenza e l'intensità.
- c) I **rilevamenti originali, i controlli e le verifiche di terreno** permettono di tarare, verificare ed integrare i dati acquisiti nella fase di fotointerpretazione e, parallelamente, di completare le informazioni ricavate da ricerche d'archivio. Sono inoltre necessari per una corretta compilazione della Scheda frane di II livello. I dati prodotti rispondono al criterio di omogeneità di distribuzione della conoscenza in funzione delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio, indipendentemente dalle caratteristiche di antropizzazione dello stesso.

Struttura del database

La banca dati del Progetto IFFI è costituita dai dati alfanumerici (Scheda frane) e da dati cartografici. La Scheda Frane è strutturata su tre livelli di approfondimento, per poter tenere conto del diverso grado di conoscenza sui singoli eventi. Il Primo livello è obbligatorio e contiene il numero minimo di informazioni necessarie a rendere la segnalazione significativa. I livelli successivi, che rappresentano un maggiore approfondimento della conoscenza dei fenomeni stessi e sono il frutto di sopralluoghi diretti sul terreno (secondo livello) o di studi specifici sul fenomeno stesso (terzo livello), sono invece facoltativi. Fanno eccezione i dati relativi ai fenomeni franosi che provengono dalla perimetrazione delle aree a rischio e dai piani di intervento urgente, nonché quelli che fanno parte del piano stralcio idrogeologico (ai sensi della Legge 267/98) che obbligatoriamente fanno parte delle fonti e sono inclusi nel Progetto IFFI almeno con schede di 2° livello. La rappresentazione cartografica dei fenomeni franosi è stata effettuata con l'utilizzo dei seguenti elementi:

- PIFF (Punto Identificativo Fenomeno Franoso): è il punto, per convenzione, a quota più alta del coronamento della frana e contiene le informazioni principali quali codice identificativo, tipologia di movimento, ecc..;
- Poligono: il fenomeno franoso con superficie superiore all'ettaro viene cartografato anche con un poligono, definendone l'area;
- Linea: viene utilizzata per rappresentare frane lineari che possiedono una larghezza non cartografabile;
- Direzione: indica la direzione ed il verso del movimento franoso.

La proiezione cartografica utilizzata nel progetto è UTM ED50 fuso 32. Ogni frana è univocamente identificata sull'intero territorio nazionale da un codice "ID frana" che rappresenta l'elemento di collegamento tra la Scheda frane (database alfanumerico) e il PIFF, Punto Identificativo Fenomeno Franoso (database cartografico).

Per tutto il territorio regionale è stata seguita la metodologia proposta; in particolare, al fine di delimitare le aree in frana, si è operato nel seguente modo: verifica, tramite fotointerpretazione, dei dati acquisiti dal materiale prima elencato (studi e censimenti precedenti); verifica di taratura a campione in situ; integrazione dei dati; disegno su base topografica (Carta Topografica Regionale scala 1:25.000) delle aree in frana; assegnazione ad ogni frana di un codice identificativo; compilazione su base cartacea della relativa scheda IFFI; dopo l'acquisizione dei dati su base cartacea, si è passati alla relativa trasformazione su base informatica sia per le schede che per la delimitazione delle aree in frana.

La perimetrazione delle aree in frana e delle schede di I livello ha avuto l'obiettivo di realizzare un doppio archivio (cartaceo ed informatico), utile per ogni successiva attività.

La compilazione delle schede di II livello è avvenuta a seguito di sistematici rilevamenti in situ.

18.9 Analisi dei dati

In questo paragrafo vengono riportati tutti i dati analizzati secondo le direttive del Progetto IFFI.

18.9.1 Numero di frane

Si riporta di seguito la tabella contenente il numero totale di schede compilate inserite nella colonna denominata "IFFI", suddivise per provincia, il numero di frane con superficie perimetrata, il numero di aree interessate da frane diffuse (superfici occupate da frane non cartografabili individualmente, che complessivamente occupano gran parte della zona perimetrata, a tali aree si associa un solo PIFF, per cui nelle analisi statistiche sono considerate come singole segnalazioni), il numero di DGPV, il numero di frane di non cartografabili (con superficie inferiore a 10.000 m²).

Tabella 18.2 Numero di frane per ciascun livello informativo del database cartografico (vedi paragrafi 2.4.2 e 2.5.1).

PROVINCIA	PIFF	FRANE POLIGONALI	FRANE NON CARTOGRAFABILI (superficie < 10.000 m ²)	AREE SOGGETTE A...	DGPV	FRANE LINEARI	AREA TOTALE IN FRANA (km ²)
L'AQUILA	941	790	18	78	55	0	244
CHIETI	4039	3472	546	212	9	0	601
PESCARA	1201	1082	60	36	23	0	162
TERAMO	2312	2303	4	0	5	0	234
TOTALE	8493	7647	628	326	92	0	1241

Il maggior numero di schede di I livello si ha nella provincia di Chieti, seguita da quella di Teramo; anche l'area totale in frana prevalente è in provincia di Chieti, seguita dalla provincia dell'Aquila.

18.9.2 Livelli di schedatura

Sono state compilate complessivamente 8.493 schede di I livello di cui 8.275 relative a frane (frane perimetrare con geometria poligonale e frane di modeste dimensioni, di cui è stato indicato solo il punto di localizzazione), 126 ad aree soggette a frane diffuse e 92 a DGPV. Le schede di II livello compilate sono 607; esse si riferiscono alle frane che ricadono in aree classificate (R3 e R4, P.A.I. Regione Abruzzo).

Tabella 18.3 Livelli di schedatura.

PROVINCIA	SCHEDE IFFI I LIVELLO	SCHEDE IFFI II LIVELLO
L'AQUILA	941	66
CHIETI	4.039	333
PESCARA	1.201	103
TERAMO	2.312	105
TOTALE	8.493	607

18.9.3 Tipo di movimento indicato al I Livello Scheda Frane

Qui di seguito si riportano la tabella ed i diagrammi indicanti il numero di frane per ciascun tipo di movimento, come previsto dal Progetto IFFI (Allegato 1 - Guida alla compilazione della scheda IFFI).

Tabella 18.4 Tipo di movimento.

