

## **11. Analisi del dissesto da frana in Friuli Venezia Giulia**

*P. Manca, F. Kranitz, S. Oberti, C. Piano*

### **11.1 Premessa**

Il progetto nazionale denominato “Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia” (Progetto IFFI), promosso dal Comitato dei Ministri per la difesa del Suolo ai sensi della legge 183/89, ha le finalità di realizzare in collaborazione con le Amministrazioni Regionali e le Province Autonome una banca dati certa ed aggiornata relativa ai dissesti ricadenti sull'intero territorio, fornendo un contributo conoscitivo nel quadro più ampio degli strumenti necessari alla pianificazione territoriale a scala nazionale, nella valutazione qualitativa, quantitativa e tipologica del rischio per frana.

Nell'ambito di tale progetto il Servizio Geologico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha censito 5.253 frane, strutturando le informazioni in un Sistema Informativo Territoriale, all'interno di una struttura denominata SitGeo, secondo gli standard tecnici nazionali proposti dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT).

In data 29 novembre 2000, infatti, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha stipulato con il Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Geologico la Convenzione per la realizzazione di tale progetto con riferimento al proprio territorio; il Programma Operativo dei Lavori (P.O.L.), redatto dal Servizio Geologico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia è stato approvato in data 27 marzo 2001. La concessione di una proroga di un anno dei termini di consegna degli elaborati finali ha spostato gli stessi al 5 febbraio 2004. La consegna effettiva degli elaborati, disponibili da gennaio 2004, è stata ulteriormente rinviata a luglio 2004, a seguito della richiesta da parte del Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT (che ha assunto le funzioni di coordinamento del Progetto IFFI) di effettuare un ulteriore controllo di qualità dei dati cartografici ed alfanumerici seguendo una specifica procedura che risultava in corso di definizione da parte dei tecnici del medesimo dipartimento.

La relazione riporta i risultati ottenuti a seguito dell'integrazione aggiornamento e implementazione della banca dati cartografica e alfanumerica relativamente all'evento alluvionale dell'agosto 2003 così come previsto dalla Convenzione del 28 dicembre 2004 stipulata, dal Direttore generale dell'APAT, ing. Giorgio Cesari, e dal Direttore del Servizio Geologico della Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, dott. Tiziano Tirelli.

Viene presentata un'elaborazione dei dati raccolti, consistente in una geoanalisi spaziale e tipologica dei fenomeni franosi, integrata alle informazioni disponibili sul territorio quali gli aspetti geomorfologici, la litologia di superficie e l'uso del suolo.

L'analisi integrata, effettuata in ambiente GIS, ha reso possibile un'interpretazione di carattere generale degli aspetti fisici del territorio, definendone tra le altre cose gli indici di franosità in relazione ai diversi tematismi considerati.

L'ultima analisi globale dei fenomeni franosi del Friuli Venezia Giulia e della suscettibilità geostatica del suo territorio, risale al 1969 (Corsi, 1969). Il presente lavoro risulta essere pertanto un contributo notevole ed unico sugli aspetti conoscitivi del territorio, previsti dalla normativa nazionale e regionale in materia di difesa del suolo, indispensabili per una ponderata pianificazione e per un utilizzo ecosostenibile dell'ambiente; rappresenta, inoltre, il primo contributo inerente all'analisi integrata dei dati rilevati sui dissesti con gli altri dati relativi ai tematismi territoriali esistenti, quali la litologia e l'uso del suolo.

### **11.2 Fasi di lavoro**

Il censimento delle frane in Friuli Venezia Giulia ha interessato il territorio di 125 Comuni e si è articolato in tre fasi distinte rivolte ai seguenti ambiti geografici:

- Fase 1 - ambito "A", costituito dalle fasce antropizzate e vulnerabili del territorio;
- Fase 2 - ambito "B", costituito dalle zone di alta montagna e fasce di territorio non urbanizzate;
- Fase 3 - ambito "C", aggiornamento delle aree in frana relative al fenomeno alluvionale del 29 agosto 2003, ricadenti in Val Canale - Canal del Ferro (Alpi Giulie - UD).

#### Fase 1 (anni 2000-2002)

I rilevamenti nelle zone antropizzate (prevalentemente costituite da rilievi collinari e, nelle aree montuose, dalle fasce di fondovalle) sono stati eseguiti parallelamente a quelli predisposti dalla Regione, d'intesa con l'Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico, per il Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), secondo quanto previsto dalla L. 267/98 e dalla L. 365/00.

In questa prima fase, oltre al rilevamento delle frane caratterizzate dalla presenza di elementi a rischio (e quindi rilevanti sia per il PAI che per l'IFFI), sono stati rilevati anche tutti i fenomeni franosi che, pur ricadendo nelle aree indagate, non minacciavano aree edificate o infrastrutture, rivestendo interesse esclusivo ai fini del Progetto IFFI, piuttosto che per il PAI. Si è ritenuto opportuno inoltre uniformare le metodologie di rilievo per le aree a rischio di frana, perimetrare per i Piani Stralcio, a quelle indicate dal Progetto IFFI, utilizzando una scheda di censimento basata su quella IFFI (con una sezione integrativa focalizzata sugli elementi a rischio). Al termine della fase 1, nel corso della quale sono stati impegnati 11 geologi, sono stati rilevati 1.093 fenomeni franosi, di cui alcuni esempi sono riportati in appendice del presente lavoro. La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha contribuito mettendo a disposizione una notevole mole di dati, i locali e le strumentazioni del Servizio Geologico, nonché personale proprio dedicato al coordinamento del team di lavoro.

#### Fase 2 (2003)

Per il censimento dei fenomeni franosi, relativamente alle aree di alta montagna ed alle fasce di territorio non urbanizzate, sono stati impegnati 7 geologi, individuati tra coloro che avevano già lavorato precedentemente al Progetto IFFI. In questa fase la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha contribuito con gli oneri già elencati nel precedente paragrafo, nonché con fondi propri, cofinanziando il progetto per il territorio di sua competenza. I rilevamenti hanno avuto termine nel mese di luglio 2003 e pertanto non avevano preso in considerazione i fenomeni franosi innescati a seguito dell'evento alluvionale del 29 agosto 2003, che ha duramente colpito i Comuni della Val Canale - Canal del Ferro, in provincia di Udine. Nel corso della fase 2 sono stati identificati ulteriori 3.230 dissesti.

#### Fase 3 (2005)

Nell'ambito della convenzione 2005 si è provveduto all'aggiornamento della banca dati, in particolare con i dissesti avvenuti durante l'alluvione del 29 agosto 2003, che hanno colpito la Val Canale - Canal di Ferro, ovvero i Comuni di Tarvisio, Malborghetto-Valbruna, Pontebba, Dogna, Chiusaforte, Resiutta e Moggio Udinese (tutti in Provincia di Udine).

È stata eseguita un'elaborazione geologico-tecnica e un'analisi integrata dei dati, nonché delle informazioni territoriali disponibili, relativamente ai dissesti rilevati compresi quelli relativi all'alluvione sopraccitata.

Le schede sono state compilate al primo livello, ad eccezione di 50 fenomeni franosi già in precedenza censiti e che hanno manifestato segni di riattivazione con l'alluvione del 2003, per i quali sono state raccolte le informazioni necessarie al completamento del secondo e del terzo livello, secondo gli standard IFFI, previsti dagli specifici allegati tecnici.

### **11.3 Basi topografiche ed ortofoto**

Allo scopo di facilitare le operazioni di rilevamento in campagna e quelle di informatizzazione dei perimetri è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000, disponibile in formato vettoriale per la parte collinare e pedemontana ed in formato raster per le zone alpine.

L'utilizzo di una cartografia di dettaglio, unitamente all'analisi ortofotogrammetrica, ha reso possibile una perimetrazione di precisione dei fenomeni.

Successivamente le elaborazioni sono state integrate dall'analisi delle foto aeree, infatti il territorio regionale è interamente coperto da voli "CTR" realizzati per la redazione della Carta Tecnica Regionale (1:5.000), con scala dei fotogrammi compresa tra 1:8.000 e 1:15.000 ed aggiornamenti continui a cadenza quasi annuale, per lotti successivi, a partire dai primi anni '80. Sono stati consultati inoltre il Volo GAI del 1954 ed il volo Alto Tagliamento (scala fotogrammi 1:12.000) realizzato nella Val Canale a seguito dell'evento alluvionale del giugno 1996.

Nell'ambito della fase 3 sono stati utilizzati dati laserscan, e relative ortofoto di dettaglio (1 pixel x 20 cm), raccolte nelle ore successive l'evento alluvionale dalla Protezione Civile della regione.

L'analisi fotointerpretativa è stata impiegata quale strumento fondamentale in tutte le fasi del progetto, assumendo un ruolo essenziale nelle aree di alta montagna (fase 2), dove le conoscenze in possesso dell'amministrazione regionale risultavano più scarse. In particolare l'utilizzo dell'ortofotocarta (dimensioni 1 pixel x 1 m), acquisita nel 1998, si è dimostrato particolarmente utile nella perimetrazione delle aree in erosione, delle falde di detrito e delle aree di alimentazione delle colate detritiche, soprattutto nei territori regionali coperti da cartografia precedente al 1998. Per le aree colpite dagli eventi alluvionali dell'agosto 2003 nelle zone non coperte da dati Lidar sono state utilizzate le ortofotocarte del volo Friuli-it 2003 (definizione 1 pixel x 0.5 m) che per i comuni colpiti dall'alluvione sono state rilevate successivamente agli eventi alluvionali stessi. Le informazioni ottenute sono state confrontate con le foto aeree relative agli anni precedenti, in modo da ottenere indicazioni utili sull'evoluzione del fenomeno e sulla sua attività.



Figura 11.1 Assemblaggio delle ortofotocarta inerenti al territorio del Friuli Venezia Giulia (definizione 1 pixel x 1 m).

Dato il dettaglio del rilevamento (1:5.000), si è deciso di cartografare e perimetrare anche le aree in frana inferiori all'ettaro, nonostante il protocollo del Progetto IFFI prevedesse nella prima convenzione, in questi casi, l'adozione di una metodologia speditiva segnalando il fenomeno solamente con un punto identificativo.

#### **11.4 Studi e censimenti precedenti**

Oltre ai dati storici ed alle fonti individuate dall'Allegato Tecnico del Progetto IFFI, è stata utilizzata la seguente documentazione:

##### Studi geologici redatti a corredo dei Piani Regolatori Generali Comunali (PRGC)

In Friuli Venezia Giulia gli studi geologici a corredo dei PRGC rappresentano la principale fonte per il censimento dei fenomeni franosi nelle aree antropizzate. Nonostante i primi studi risalgano alla fine degli anni '70; l'aggiornamento dell'analisi geologica ha avuto luogo più volte nell'ultimo ventennio in occasione di ogni variante significativa di PRGC. A tal proposito è importante ricordare che il Friuli Venezia Giulia è tra le poche regioni a disporre di una copertura geologica totale del territorio correlata ai Piani Regolatori Generali e che i contenuti dei piani sono particolarmente aggiornati: ad esempio i PRGC approvati nel corso dell'ultimo quinquennio coprono quasi l'80% dei comuni del territorio regionale (valore percentuale massimo su base nazionale).

Nel corso dei rilievi circa una dozzina di comuni stava completando la revisione dei propri PRGC e degli studi geologici allegati; in queste situazioni il Servizio Geologico Regionale si è attivato al fine di poter visionare le cartografie di interesse anche quando queste erano ancora allo stadio di elaborato non definitivo, onde evitare la dispersione di dati sicuramente aggiornati potenzialmente utili ai fini del presente lavoro.

##### Segnalazioni e dati di archivi frane di strutture dell'Amministrazione regionale diversi dal Servizio Geologico

Di particolare interesse, per le finalità del Progetto IFFI, si è dimostrato l'archivio frane della Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna, struttura che nel Friuli Venezia Giulia opera in sostituzione del Corpo Forestale Nazionale (con l'eccezione dell'area della Foresta demaniale di Tarvisio). Sono stati organizzati numerosi incontri presso tutte le stazioni forestali del territorio regionale, nel corso dei quali sono stati illustrati e discussi i risultati preliminari del rilevamento, allo scopo di raccogliere eventuali integrazioni ed osservazioni. Questi incontri hanno inoltre costituito un momento significativo di controllo incrociato sulla qualità dei dati raccolti.

