

17. Analisi del dissesto da frana nel Lazio

C. Bicocchi, E. Di Loreto, L. Liperi, A. Sericola

17.1 Premessa

Il Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia), finanziato con i Fondi per la Difesa del Suolo della Legge 183/89, avviato nel gennaio del 1997, ha previsto per la sua attuazione il coinvolgimento del Servizio Geologico Nazionale, (ora in APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e dei servizi tecnici – Dipartimento Difesa del Suolo), delle Regioni e delle Province Autonome.

L'amministrazione Regionale del Lazio, tramite il suo rappresentante dott. Raniero De Filippis, Direttore del Dipartimento Ambiente e Protezione Civile, ha stipulato per la realizzazione del Progetto IFFI una convenzione (in data 16.3.2001), sostenuta da un finanziamento di Lire 500.218.500, con il Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali – SGN, rappresentato dal dott. Vittorio La Rocca.

Per l'attuazione di questo progetto la Regione Lazio si è avvalsa di una struttura organizzativa e di controllo interna alla Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile, con il supporto tecnico scientifico del Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università degli Studi di Roma "Roma TRE".

Il Responsabile del Progetto è stato individuato nella persona del dott. Francesco Nolasco, Dirigente dell'Area Difesa del Suolo della Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile del Dipartimento Territorio della Regione Lazio, nominato con D.G.R. 252 del 20.2.2001.

Il Responsabile del Progetto si è avvalso della collaborazione di uno staff di tecnici di comprovata esperienza nel campo dello studio dei fenomeni franosi e nelle attività di rilevamento, in servizio nell'Amministrazione Regionale, individuati con apposita determinazione dirigenziale, costituito da 4 Geologi (dott. Claudio Bicocchi, dott. Eugenio Di Loreto, dott. Lorenzo Liperi, dott.ssa Adelaide Sericola) e da un amministrativo (rag. Renato Tascioni).

Il coordinamento scientifico del progetto è stato affidato al prof. Antonio Praturlon (Università degli Studi di Roma TRE), secondo quanto definito nella relativa convenzione.

E' stato quindi individuato, da parte del Responsabile del Progetto e dal Coordinatore scientifico, uno staff tecnico-operativo composto da esperti nel campo della fotointerpretazione e del rilevamento delle frane. Questo Staff, ha provveduto alle attività di raccolta e organizzazione di tutti i dati esistenti sulle frane, nonché alla compilazione delle schede e informatizzazione dei dati, secondo quanto previsto negli allegati tecnici. Dello Staff hanno fatto parte 4 geologi esperti nel campo delle frane (dott. Cristiano Fattori, dott. Pier Francesco Grangè, dott.ssa Daniela Nolasco, dott. Paolo Terrinoni) e 4 esperti in sistemi informativi geografici e nella gestione di banche dati territoriali, due della Regione Lazio, (Ester Ferrari, Roberto Cesi), e due individuati dall'Università, (Alessandro Cinnirella, Paola Campolunghi), coordinati dal Responsabile del Laboratorio GIS e Cartografia Automatica del Dipartimento Scienze Geologiche (DSG) di Roma 3, dott. Alessandro Cecili. Questi ultimi, in collaborazione con le strutture regionali del SIRDIS e del SIRA, hanno provveduto a realizzare i prodotti informatici forniti al Servizio Geologico Nazionale.

Allo scadere del primo anno delle attività della convenzione sono state illustrate le attività svolte e i primi risultati conseguiti. L'intero progetto ha avuto la durata di circa quattro anni e, tuttora sono in corso ulteriori attività di aggiornamento.

17.2 Fasi di lavoro

La prima fase del lavoro è consistita nella strutturazione del gruppo di lavoro costituito dai funzionari del Servizio Geologico Regionale, dai geologi professionisti incaricati del censimento e rilevamento di campagna, dagli esperti CAD e dagli esperti informatici del gruppo afferente al D.S.G. di Roma TRE, incaricato per il supporto scientifico al progetto e per la gestione della banca dati IFFI e delle sue applicazioni.

E' stata effettuata un'attività preliminare di riunioni organizzative presso le varie sedi di riferimento della Regione Lazio e dell'Università "Roma Tre" per la definizione delle problematiche tecnico-scientifiche inerenti il progetto e per l'individuazione delle attività utili alla risoluzione delle stesse. La necessità di utilizzare, come previsto in IFFI, un dato geografico in ambiente G.I.S. ha previsto la realizzazione di corsi di formazione tenuti presso il D.S.G. di Roma TRE per tutto il gruppo di lavoro finalizzati all'adeguamento alle nuove metodologie informatiche. Il corso di aggiornamento ha contemplato l'utilizzazione del Software ArcGis 9.1 tenuto da personale ESRI con rilascio di certificazione di Primo Livello.

Nel corso degli incontri di lavoro sono stati presi in considerazione i dati raccolti, nell'ambito delle attività istituzionali per la L.R. 53/1998, dal Sistema Informativo Regionale Difesa del Suolo (SIRDIS). E' stata eseguita l'estrazione dalla banca dati SIRDIS delle segnalazioni di dissesto effettuate dagli Enti Locali e da altre strutture operative nell'ambito della difesa del suolo. Sono state quindi analizzate nel dettaglio le specifiche del Progetto IFFI al fine di evidenziare i disallineamenti tra il modello dei dati previsto nel progetto stesso e quello del SIRDIS.

Nel corso delle riunioni si è quindi deciso di realizzare un prototipo di lavoro per verificare le sinergie e valutare le difficoltà operative relative all'eterogeneità di origine e di tipologia del dato. L'area di studio scelta come riferimento è stata quella relativa al territorio provinciale di Viterbo.

Al fine di omogeneizzare i dati provenienti da diverse fonti (SIRDIS, ABR, Amministrazioni Provinciali e Comunali ed altro) per l'accesso diretto, da parte dei rilevatori, alla banca dati generale, è stata così realizzata una prima interfaccia "IFFI on line" che ha permesso di predisporre un unico database per le diverse provenienze dei dati sia di tipo geografico sia attributo. L'interfaccia nel corso del lavoro è stata costantemente aggiornata per adattarla alle diverse situazioni riscontrate.

Sulla base dei dati pervenuti si è quindi proceduto a predisporre un test di valutazione articolato secondo i seguenti *step*:

- raccolta dei dati provenienti dal Sistema Informativo regionale Difesa del Suolo (SIRDIS) e dalle Autorità di Bacino regionali (ABR);
- verifica e omogeneizzazione delle informazioni, confronto e correzione dei dati raccolti;
- trasferimento su banca dati IFFI *online*, ricodifica delle informazioni digitali raccolte SIRDIS – ABR;
- generazione delle coperture ArcGis estrazione delle tabelle in formato .dbf, 1° livello IFFI.

Gli strati informativi utilizzati per l'area di test della provincia di Viterbo sono stati: la copertura geologica vettoriale derivata dalla rilettura critica delle tavolette alla scala 1:25.000 originali d'autore base per i fogli a scala 1:100.000, ortofoto digitali e modello digitale del terreno.

Il lavoro di omogeneizzazione del livello frane IFFI per la provincia di Viterbo ha previsto, oltre alle correzioni geometriche derivate dalla diversa origine dei documenti, anche un controllo morfologico e geologico basato sulla disponibilità di informazioni GIS esistenti.

Per il confronto morfologico e anche per la perimetrazione dei dissesti è stato utilizzato un modello DEM con risoluzione a 20 metri e solo in aree specifiche con risoluzione a 10 metri.

Utilizzando il tema geologico, alla scala 1:25.000, reso disponibile dalla Regione Lazio sono stati effettuati confronti di supporto alla definizione dei livelli II e III della scheda IFFI.

E' stata pianificata una campagna di sopralluoghi sul terreno che ha portato alla verifica di 47 movimenti franosi in Provincia di Viterbo (Vedi Tabella seguente).