CODICE MOVIMENTO	TIPO DI MOVIMENTO	N° FRANE	%
1	Crollo/ribaltamento	128	1,51
2	Scivolamento rotazionale/traslativo	3.401	40,05
3	Espansione	2	0,02
4	Colamento lento	2.364	27,84
5	Colamento rapido	704	8,29
6	Sprofondamento	1	0,01
7	Complesso	1.331	15,67
8	DGPV	92	1,08
9	Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi	63	0,74
10	Aree soggette sprofondamenti diffusi	6	0,07
11	Aree soggette a frane superficiali diffuse	257	3,03
0	n.d. (tipo non determinato)	144	1,69

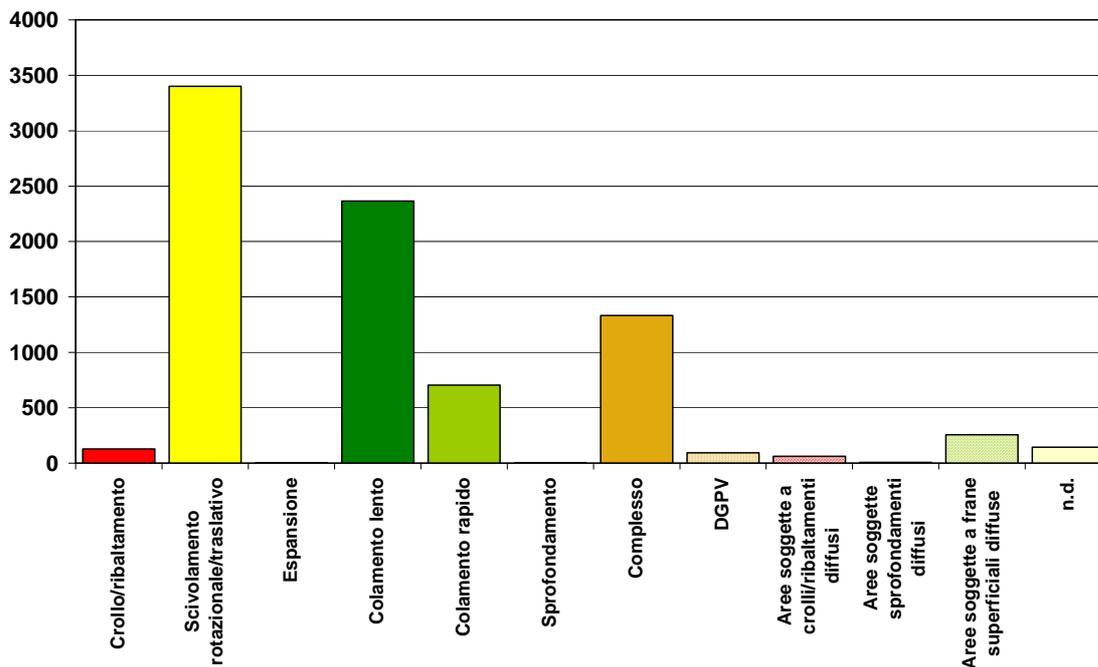


Figura 18.6 Numero di frane per tipologia di movimento.

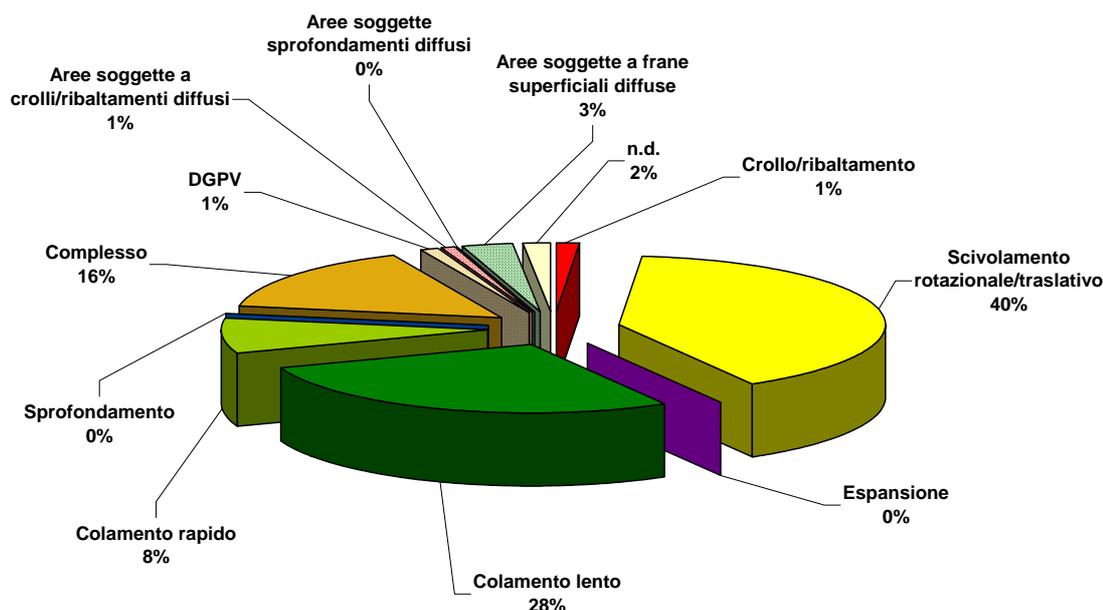


Figura 18.7 Percentuale delle frane per tipologia di movimento.

Dall'analisi delle tipologie franose possiamo dedurre che quella maggiormente rappresentata è costituita dagli "scivolamenti rotazionali/traslativi" (scorrimenti rotazionali/traslativi di Varnes, 1978), con un numero di 3.401 frane censite ed una percentuale del 40,05%. La loro distribuzione sul territorio regionale risulta essere concentrata nella zona sud occidentale ricadente prevalentemente nella provincia di Chieti.

Altra tipologia presente con un numero relativamente alto di casi (2.364) ed una percentuale del 27,84% è rappresentata dai "colamenti lenti", distribuiti in modo alquanto uniforme in corrispondenza di una striscia di territorio mediana allungata da nord a sud corrispondente alla zona pedemontana.

Le frane "complesse" sono presenti con 1.331 casi censite ed una percentuale del 15,67%; la loro distribuzione sul territorio è abbastanza omogenea.

I "colamenti rapidi" sono presenti con 704 casi ed una percentuale dell'8,29%. Si rinvencono in maniera pressoché esclusiva nella porzione di territorio pedemontana sud occidentale in provincia di Chieti.

I "crolli/ribaltamenti" sono presenti con 128 frane pari ad una percentuale dell'1,51%; si osservano prevalentemente in corrispondenza della catena appenninica.

Le "D.G.P.V." censite sono 92 e rappresentano una percentuale dell'1,08%.

Va evidenziato che ogni "area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi, sprofondamenti diffusi e a frane superficiali diffuse", è considerata come singola frana.

18.9.4 Stato di attività

Qui di seguito si riportano la tabella ed il diagramma indicanti il numero di frane suddiviso per stato di attività, determinato come previsto per le schede di I livello dal Progetto IFFI (Allegato 1- Guida alla compilazione della scheda IFFI).