##### Segnalazioni fornite da Province, Comuni e altri Enti relativamente ad eventi franosi successivi alla data di redazione degli studi geologici redatti a corredo dei PRGC

Il Servizio Geologico ha contattato tutti i comuni potenzialmente interessati da fenomeni franosi (fascia collinare e montana) e le relative amministrazioni provinciali, informandoli sull'avvio dell'attività di censimento frane. Le amministrazioni sono state invitate a fornire eventuali segnalazioni di fenomeni successivi alla redazione dei PRGC. I dati così raccolti sono stati analizzati e verificati ad integrazione di quelli già in possesso dell'Amministrazione regionale.

#### **11.4.1 Rilievi eseguiti successivamente agli eventi alluvionali del 2003**

Successivamente agli eventi alluvionali dell'agosto 2003 i dissesti verificatisi sono stati individuati nella fase emergenziale da uno specifico gruppo di lavoro formato da tecnici delle Direzioni centrali operanti sul territorio (Direzione centrale Ambiente e Lavori Pubblici, Protezione Civile, Direzione Centrale Risorse agricole, naturali forestali e montagna) e coordinato dalla Protezione Civile.

### 11.5 **Inquadramento geologico regionale**

Il territorio della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia appartiene all'unità sudalpina ed è caratterizzato prevalentemente da litologie sedimentarie, con subordinati episodi effusivi testimoniati da ridotte sequenze vulcanoclastiche e vulcaniti. Limitati affioramenti metamorfici sono presenti solo nella parte Nord occidentale (Alpi Carniche) e sono rappresentati per lo più dalle litologie basso-metamorfiche del basamento ercinico, quali i marmi e le metaclasi. Questi sono i termini più antichi presenti in Regione (Ordoviciano inf.), i quali lasciano posto, da nord verso sud, a terreni sempre più recenti. Le rocce affioranti nella regione rappresentano quasi l'intera scala dei tempi geologici, fatta eccezione per alcune lacune, di cui le più significative sono determinate dalle compressioni erciniche prima (Carbonifero sup. e Permiano inf.-sup.) e da quelli nealpine dopo (Pliocene).

Come si può osservare dalla carta litologica (Figura 11.2), escludendo la pianura alluvionale, la litologia predominante è quella carbonatica caratterizzata soprattutto dalle potenti sequenze triassiche e giurassiche della zona alpina e prealpina, nonché quelle cretache del Carso e della zona pedemontana.

Tra le rocce terrigene predominano i depositi torbiditici, riconducibili fondamentalmente a due periodi distinti: i più antichi appartengono alla catena paleocarnica e sono comunemente indicati con il termine flysch ercinico, caratterizzati perlopiù da argilliti, siltiti e intercalati da lembi di colate vulcaniche e vulcaniti; il terrigeno più recente, genericamente denominato flysch eocenico, appartiene invece all'intervallo Cretaceo sup. - Paleogene, ed è caratterizzato dalla tipica alternanza di marne ed arenarie, fittamente stratificate.

I depositi evaporitici, appartenenti al Permiano sup. e Carnico, sono di gran lunga subordinati in affioramento, ma hanno un ruolo decisivo nel contesto strutturale, infatti fungono da superfici di scollamento dei principali *trust* alpini che caratterizzano l'assetto tettonico regionale, conferendogli la tipica struttura a scaglie embriciate sud-vergenti responsabile dei numerevoli raccorciamenti stratigrafici e dei raddoppiamenti delle sequenze.

Questo assetto strutturale permette di suddividere il territorio regionale in tre macroaree con evidenti implicazioni litologiche e morfologiche sia a macro che a microscala (Venturini, 1990). Da nord a sud esse si identificano come fascia settentrionale, fascia centrale e fascia meridionale.

La fascia settentrionale comprende la Catena Paleocarnica, ed è caratterizzata da terreni paleozoici già interessati dalle deformazioni dell'orogenesi ercinica. E' delimitata a Nord dalle linee della Gailtal ed a Sud dalla Linea Comeglians-Paularo. La stessa può essere divisa in due comparti, uno a NW e l'altro a SE, separati dalla linea della Val Bordaglia (NE-SW). Il comparto NW è costituito dal paleozoico metamorfico (Ordoviciano inf., Siluriano e Devonico) costituito da Scisti e Marmi, affioranti soprattutto nella zona del Comelico e del Monti Peralba-Avanza. Il comparto SE della fascia settentrionale è caratterizzato dall'ercinico non metamorfico (Devoniano-Carbonifero) che interessa la sequenza calcarea devonica e flyschoid carbonifera (Fm. dell'Hochwipfel). La linea della Val Bordaglia è di origine ercinica, riattivata poi in fase mesoalpina con attività trascorrente sinistra, assumendo un'importanza regionale e guidando le compressioni alpino-dinariche, in particolare i *trust* sudvergenti delle Alpi Carniche Occidentali.

La fascia centrale è identificabile con le Dolomiti Pesarine, le Alpi Tolmezzine e le Alpi Giulie. E' delimitata a N dalla Linea della Val Bordaglia, dalla Linea Comeglians - Paularo e dalla linea Tropollach-Camporosso; a Sud dal sistema di *trust* della linea Pinedo - Ucea e Barcis - Staro Selo. La fascia centrale è divisibile in due comparti a comportamento tettonico differente. Demarcazione fra i due è la linea But - Chiarsò, ad andamento NE-SW. Anche questa faglia è una struttura ercinica riattivata in periodo eocenico dalle spinte mesoalpine che le hanno conferito un'attività trascorrente sinistra.

La parte occidentale di quest'unità strutturale è caratterizzata da una serie di sovrascorrimenti sudvergenti, orientati E-W che da N a S sono così identificati: Linea di Sauris, Linea Ampezzo - Tolmezzo, Linea dell'Alto Tagliamento, Linea Dof - Auda ed infine la Linea Pinedo - Ucea e Barcis - Staro Selo, che delimitano la parte meridionale della Fascia Centrale. In particolare la Linea di Sauris ha utilizzato come piano di scollamento i gessi della Fm. a Bellerophon (Permiano) ed ha portato i terreni permiani (Arenarie di V. Gardena - Fm. a Bellerophon) e soprattutto scitici (Fm. di Werfen) a sovrascorrere sui terreni ladinici (Dolomia

dello Schlern). La Linea Dof – Auda, impostata sulle evaporiti del Carnico, ha portato, invece, la sequenza Norica (Dolomia di Forni – Dolomia Principale), nonché in alcune zone la Fm. di Monticello (Carnico sup.), sui termini giurassici della Fm. di Soverzene (Lias) od addirittura dei Calcari del Vajont (Dogger), sul M. Dof per l'appunto.

Ad Est questa fascia si è comportata più rigidamente, costituendo un blocco unico identificabile con le Alpi Giulie, che è retroscorso a Nord lungo la Linea Fella - Sava. Questa struttura verso Est si flette in direzione dinarica e prende il nome di Linea Moistrocca - Bled. Il blocco delle Alpi Giulie quindi è stato spinto a Nord soprattutto dalle compressioni neoalpine, lungo due binari convergenti: a W dalla But - Chiarsò (NE-SW, trascorrente sinistra) ed a E dalla Mojstrana - Bled (NW-SE, trascorrente destra). In un secondo momento la Linea Caporetto - Canin e la Linea della Val Dogna riprendono lo stesso motivo strutturale delimitando un sottoblocco tettonico (M. Canin e M. Montasio), traslato a Nord su un secondo sistema di *backtrust* identificabili con la Linea della Val Resia e del M. Amariana.

La fascia meridionale, delimitata a N dalla Barcis - Staro Selo, a W dalla Tramonti - Verzegnis (chiamata anche Tramonti-Barcis), è divisibile in due dalle linee verticali N-S di Osoppo (Linea di Osoppo). Il comparto orientale è compreso da estese linee a comportamento dinarico, parallele ed orientate NW-SE, costituite principalmente dalla Linea di Cividale, la Linea Udine - Butrio e la Linea di Palmanova. Hanno un'origine mesoalpina, ma in fase neoalpina sono state riattivate con attività fortemente transpressiva, tutt'ora attiva. La parte sudorientale della Regione (Carso) è caratterizzata da un assetto plicativo dinarico ad anticlinale, con asse NO-SE, asimmetrico e vergente a SW, influenzato anche dalle strutture sepolte (Linea Udine - Butrio e Linea di Palmanova), studiate recentemente dal Servizio Geologico e dall'Università degli Studi di Trieste nell'ambito del Progetto "Carta del sottosuolo della Pianura Friulana".

PROGETTO IFFI

# CARTA LITOLOGICA

## Litotipi

- alvei fluviali, golene, isole lagunari
- carbonatico
- conglomerati e breccie cementati
- conglomerati e breccie poco cementati
- depositi a permeabilità alta
- depositi a permeabilità bassa
- depositi a permeabilità media
- detriti
- evaporiti
- flysch
- molassa
- morene
- terreni eterogenei
- vulcaniti e formazioni associate

## Distribuzione areale dei litotipi

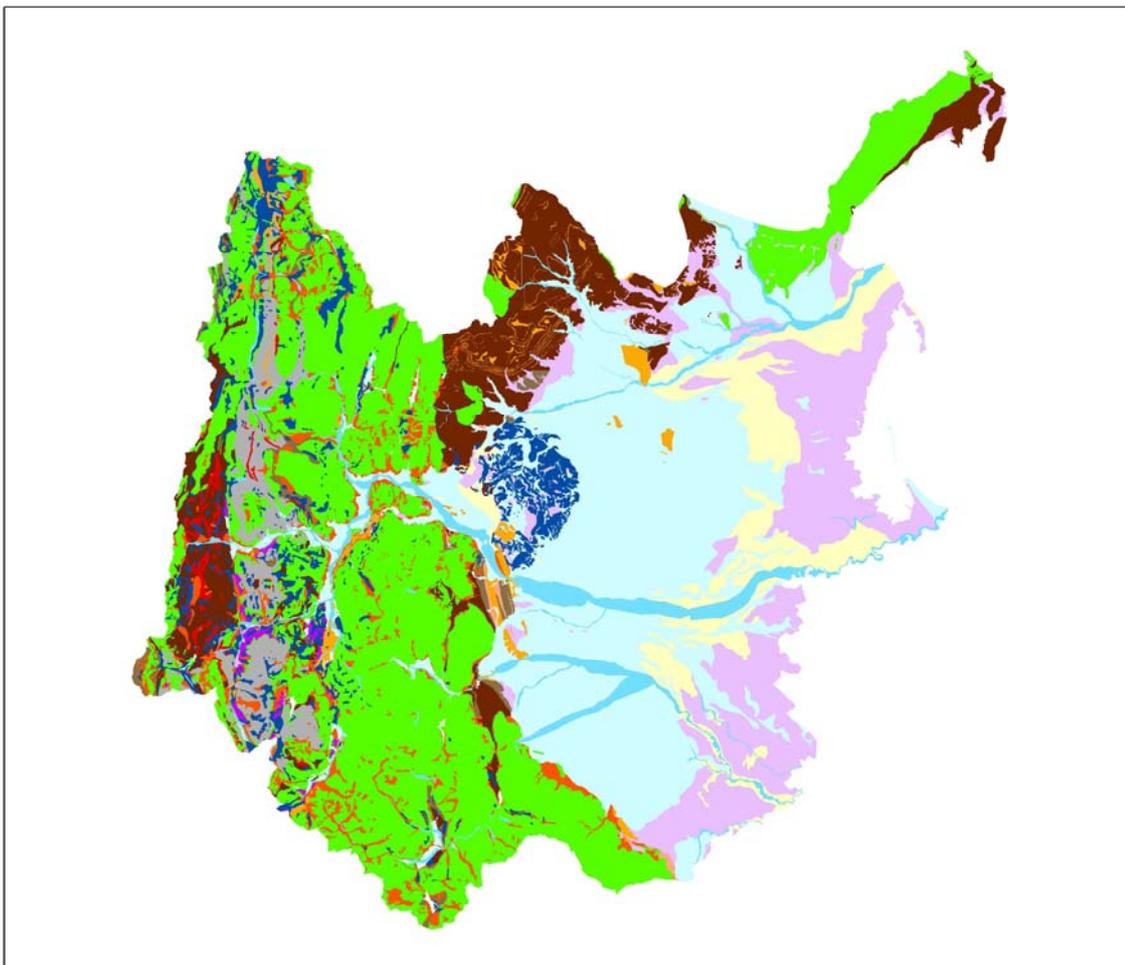
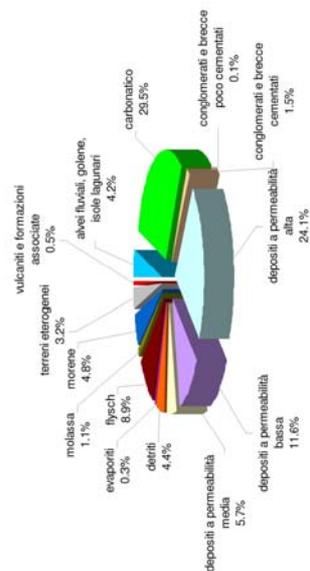


Figura 11.2 Carta litologica della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Le litologie affioranti sul territorio regionale sono state raggruppate in 14 classi di litotipi, rappresentative soprattutto da un punto di vista geomeccanico e geotecnico.