Tabella 17.1 Comuni della Provincia di Viterbo, interessati dalle verifiche di campagna.

Acquapendente	Bomarzo	Castel Sant'Elia	Gradoli	Piansano	Vasanello
Arlena di Castro	Calcata	Castiglione in Teverina	Ischia di Castro	Proceno	Veiano
Bagnoregio	Canapina	Celleno	Latera	Ronciglione	Vetralla
Barbarano Romano	Canino	Cellere	Lubriano	Tarquinia	Vignanello
Bassano Romano	Capodimonte	Civitacastellana	Montalto di Castro	Tessenano	Villa S. Giovanni in Tuscia
Bassano in Teverina	Capranica	Civitella D'Agliano	Monte Romano	Tuscania	Viterbo
Blera	Caprarola	Fabrica di Roma	Montefiascone	Valentano	Vitorchiano
Bolsena	Carbognano	Gallese	Orte	Vallerano	

I dati in possesso sono stati quindi implementati con ulteriori informazioni reperite presso l'Amministrazione Provinciale di Viterbo che ha fornito i dati relativi a movimenti franosi che hanno coinvolto le strade provinciali di competenza.

Sull'esperienza ricavata dal test pilota sulla provincia di Viterbo è stata impostata la metodologia di lavoro per le altre province laziali, così organizzata:

- Raccolta dei dati;
- Operazioni di controllo con l'ausilio di altri tematismi territoriali georeferenziati e di sopralluoghi;
- Inserimento delle informazioni raccolte del Data Base IFFI secondo i formati previsti dal progetto;
- Realizzazione di una copertura vettoriale, completa per tutto il territorio regionale, in formato shape;
- Stampa di alcuni Layout;
- Estensione del lavoro per il Progetto "IFFI on line WEB GIS".

Sono stati contattati, con note scritte, tutti gli Enti che, per la propria attività, possono disporre di dati su dissesti franosi quali Province, ANAS, Ferrovie dello Stato, CFS, ACEA, Autorità di Bacino; di questi in effetti solo le amministrazioni provinciali di Latina e Rieti hanno messo a disposizione le loro Banche Dati.

Buona parte delle frane sono state oggetto di verifiche dirette in campagna con il controllo delle informazioni raccolte. Nell'ambito di questa attività sono state perimetrare ex-novo alcune frane, è stato rivisto il posizionamento di alcuni PIFF (Punto Identificativo del Fenomeno Franoso) e completato il trasferimento dei dati alfanumerici dal database SIRDIS al database IFFI, per quanto riguarda il primo livello della scheda IFFI.

Sono stati così resi omogenei dati memorizzati in modo difforme e quindi definito un metodo sulla delimitazione delle aree a rischio.

Per l'eterogeneità dei dati di diversa provenienza, prima di procedere all'inserimento nella banca dati, si è reso necessario un primo controllo di verifica e quindi di omogeneizzazione del formato al fine di verificare la congruenza del dato, la sua esattezza ed individuare eventuali ridondanze. Per questo scopo sono state anche effettuate analisi di tipo geologico – cartografico, controlli bibliografici, verifiche in situ.

In particolare si è proceduto a:

- effettuare controlli di tipo cartografico per l'esatto posizionamento dei movimenti franosi anche mediante la sovrapposizione di tematismi, sia poligonali che puntuali, relativi alle frane su: C.T.R. in scala 1:10.000 e D.E.M. a 20 m (derivato dalla digitalizzazione delle curve di livello della cartografia in scala 1:25.000 dell'I.G.M.);

- visionare alcune cartografie geologiche a diversa scala quali: fogli geologici in scala 1:100.000, tavolette 1:25.000 del Servizio Geologico Nazionale, Carta Litologica della Regione Lazio (Praturlon *et alii*, 2002) in scala 1:25.000, fogli CARG in scala 1:25.000 e, ove possibile altre carte a varia scala provenienti da diverse fonti e allegare o citate nel DB Access di raccolta bibliografica.

Sulla base dei dati raccolti è stato compilato il database IFFI secondo quanto previsto dalle procedure descritte negli allegati dell'APAT, "Guida alla compilazione della scheda frane IFFI" e "Allegato tecnico per l'attuazione del Progetto".

Dal punto di vista cartografico, un valido punto di partenza è stato il censimento dei fenomeni franosi, commissionato dalla Regione Lazio all'Università di Roma "La Sapienza", in attuazione del D.L. 180/1998 che imponeva alle Regioni ed alle Autorità di Bacino di procedere al rilevamento, speditivo, su tutto il territorio di competenza. Tale censimento è stato effettuato secondo due fasi: la prima, su tutto il territorio, mediante foto-interpretazione su foto aeree volo del 1990/1991 alla scala 1:30.000, e la seconda fase con verifiche di campagna condotte prevalentemente nelle aree prossime ai centri abitati. Il tutto è stato riportato, in formato vettoriale, su una base raster in scala 1:10.000.

La Regione ha ovviamente provveduto ad attivare le procedure per rendere coerenti ed allineate le proprie banche dati, cartografiche ed alfanumeriche disponibili sul SIRDIS, secondo le specifiche del Progetto IFFI del Servizio Geologico Nazionale - APAT.

Per la compilazione dei campi riguardanti la parametrizzazione geomorfologica in molti casi ci si è avvalsi dell'utilizzo del DEM dal quale, mediante apposite procedure di analisi, è possibile l'estrazione delle informazioni necessarie per compilare le schede.

Procedure analoghe sono state utilizzate per l'implementazione automatica delle parti riguardanti l'uso del suolo laddove questo tipo di informazione non era disponibile sulla scheda utilizzando come riferimento i dati del Progetto Corine Land Cover 2000.

17.3 Basi topografiche ed ortofoto

Come base di riferimento sono state utilizzate

- le foto aeree del volo del 1990/1991 alla scala 1:30.000;
- le foto aeree del Volo Italia del 1994 alla scala 1:70.000;
- Carta tecnica regionale in formato raster alla scala 1:10.000.

17.4 Studi e censimenti precedenti

Nell'ambito delle proprie competenze l'Amministrazione Regionale ha redatto appositi studi e rapporti riguardanti i fenomeni franosi:

- Studi sulle frane della Regione Lazio (Regione Lazio — Ass. Opere e Reti di Servizi e Mobilità, 1998);
- Carta dei dissesti idrogeologici del Bacino del Liri-Garigliano-Volturno (Lotti & Associati, 1996);
- "Carta Inventario dei Fenomeni Franosi" in scala 1:10.000, (Prestininzi, 2000).

Quest'ultimo lavoro, in particolare, si è basato principalmente sull'analisi delle foto aeree in quanto tramite la foto-interpretazione è possibile condurre indagini di tipo geomorfologico su vaste aree di territorio in modo sistematico ed omogeneo. Sono state così riconosciute ed individuate le geometrie dei corpi di frana, in alcuni casi è stato possibile definire la tipologia di movimento e lo stato di attività. Soprattutto, tramite l'analisi delle foto aeree è stato possibile verificare la presenza di elementi antropici a rischio. In alcuni casi, ovvero quelli che presentavano le situazioni a maggior rischio in prossimità dei centri abitati, è stata anche effettuata la verifica sul terreno.

Per la redazione del Piano Stralcio Idrogeologico – PSAI (ex Legge 267/98) la Regione Lazio, nel quadro delle attività conoscitive propedeutiche alla redazione del Piano, ha ripreso tutti gli studi disponibili per il proprio territorio e fra questi, relativamente a ciascuna delle Autorità di Bacino tra le quali è suddiviso il territorio regionale, sono state acquisite le Cartografie dei seguenti studi:

- Carta delle frane del Bacino del Tevere tratta dal “Riassetto Idrogeologico della Maremma Laziale (in attuazione della L.R. 71/90)”;
- Carta dei dissesti idrogeologici del Bacino del Liri-Garigliano-Volturno (Lotti & Associati, 1996);
- Carta dei dissesti nel Bacino Interregionale del Fiora.