Tabella 18.5 Stato di attività.

CODICE STATO	DESCRIZIONE	TOTALE N°FRANE	%
0	Non determinato	2	0,02
100	Attivo/riattivato/sospeso	3.796	44,7
200	Quiescente	4439	52,27
300	Stabilizzato	255	3
400	Relitto	1	0,01

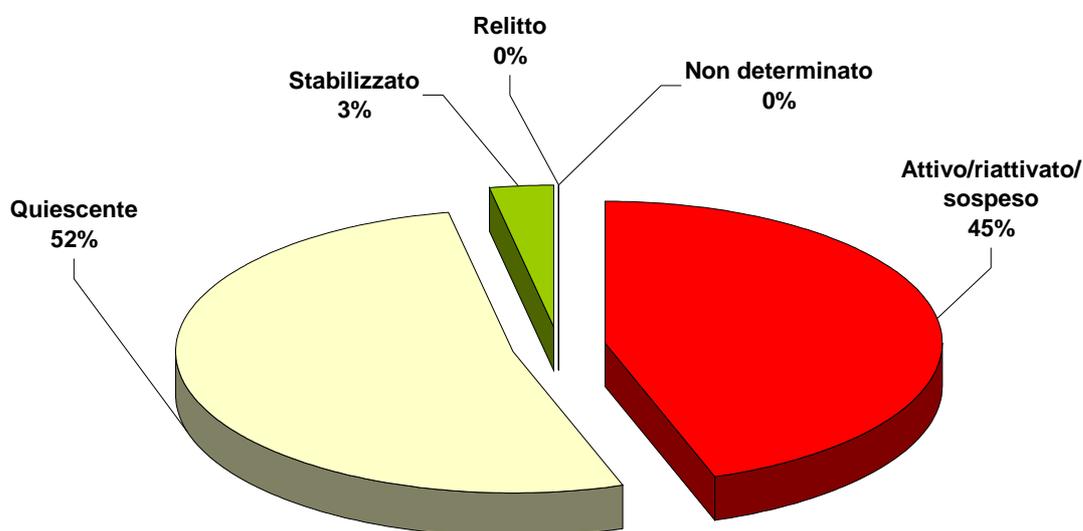


Figura 18.8 Percentuale delle frane per stato di attività.

Si rileva che relativamente allo stato di attività prevale il numero di frane classificate come quiescenti (52,27%) seguite da quelle attive/riattivate/sospese (44,7%); il numero di frane stabilizzate è pari a solo il 3%.

18.9.5 Danni I livello

Di seguito viene riportata la tabella relativa al tipo di danno provocato ed al numero di elementi danneggiati secondo le categorie previste dal Progetto IFFI.

La tabella è stata redatta sulla base dei danni segnalati e di quelli rilevati dalle documentazioni cartografiche e aerofotografiche fornite.

I dati sono riportati ammettendo che l'attivazione di una frana abbia provocato danno agli "elementi vulnerabili" presenti.

Nel valutare i dati, va tenuto presente che un singolo movimento franoso può aver danneggiato i diversi elementi esposti e pertanto il numero degli elementi danneggiati supera quello delle frane. Si fa rilevare che i danni alle attività agricole sono inclusi nella categoria 3 (danni al terreno agricolo).

Tabella 18.6 Tipologia di danno.

CODICE DANNO	DESCRIZIONE DEL DANNO	N° ELEMENTI DANNEGGIATI
0	n.d. (non determinato)	3.136
1	Centri abitati	677
2	Attività economiche	31
3	Terreno agricolo	3.670
4	Strutture di servizio pubbliche	78
5	Beni culturali	18
6	Infrastrutture di servizio	108
7	Ferrovie	68
8	Strade	2.486
9	Opere di sistemazione	13
10	Persone	5
11	Edifici isolati/case sparse	27
12	Corso d'acqua	1.039

I danni segnalati interessano soprattutto le attività agricole, la viabilità ed i centri abitati.

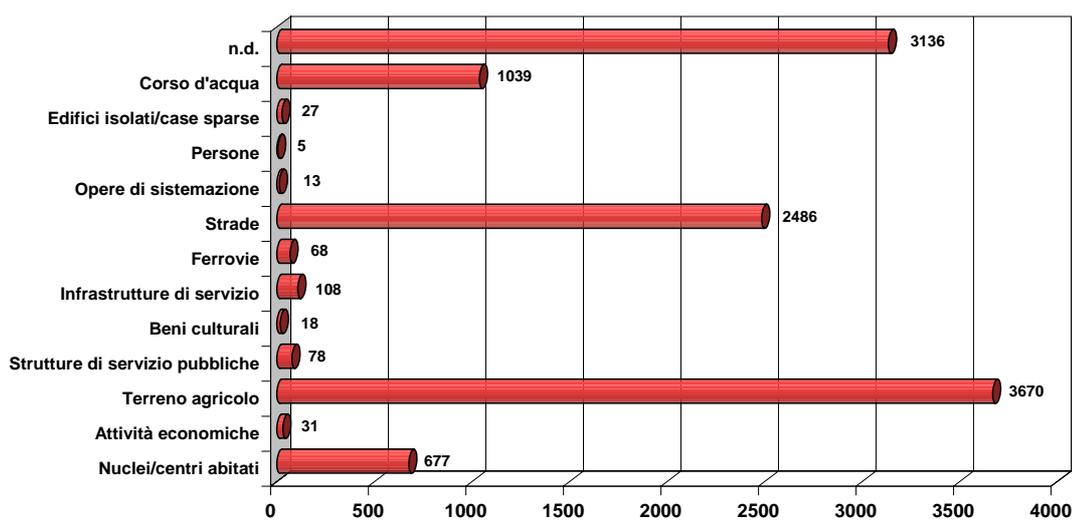


Figura 18.9 Numero di frane per tipologia di danno.

18.9.6 *Indice di Franosità (IF)*

L'Indice di Franosità (IF) è definito come rapporto **area in frana/area di riferimento** (superficie regionale, montano-collinare) l'area in frana calcolata non comprende le frane con superficie inferiore a 1ha; nella tabella che segue sono riportati i valori calcolati:

Tabella 18.7 *Indice di franosità.*

Superficie totale Regione (km ²)	Area montano-collinare (km ²)	Numero di PIFF	Area totale in frana (km ²)	Densità dei fenomeni franosi (N° PIFF / Superficie Regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana / superficie Regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana / area montano-collinare)
10.871	9.959,3	8.493	1.241	0,78	11,42	12,46

Dall'esame della tabella si rileva la presenza di una frana quasi ogni km², nonostante l'estesa prevalenza di formazioni litiche stabili nell'area montana.