Ai fini del presente lavoro non è stata utilizzata una suddivisione geologica di dettaglio delle rocce affioranti; le diverse formazioni, infatti, sono state accorpate in 14 litotipi rappresentativi non tanto della situazione crono–biostratigrafia, quanto delle caratteristiche geomeccaniche e geotecniche. In particolare sono state individuate le seguenti classi litologiche alle quali sono state associate le relative unità stratigrafiche:

- Carbonatico: Calcari devoniani, Supergruppo di Pontebba (Permiano inf.), Fm. Bellerophon (Permiano sup), Fm. del Serla (Anisico inf.), Dolomia del Popera, Calcare di Morbiac, Fm. di Contrin, Fm. di Dont e del M. Bivera (Anisico sup.), Dolomia dello Sciliar (Ladinico), Dolomia Cassiana (Carnico Inf.), Fm. di Monticello (Carnico Sup. – Norico Inf.), Dolomia Principale, Dolomia di Forni (Norico), Calcari del Dachstein, Calcari del Chiampomano (Retico), Calcari Grigi del Friuli, Fm. di Soverzene (Lias), Calcari del Vajont (Dogger), Calcari del Cellina, Calcari del M. Cavallo e Calcari del Carso (Giurassico).
- Terreni eterogenei: Successione basso-metamorfica del basamento ercinico (Ordoviciano sup., Siluriano), Gruppo di Pramollo (Carbonifero), Gruppo di Rattendorf (Permiano inf.), Fm. di Val Gardena (Permiano inf.), Fm. di Werfen (Scitico), Fm. di Livinalongo, Fm. di La Valle (Ladinico), Fm. di Raibl (Carnico), Scaglia Rossa (Cretacico sup.).
- Evaporiti: Fm. a Bellerophon (Permiano sup.), Fm. di Raibl (Carnico).
- Flysch: Fm. del Hochwipfel, Fm. del Dimon (Carbonifero sup.), Unità di Drenchia, Fm. dello Iudrio (Cretacico sup.), Fm. Grivò (Paleocene sup. – Eocene inf.), Fm. Di Cormons (Eocene sup.).
- Vulcaniti e formazioni associate: Fm. del Dimon (Carbonifero sup.), Vulcaniti del Rio Turriea (Anisico), Fm. di Livinalongo, Fm. di Buchenstein (Ladinico).
- Conglomerati e brecce cementate: Fm. del Bombaso (Carbonifero sup.), Breccia di Tarvisio, Conglomerato di Sesto (Permiano sup.), Conglomerato di Richtofen (Anisico).
- Conglomerati e brecce poco cementate: Conglomerato del Tagliamento (Pliocene).
- Depositi a permeabilità alta: depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, sabbie classate.
- Depositi a permeabilità media: depositi alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi, sabbie non classate.
- Depositi a permeabilità bassa: depositi limosi e/o sabbie miste ad argille, torbe e terra rossa.
- Detriti: detrito di versante, conoide copertura detritica, cataclasiti.
- Morene: depositi morenici costituiti da ghiaie, sabbie, limi, zone con trovanti.
- Alvei fluviali, golene, isole lagunari.
- Molassa.

Qualora una formazione presenti diverse facies, con caratteristiche litologiche e geomeccaniche marcatamente differenti, essa è stata classificata nelle rispettive classi competenti evitando in questo modo di perdere delle informazioni utili. Un tipico esempio è la Formazione a Bellerophon, costituita dal Membro a gessi alla base e dal Membro a dolomie e calcari neri al top, che è stata classificata sia nel “carbonatico” che nelle “evaporiti”, digitalizzando la facies carbonatica e la facies evaporitica nelle rispettive classi.

Da un punto di vista sismotettonico il Friuli Venezia Giulia si inserisce in un contesto geodinamico particolarmente attivo, determinato soprattutto dalla collisione tra la microplacca adriatica e quella europea. I lineamenti sismicamente più attivi sono identificabili con quelli ad orientamento E-W della fascia pedemontana (Linea Barcis - Staro Selo ed associate) con

attività principalmente inversa, nonché con quelli ad andamento NW-SE, con attività trascorrente destra ed inversa.

Dallo storico terremoto del maggio e del settembre 1976 fino al recepimento della nuova normativa (Ord. 3274/2003, di cui in Figura 11.3 si riporta la relativa classificazione sismica dei comuni), l'Amministrazione Regionale è sempre stata particolarmente sensibile a promuovere nuovi studi in materia di rischio sismico. Uno dei più recenti (Carulli, Ruscetti & Sleiko, 2003) ha cercato di mettere in luce il concetto di pericolosità sismica, espressa soprattutto in termini di accelerazione sismica orizzontale, ovvero prendendo in esame l'impedenza sismica delle onde di taglio, determinata soprattutto dalla natura litologica (densità), dalla profondità del substrato e dalla velocità delle onde S.

Le aree soggette al massimo scuotimento rimangono ben definite nella Provincia di Udine, in particolare lungo la valle del Fiume Tagliamento (da Buia – Tarcento fino a Tolmezzo), la parte finale della valle del Fiume Fella e qualche altra limitata area alpina. In tali aree si concentrano inoltre i principali fenomeni di crollo e ribaltamento. La fascia pedemontana presenta un elevato gradiente che porta i valori di accelerazione sismica da 0,32 g fino a 0,56 g, con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 475 anni, rientrando così tra le zone a pericolosità più alta dell'Italia centro-settentrionale.

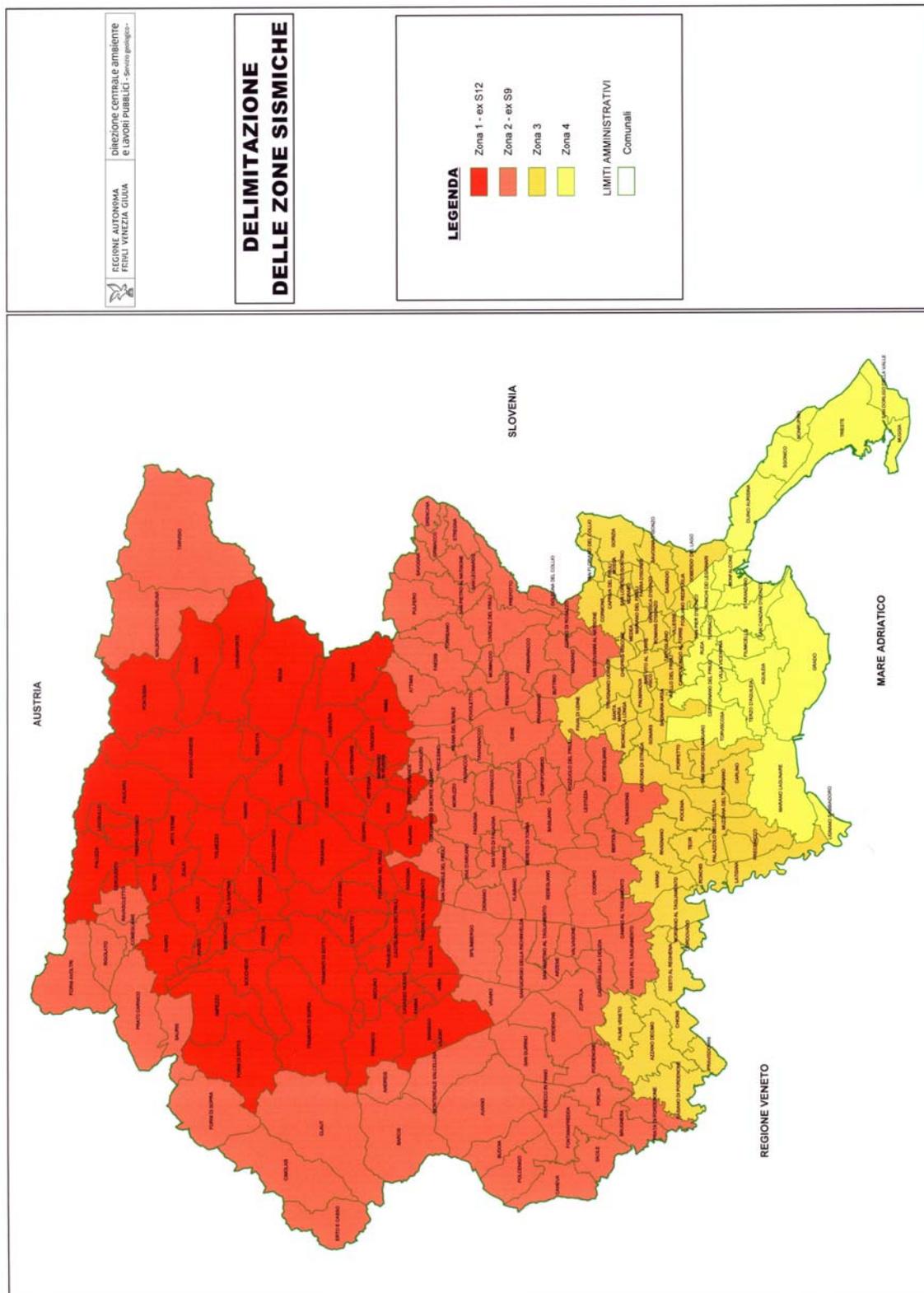


Figura 11.3 Classificazione sismica dei Comuni del Friuli Venezia Giulia prevista ai sensi dell'Ordinanza 3274/03 recepita con deliberazione della Giunta regionale n.2325 del 1° agosto 2003. Il territorio regionale rientra tra le zone a pericolosità sismica più elevata dell'Italia centro-settentrionale.

### 11.6 **Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali**

La Regione Friuli Venezia Giulia si estende dall'arco alpino fino al Mar Adriatico e presenta pertanto un territorio quanto mai articolato e diversificato. Si possono riconoscere infatti diverse unità morfologiche, decisamente influenzate dall'assetto strutturale ed orientate pertanto lungo fasce est-ovest. Procedendo da Nord verso Sud vengono identificate quindi una zona montana, una zona pedemontana (o collinare), la pianura, la fascia costiera ed infine la laguna.



Figura 11.4 Modello digitale tridimensionale, maglia 40 m x 40 m.

L'assetto morfostrutturale è ben visibile nel modello digitale (Figura 11.4), ottenuto da un reticolo a punti regolari, con ampiezza di maglia 40m x 40m, integrato dove necessario con alcune *breaklines*.

Le zone definibili come montano-collinari, definite secondo il parametro pendenza  $>3^\circ$ , rappresentano il 44% dell'intera superficie regionale e definiscono un esteso arco compreso da Ovest verso Sud-Est tra l'altipiano del Cansiglio, le Alpi Carniche, le Alpi Giulie, il Collio ed il Carso, per un totale di 3450,7 km<sup>2</sup>.

Il versante settentrionale delle Alpi Carniche e delle Alpi Giulie è situato in territorio austriaco mentre il settore meridionale, italiano, si presenta particolarmente articolato ed orograficamente più elevato. Nel settore carnico si innalza la vetta più elevata della regione, il M. Coglians con i

suoi 2.780 m s.l.m., tuttavia la zona arealmente più elevata è quella delle Alpi Giulie, con numerose cime sopra i 2.500 m s.l.m., in particolare nel gruppo del M. Montasio, M. Mangart e M. Canin.

Le valli alpine sono impostate lungo le discontinuità tettoniche principali, in particolare lungo gli elementi E-W (sovrascorrimenti e retroscorrimenti). Successivamente rimodelate dalle glaciazioni pleistoceniche (in particolare la Würmiana), hanno ereditato le tipiche sezioni ad "U", testimoni del passaggio di ghiacciai di notevoli dimensioni. In alcuni casi, come ad esempio il Canal del Ferro, le valli sono state incise dall'erosione fluviale postglaciale, tipicamente olocenica ed attuale, con approfondimento della parte mediana ed aumento dell'acclività laterale dei versanti.

Uno degli elementi morfologici principali è il solco longitudinale che, procedendo da Ovest verso Est, taglia l'intera Regione dalla Forcella Lavardet fino alla Sella di Camporosso definendo le valli dell'Alto Tagliamento ad Ovest e quella del F. Fella ad Est.