Sulla base di questi studi ed in particolare della “Carta Inventario dei Fenomeni Franosi”, sono state classificate le aree a maggior rischio idrogeologico (R3 e R4) secondo quanto previsto dalla normativa per la redazione dei Piani d’Assetto Idrogeologico.

Per meglio valutare il livello di rischio e tarare la fotointerpretazione sono stati eseguiti numerosi sopralluoghi, sia da parte dei tecnici dell’Università “La Sapienza” che della Regione.

Infine sono stati esaminati buona parte degli “Allegati Cartografici Geologici e Geomorfologici” a corredo dei Piani Regolatori Generali con particolare attenzione alle cartografie riguardanti le aree a rischio geologico e le zone in frana.

Il rilievo diretto dei fenomeni franosi, specificatamente per il Progetto IFFI, si è svolto utilizzando la metodologia definita a livello nazionale. Nel corso delle indagini sono state compilate le schede informative, riferite ai diversi comuni, con la descrizione del movimento franoso (Amanti *et alii*, 1992; Brughner & Valdinucci, 1972; Canuti & Esu, 1995; Cruden & Varnes, 1996; Varnes, 1984;) e con l’indicazione degli interventi di bonifica e messa in sicurezza da effettuare o già eseguiti.

Sono stati presi in considerazione tutti i dati sulle frane che Amministrazioni Nazionali, quali Servizio Geologico Nazionale, Protezione Civile, Ministero dei LL.PP., hanno rilevato per proprio conto, e che in parte sono stati forniti dal Servizio Geologico Nazionale (Catenacci, 1992; “Letteratura Grigia”). Si è anche tenuto conto dei dati bibliografici verificando le segnalazioni e gli studi su eventi franosi nel territorio della Regione Lazio (Almagià, 1913; Colosimo, 1978; Crescenzi *et alii*, 1995; D’Elia, 1968; Guida *et alii*, 1977; Hegg *et alii*, 1996; Lupino *et alii*, 1960; Tubino, 1968; C.N.R.- GNDCI, 1993).

Un altro punto cardine di tutta l’attività di raccolta dati è stata la collaborazione con le Amministrazioni Provinciali che si sono dimostrate sensibili a questo tipo di approccio e disponibili ad utilizzare la metodologia IFFI per il censimento dei fenomeni franosi.

In particolare sono state realizzate, presso le Province di Rieti (Menotti *et alii*, 1997), di Roma e di Latina, delle Banche dati relative ai principali movimenti franosi verificatesi lungo le Strade Provinciali.

17.5 Inquadramento geologico regionale

Il territorio della Regione Lazio (con una superficie di 17.200 km²), dal punto di vista geomorfologico e orografico, è divisibile a grandi linee in tre vaste zone: la più interna montuosa (zona appenninica), quindi la preappenninica collinare (rappresentata anche dai rilievi vulcanici) e infine quella della pianura costiera.

Il quadro geologico regionale, grazie alla voluminosa bibliografia esistente in materia (fra cui ricordiamo: AA.VV., 1992, 1993, 1995; Accordi, 1963; Boni *et alii*, 1986 a/b; Brunamonte *et alii*, 1987; Ogniben *et alii*, 1975; Praturlon *et alii*, 2002) è ben delineato e può essere così sintetizzato.

Il territorio montano è caratterizzato da una successione di catene di rilievi di natura carbonatica orientati in direzione NW-SE, separati da depressioni vallive e costituiti: ad Est della dislocazione tettonica Olevano-Antrodoco, da terreni prevalentemente calcarei della facies di scogliera Laziale-abruzzese mentre ad ovest della stessa linea di dislocazione prevalentemente da terreni di tipo marnoso-calcareo della facies di ambiente pelagico Umbro-Marchigiana. Al di sopra di questi terreni seguono stratigraficamente: nel Lazio settentrionale le Unità Flyschoidi alloctone rappresentate da un complesso costituito da arenarie, argilliti con intercalazioni calcaree e silicee o marnoso-arenacee e torbiditi calcarenitiche (Flysch della Tolfa), in quello meridionale i Depositi terrigeni sintettonici indifferenziati dell’unità del Flysch di Frosinone, costituito da torbiditi argilloso-arenacee e della formazione delle argille variegata, affioranti nel margine orientale degli Aurunci.

La zona collinare, anch'essa allineata in direzione Appenninica, è formata prevalentemente da numerosi prodotti differenziati di natura esplosiva ed effusiva acida e basica, emessi dai complessi vulcanici dei Vulsini, dei Cimini, di Vico, dei Sabatini e dei Colli Albani. Il più antico apparato è quello dei rilievi compresi tra Tolfa ed Allumiere, con prodotti di tipo acido, ignimbriti in coltri, cupole laviche con composizione da riolitica a trachitica. Più recenti sono i prodotti dei Monti Ceriti costituiti principalmente da trachiti.

La zona di pianura costiera è costituita prevalentemente da un Complesso sedimentario plio-pleistocenico, particolarmente variegato in cui si riconoscono sia depositi marini che continentali quali: Argille Plioceniche, Ghiaie e conglomerati, Calcareniti, Travertini, Sabbie dunari, depositi alluvionali e depositi fluvio-palustri.

17.6 **Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali**

In base alla Legge Regionale n. 16 del 2 maggio 1973, risulta che 121 Comuni sono stati classificati come "Montani" (per una superficie complessiva di 449.800 ettari), 238 "collinari" (per 938.400 ettari) e solamente 17 di pianura (per una estensione di 375.800 ettari).

Elaborando il Modello Digitale del Terreno (DEM) secondo le indicazioni APAT con riferimento alla suddivisione del territorio in aree montano-collinari e in aree di pianura si ottengono i caratteri morfologici generali della Regione Lazio come illustrato nella Figura 17.1.

Per la suddivisione del territorio nelle suddette classi sono stati utilizzati i seguenti criteri: sono state considerate pianura tutte le aree con pendenza < 3° e altitudine < 300 m s.l.m., con una approssimazione legata all'uso di un filtro per ridurre il "disturbo" dovuto alle celle isolate. Per ricavare i dati morfologici è stato utilizzato un DEM con una griglia di 20x20 metri.

Il 33% del territorio regionale ricade nella classe "area pianeggiante" con una superficie complessiva di 5.678 Km², mentre la restante parte del territorio regionale (67%) ricade in zone classificate "montano-collinari" con una superficie di 11.528 Km².

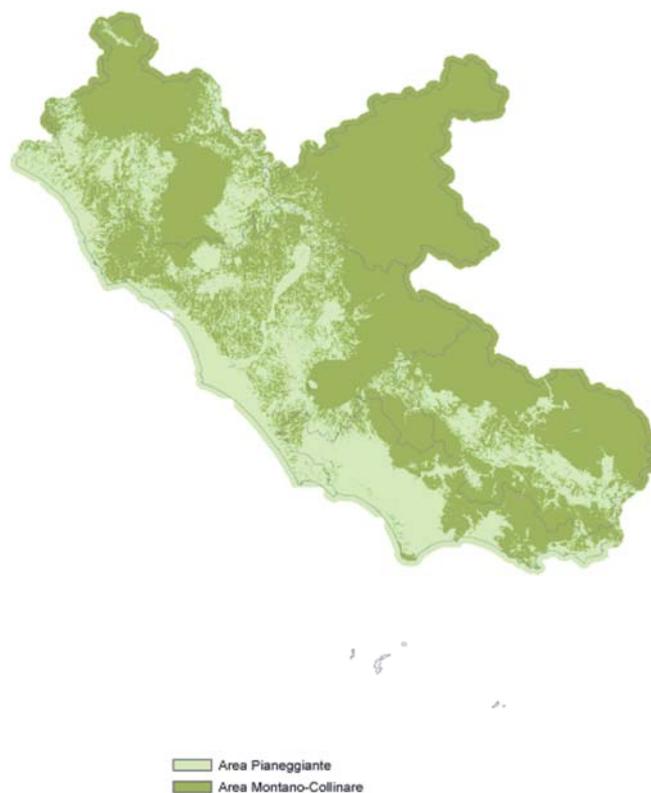


Figura 17.1 Suddivisione del territorio regionale in area montano-collinare e pianeggiante.