Nella tabella che segue viene riportata la distribuzione delle frane per le varie classi litologiche relativamente alle schede alfanumeriche di II livello.

Tabella 18.8 *Numero e percentuale di frane per classe litologica.*

	LITOLOGIA	N° FRANE	% FRANE
0	n.d.	4	0,5
1	rocce carbonatiche	51	6,39
2	travertini	6	0,75
3	marne	6	0,75
4	flysch calcareo-marnosi	16	2,01
5	arenarie, flysch arenacei	166	20,9
6	argilliti, siltiti, flysch pelitici	141	17,67
7	rocce effusive laviche acide	0	0
8	rocce effusive laviche basiche	0	0
9	rocce effusive piroclastiche	0	0
10	rocce intrusive acide	0	0
11	rocce intrusive basiche	0	0
12	rocce metamorfiche poco o nulla fogliate	0	0
13	rocce metamorfiche a fogliazione pervasiva	0	0
14	rocce gessose, anidritiche, saline	5	0,63
15	rocce sedimentarie silicee	0	0
16	conglomerati e brecce	54	6,67
17	detriti	65	8,14
18	terreni prevalentemente ghiaiosi	13	1,63
19	terreni prevalentemente sabbiosi	19	2,38
20	terreni prevalentemente limosi	74	9,27
21	terreni prevalentemente argillosi	165	20,68
22	terreno eterogeneo	13	1,63
23	terreno di riporto	0	0

Nella colonna "N° FRANE" è stato indicato il numero di casi in cui una determinata litologia è interessata da frane. Tale numero è superiore al numero delle frane, poiché un singolo movimento franoso può avere coinvolto più litotipi. Nella colonna "% FRANE" lo stesso dato è espresso in percentuale rispetto al numero totale.

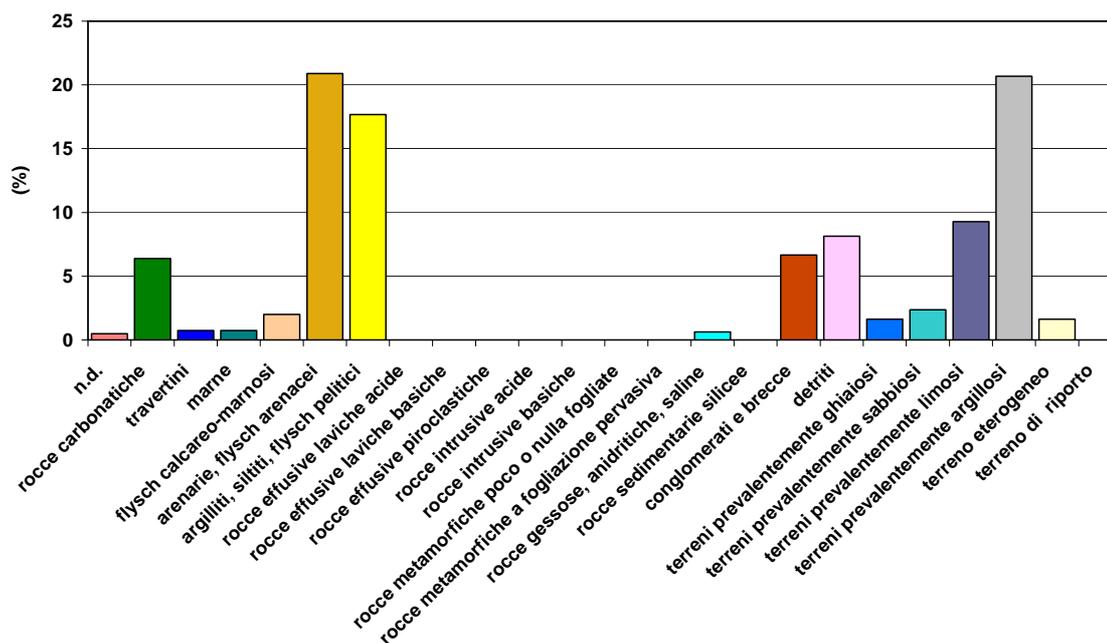


Figura 18.10 Fransità (%) per classe litologica.

Dall'osservazione dei dati, si evince una prevalenza delle frane in corrispondenza dei terreni a diffusa componente argillosa (flysch, argille, limi) e granulare (arenarie, detriti, conglomerati); limitata è la loro presenza nelle rocce carbonatiche.

L'indice di fransità per le varie tipologie di uso del suolo, calcolato sui dati desumibili dal Progetto Corine Land Cover 2000, è riportato in Figura 18.11.

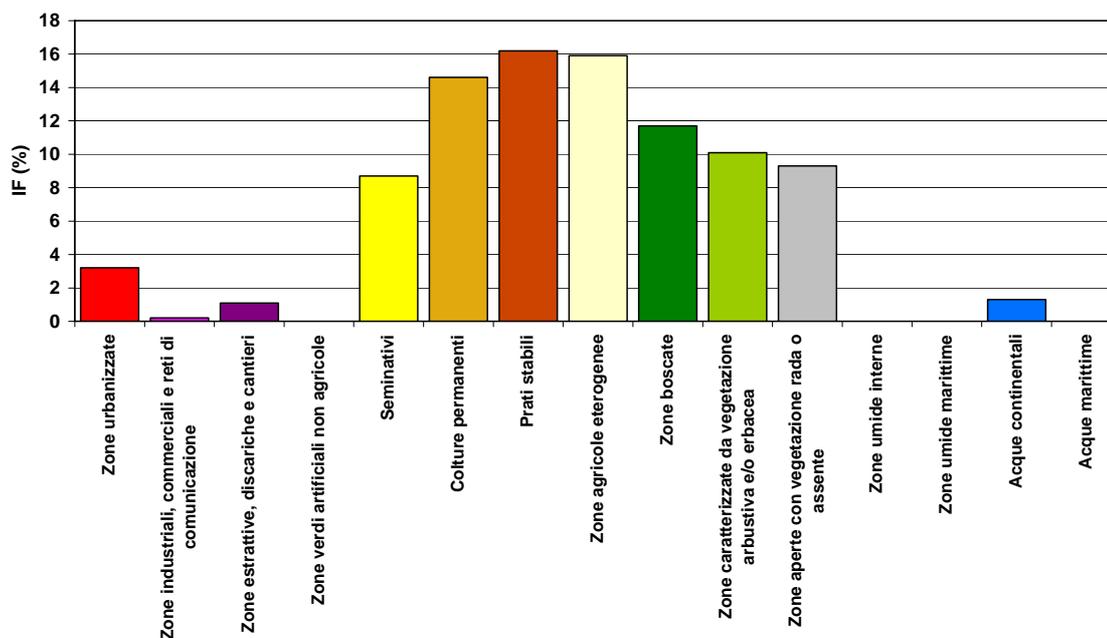


Figura 18.11 Indice di fransità per uso del suolo.