### **11.7 Precipitazioni**

Il clima della Regione Friuli Venezia Giulia è caratterizzato da valori di piovosità elevatissimi che, sebbene siano concentrati in aree ridotte, presentano valori medi annui tra i più elevati d'Italia. Spesso, come dimostrato anche dalle recenti alluvioni, le precipitazioni avvengono con intensità superiori a 40 mm/h, determinando l'innescò dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

Questa situazione è determinata dalle caratteristiche morfologico-climatiche del territorio, influenzate in particolare dalla presenza del Mar Adriatico, situato a pochi chilometri dai rilievi alpini. Le masse d'aria calde ed umide, richiamate da Sud verso Nord dalle perturbazioni atlantiche, trovano la barriera montuosa alpina che con il suo andamento E-W ne determina l'innalzamento adiabatico, provocando precipitazioni particolarmente copiose, soprattutto nell'area dei Comuni di Lusevera e di Resia (Prealpi Giulie). Infatti, come si può osservare in Figura 11.5, la mappatura delle precipitazioni medie presenta in questa zona, una fascia di massima piovosità con punte superiori ai 3.200 mm/anno, evidenziata da un addensamento delle isoiete con direzione E-W/NNE-SSW che testimonia un notevole gradiente di piovosità nell'area delle Alpi e Prealpi Giulie (in particolare tra il massiccio del M. Canin e la Catena dei M. Musi).

Il resto della regione è caratterizzato da precipitazioni abbondanti e ben distribuite: in media mensilmente cadono dai 90 ai 200 mm d'acqua nel bacino del Tagliamento, dai 100 ai 220 mm d'acqua nei bacini del Cellina e Meduna, dai 140 ai 260 mm d'acqua nei bacini del Torre e del Natisone, dai 120 ai 290 mm d'acqua nel bacino dell'Isonzo.

Periodicamente la Regione Friuli Venezia Giulia è interessata da eventi estremi di carattere alluvionale, ovvero da precipitazioni che presentano intensità orarie elevatissime. Questi fenomeni sono la vera causa di innescò dei dissesti idrogeologici nel senso più ampio del termine. Ne sono un esempio le alluvioni che hanno colpito la nostra regione nell'ultimo decennio, in particolare nel 1996, 1998, 2002 e 2003. Per tutti e quattro gli eventi è stato dichiarato lo stato di calamità naturale in quanto i dissesti e gli allagamenti hanno provocato notevoli danni ad abitazioni ed infrastrutture, evacuazioni di interi abitati e in alcuni casi anche perdite di vite umane.

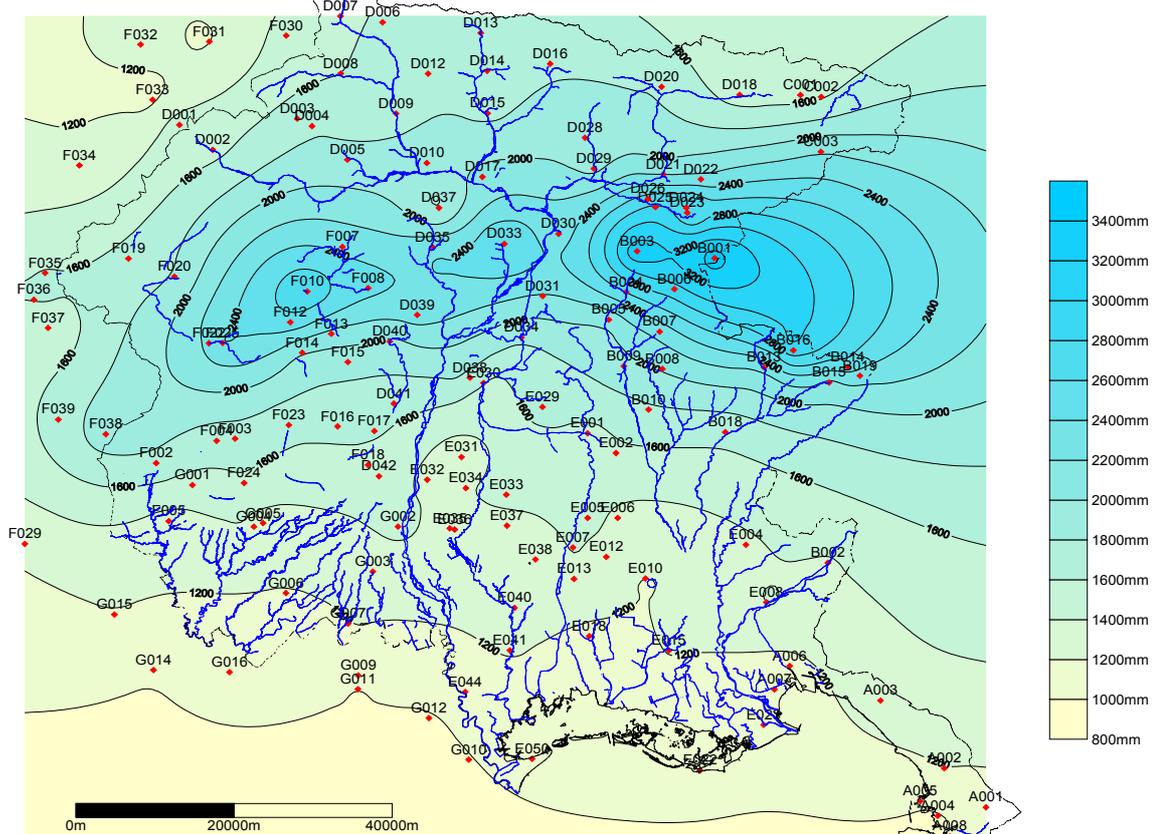


Figura 11.5 Media annua delle precipitazioni in mm, calcolata in base ai dati mensili del ventennio 1950-1970, forniti da 137 stazioni di monitoraggio.

### 11.8 Evento alluvionale 2003

Il 29 agosto 2003 si è verificato un evento alluvionale estremo durante il quale sono stati registrati picchi di intensità piovosa ben superiori ai 40 mm/h, con precipitazioni cumulate pari a 400 mm in 12 ore e 300 mm in solo 4 ore, rappresentando così il valore più alto in assoluto dell'ultimo ventennio. Questa situazione ha determinato l'insacco di oltre 1.000 dissesti concentrati nell'area della Val Canale e del Canal del Ferro, oggetto del presente aggiornamento e della convenzione in corso. Le piogge eccezionali hanno interessato in particolare i bacini montani del Fella e di tutti i suoi affluenti di destra idrografica con portate eccezionali di tutti i corsi d'acqua e insacco di colate detritiche di dimensioni e volume superiori a quelle verificatesi nelle ultime attivazioni. L'evento alluvionale ha temporaneamente azzerato la vita economica e sociale del Comune di Tarvisio, Malborgetto – Valbruna, Pontebba, Moggio Udinese, Dogna, Chiusaforte ed in maniera marginale anche Resia.

La notevole quantità d'acqua, precipitata in un intervallo di tempo decisamente breve, ha mandato in crisi le aste torrentizie di primo e secondo ordine che, oltre a determinare l'erosione al piede dei versanti, hanno trasportato notevoli quantità di materiale. Quest'ultimo, unitamente al materiale franato in alveo, ha determinato a sua volta l'insacco di fenomeni di trasporto solido iperconcentrato, evoluto spesso in colata detritica. In diverse aree, le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti erano tali da non riuscire a filtrare completamente tutta la quantità d'acqua, determinando così delle falde epidermiche e localizzate, che hanno causato un repentino decadimento dei parametri geotecnici e provocando l'insacco di frane superficiali (*soil slip*), evolute a loro volta in *mud flow*.

Tabella 11.1 Millimetri di pioggia caduti in Friuli il 29 agosto 2003 (dati forniti dalla Direzione Regionale della Protezione Civile).

Ora	Pontebba	Pramollo	Tolmezzo	Moggio Udinese	Sella Chianzutan
11.30	7,6		2,0	10,2	2,0
12.00	7,6	5,4	2,0	11,4	2,0
12.30	24,0		2,2	22,8	2,2
13.00	28,6	30,2	7,6	26,4	2,2
13.30	42,6		7,6	34,2	2,2
14.00	57,6	45,4	7,6	51,6	2,2
14.30	86,4		11,4	69,2	7,6
15.00	127,8	90,8	18,6	76,0	16,0
15.30	150,4		41,2	78,2	31,6
16.00	199,0	140,4	51,4	93,6	34,6
16.30	239,0		55,8	97,6	43,6
17.00	269,0	217,6	87,2	97,8	63,6
17.30	319,8		101,2	104,6	79,8
18.00	350,6	288	113,2	116,8	85,8

Oltre ai fenomeni franosi sopra citati, si sono verificati ulteriori dissesti idrogeologici, più di carattere idraulico, causati dall'aumento di portata del F. Fella e dei suoi affluenti, che ha determinato intense erosioni laterali e di fondo, causando il collasso di terrazzi laterali antropizzati e il crollo totale di alcuni edifici abitativi, nonché fenomeni di esondazione ed allagamento. Le principali vie di comunicazione sono state interrotte da ingenti colate detritiche che hanno invaso la sede stradale (Autostrada A23, Strada Statale 13 Pontebbana e ferrovia Udine - Tarvisio), nonché da frane di scivolamento rotazionale che in taluni casi hanno asportato completamente alcune strade (Strada Statale 13 Pontebbana, Strada Provinciale 110 per Passo Pramollo e Strada Provinciale 112, nonché alcune strade comunali). Tre ponti sono stati completamente distrutti, interi paesi sono stati invasi da detrito e fango con spessori di sedimento superiori ai due metri (p.e. Ugovizza). I danni diretti alla popolazione si sono verificati soprattutto nel comune di Malbroghetto-Valbruna e secondariamente nel Comune di Pontebba, con diversi feriti e la perdita di una vita umana direttamente connessa agli eventi ed una nelle fasi di soccorso.

### 11.9 Uso del suolo

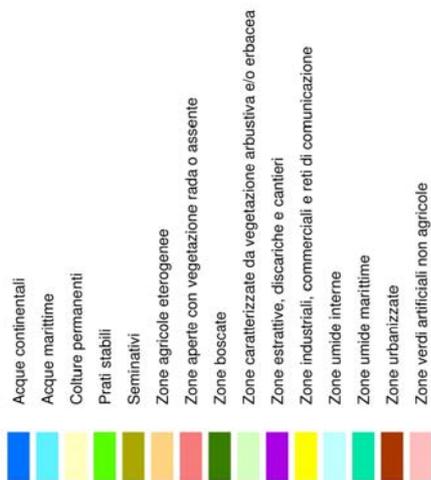
Le informazioni utilizzate relativamente all'uso del suolo sono state ricavate dal Progetto Corine Land Cover, così come previsto dalle linee guida dell'APAT.

Dal 1985 al 1990 la Commissione Europea ha realizzato il Programma CORINE (Coordination of Information on the Environment) con lo scopo principale di ottenere informazioni ambientali armonizzate e coordinate a livello europeo. Il Programma CORINE, oltre a raccogliere i dati geografici di base (coste, limiti amministrativi nazionali, industrie, reti di trasporto ecc.), prevede l'analisi dei più importanti parametri ambientali quali la copertura e l'uso del suolo (CORINE Land cover), emissioni in atmosfera (Corineair), la definizione e l'estensione degli ambienti naturali (CORINE Biotopes), la mappatura del rischi d'erosione dei suoli (CORINE Erosion).

Il Corine Land Cover (CLC) è pertanto un progetto integrante del Programma CORINE. 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).

PROGETTO IFFI  
**CARTA DELL'USO DEL SUOLO**  
PROGETTO CORINE LAND COVER

**Legenda**



**Distribuzione areale dell'uso del suolo**

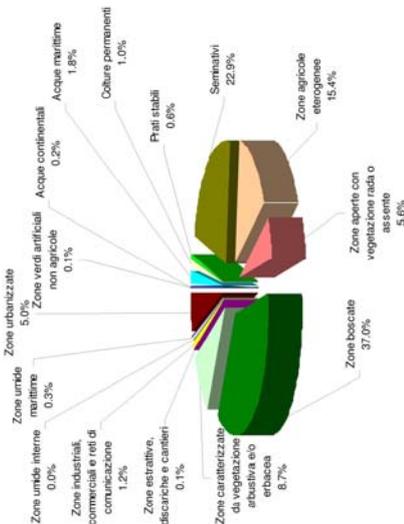


Figura 11.6 Carta dell'uso del suolo (Progetto Corine Land Cover). Il territorio regionale è stato sintetizzato in 15 classi delle quali viene riportata anche la distribuzione areale in percentuale.