17.7 Uso del suolo

Dall'esame della carta dell'uso del suolo, secondo i dati del Progetto Corine Land Cover 2000, rappresentati nella Figura 17.2 e nella Figura 17.3 secondo una legenda semplificata, si ricava che a livello regionale prevalgono le aree con destinazione agricola (9.815 km²) e le zone boscate (4.330 km²).

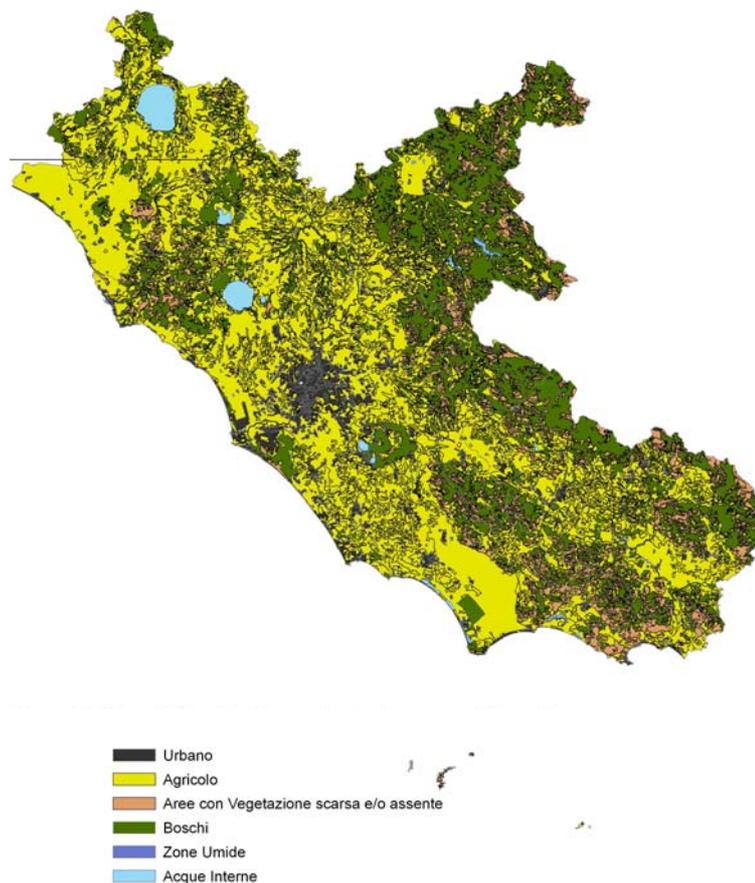


Figura 17.2 Uso del Suolo (Legenda Corine semplificata).

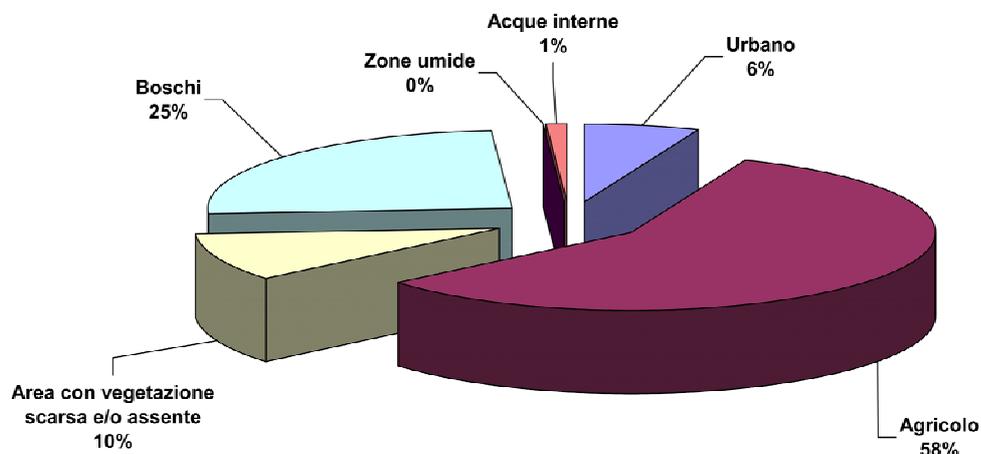


Figura 17.3 Uso del Suolo (Corine semplificato).

17.8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale

L'esperienza acquisita nella realizzazione del prototipo di prima fase (paragrafo 17.2), ha permesso di effettuare la perimetrazione delle frane attraverso la digitalizzazione delle cartografie raccolte nel corso del progetto.

A conclusione del progetto, la Regione Lazio ha fornito all'APAT i seguenti prodotti:

- Shapefile di ArcView e relative tabelle.dbf per ciascuno dei 4 livelli informativi contenuti nel database suddivisi per Provincia, come specificato nell'Allegato 2.
- Tabelle, in formato .dbf, relative alle schede delle frane IFFI, secondo le specifiche dell'allegato 3, per ciascuna Provincia.
- File relativi alla documentazione iconografica fornita in formato digitale ".jpg" o ".tiff", con una risoluzione minima delle immagini a colori di 200 dpi. La documentazione iconografica è soprattutto di tipo fotografico, per i fenomeni attivi recenti e, di tipo cartaceo e documentale per quelli più antichi.
- Plottaggi su carta alla scala 1:25.000 di alcune aree significative e rappresentative delle principali tipologie di frana del territorio Laziale.

Tali plottaggi hanno come base cartografica il raster della CTR 1:25.000 con:

- I livelli IFFI, FRANE, AREE, DGPV con indicazione del relativo ID-FRANA;
- I limiti amministrativi regionali e provinciali;
- un plottaggio di sintesi di tutto il territorio Laziale, alla scala 1:250.000 contenente:
 - base raster IGM alla stessa scala;
 - livello IFFI;
 - limiti amministrativi regionali e provinciali.

La presente relazione finale, esplicitativa delle modalità operative, completa la documentazione a corredo del Progetto IFFI.

17.9 Analisi dei dati

L'insieme dei dati acquisiti in questa prima fase del progetto, fornisce un quadro complessivo relativo alle frane cartografate e consente di definire, ad oggi, alcuni elementi di sintesi come il numero rilevato di frane totali (PIFF) e la superficie globale interessata calcolata considerando i poligoni con superficie > di 10.000 m².

17.9.1 Numero di frane:

Nella Tabella 17.2 sono rappresentati il numero di frane per provincia (per i livelli: IFFI; FRANE, AREE, DGPV, FRANE LINEARI) e l'area totale in frana. Le analisi relative alle cinque Province Laziali evidenziano, con riferimento alla distribuzione areale, come su un totale complessivo di 5.531 frane censite, la maggior parte di esse (2.261) ricade nella Provincia di Frosinone, seguita dalla Provincia di Rieti con 1.197 frane, mentre la Provincia di Latina è quella con minore numero di fenomeni franosi ovvero solo 448.

Questi dati ben si raccordano con il quadro geologico e morfologico della Regione. La superficie complessiva interessata da fenomeni di instabilità è di 237,12 Km², pari al 1,38% dell'estensione complessiva del territorio regionale. È importante sottolineare che tale valore è relativo solo ai fenomeni franosi di estensione superiore ad 1 ha.

Tabella 17.2 Numero di frane per ciascun livello informativo del database cartografico (vedi paragrafi 2.4.2 e 2.5.1).