18.10 Considerazioni conclusive

Il lavoro svolto ha evidenziato la presenza di 8.275 frane cartografate e perimstrate singolarmente, di 92 DGPV, di 257 “aree soggette a frane superficiali diffuse”, 63 “aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi”, 6 “aree soggette a sprofondamenti diffusi”; ognuna delle aree soggette a frane diffuse comprende al suo interno piccole frane non cartografabili individualmente, la cui estensione complessiva occupa comunque gran parte dell’area perimetrata.

La superficie totale delle aree in dissesto (frane, DGPV e aree in frana con superficie superiore a 10.000 m²) è pari a 1.241 km²; l’indice di franosità del territorio regionale è pari all’11,42%.

La tipologia prevalente è nettamente quella “scorrimento rotazionale/traslato” (40,05%), seguito dalle frane per “colamento lento” (27,84%), da quelle “complesse” (15,67%) e dai “colamenti rapidi” (8,29%).

La distribuzione dei vari tipi di frana risulta controllata dalle caratteristiche fisiografiche e geologiche del territorio, che può essere suddiviso in due settori geomorfologici principali (D’Alessandro, Miccadei, Piacentini, 2003). Il primo settore, più interno, montuoso, corrisponde alla catena appenninica, ove affiorano i depositi del “Complesso Carbonatico”, interessati da una tettonica polifasica, che comprende sovrascorrimenti e strutture tettoniche di tipo trascorrente e distensivo. Esso è caratterizzato da forti dislivelli topografici ed elevata energia del rilievo.

Il secondo settore geomorfologico corrisponde alla “fascia pedemontana collinare” che si estende dalla base della catena appenninica fin presso la costa adriatica e la cui continuità è interrotta da ampi tratti sub-pianeggianti corrispondenti ai fondovalle dei principali fiumi. In questa area affiorano generalmente depositi prevalentemente terrigeni e/o marnosi, riconducibili alla “successione calcareo marnosa pelagica molisana”, alla “successione terrigena mio-pliocenica” ed alla “successione terrigena plio-quadernaria”. Le quote sono quelle tipiche collinari, ad eccezione del tratto pedemontano a ridosso della Catena dove possono raggiungere i 1.000 metri; le acclività dei versanti e l’energia del rilievo variano da luogo a luogo, principalmente in funzione del litotipo affiorante (i versanti argillosi sono meno acclivi di quelli conglomeratici sabbiosi o arenacei, i quali assumono pendenze anche rilevanti).

Analizzando la distribuzione delle frane per l’intero territorio regionale, si osserva che la maggiore densità si riscontra in corrispondenza della “fascia pedemontana collinare”, in particolare nei tratti in cui affiorano i litotipi mio-pliocenici e plio-quadernari basali, costituiti prevalentemente da alternanze di argilliti, conglomerati e arenarie; tali caratteristiche litologiche condizionano l’assetto idrogeologico con la presenza di acquiferi confinati nei litotipi argillosi, cui si associano elevati valori delle pressioni neutre ed emergenze idriche puntuali e diffuse che favoriscono l’innesco di movimenti franosi. Aree con queste caratteristiche sono, ad esempio, quelle comprese nei comuni di Teramo, Canzano, Castellalto, Basciano, Penna S. Andrea, Castel Castagna, Bisenti, Castiglione Messer Marino, Penne, Farindola, Montebello di Bertona, Guardiagrele ecc.. La tipologia di frane maggiormente diffusa è quella riconducibile a “frane complesse” e “colamento lento”.

Restando nell’ambito del settore pedemontano collinare, aree ad alta densità franosa si osservano in corrispondenza delle ripide scarpate che bordano i lembi della superficie strutturale, costituita dai depositi sabbioso-conglomeratici di chiusura del “ciclo terrigeno plio-quadernario”, dove all’elevata acclività si associano condizioni litostrutturali ed idrogeologiche favorevoli all’innesco di movimenti franosi, come la sovrapposizione di litotipi sabbioso-conglomeratici o travertinosi permeabili a litotipi argillosi poco permeabili e con diverso comportamento meccanico. Esempi significativi si rinvencono nei territori dei comuni di Chieti, Bucchianico, Filetto, Lanciano, Rocca S. Giovanni, Fossacesia, Pollutri, Vasto, Monteodorisio, Roccamontepiano ecc. La tipologia franosa ricorrente è quella per “scorrimento rotazionale/traslato”.

Ancora nell’ambito del settore pedemontano collinare, un’altra zona con elevata franosità è quella corrispondente alla porzione meridionale della regione, dove affiorano i depositi della “successione calcareo marnosa pelagica molisana” ed in particolare del complesso caotico costituito da argille policrome contenenti pezzami lapidei eterometrici di diversa provenienza e masse di gesso (Argille Varicolori), che si caratterizza per una accentuata variabilità della

condizioni meccaniche e idrogeologiche. Esempi significativi sono quelli osservabili nei territori comunali di: Atessa, Tornareccio, Casalanguida, Carpineto Sinello, Tuffillo, Palmoli, Carunchio, Roccaspinalveti e Torrebruna. La tipologia di frana maggiormente rappresentata è quella per “colamento rapido”. Nel restante territorio regionale, le frane per “colamento rapido” sono generalmente di piccole dimensioni, non rilevabili dalle aerofotografie disponibili; inoltre, in alcuni casi sono comprese all'interno di “aree soggette a frane superficiali diffuse”, come ad esempio nei territori di Penne, Farindola, Tocco da Casauria e Alanno; in altri casi, esse rappresentano eventi minori su corpi di frana più estesi, come ad esempio in località Catignano, Pescosansonesco, Lettomanoppello, Città S. Angelo.

La presenza di solo due frane di “espansione” appare congruente con le caratteristiche litostrutturali proprie del territorio regionale, dove ricorrono condizioni favorevoli all'innescio di tali tipologie franose prevalentemente in corrispondenza dei fronti di accavallamento dei depositi carbonatici su quelli terrigeni; qui il notevole volume delle masse coinvolte, l'energia del rilievo e la storia evolutiva, hanno favorito perlopiù l'attivazione di DGPV riconducibili ad “espandimenti”, che non compaiono come tali nell'analisi statistica, in quanto il Progetto IFFI non ne prevede la classificazione per tipologia. Esempi in tal senso possono essere quelli relativi alla DGPV di Roccatagliata e La Queglia (Buccolini & Gentili, 1995 e Buccolini, 1996).