Il Progetto Corine Land Cover 2000 viene realizzato mediante il coordinamento e l'integrazione di progetti nazionali. L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e i Servizi Tecnici (APAT) rappresenta la National Authority, ovvero il soggetto realizzatore e responsabile della diffusione dei prodotti sul territorio nazionale.

Per l'analisi integrata delle informazioni relative all'uso del suolo e della franosità si è ritenuto opportuno utilizzare le classi previste dal Secondo Livello del Progetto CLC, la cui suddivisione sarebbe risultata ininfluente, se non addirittura fuorviante, ai fini del presente lavoro. Come si può vedere in Figura 11.6, gli areali del territorio sono stati pertanto sintetizzati in 15 classi: Acque continentali, Acque marittime, Colture permanenti, Prati stabili, Seminativi, Zone agricole eterogenee, Zone aperte con vegetazione rada ed assente, Zone boscate, Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea, Zone estrattive, discariche e cantieri, Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione, Zone umide interne, Zone umide marittime, Zone urbanizzate, Zone verdi artificiali non agricole.

#### **11.10 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale**

Il punto di partenza per l'individuazione e la perimetrazione delle situazioni di dissesto idrogeologico è stata la raccolta e l'analisi critica dei dati esistenti ed un loro eventuale confronto, qualora le informazioni provenissero da enti e/o direzioni differenti.

Nell'ambito della raccolta dati si è ritenuto di indicare anche le informazioni cronologiche degli eventi franosi, dove disponibili. Le fonti di informazioni consultate (come specificato per esteso nel paragrafo 11.4) sono stati gli studi geologici a corredo dei PRGC e loro varianti, le segnalazioni comunali per gli eventi successivi al PRGC, studi specifici, segnalazioni da parte delle altre Direzioni centrali regionali nonché dagli enti preposti alla viabilità, ed infine le fonti storiche. Tra queste ultime hanno assunto un ruolo fondamentale i giornali, le testimonianze orali, le pubblicazioni ed i documenti storici.

La diffusione dei mass media ha contribuito a riportare una maggiore quantità di eventi recenti, anche di limitate dimensioni, per cui le frequenze appaiono più numerose in questi ultimi vent'anni. Tuttavia a volte sono state rinvenute informazioni storiche particolarmente datate, generalmente riguardanti fenomeni di grosse dimensioni. Ne è un esempio il fenomeno di colata più antico segnalato, accaduto nel 1693 in Comune di Sauris, che coinvolse una gran parte dei prati nei pressi di Velt, con attivazioni sporadiche durante il XIX ed il XX secolo. Parallelamente alla consultazione bibliografica si è proceduto ad un'attenta analisi aerofotogrammetrica, utilizzata non solo come integrazione alle informazioni disponibili, ma soprattutto rivolta all'individuazione di dissesti nuovi o comunque non cartografati e/o segnalati precedentemente. Sono state comparate foto aeree appartenenti a strisciate di anni differenti (par. 11.3) in modo da considerare l'evoluzione del territorio e poter stimare l'entità e l'attività dei fenomeni individuati.

Allo scopo di assicurare la correttezza delle informazioni raccolte, tutti i fenomeni franosi censiti nella fase 1 del Progetto IFFI sono stati perimetrati con sopralluogo in campagna, indipendentemente dal livello di completezza previsto per la scheda. A seguito di questa scelta, si è deciso di raccogliere, oltre alla geometria dei fenomeni franosi, anche informazioni cartografiche non espressamente richieste dal Progetto IFFI che costituiscono elemento di interesse per l'Amministrazione Regionale, soprattutto con finalità di pianificazione territoriale. Sebbene nella maggioranza dei casi siano stati raccolti elementi aggiuntivi a quelli previsti per il primo livello della scheda, gli stessi non risultano esaustivi al completamento del 2° e del 3° livello, fatta eccezione per pochi casi di fenomeni già oggetto di studi e monitoraggio.

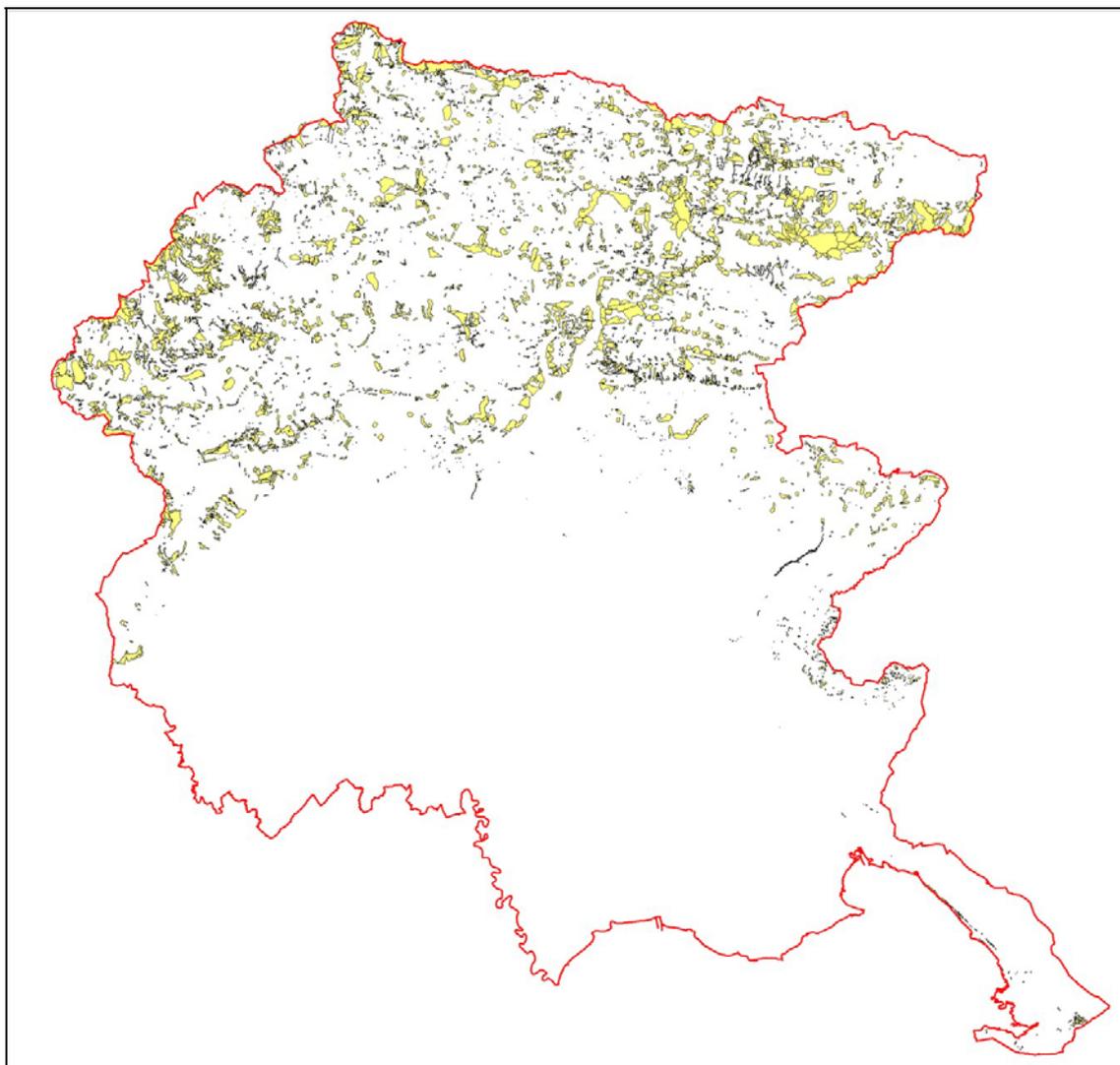
Relativamente alle aree alpine più impervie (interessate dai rilevamenti effettuati nella fase 2 del progetto), i sopralluoghi in campagna sono stati limitati a singoli casi specifici. I dissesti rilevati in questa Fase, esterni alle aree sensibili e vulnerabili, sono stati rilevati con le finalità prevalentemente scientifiche del Progetto IFFI, volte a definire una caratterizzazione della franosità dell'intero territorio in esame. La loro perimetrazione pertanto non può essere utilizzata direttamente per processi di pianificazione territoriale quali il PAI, ma deve essere oggetto di approfondimento mediante studi più specifici e dettagliati.

Le geometrie acquisite nella prima fase sono state informatizzate con gli strumenti software adottati dall'Amministrazione Regionale. Nella fase 1 la digitalizzazione è stata eseguita con il software CAD Microstation e quindi i dati sono stati importati con il software GIS Geomedia. La

digitalizzazione delle geometrie è stata eseguita da personale dedicato, mentre il controllo di qualità è stato affidato ai singoli geologi rilevatori, responsabili della correttezza del lavoro per le aree di propria competenza, successivamente omogeneizzato e validato dal Servizio Geologico.

Nella fase 2 le geometrie sono state informatizzate direttamente con Geomedia da parte dei singoli rilevatori. Per entrambe le fasi il trasferimento dei dati delle schede di campagna nel database è stato curato, in accordo con quanto indicato dall'Allegato Tecnico per la realizzazione del Progetto IFFI, direttamente dai geologi rilevatori.

Per la compilazione del database è stata utilizzata la versione 2.33 (gennaio 2002). Successivamente, in fase di preparazione dei dati per la consegna finale, gli stessi sono stati importati nella versione 2.33.1 (febbraio 2003).



*Figura 11.7 Quadro d'insieme dei 5.253 dissesti rilevati sul territorio della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia nell'ambito del Progetto IFFI. I dati sono aggiornati a marzo 2006.*

Nelle situazioni di sovrapposizione di più areali, tra frane di diversa tipologia che insistono sulla stessa area o di interferenza di frane adiacenti caratterizzate dalla stessa tipologia, si è valutato di mantenere i limiti dei perimetri. Tale scelta era già stata espressa ed era stata adottata dall'APAT, anche per simili esigenze di altre regioni, con nota prot. n. 24210 dd. 22/9/2003, con una procedura in tal senso, la quale presuppone che la maggioranza delle

sovrapposizioni avvengano tra poligoni di frana e poligoni di "aree soggette a ..." e DGPV. La procedura ha pertanto ridotto, ma non annullato il numero di sovrapposizioni tra poligoni.

Gli elementi cartografici sono stati informatizzati nei livelli IFFI, FRANE, AREE, DIREZIONE, DGPV. Nessun elemento è stato informatizzato nel livello FRANE LINEARI non essendo stata raccolta in fase di rilievo alcuna geometria lineare.

Per l'analisi integrata e statistica dei dati relativi alla franosità e dei dati relativi alle altre informazioni fisiche e geologiche del territorio (prevista nella convenzione in corso), ci si è appoggiati al software ArcGIS 9.1. L'analisi dei dati è stata effettuata secondo quanto previsto dagli allegati tecnici elaborati dall'APAT, ed in alcuni casi è stata integrata con alcune elaborazioni aggiuntive, eseguite dal personale del Servizio Geologico, opportune al fine di un'interpretazione più precisa ed esaustiva dei dati.

Nella terza fase le geometrie sono state informatizzate direttamente con ArcGIS 9.1. da parte dei singoli rilevatori. Sono state verificate, corrette ed omogeneizzate secondo gli standard nazionali, le frane segnalate dalla Protezione Civile regionale e dalla Direzione regionale delle foreste.

L'aggiornamento ha portato all'inserimento di circa un migliaio di nuove frane e all'aggiornamento di circa 300, per un'implementazione totale della banca dati relativa a quasi 1.300 fenomeni.

### 11.11 Analisi dei dati

Nell'ambito del Progetto IFFI sono stati individuati e perimetrati 5.253 fenomeni franosi, dei quali 265 con geometria puntuale e 4.988 con geometria areale (Figura 11.7). In più casi, dato il dettaglio di rilevamento utilizzato sia in campagna sia nell'analisi aerofotogrammetrica, le frane di dimensione inferiore all'ettaro sono state comunque perimetrare nella loro estensione areale.

I rilevamenti sono aggiornati considerando gli eventi innescati dall'alluvione dell'agosto 2003.

Tabella 11.2 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 <sup>2</sup> )
Udine	3984	2175	1551	1	0	378,5
Trieste	78	48	29	0	0	2,2
Gorizia	241	177	60	0	0	3,1
Pordenone	950	504	443	0	0	126,8
<b>TOTALE</b>	<b>5253</b>	<b>2905</b>	<b>2082</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>510.6</b>

#### 11.11.1 Livelli di schedatura

La banca dati alfanumerica, strutturata in ambiente Access secondo il database DB-Frane 2.34 elaborato dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), è costituita da 5.253 schede compilate per il primo livello informativo, ad eccezione di 50 fenomeni franosi già in precedenza censiti e che hanno manifestato segni di riattivazione con l'alluvione del 2003, per i quali sono state raccolte le informazioni necessarie al completamento del secondo e del terzo livello, secondo gli standard IFFI, previsti dagli specifici allegati tecnici.