PROVINCIA	PIFF	FRANE POLIGONALI	AREE SOGGETTE A...	DGPV	FRANE LINEARI	AREA TOTALE IN FRANA (km ²)
Viterbo	593	583	0	0	0	52,76
Rieti	1197	761	1	4	0	52,99
Roma	1032	679	81	0	0	48,18
Latina	448	345	19	2	0	26,97
Frosinone	2261	1297	6	1	0	56,22

17.9.2 Tipo di movimento indicato al I Livello Scheda frane:

In linea generale si può affermare che le caratteristiche litologico-strutturali dei complessi geologici regionali, descritti nel paragrafo 17.5, rappresentino il principale fattore predisponente i processi di instabilità dei versanti in relazione all'ambiente in cui si manifestano.

La distinzione tipologica dei numerosi processi riconosciuti, illustrati nell'Istogramma di Figura 17.4 e nella Figura 17.5, con la rappresentazione delle frane suddivise per tipologia di movimento, consentono di fornire interessanti correlazioni tra ambiente geomorfologico, caratteristiche litologico-strutturali dell'area e tipologie dei fenomeni.

Nel Diagramma a torta di Figura 17.5 (% di PIFF), si evidenzia che, tra le frane censite, quelle per crollo/ribaltamento sono le più diffuse (21%) mentre il 16% dei dissesti registrati avviene per scivolamenti rotazionali traslativi. Occorre precisare che tra i fenomeni per i quali il tipo di movimento risulta "non determinato" (38% del totale) sono compresi anche i fenomeni puntuali che non sono stati inseriti nelle analisi statistiche effettuate per la presente relazione che dovrebbero essere oggetto di un futuro aggiornamento dei dati relativi al Progetto IFFI.

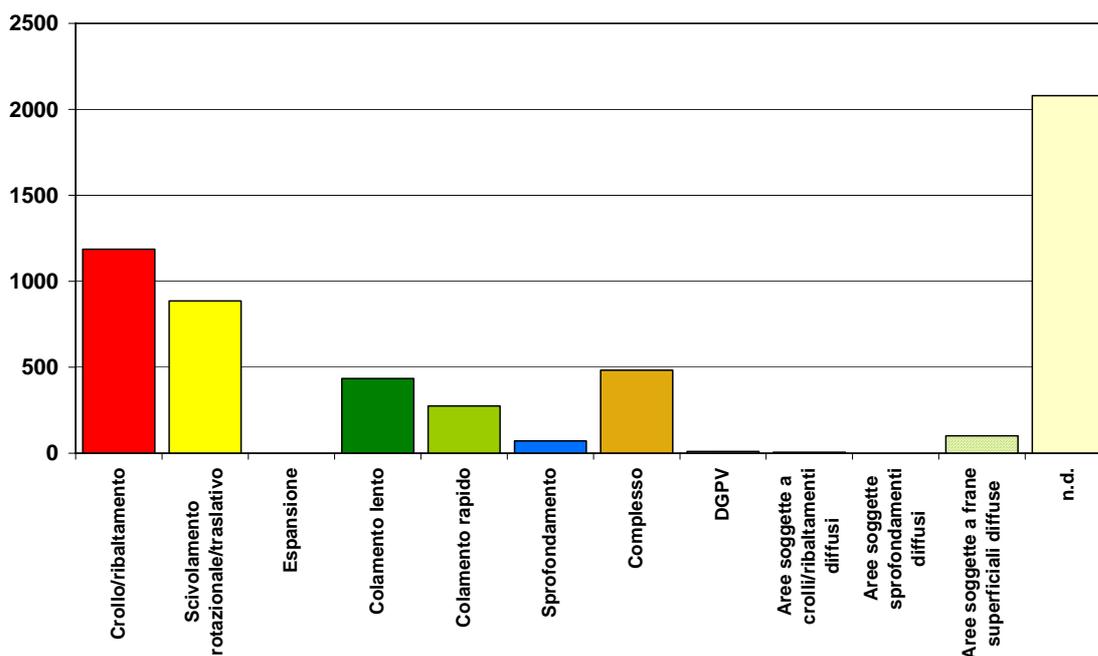


Figura 17.4 Numero di frane per tipologia di movimento.

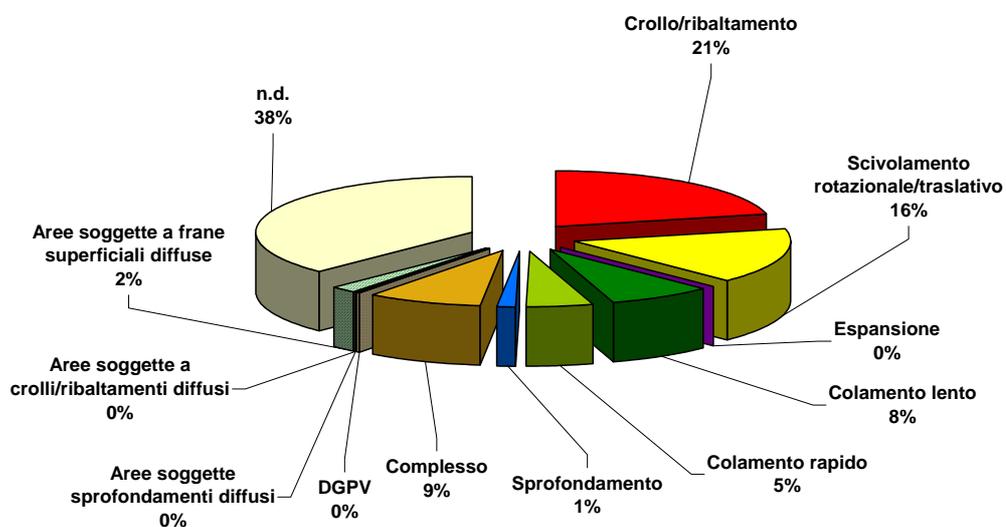


Figura 17.5 Percentuale delle frane per tipologia di movimento.

17.9.3 Stato di attività:

Per lo stato di attività delle frane censite, il diagramma a torta della Figura 17.6 evidenzia che prevale quello corrispondente ai fenomeni attivi/riattivati/sospesi (809 pari al 15% circa) rispetto a quelli quiescenti (115 dissesti, 2% del totale) e a quelli stabilizzati (20 casi, 0,4 %).

Si rileva comunque che l'83% circa, pari a 5.531, è la percentuale delle frane il cui stato di attività non è stato determinato nel corso dell'analisi di 1° Livello IFFI.

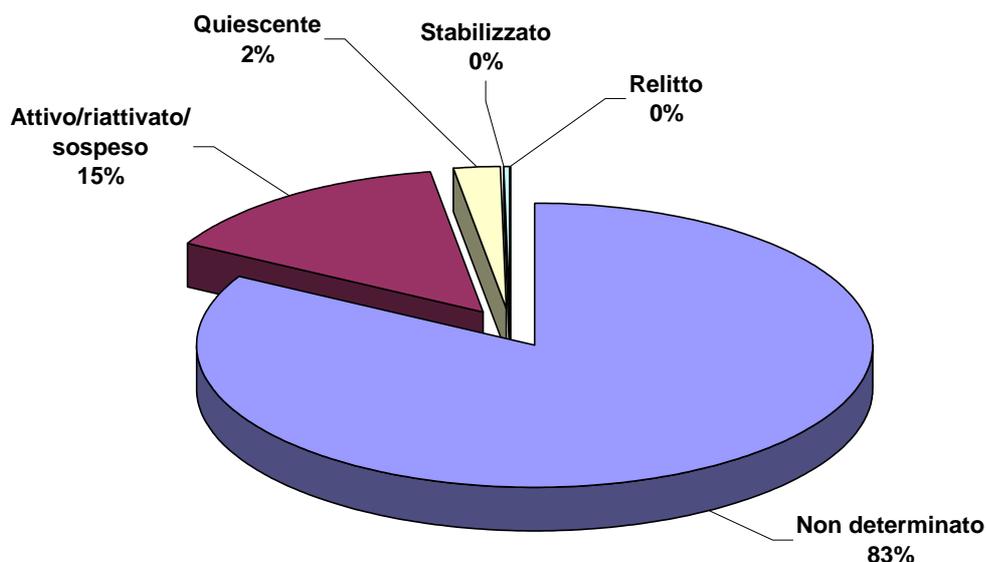


Figura 17.6 Percentuale delle frane per stato di attività.