Le frane per crollo e ribaltamento si concentrano prevalentemente in corrispondenza dell'area occupata dalla catena appenninica calcarea, dove ricorrono condizioni geologiche e geomorfologiche favorevoli: versanti a tratti subverticali, prevalentemente calcarei ed a luoghi intensamente fratturati, come ad esempio lungo gran parte della dorsale orientale del Monte Morrone del versante occidentale della Maiella e del versante orientale del Monte Arezzo nella valle del Fiume Liri.

Il presente lavoro fornisce ulteriori conferme ai risultati delle ricerche geomorfologiche di respiro regionale avviate da tempo e tuttora attive (D'Alessandro *et alii*, 1991, 1996, 2001, 2003a, 2003b) e costituisce la base di partenza a scala territoriale per l'impostazione e la programmazione delle attività di monitoraggio del rischio da frana in Abruzzo.

18.11 Riferimenti bibliografici

- Accordi B., Biasini A., Caputo C., D'Alessandro L., Devoto G., La Monica G.B., Lupia Palmieri E., Matteucci R., Pieruccini U. (1976) Geologia e dissesti del territorio montano della Regione Abruzzo. In: *Carta della Montagna*, vol II, monografie regionali, 13, Abruzzo. Ministero dell'Agricoltura e Foreste – Geotecneco.
- Almagià R. (1910) *Studi geografici sulle frane in Italia*. Mem. Soc. Geogr. It., 13.
- Almagià R., (1910) *Studi geografici sulle frane in Italia: l' Appennino centrale e meridionale. Conclusioni generali*. Mem. Soc. Geogr. It., 14, 435 pp.
- Aringoli D., Bisci C., Blumetti A.M., Buccolini M., Ciccacci S., Cilla G., Coltorti M., De Rita D., D'Orefice M., Dramis F., farabollini P., Ferrreli L., Fredi P., Gentili B., Jaurand E., Kotarba A., Materazzi M., Michetti A.M., Pambianchi G., Pecci M., Petronio C., Raffy J., Rasse M., Sardella R., Scalella G., Smiraglia C. (1997) Geomorphology and quaternary evolution of central Italy. Guide for the Excursion. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, Suppl. **3**, tomo 2, 79-103.
- Autorità di Bacino del Fiume Tevere (1999) *Piano straordinario diretto a rimuovere le situazioni a rischio molto elevato*. D.L. 11/06/98 n.180 convertito in legge 03/08/98, n.267 D.P.C.M.29/09/98/D.L.13/05/99 n.132 convertito in legge 13/07/99, n.226.
- Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (2001) *Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più alto*. D.L. 11/06/98 n.180 convertito in legge 03/08/98, n.267/D.P.C.M.29/09/98° /D.L.13/05/99 n.132 convertito in legge 13/07/99, n.226.
- Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore (2001) *Progetto di Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico del Territorio Abruzzese del Fiume Trigno*.
- Bertini T. (1987) Ambiente geologico e condizioni di rischio nell'Abruzzo Adriatico: i lenti movimenti di versante. *Mem. Soc. Geol. It.*, **37**, 333-340.
- Bigi S., Calamita F. & Paltrinieri W. (1996) *Modi e tempi della strutturazione della catena centroappenninica abruzzese dal Gran Sasso alla costa adriatica*. Studi Geologici Camerti, vol.spec.1995/2.
- Buccolini M. & Sciarra N. (1989) Conoscenze geologico – tecniche e distribuzione dei fenomeni franosi della Provincia di Pescara. *Studi Geologici Camerti*, **XI**, 23-35.
- Buccolini M., Fiorillo F., Lollino G., Sciarra N. & Wasowski J. (1991) *La frana di Caramanico dell'ottobre 1989: risultati preliminari dell'indagine geologico-tecnica*. Università degli Studi di Milano Dipartimento di Scienze della Terra, Ricerca scientifica ed educazione permanente, suppl. 93.
- Buccolini M., Crescenti U. & Sciarra N. (1992) La Frana di Caramanico dell'ottobre 1989, nota preliminare. *Boll. Soc. Geol. It.*, **111**, 181-191.
- Buccolini M., Rusi S., Sciarra N. (1993) La frana di Montefischietto presso Montazzoli – Chieti. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, **38**.
- Buccolini M., Crescenti U. & Sciarra N. (1994) Interazione fra dinamica dei versanti ed ambienti costruiti. Alcuni esempi in Abruzzo. *Il Quaternario*, **7** (1), 179-196.
- Buccolini M., Sciarra N., D'Alessandro L., Genevois R. (1994) Fontanelle landslides in Chieti territory (Abruzzo, Italy). *Proceedings 7th International IAEG Congres*, Balkema, Rotterdam.
- Buccolini M., Gentili B. (1995) Deformazioni gravitative profonde e frane di “La Queglia (Appennino Centrale – Abruzzo)”. *Mem. Soc. Geol. It.*, **50**, 59-66.
- Buccolini M., Fiorillo F., Lollino G., Rusi S., Sciarra N. & Wasowski J. (1995) *La frana di Caramanico Terme dell'ottobre 1989*. Gruppo Nazionale C.N.R. – D.G.P.V. Università “G. D'Annunzio”, DE.MA.
- Buccolini M. (1996) Frane e D.G.P.V. del Monte Roccatagliata, Appennino centrale, Abruzzo. *Mem. Soc. Geol. It.*, **51**, 921-928.
- Buccolini M. & Sciarra N (1996) Caramanico landslide (Abruzzo-Italy). *7° International Symposium on landslides, 17-21 june 1996, Trondheim*. Senneset A.A. (ed.) Balkema, Rotterdam.