Per i dissesti più significativi è stata raccolta una documentazione iconografica relativa non solo al fenomeno, ma anche alle opere di difesa esistenti ed agli elementi a rischio, per un totale di 2.158 fotografie.

La distribuzione sul territorio dei fenomeni franosi (Figura 11.8) rilevati individua la provincia di Udine come quella maggiormente coinvolta dai dissesti (3.984 frane), seguita a distanza da quella di Pordenone (950 frane). Le province di Gorizia e Trieste, per la limitata estensione del loro territorio e per le loro caratteristiche geomorfologiche, totalizzano meno di un decimo delle frane complessivamente rilevate, rispettivamente con 241 e 78 fenomeni.

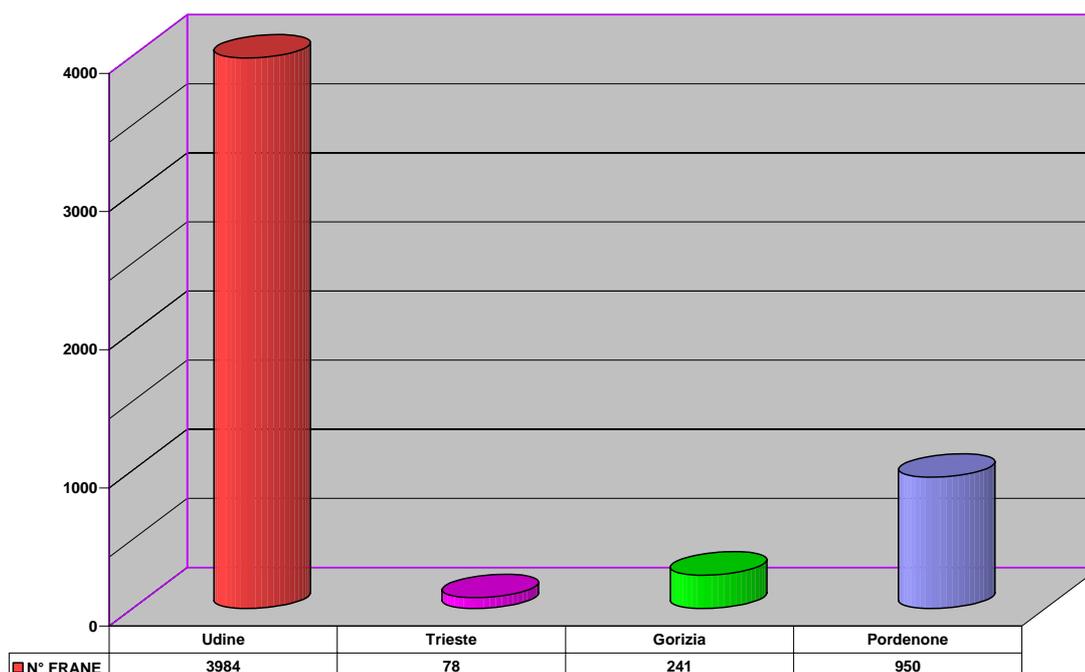


Figura 11.8 Distribuzione delle frane per provincia.

#### 11.11.2 Tipologie dei fenomeni

Relativamente alle tipologie di frana (vedi Figura 11.9 e Figura 11.10) è stata condotta una valutazione sulla distribuzione tipologica e numerica delle stesse. Per la definizione dei fenomeni ci si è basati sulla classificazione di Cruden & Varnes (1994). Le tipologie prevalenti sono risultate essere le aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (1.559 eventi corrispondenti al 29,68%) associate ai 708 fenomeni di crollo e ribaltamento relativi ad aree isolate (pari al 13,48%), seguite dagli scivolamenti rotazionali e traslativi (1.432 fenomeni, pari al 27,26%) e dalle aree soggette a frane superficiali diffuse (502 dissesti corrispondenti al 9,56%).

L'alluvione del 2003 ha portato ad aggiungere nel database 930 frane che hanno portato a rivalutare la presenza di fenomeni franosi collegabili a movimenti di colamento rapido e scivolamenti.

I colamenti veloci (813 fenomeni censiti) sono presenti prevalentemente nel bacino idrografico del T. Fella (Alpi Giulie e Prealpi Giulie), ovvero nei Comuni della Val Canale e Canal del Ferro (Pontebba, Malborghetto-Valbruna, Tarvisio, Chiusaforte, Moggio Udinese e Dogna) in provincia di Udine, colpiti dalla disastrosa alluvione del 29 agosto 2003, che ha provocato anche vittime e rappresentano il 15,48 % dei fenomeni censiti.

Nelle Alpi Carniche si notano zone a concentrazione maggiore nei territori di Sauris, Ampezzo e Forni di Sotto, nell'alto bacino del Tagliamento e del Torrente Lumiei, spostandosi progressivamente ad oriente, nei Comuni di Prato Carnico ed Ovaro, nei bacini del Torrente Pesarina e del torrente Degano e nei territori dei Comuni di Paluzza, Zuglio e Tolmezzo nel bacino del Torrente But.

Altri fenomeni significativi sono stati rilevati nel comune di Lusevera, bacino del Torre, nonché nel Comune di Tarvisio bacino dello Slizza e del Fella. Sporadici episodi di colata si rinvencono nella restante parte delle province montane, in particolare nei Comuni di Amaro, Verzegnis (Provincia di Udine), nonché Claut, Cimolais, Aviano e Vito d'Asio (Provincia di Pordenone). Qui infatti le colate sono quantitativamente subordinate (anche a fronte di una superficie amministrativa inferiore), mentre sono totalmente assenti nelle Province di Gorizia e di Trieste.

Le colate sono state distinte in debris flow ed in mud flow a seconda se la frazione ghiaiosa dei depositi sia rispettivamente superiore o inferiore al 20%. In regione i debris flow costituiscono circa il 96% dei fenomeni di colata, mentre i mud flow rappresentano appena il 4%.

La distribuzione dei due sottotipi è evidentemente determinata dagli affioramenti litologici presenti sul territorio, nonché dalle relative caratteristiche geomeccaniche dei bacini in oggetto.

Nella Provincia di Gorizia gli scivolamenti rappresentano la tipologia di dissesto più frequente. Si tratta per la maggior parte di fenomeni franosi di piccola e media entità, localizzati su colline flyschoidi, che interessano coltivazioni a vigneto e solo localmente la viabilità e gli insediamenti rurali.

Relativamente ai fenomeni di crollo/ribaltamento ed alle aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi, si evidenzia che l'individuazione delle stesse è stata facilitata nei rilevamenti della fase 1 dalla disponibilità di dati, rilevati a partire dagli anni '70, relativi ai crolli avvenuti nelle aree antropizzate di fondovalle, mentre nelle aree di alta montagna (fase 2) la delimitazione delle aree soggette a crollo/ribaltamento è stata basata prevalentemente sull'analisi fontointerpretativa.

Tra le fonti bibliografiche analizzate, sono risultati fondamentali soprattutto per i fenomeni di crollo, gli studi effettuati a seguito degli eventi sismici del maggio e settembre 1976 (di cui si riporta una foto storica nell'appendice iconografica), finanziati dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. La notevole intensità delle azioni sismiche, infatti, aveva provocato innumerevoli crolli, molti dei quali avevano interessato aree urbanizzate ed infrastrutture.

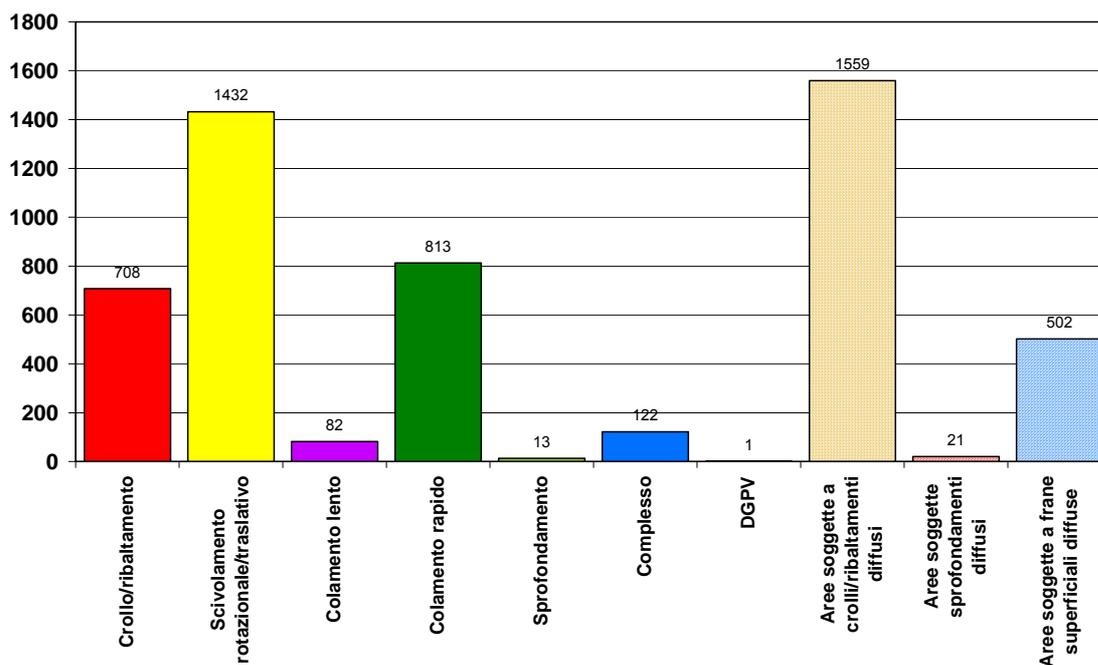


Figura 11.9 Istogramma rappresentante il numero di frane per tipologia di movimento.

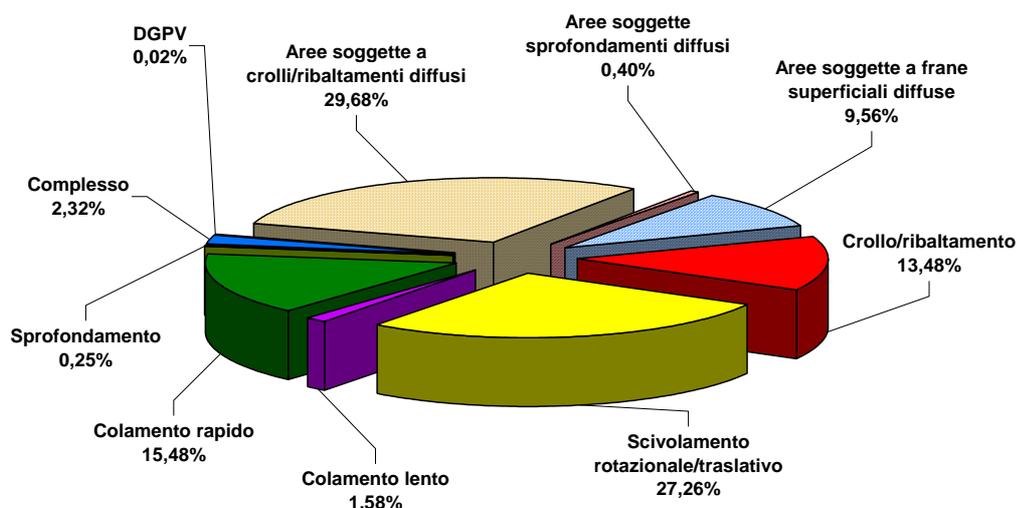


Figura 11.10 Numero di frane per tipologia di movimento.

L'analisi "ex post" degli eventi del '76 ha contribuito notevolmente alla conoscenza delle dinamiche dei fenomeni di crollo, sia per quanto riguarda i meccanismi di distacco (aumento delle pressioni interstiziali e azioni di sottopressioni dovute all'accelerazione sismica), sia per la definizione delle traiettorie e dei bilanci energetici. Uno degli studi di dettaglio eseguiti ha preso in esame 98 casi, con l'obiettivo di individuare una metodologia statistica speditiva, tarata sul territorio regionale, per determinare il limite di massimo avanzamento dei massi a seconda dei diversi scenari morfologici che mediamente si presentano nell'area montana e pedemontana (Onofri & Candian, 1979).