17.9.4 Danni I livello:

Nelle schede di I Livello è riportato il rapporto fra le frane e i diversi elementi antropico/ambientali coinvolti.

La Figura 17.7 rappresenta il relativo istogramma. Da qui si riscontra che le strade sono gli elementi antropici più frequentemente coinvolti nei fenomeni di dissesto seguiti da edifici isolati e case sparse e da nuclei/centri abitati. Va precisato che buona parte delle informazioni sono state fornite dalle Amministrazioni Provinciali, Enti gestori delle Strade Provinciali, e anche, per la viabilità ordinaria, dalle amministrazioni comunali. Per quanto riguarda i dati richiesti alle FF.SS., queste non ci hanno mai fornito, nonostante varie assicurazioni, alcun dettaglio sulle informazioni in loro possesso.

L'elevato indice del dato "n.d." (non determinato) contiene sia i dissesti privi di informazioni di dettaglio sia quelli che non hanno provocato danni.

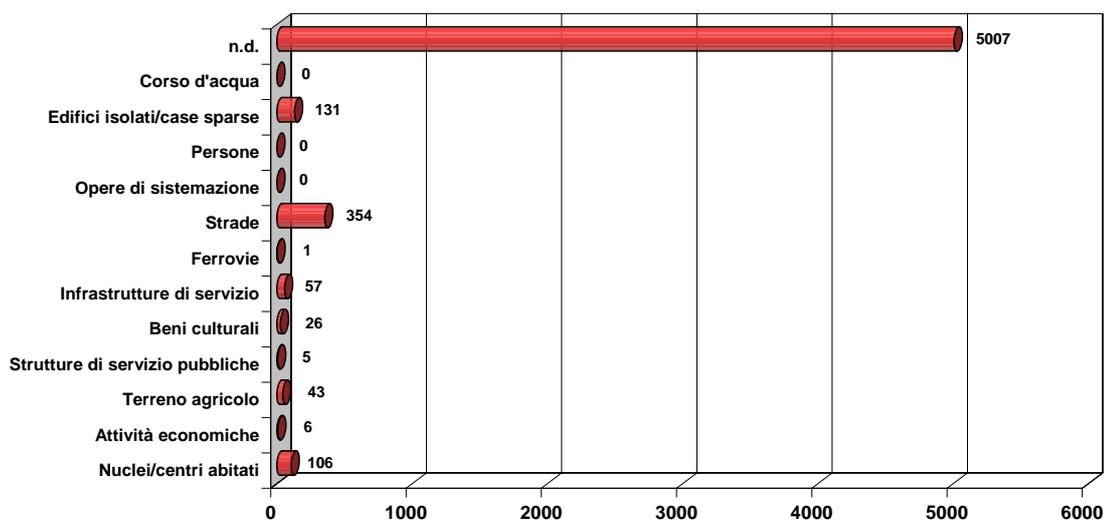


Figura 17.7 Numero di frane per tipologia di elemento antropico/ambientale coinvolto.

17.9.5 *Indice di Franosità (IF):*

Il parametro Indice di Franosità (IF) è definito come il rapporto tra area in frana e area di riferimento (es. regione, territorio montano-collinare, classe litologica, classe uso del suolo). Considerando la Tabella dell'IF (n° PIFF/area, area frana/superficie regione, area frana/area montano-collinare) si constata che su tutto il territorio regionale la densità dei fenomeni franosi è pari a 0,32%, mentre l'Indice di Franosità, inteso come aree in frana (poligoni superiori a 10.000 m²) rispetto all'intero territorio della regione, si attesta su un valore di 1,38%.

L'indice di Franosità riguardante le sole aree montano-collinari è pari al 2,06%.

Tabella 17.3 *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)
17206,40	11528	5531	237,12	0,32	1,38	2,06

Il fattore primario predisponente i processi di instabilità dei versanti è rappresentato dalle caratteristiche litologico-strutturali dei complessi geologici regionali, a cui si somma un insieme di altri parametri, concause dell'attivarsi del fenomeno.

Per quanto riguarda la distribuzione dei fenomeni franosi in relazione alle litologie affioranti si rileva che circa un terzo delle frane interessano i terreni flyschoidi di varia natura, che mostrano una ragguardevole propensione al dissesto a causa del fattore predisponente costituito dall'alternanza di terreni con caratteristiche geomeccaniche e di erodibilità molto diverse tra loro. Seguono i fenomeni franosi che coinvolgono gli affioramenti di rocce carbonatiche, effusive e piroclastiche.

Il ridotto numero di frane riscontrato nei terreni prevalentemente argillosi è dovuto principalmente alla scarsa rappresentatività di tale litologia sul territorio regionale piuttosto che alla scarsa propensione al dissesto.

Infine il rapporto fra Indice di Franosità e uso del suolo è rappresentato nella Figura 17.8.

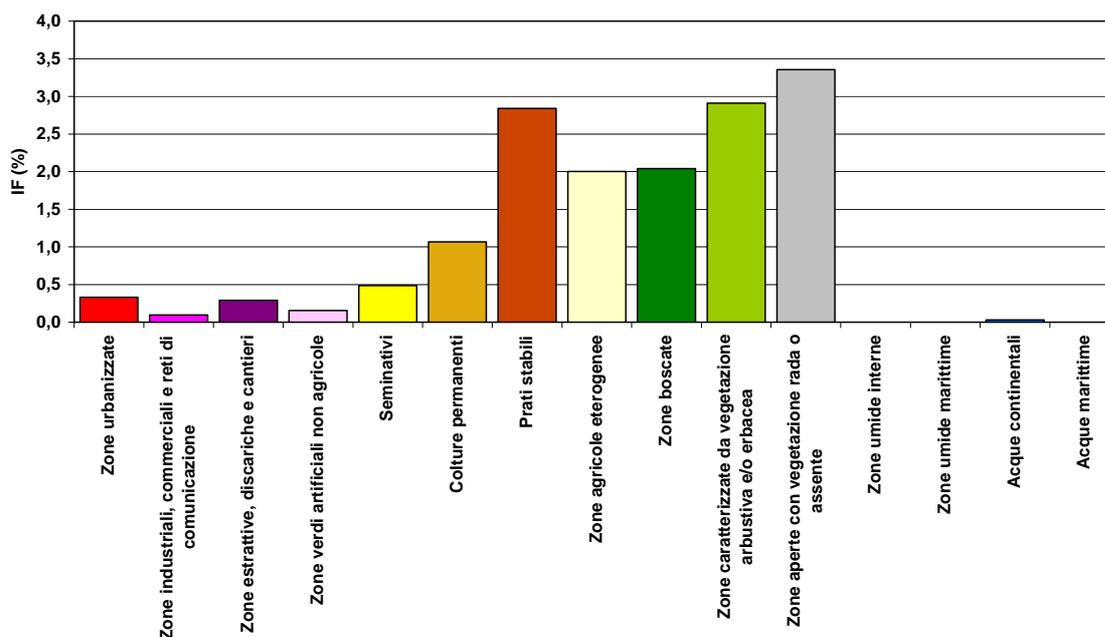


Figura 17.8 *Indice di Franosità per uso del suolo.*

17.10 Considerazioni conclusive

Il Progetto IFFI ha raggiunto l'obiettivo primario prefissato che era quello di omogeneizzare ed aggiornare le conoscenze relative alla franosità della regione Lazio.

Partendo da una serie di dati fra loro non coerenti dal punto di vista informatico e a volte non concordanti con quelli di campagna, è stato realizzato un prodotto che, attenendosi alle indicazioni fornite dall'APAT, si adegua ad una rappresentazione dei diversi fenomeni coerente per tutto il territorio nazionale.