- Buccolini M., Miccadei E. (1999) *Rilevamento geomorfologico della Valle dell'Orta: Depositi Quaternari ed elementi geomorfologici*. Università "G. D'Annunzio", Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Chieti.
- Buccolini M., Sciarra N., Mataloni T. (2002) An integrated methodology for the study of a complex landslide: the case of Pescosansonesco. In: Rybar J., Stemberg J., Wagner P. (eds) *Landslides* (pp. 117-122). Bakelma, Swets & Zeitlinger, The Netherland.
- Buccolini M., D'Alessandro L., Lupia Palmieri L. (2003) *Aspetti geomorfologici. In: Guide Geologiche Regionali Abruzzo*. A cura della Soc. Geol.It.-BE-MA editrice.
- C.N.R. - G.N.D.C.I. (1995) *PROGETTO AVI: Censimento delle Aree Italiane Vulnerate da calamità idrogeologiche*. Rapporto di Sintesi Abruzzo. Presidenza del Consiglio dei Ministri-Dipartimento della Protezione Civile.
- Calamita F., Scisciani V., Adamoli L., Ben M.Barek M., Pelorosso M. (2002) "Il sistema a thrust del Gran Sasso d'Italia (Appennino centrale)". *Studi Geol. Camerti*, n.s. **1**/2002, 19-32.
- Cantalamesa G., Casnedi R., Centamore E., Chiocchini U., Colalongo M.L., Crescenti U., Micarelli A., Nanni T., Pasini G., Potetti M., Ricci Lucchi F., con la collaborazione di Cristallini C. & Di Lorito L. (1986) Il Plio-Pleistocene marchiagiano-abruzzese. Guida all'escursione 7-10 Ottobre. *73° Congresso Soc. Geol. It.*, 43 pp.
- Catenacci V. (1992) Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990. *Mem. Descr. della Carta Geol. d'Italia*, **57**.
- Centamore E., Cantalamesa G., Micarelli A., Potetti M., Ridolfi M., Cristallini C., Morelli C. (1993) Contributo alla conoscenza dei depositi terrigeni neogenici di avanfossa del teramano (Abruzzo settentrionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, **112**, 63-81.
- Centamore E., Ciccacci S., Del Monte M., Fredi P., Lupia Palmieri E. (1996) Morphological and morphometric approach to the study of the structural arrangement of northeastern Abruzzo (central Italy). *Geomorphology*, **16**, 127-137.
- Centamore E., Nisio S., Prestininzi A., Scarascia Mugnozza G. (1997) Evoluzione morfodinamica e fenomeni franosi nel settore periadriatico dell'Abruzzo settentrionale. *Studi Geologici Camerti*, vol. **XIV**, 9-27.
- Cinque A., Liccardo C., Palma B., Pappalardo L., Roskopf C., Sepe C. (1990) Le tracce glaciali nel Parco Nazionale d'Abruzzo (Appennino centrale): nota preliminare. *Geogr. Fis. Din. Quat.*, **13**, 121-133.
- Crescenti U., Dramis F., Gentili B., Pambianchi G. (1987) Deformazioni gravitative profonde di versante e grandi frane nell'area a Sud di Monte Porrara (Appennino centrale Abruzzese). *Mem. Soc. Geol. It.*, **39**, 477-486.
- Crescenti U., D'Alessandro L., Genevois R. (1991) La Ripa di Montepiano (Abruzzo): un primo esame delle caratteristiche geomorfologiche in rapporto alla stabilità. *Mem. Soc. Geol. It.*, **37**, 775-787.
- Crescenti U., Miccadei E., Praturlon A. (2003) *Guide Geologiche Regionali vol. 10 Abruzzo*. Be-Ma editrice, Milano.
- D'Alessandro L., Genevois R. & Prestininzi A. (1979) Preliminary report on an earthflow in the Sangro valley (Central Italy). *Polish-Italian Seminar, Superficial mass movements in mountain region, Szymbark*.
- D'Alessandro L. (1982) *La frana di Montepiano: indagini e studi - Relazione generale* C.M. "Maielletta", 86 p. Pennapiedimonte, Chieti.
- D'Alessandro L., Genevois R., Sorriso Valvo M. (1991) Le deformazioni gravitative profonde di versante come limiti alla pianificazione territoriale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **37** (2), 707-714.
- D'Alessandro L., Pantaleone A. (1991) Caratteristiche geomorfologiche e dissesti nell'Abruzzo sud-orientale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **37**, 805-821.
- D'Alessandro L. (1996) Sul dissesto geomorfologico in Italia. *Geografia*, **19**, 94-103.
- D'Alessandro L., D'Orefice M., Pecci M., Smiraglia C., Ventura R. (2001) The strong reduction phase of the Calderone Glacier during the last two centuries: reconstruction of the variation

- and of the possibile scenarios with GIS technologies. In: Visconti G., Beniston M., Iannorelli E. D. & Barba D (eds) *Global Changes & Protected Areas, Advances in global change research* (9, pp. 425-434). Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- D'Alessandro L., Genevois R., Marino A. (2001) Dinamica recente della costa alta tra Ortona e Vasto (Abruzzo centro meridionale). *Mem. Soc. Geol. It.*, **56**, 53-60.
- D'Alessandro L., Genevois R., Berti M., Tecca P.R., Urbani A. (2002) Geomorphology, stability analyses and stabilization works on the Montepiano travertinous cliff (Central Italy). In: R.J. Allison (ed.) *Applied geomorphology: theory and practice* (pp. 21-38). Jhon Wiley and Sons, Ltd.
- D'Alessandro L., Miccadei E., Piacentini T. (2003a) Morphostructural elements of central-eastern Abruzzi: contributions to the study of the role of tectonics on the morphogenesis of the Apennine chain. In: *Uplift and erosion: driving processes and resulting landforms, International workshop, Siena, September 20 - 21, 2001*. Quaternary International, 101-102C; 115-124, Elsevier Science Ltd and INQUA, Oxford U.K.
- D'Alessandro L., Berti D., Buccolini M., Miccadei E., Piacentini T., Urbani A. (2003b) Relationships between the geological-structural framework and landslide types in Abruzzi (Central Apennine). In: *Atti 1° Congresso Nazionale AIGA, 19-20 Febbraio 2003, Chieti* (pp. 255-275). Rendina Editori, Roma ISBN-88-86698-40-2.
- D'Alessandro L., Urbani A (2004) Studi sulla caratterizzazione geomorfologica dei centri abitati in Abruzzo (nota preliminare). *Atti XXVIII Congresso Società Geografica Italiana, vol. 3, 18-22 Giugno 2000, Roma* (pp. 2562-2572).
- D'Annibale G. (1977) Note sul movimento franoso 'Salesiani sud' di Ortona (Ch). *Geologia Tecnica*, **2**.
- D'Orefice M., Le Donne L., Pecci M., Smiraglia C., Ventura R. (1995) Nuovi dati sull'alimentazione nevosa del ghiacciaio del Calderone (Gran sasso d'Italia, Appennino centrale). *Geogr. Fis. Din. Quat.*, **18**, 253-256.
- Del Prete M. (1979) Rilievo geologico e geomorfologico delle sponde del Lago di Bomba (Abruzzo) con particolare riferimento al rischio da frana. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **14**(2), 255-297.
- Desiderio G., Nanni T. & Rusi S. (2003) La pianura del fiume Vomano (Abruzzo): idrogeologia, antropizzazione e i suoi effetti sul depauperamento della falda. *Boll. Soc. Geol.*, **122**, 421-434.
- Esu F., a cura di (1991) *Frane costiere*. Università degli Studi di Roma-G.N.D.C.I., Roma - Ottobre 1991.
- Farabollini P. (1995) *Evoluzione geomorfologica quaternaria dell'area periadriatica tra Ancona e Vasto*. Tesi di dottorato inedita, Università di Perugia, 154 pp.
- Gentili B., Pambianchi G., Aringoli D., Cilla G., Farabollini P., Materazzi M. (1997) Rapporti tra deformazioni fragili plio-quaternarie e morfogenesi gravitativa nella fascia alto-collinare delle Marche centro-meridionali. In: Cello G., Deiana G. & Pierantoni P.P. (eds) *Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino*, Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1995/2, 421-435.
- Giraudi C. (1998) Nuovi dati sul glacialismo della Montagna della Maiella (Abruzzo, Italia centrale). *Il quaternario*, **11**(2), 265-271.
- Lavecchia G., Boncio N., Creati N. (2002) A lithospheric-scale seismogenic thrust in central Italy. *Journ. Geod.*, **36**, 79-94.
- Lupia Palmieri E., Centamore E., Ciccacci S., D'Alessandro L., Del Monte M., Fredi P. & Pugliese F. (1995) Geomorfologia quantitativa e morfodinamica del territorio abruzzese: I - il bacino del Fiume Sinello. *Geogr. Fis. Din. Quat.*, **18**, 31-46.
- Lupia Palmieri E., Centamore E., Ciccacci S., D'Alessandro L., Del Monte M., Fredi P., Pugliese F. (1998) Geomorfologia quantitativa e morfodinamica del territorio abruzzese: II - il bacino del Fiume Tordino. *Geogr. Fis. Din. Quat.*, **21**, 113-129.