In merito ai fenomeni di scivolamento è interessante osservare la loro maggiore incidenza percentuale nelle aree di alta montagna (23% delle frane rilevate nel corso della fase 2) rispetto alle aree antropizzate di fondovalle (interessate dalla fase 1 del Progetto IFFI), dove gli scivolamenti costituiscono il 16% delle tipologie di frana. Tale incremento è legato prevalentemente alla diffusa presenza, nelle aree investigate nel corso della fase 2, di scivolamenti innescati per erosione al piede da parte dei corsi d'acqua, che, viceversa, nelle aree antropizzate sono contrastati dalla maggiore presenza di opere di difesa spondale.

I fenomeni di sprofondamento rappresentano una tipologia di frana poco diffusa in Friuli Venezia Giulia (meno dell'1% dei dissesti censiti). Oltre ai singoli fenomeni di sprofondamento sono state classificate come aree soggette a sprofondamenti diffusi le porzioni di territorio caratterizzate da frequenti e diffusi fenomeni di sprofondamento, prevalentemente collegati alla presenza di litotipi evaporitici del Permiano o del Carnico.

Per quanto riguarda le aree soggette a frane superficiali diffuse si evidenzia che sono state censite in questa tipologia di fenomeni franosi ampie porzioni di versanti che, in passato, sono stati localmente interessati da frane a carico di spessori limitati dei terreni sciolti di copertura. Analogamente alle colate veloci, le aree soggette a frane superficiali diffuse sono innescate da precipitazioni intense e molto intense anche di breve durata ed è significativa la tendenza alla ripetitività dei fenomeni.

### 11.11.3 Stato di attività

L'attività dei fenomeni è stata rilevata secondo quanto previsto dagli allegati tecnici elaborati dall'APAT per il presente progetto, ovvero limitandosi a distinguere la condizione di stato attivo, quiescente, stabilizzato e relitto, sulla base degli indicatori cinematici rilevabili da fotointerpretazione.

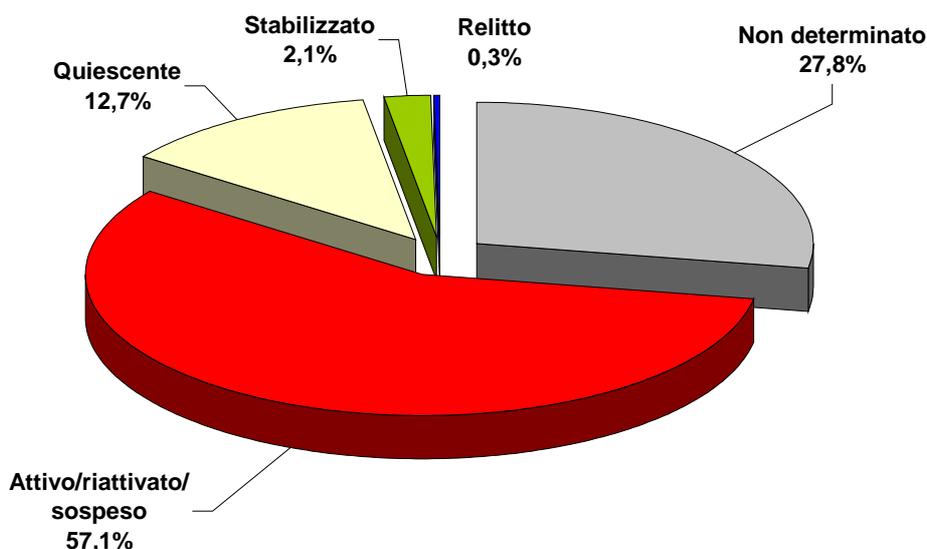


Figura 11.11 Percentuale delle frane per stato di attività.

Chiaramente per i fenomeni rilevati nella prima fase, e pertanto ricadenti in aree vulnerabili, il dettaglio del rilevamento è stato più approfondito, anche grazie ai sopralluoghi in campagna. In questi casi sono state recuperate tutte le informazioni possibili inerenti allo stato di attività, volte soprattutto a definire la ripetibilità del fenomeno, nonché la sua probabilità di accadimento. Tali dati infatti sono indispensabili per la valutazione del rischio, obiettivo ultimo della fase 1.

Nella categoria delle frane “attive” sono state incluse anche i sottogruppi frane “riattivate” e “sospese”, in quanto tutti e tre i termini indicano che i fenomeni in oggetto si sono mossi perlomeno nell’arco dell’ultimo ciclo stagionale/anno solare. Dall’analisi dei dati raccolti risulta che i dissesti ricadenti in questo gruppo sono 3.000 su 5.253, corrispondenti pertanto al 57,1% dei fenomeni totali.

Per quanto riguarda gli altri fenomeni:

- 669 dissesti (pari al 12,7%) sono stati riconosciuti come quiescenti, in quanto la loro attivazione è stata precedente all’ultimo ciclo stagionale e si suppone una loro possibile riattivazione;
- 110 frane (pari al 2,1%) risultano stabilizzate e pertanto non ci si aspetta una loro possibile riattivazione;
- 16 eventi (pari al 0,3%) sono stati rilevati come dissesti classificati “relitti” (paleofrane), avvenuti cioè in condizioni geomorfologiche e climatiche diverse dalle attuali e la cui forma è stata rimodellata da altri agenti.

Nei rimanenti casi (1.458 frane, pari al 27,8%) non è stato possibile identificare l’attività dei fenomeni: si tratta soprattutto delle aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi delle aree di alta montagna, rilevate pertanto nella seconda fase del progetto mediante fotointerpretazione, dove, malgrado l’evidenza dei detriti di falda sottostanti le pareti che denotano l’attualità del fenomeno, non è stato possibile identificare se questo sia avvenuto nell’ultimo arco stagionale o meno.

#### 11.11.4 Danni di I livello

Come accennato precedentemente i dissesti rilevati nella fase 1 presentano un dettaglio di rilevamento finalizzato soprattutto alla redazione dei Piani stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico, il che significa che per ogni dissesto sono stati individuati i possibili elementi a rischio ed è stato definito il grado di rischio stesso, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Tali operazioni hanno richiesto la raccolta delle informazioni esistenti riguardo i danni pregressi, onde quantificare l'entità del fenomeno (magnitudo) nonché la sua ripetitività, elementi indispensabili per la valutazione della pericolosità. Per tal motivo si è deciso di definire la tipologia di danno solamente quando si era in possesso di fonti attendibili e documentate.

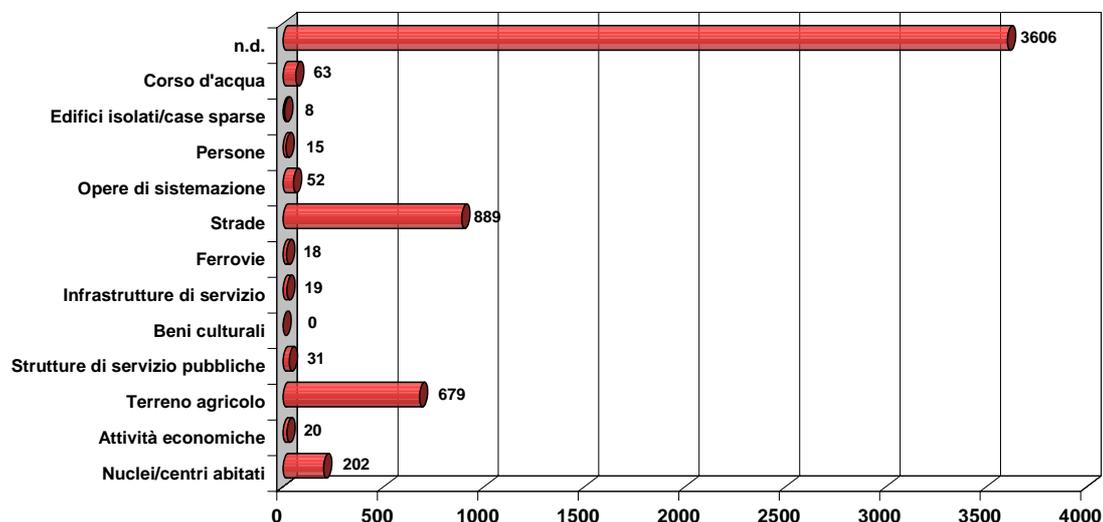


Figura 11.12 Numero di frane per tipologia di danno.

La maggior parte dei dissesti con tipologia di danno "non definita – n.d." (3.606 fenomeni) sono quelli rilevati nella fase 2. Come specificato nel par. 11.1, tali frane non interessano aree vulnerabili e pertanto non hanno provocato alcun danno.

Osservando il diagramma in Figura 11.12, si può notare che la maggior parte dei danni (1.981 fenomeni) si sono verificati statisticamente lungo le linee di comunicazione, coinvolgendo la viabilità primaria e quella secondaria. Si tratta quasi sempre dei fenomeni di crollo e delle aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi, o di colamenti rapidi individuabili principalmente nelle vallate alpine.

La seconda tipologia di danno più frequente (679 fenomeni) è quella inerente i terreni agricoli, perlopiù ricadenti nella zona del Collio, con coltivazioni specializzate soprattutto a vigneto. Tale area è caratterizzata da un substrato flyschoidale il cui terreno di alterazione superficiale presenta scadenti caratteristiche geotecniche che unitamente all'assetto morfologico, soprattutto a terrazzamenti antropici necessari per lo sfruttamento agricolo dei versanti, determina spesso uno squilibrio meccanico decisivo per l'innescio del fenomeno, principalmente in occasione di eventi meteorologici caratterizzati da intense precipitazioni.

La rimanente parte delle frane presenta tipologie di danno alquanto eterogenee a seconda degli elementi a rischio sui quali insistono i dissesti e non è associabile a particolari tipologie di fenomeni e/o condizioni geologiche.

Come si può notare nella Tabella sottostante, sono stati censiti un totale di 1.981 danni documentati, che insieme ai dissesti inseriti nella categoria "n.d." fanno un totale di 5.587 tipologie, per 5.253 fenomeni. Questa apparente discordanza è dovuta al fatto che alcuni fenomeni franosi hanno determinato diverse tipologie di danno. I danni classificati come n.d. sono invece riferiti principalmente alle aree di alta montagna, il cui rilevamento è avvenuto essenzialmente attraverso l'analisi fotogrammetrica.

Tabella 11.3 La tabella riporta il numero di dissesti che hanno determinato danni di tipo diretto ed indiretto, nonché la sintesi del numero di danni rilevato. I dati provengono dai rilevamenti eseguiti dal 2000 al 2006 dagli studi geologici a corredo dei PRGC.

Tipologia di danno	N° dissesti
Nuclei/centri abitati	202
Attività economiche	20
Terreno agricolo	679
Strutture di servizio pubbliche	31
Beni culturali	0
Infrastrutture di servizio	19
Ferrovie	18
Strade	889
Opere di sistemazione	52
Persone	15
Edifici isolati/case sparse	8
Corso d'acqua	63
Non definito	3606
<b>TOTALE</b>	<b>5602</b>

1996 danni documentati

Per quanto riguarda i danni a persone ad oggi sono stati documentati 1.991 decessi per frana. Attualmente, nell'ambito di un progetto di aggiornamento dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico svolto in sinergia con l'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico, si sta attingendo ad alcune fonti storiche di recente reperimento e pertanto non considerate nel presente lavoro. Da una prima analisi emerge che il numero di vittime sia superiore di alcune centinaia di unità.

#### 11.11.5 Indice di Franosità

L'indice di franosità è definito come il rapporto percentuale tra l'area in frana e la superficie di riferimento. Nel caso specifico, il presente lavoro prende in esame l'indice di franosità relativamente alla superficie regionale totale, l'area montano collinare, la litologia e l'uso del suolo.

In particolare l'analisi del territorio montano attraverso l'utilizzo di un modello digitale del terreno, vedi par. 11.5, ha permesso di definire l'indice di franosità pari al 14,80% per la parte montano collinare e del 6,50% per quanto riguarda la superficie totale della regione, con una densità dei fenomeni franosi del 0,67 (vedi tabella sottostante).

Tabella 11.4 Indice di franosità calcolato rispetto alla superficie della regione e rispetto all'area montano-collinare.

Superfici e totale regione (km <sup>2</sup> )	Area montano-collinare (km <sup>2</sup> )	Numero di PIFF	Area totale in frana (km <sup>2</sup> )	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)
7860,0	3450,7	5253	510,6	0,67	6.50	14.80

Risultati interessanti sono stati ottenuti attraverso l'overlay dell'archivio frane con la carta litologica (scala 1:50.000), che pur non essendo una cartografia di dettaglio, copre tutto il territorio regionale ed ha reso possibile l'individuazione della suscettibilità da frana di alcuni litotipi.