Nel dettaglio, pur nei limiti insiti in un primo censimento che probabilmente ha consentito di rilevare solo una quota parte dei fenomeni verificatisi nell'ambito del territorio regionale, sono state comunque compilate 5.531 schede di I livello, 574 schede di II e 95 di III livello.

Nell'ambito del progetto sono state delineate le caratteristiche salienti geomorfologiche della regione, riscontrate con l'uso del suolo, con le tipologie ed il numero dei dissesti e con la sovrapposizione delle diverse cartografie tematiche utili a determinare quegli elementi statistici che caratterizzano il fenomeno nella sua analisi più completa.

Dall'esame dei dati a disposizione è stata delineata la situazione della regione Lazio rispetto ai fenomeni franosi inventariati soprattutto in relazione alle caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche esistenti.

In particolare, lungo le catene montuose carbonatiche dei Monti Reatini, dei Sabini, dei Prenestini, dei Tiburtini, dei Simbruini, degli Ernici, dei Lepini, degli Ausoni e Aurunci e nel promontorio del Circeo, è stata rilevata la maggiore densità di frane di crollo, che spesso hanno coinvolto strade e centri abitati. I comuni maggiormente interessati da questa tipologia di dissesti si collocano nella provincia di Rieti (Anrodoco, Fiamignano, Monteleone Sabino, Varco Sabino, Poggio Bustone) e nella provincia di Latina (Monte San Biagio, Terracina, Formia, Norma, Cori, Prossedi, Itri). In queste zone è la condizione fisico-meccanica della roccia che, associata alle pendenze accentuate dei versanti ed all'intensa azione degli agenti atmosferici, favorisce il fenomeno di distacco con conseguente crollo. Inoltre un aggravante a questa situazione, di per se critica, è il propagarsi, specie nel periodo estivo, di incendi che provocando l'eliminazione della coltre vegetale, ampliano le aree a rischio.

In provincia di Roma (Bellegra, Olevano, Subiaco, Pisoniano) e Frosinone (Terelle, Sora, Gallinaro, Frosinone), nelle zone dove affiorano prevalentemente i Flysch marnoso-arenacei, si osserva la preponderanza di fenomeni franosi per scivolamento di tipo traslativo e rotazionale, anche di notevoli dimensioni. La presenza di materiali pseudo-coerenti ed incoerenti argillosi, tipici dei depositi flyschoidi, alternati a strati di rocce litoidi arenacee originano, soprattutto in occasione di eventi meteorici intensi, l'innescò di fenomeni di instabilità specie per scalzamento di materiale al letto del litoide. Nella zona meridionale dei Monti della Tolfa (RM) fino al territorio collinare di Monte Romano (VT), la maggiore energia di rilievo e la presenza di litotipi quali marne, calcari marnosi con intercalazioni argillose, favoriscono l'elevata concentrazione di dissesti per scivolamento anche se riguardanti territori di superficie limitata.

I fenomeni di crollo che interessano rocce di origine vulcanica, seppure di minore concentrazione ed estensione, sono ampiamente diffusi nei territori nei Distretti vulcanici di Bolsena, di Vico, dei Monti Sabatini e dei Colli Albani. L'origine del fenomeno è legata ad una situazione stratigrafica particolare che vede la sovrapposizione di litotipi a diversa consistenza, quali piroclastiti litoidi e lave, su livelli pseudocoerenti o incoerenti quali cineriti, pomici, lapilli o su sedimenti argillosi. Condizioni queste che determinano processi erosivi a diversa velocità con lo scalzamento al piede dei terreni più erodibili ad opera delle acque superficiali con conseguente crollo della porzione soprastante. Questo tipo di fenomeno coinvolge numerosi centri storici del viterbese e anche il distretto vulcanico dei Colli albani. Fra i centri più colpiti e che rappresentano buona parte dei 617 fenomeni di crollo censiti si evidenziano Orte, Bagnoregio, Lubriano, Vetralla, Oriolo, Barbarano Romano, Blera, Canino, in provincia di Viterbo, Ariccia, Nemi, Marino, Rocca di Papa in quella di Roma.

Un discorso a parte va fatto per il distretto vulcanico delle Isole Ponziane (ad eccezione di Zannone). L'azione erosiva del mare su piroclastiti e colate laviche ha determinato la formazione di falesie in rapida evoluzione, con conseguente innescò di fenomeni franosi soprattutto in prossimità della costa. Fra tutte vale la pena di ricordare la falesia di Chiaia di Luna, sia per il clamore suscitato da un incidente che ha provocato una vittima, sia perché

oggetto, nella parte più prossima al tunnel romano di accesso, di un'opera di consolidamento effettuata per consentire la fruizione della spiaggia per usi turistici.

In questo caso la differenza tessiturale e strutturale della roccia è stata determinante in quanto la parte esclusa dall'intervento è costituita da prodotti incoerenti e teneri che non consentono ancoraggi affidabili in tempi accettabili.

Situazioni particolari sono segnalate in prossimità dell'abitato di Tarquinia (VT), ove la presenza di livelli di calcarenite (Macco) alternati a materiale sciolto, con minore resistenza, provoca fenomeni di natura gravitativa lungo le pareti che circondano il centro abitato. Lo stesso fenomeno si registra, per analoga situazione litostratigrafica, lungo la costa di Anzio (RM) dove l'azione erosiva del mare accentua i fenomeni di dissesto che frequentemente coinvolgono anche vie di accesso ed abitazioni realizzate in prossimità della scogliera.

Infine una menzione a parte meritano le aree a rischio *sinkhole*, improvvisi sprofondamenti del suolo dovuti all'interazione di processi carsici, fenomeni tettonici e circolazione di acque sotterranee in particolari condizioni geomorfologiche. Fra le zone maggiormente indiziate si ricordano, anche perchè oggetto di studi specializzati, la Piana di San Vittorino (RI) ove fra fenomeni antichi e recenti ne sono stati conteggiati 42 (Nolasco F., 1998), alcune zone della Pianura Pontina (LT), gli Altipiani di Arcinazzo, la Piana delle Acque Albule fra Tivoli e Guidonia, una parte del territorio di Marcellina (RM).

Gli studi effettuati nel tempo su questi fenomeni hanno permesso alla Regione Lazio di emanare la D.G.R. 1159/02, con le finalità di prevenzione e di supporto agli strumenti urbanistici (Nolasco F., 2002), che stabilisce un sistema di indagini integrate multidisciplinari con l'obiettivo di individuare eventuali aree con la propensione al rischio *sinkhole*.