- Miccadei E. (1993) Geologia dell'area Alto Sagittario-Alto Sangro. *Geologica Romana*, **29**, 463-481.
- Miccadei E., Barberi R. & Cavinato G.P. (1999) La geologia quaternaria della Conca di Sulmona (Abruzzo, Italia centrale). *Geologica Romana*, **34**, 58-86.
- Michetti A. M., Brunamonte F., Serva L., Vittori E. (1996) Trench investigations of the Fucino earthquake fault scarp (Abruzzo central Italy), geological evidence of large historical events. *Journal of Geophysical Research*, **101** (B3), 5921-5936.
- Ori G.G., Serafini G., Visentin C., Ricci lucchi F., Casnedi R., Colalongo M.L., Mosna S. (1991) The Pliocene – Pleistocene Adriatic foredeep (Marche and Abruzzo, Italy): an integrated approach to surface geology. 3° E.A.P.G. Conference, *Adriatic Foredeep Field Trip, Guide Book (Florence, May 26-30)*, pp. 85.
- Paolucci G., Pizzi R., Scarascia-Mugnozza G. (2001) Analisi preliminare della frana di Lettopalena (Abruzzo). *Mem. Soc. Geol. It.*, **56**, 131-137.
- Pecci M. & Smiraglia C. (1997) Il Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia): caratteristiche geografico-fisiche e nivologica. *Archivio del Comitato Glaciologico Italiano*, **4**, 75-81.
- Pecci M. (1999) Il Ghiacciaio del Calderone del Gran Sasso d'Italia: stato dell'arte delle ricerche e implicazioni climatiche ed ambientali. *Geologia dell'Ambiente*, periodico SIGEA, **4**, 10-12.
- Regione Abruzzo (1992) *Studi geomorfologici, idrogeologici e delle risorse idriche del territorio regionale – Geomorfologia, Relazione e schede*. Regione Abruzzo, Settore Lavori Pubblici e Politica della Casa, Servizio Difesa e Tutela del Suolo & Aquater. Scala 1:25.000.
- Regione Abruzzo (1998) *Carta dei fenomeni franosi ed erosivi noti dei bacini idrografici di rilievo regionale Scala 1:25.000*.
- Regione Abruzzo (1998) *Piano degli interventi urgenti relativi ai dissesti idrogeologici nella Regione Abruzzo*. O. M. I. n° 2816 – 24/07/1998, I vol., 5 all..
- Regione Abruzzo (1999) *Perimetrazione delle aree soggette a rischio idrogeologico nell'ambito dei bacini idrografici regionali della Regione Abruzzo*. D.L. n°180 del 01/06/1998 convertito con L.267/98.
- Regione Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente (2003) *Rapporto sullo stato dell'ambiente 2001*. Edigrafital, Teramo.
- Regione Abruzzo (2003) *Piano Stralcio degli Interventi Urgenti – Stato di Emergenza da Calamità Naturali 23/25 gennaio 2003*.
- Regione Abruzzo (2005) *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro*. (L.R. 18.05 1989 n.81 e L. 24.08.2001) – *Carta inventario dei fenomeni franosi ed erosivi - scala 1:25.000*.
- Serva L., Blumetti A. M., Michetti A. M. (1986) Gli effetti sul terreno del terremoto del Fucino (13 gennaio 1915), tentativo di interpretazione dell'evoluzione tettonica recente di alcune strutture. *Mem.Soc. Geol. It.*, **XXXV**, 893-907.
- Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara (1997) *Annali idrologici 1994*. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- Varnes D. J. (1978) Slope movements types and processes. In: Schuster R. L. & Krizek R. S., (eds) *Landslides Analysis and control* (Special Report 176, pp. 20-47). Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington D.C.



REGIONE ABRUZZO
Direzione Territorio, Urbanistica,
Beni Ambientali, Parchi, Politiche e
Gestione dei Bacini Idrografici



UNIVERSITA' DEGLI STUDI
"G. d'ANNUNZIO" CHIETI-PESCARA
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Dipartimento di Scienze della Terra

18.12 *Struttura operativa Regione Abruzzo*

REGIONE ABRUZZO

Assessorato: Gestione e tutela della risorsa suolo
Direzione Territorio, Urbanistica, Beni Ambientali,
Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici
Direttore: Ing. Pierluigi Caputi.

Responsabile del Progetto:
Dott. Luigi Del Sordo

Responsabile Amministrativo:
Dott.ssa Gaudenza D'Alessandro

Collaboratori del Servizio Difesa del Suolo:
Dott. Luciano Del Sordo, Dott. Alessandro Urbani

Coordinatore:
Prof. Leandro D'Alessandro

Autori degli Elaborati:
Prof. Marcello Buccolini,
Prof. Enrico Miccadei,
Dott. Tommaso Piacentini,
Dott. Piero Farabollini;
Dott. Angelo Cagliesi,
Dott.ssa Isabella Carota;
Dott. Gianluca Esposito;
Dott. Fausto Salvatore,
Dott. Luigi Zappalorto.

Rapporto finale Novembre 2005