17.11 Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (1992) Structural model of Italy (scale 1:500.000.) Fogli 3, 4. *Quaderni La ricerca scientifica*, **114**, vol. 3, C.N.R. P.F. Geodinamica, sottoprogetto Modello Strutturale Tridimensionale.
- AA.VV. (1993) *Guide geologiche regionali, Lazio*. Vol. 7. Società Geologica Italiana, Roma.
- AA.VV. (1995) *Lazio meridionale. Sintesi delle ricerche geologiche multidisciplinari*. ENEA, Dipartimento Ambiente, Serie Studi e Ricerche, pp. 350.
- Accordi B. (1963) Lineamenti strutturali del Lazio e dell'Abruzzo meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **4**, 595-633.
- Agamennone G. (1937) La frana di Marino registrata nel R. Osservatorio Geodinamico di Rocca di Papa. *Bollettino della Società sismologica Italiana*, **XXXV**, 21; 22; 25.
- Almagià A. (1907) *Studi geografici sopra la frane in Italia. Volume I: Parte generale; l'Appennino Settentrionale e il Preappennino Tosco-Romano*. Memorie della Società Geografica Italiana, XIII, Roma (pp. 21; 22; 23; 28).
- Almagià A. (1913) Forme a fenomeni di erosione nei dintorni di Bagnorea. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, a. IL VII, voi. I e 2., 12-13.
- Amanti M., Castaldo G., Marchionna G., Pecci M. (1992) Proposta di una nuova classificazione dei fenomeni franosi, ai fini del rilevamento geologico tecnico e della corretta prevenzione dei dissesti del territorio. *Boll. Serv. Geol.*, **111**, 3-20.
- Amanti M., Casagli N., Catani F., D'Orefice M., Motteran G. (1996) Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione. *Miscellanea Servizio Geologico*, **VII**.
- Autorità di Bacino del Fiume Tevere. Carta delle frane del Bacino del Tevere (scala 1:100.000) (Studio VAMS).
- Autorità dei Bacini Regionali. Studi dei dissesti idrogeologici dell'Autorità di Bacino Regionale (Hydrodata).
- Boni C., Bono P., Capelli G. (1986 a) Carta Idrogeologica, scala 1:500.000. Schema Idrogeologico dell'Italia centrale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**.
- Boni C., Bono P., Capelli G. (1986 b) Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio, scala 1:250.000. Regione Lazio - Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- Bruhner W., Valdinucci A. (1972) Schema di classificazione delle frane e relativi esempi. *Bollettino del Servizio Geologico d'Italia*, **XCIII**, 21-24.
- Brunamonte F., Cosentino D., D'Amico L., Gavasci R., Prestininzi A., Romagnoli C. (1987) Carta dei sistemi idrogeologici del Territorio della Regione Lazio. Regione Lazio - Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dip. di Idraulica, Trasporti e Strade. (Resp. Scientifico A. Prestininzi).
- Capelli G., Salvati R., Garello M., Colombi A. (2002) *Progetto Sinkhole del Lazio*. Regione Lazio - Università degli Studi di Roma TRE.
- Canuti P., Esu F. (1995) *Glossario internazionale per le frane*. CNR.
- Catenacci V. (1992) Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990. *Memorie Descrittive per la Carta Geologica d'Italia*, **47**. Servizio Geologico Nazionale.
- Colosimo P. (1978) Dissesto di Viale Tiziano in Roma: studio di geologia ambientale applicata alla tecnologia dell'architettura. *Geologia Tecnica*, a. III, 22; 23; 2A1; 256; 25; 27.
- CNR - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (1993) *Progetto AVI Aree Vulnerate da calamità Idrogeologiche. Volume Regione Lazio*. Unita' Operativa N° 02. ECOSuolo C.D.P. S.r.l.
- Crescenzi R., Piro M., Vallesi R. (1995) Le cavità sotterranee a Roma. *Mem. Descr. della Carta Geol. d'Italia*, **50**, 245-278.

- Cruden D.M., Varnes D.J. (1996) Landslides types and processes. In: *Landslides. Investigation and Mitigation* (Special Report 247). Transportation Research Board, National Research Council.
- D'Elia E. (1968) Limitazioni alle costruzioni nei comuni sismici e franosi del Lazio. *Geotecnica*, a. IX, s. 4. pp. 21; 37.
- De Riso E., Nicotera P. (1969) I fenomeni di subsidenza del Fosso S. Martino (Capena, Roma) in relazione alla nuova linea ferroviaria SetteBagni-Orte. *Memorie della Società dei Naturalisti in Napoli*, sci. **LXXVIII**, supplemento. 32; 33.
- Guida M., Iaccarino E., Lombardi G., Vallario A. (1977) Analisi geologico-tecnica della frana in località Solaro nel Comune di Formia (Latina). *Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli*, **LXXXVI**, pp. 22; 23; 281; 256; 25; 27; 33.
- Hegg U., Picco F., Torriero G. (1996) Frosinone-Torrice-Arnara: risanamento del dissesto idrogeologico e pianificazione territoriale di un'area ad alto rischio di frana. *Atti del IV Conv. di Geingegneria Difesa e valorizzazione del suolo e degli acquiferi, 10-11 marzo 1994, Torino* (pp. 181-189).
- Lotti & Associati (1996) Studio dei dissesti idrogeologici del bacino Liri-Garigliano - Carta inventano dei fenomeni franosi. Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno.
- Lupino B. Buonopane A., Di Noi A., Ridolfi, C., Ruzzeddu R. (1960) Su alcuni movimenti franosi del Lazio. Atti dell'8 Convegno di Geotecnica, Padova maggio, Ed. I.P.I. In: *Geotecnica*, a. VII, n. 1, pp. 21; 22; 23; 28.
- Menotti R.M., Millesimi E., Petitta M. (1997) Censimento e cartografia dei movimenti franosi nella provincia di Rieti. *Atti dei Convegni Lincei La stabilità del suolo in Italia: zonazione sismica e frane*.
- Micheli P. (1971) Osservazioni geologiche sulle frane di Civita di Bagnoregio (Viterbo). *L'Universo*, a. LI, a. 5, pp. 22; 23; 251; 283; 27.
- Ogniben L., Parotto M., Praturlon A. (1975) Structural Model of Italy. C.N.R., *Quaderni de La Ricerca Scientifica*, **90**.
- Nolasco F. (1998) *La Piana di San Vittorino – Contributo allo studio dei processi evolutivi, dei rischi e della prevenzione*. ACEA, Roma Tip. Facciotti S.r.l.
- Nolasco F. (2002) Relazione di accompagnamento alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 1159/2202.
- Praturlon A., Cecili A., Campolunghi M.P., Cinnirella A., Fabbri M., Capelli G., Mazza R., Catalano G., Meloni F. (2002) Realizzazione della Carta Litologica con elementi strutturali in formato digitale della Regione Lazio. Regione Lazio - Università degli Studi di Roma TRE.
- Prestininzi A. (2000) *La valutazione del rischio di frana, metodologie e applicazioni al territorio della Regione Lazio*.
- Regione Lazio – Assessorato Opere e Reti di Servizi e Mobilità (1998) *Pianificazione e programmazione degli interventi nel Lazio - Censimento dei dissesti geomorfologici*. Roma.
- Sabatini V. (1908) I fenomeni erosivi dei territori di Bagnorea e d'Orvieto. In: Relazione sul lavoro eseguito nel periodo 1899-1903 sui vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti. *Bollettino del Comitato Geologico d'Italia*, **XXXV**; pp. 12; 22.
- Servizio Geologico Nazionale "Letteratura Grigia" riguardante Relazioni geologiche relative a dissesti nei Comuni del Lazio" a firma dei funzionari del Servizio (principalmente dei geologi Brughner W. e Valdinucci A.).
- Tubino E. (1968) Frane, lame e subsidenza più diffuse nel Lazio. *Giornale del Genio Civile*, a. CII, **9**, pp. 22; 23; 28; 245.
- Varnes D.J.(1984) *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. UNESCO.



REGIONE LAZIO
Area Difesa del suolo



Università Roma Tre
Dipartimento di Scienze geologiche

17.12 Struttura operativa Regione Lazio

REGIONE LAZIO

Area Difesa del Suolo

Responsabile tecnico-scientifico del Progetto IFFI per la Regione Lazio
dott. Francesco Nolasco

Responsabile scientifico del Progetto IFFI per l'Università degli Studi Roma Tre
prof. Antonio Praturlon

Coordinatore GIS e Cartografia automatica:
dott. Claudio Bicocchi (Regione Lazio – Area Difesa del Suolo)
dott. Alessandro Cecili (Università degli Studi ROMA3)

Coordinatori Analisi dei Dissesti e rilievi di campagna
dott. Eugenio Di Loreto (Regione Lazio – Area Difesa del Suolo)
dott. Lorenzo Liperi (Regione Lazio – Area Difesa del Suolo)
dott. Adelaide Sericola (Regione Lazio – Area Difesa del Suolo)

Collaboratori Roma Tre:
dott.sa Maria Paola Campolunghi
dott. Alessandro Cinnirella

Collaboratori Regione Lazio:
dott. Cristiano Fattori
dott. Pier Francesco Grangè
dott. Daniela Nolasco
dott. Paolo Terrinoni

Rapporto finale Luglio 2005