L'analisi è stata effettuata in due modalità i cui risultati sono riportati rispettivamente negli istogrammi di Figura 11.13 e di Figura 11.14. Nel primo caso è stato calcolato l'indice di franosità, effettuando un rapporto percentuale tra l'estensione areale del territorio regionale per

ciascuna classe di litologia e l'estensione areale totale dei poligoni di frana che ricadono in ciascuna classe litologica.

Chiaramente questo tipo di analisi spaziale offre solamente delle indicazioni generali per quanto riguarda i terreni interessati dai fenomeni franosi, senza fare una valutazione specifica su quelli nei quali avviene realmente il distacco. Un esempio tipico sono le aree di crollo nelle vallate alpine, dove il distacco avviene lungo le pareti laterali, generalmente carbonatiche, ma i massi si arrestano sui depositi quaternari quali le falde di detrito o le alluvioni del fondovalle. In questi casi il computo areale della frana è effettuato sia per la zona delle pareti che per la zona di arresto, ma essendo per l'appunto un calcolo areale risulta fortemente sbilanciato a favore delle zone subpianeggianti, dove si arrestano i massi, piuttosto che delle fasce verticali dove realmente avviene il distacco. Pertanto l'analisi di Figura 11.13 va letta congiuntamente con l'istogramma successivo, Figura 11.14, dove viene presa in esame la distribuzione spaziale dei PIFF (Punto Identificativo del Fenomeno Franoso) per classe litologica. Per definizione stessa del PIFF, che in fase di rilevamento viene posizionato in area di distacco, la presente analisi è invece rappresentativa di una stima della suscettibilità da frana per classe litologica, definendo una vera e propria classifica dei litotipi più "franosi".

Le informazioni numeriche, di quanto sopra esposto, sono state riportate nella tabella sottostante.

Tabella 11.5 Sintesi del numero di frane per unità litologica. Nell'ultima colonna è riportato il calcolo del relativo indice di franosità.

LITOLOGIA	N° FRANE	SUPERFICIE CLASSE LITOLOGIA (km <sup>2</sup> )	AREA TOTALE IN FRANA (km <sup>2</sup> )	AREA TOT. IN FRANA / SUP. CLASSE LITOLOGIA (%)
alvei fluviali, golene, isole lagunari carbonatico	40	328,5	1,9	0,6
conglomerati e brecce poco cementati	2723	2306,8	312,9	13,6
conglomerati e brecce cementate	18	11,2	2,4	21,6
depositi a permeabilità alta	114	116,9	4,4	3,8
depositi a permeabilità bassa	39	1887,2	8,3	0,4
depositi a permeabilità media	18	904,8	0,6	0,1
detriti	1	449,9	0,0	0,0
evaporiti	233	348,4	88,0	25,3
flysch	38	23,3	2,1	8,9
molassa	808	700,4	30,3	4,3
morene	192	88,7	9,7	11,0
terreni eterogenei	436	378,3	20,0	5,3
vulcaniti e formazioni associate	515	247,8	27,6	11,1
	78	36,9	2,5	6,9

Osservando l'istogramma di Figura 11.13, è interessante osservare che più del 25% dei detriti è soggetto ad un forma di dissesto, che si traduce generalmente nei ghiaioni costituenti il detrito di falda delle zone alpine e pedemontane, nonché nelle conoidi di deposito e nelle zone di alimentazione dei debris flow.

Il secondo litotipo che presenta la franosità percentuale più alta (pari al 21%) è costituito da i depositi conglomeratici e brecce poco cementate. Da un punto di vista litologico si tratta di depositi eterogenei debolmente cementati, con caratteristiche geomeccaniche decisamente scadenti. Si presentano generalmente con morfologie rielaborate in rilievo, spesso isolate, con pareti verticali alte al massimo qualche decina di metri, ma soggette a fenomeni di crollo e di erosione accelerata.

Molto interessanti sono i dati relativi alle vulcaniti ed alle evaporiti, secondo i quali per entrambe le classi il 7% degli affioramenti sono soggetti a dissesti. Questa è un'informazione particolarmente significativa in quanto la distribuzione areale degli affioramenti di tali litologie, nella regione, è decisamente limitata, e rappresenta appena lo 0,5% per quanto riguarda le vulcaniti e lo 0,3% le evaporiti (vedi grafico allegato alla carta litologica).

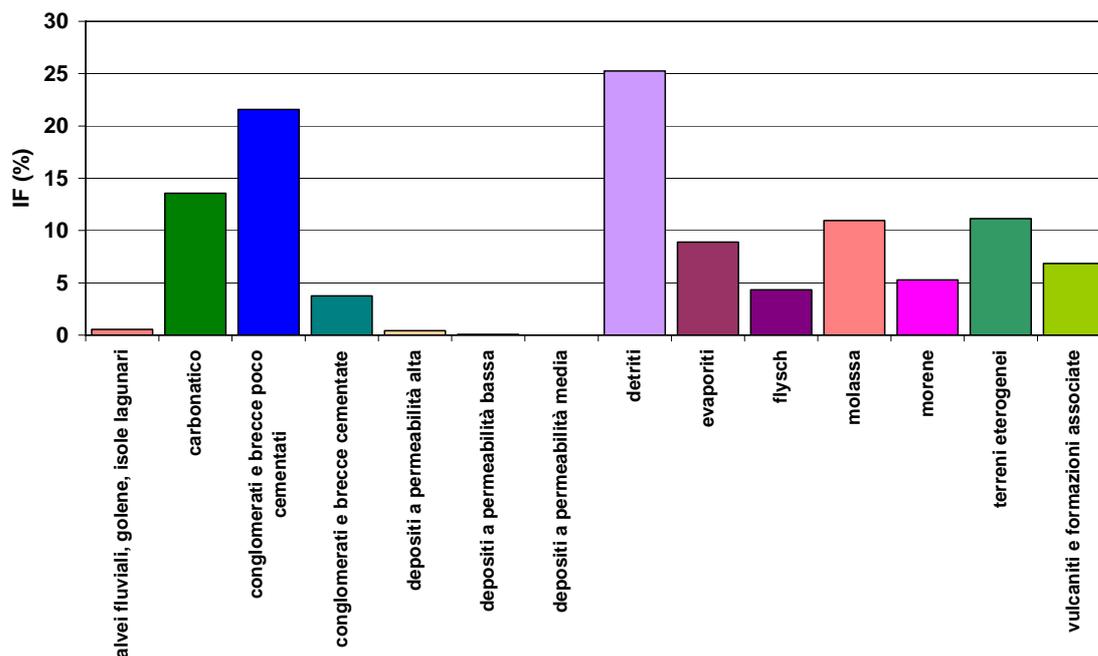


Figura 11.13 Indice di Franosità per litologia.

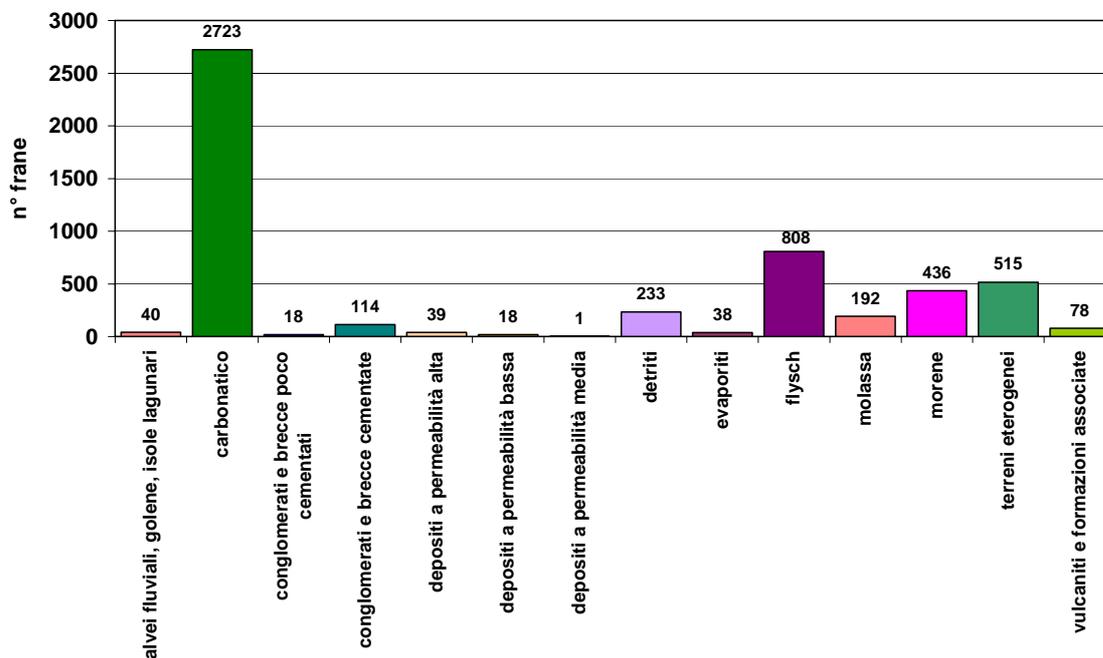


Figura 11.14 Numero di frane per litologia.

Osservando invece l'istogramma in Figura 11.14, relativo al numero assoluto di dissesti per classe litologica, si può notare che la tipologia di gran lunga più interessata da fenomeni franosi è quella carbonatica, con 2.723 frane. Tra queste la maggior parte è sicuramente riconducibile ai fenomeni di crollo e ribaltamento, che interessano i versanti più acclivi delle vallate alpine, costituite dalle potenti sequenze calcareo-dolomitiche di età triassica.

Gli 808 fenomeni che interessano le rocce flyschoidi, rappresentano per lo più i fenomeni di scivolamento rotazionale/traslato e le aree soggette a frane superficiali. Le caratteristiche geotecniche delle rocce flyschoidi infatti, in particolare quelle del “cappellaccio” di alterazione superficiale, sono generalmente scadenti e, qualora sussistano le condizioni morfologiche ed idrogeologiche, gli equilibri dei pendii risultano spesso precari con situazioni di marcata instabilità. Spesso in tali situazioni è sufficiente una precipitazione particolarmente intensa per determinare l’innescio di un movimento franoso.

Per quanto riguarda la classe litologica delle vulcaniti e delle formazioni ad esse associate, il numero di dissesti è pari a 78, che è un valore piuttosto basso sia in termini assoluti e sia rispetto al numero totale di frane, ma significativo da un punto di vista statistico, in proporzione alla superficie totale degli affioramenti, come si è osservato nel grafico precedente.

Un secondo tipo di analisi integrata è stata effettuata mediante l’overlay dei dati relativi ai fenomeni franosi con la carta dell’uso del suolo (Progetto Corine Land Cover, vedi par. 11.6), allo scopo di definire sia i valori di franosità percentuale sia i valori di franosità assoluta per le diverse classi individuate. La prima elaborazione è stata effettuata in analogia con quanto eseguito con la carta litologica, ovvero considerando il rapporto tra le aree in frana che interessano una determinata classe e la classe di riferimento (indice di franosità per uso del suolo). La franosità per uso del suolo, in termini assoluti, è stata calcolata osservando la distribuzione spaziale dei PIFF (rappresentativi del punto di distacco) sul territorio e nelle diverse classi di uso del suolo. Osservando i valori assoluti, riportati nell’istogramma di Figura 11.16, si può osservare che la maggior parte dei dissesti (2.911 PIFF) è ubicata nella classe “zone boscate”. Ciò è giustificabile in quanto la maggior parte della fascia alpina è stata classificata come area boscata (37% della superficie regionale). Una significativa parte dei dissesti ricade per lo più nella classe “zone aperte con vegetazione rada o assente” (6% della superficie regionale, con un totale di 646 dissesti) e nella classe “zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea” (9% della superficie regionale, con un totale di 1.039 dissesti).

Tabella 11.6 Sintesi del numero di frane per classe di uso del suolo. Nell’ultima colonna è riportato il calcolo del relativo indice di franosità.

USO DEL SUOLO	N° FRANE	SUPERFICIE CLASSE USO SUOLO (km <sup>2</sup> )	AREA TOTALE IN FRANA (km <sup>2</sup> )	AREA TOTALE IN FRANA / SUPERFICIE CLASSE USO SUOLO (%)
Acque continentali	1	17,8	0,4	2
Acque marittime	0	142,6	0	0
Colture permanenti	101	81,5	1,0	1
Prati stabili	119	47,8	2,6	5
Seminativi	2	1797,7	0,3	0
Zone agricole eterogenee	386	1210,1	20,1	2
Zone aperte con vegetazione rada o assente	646	439,5	149,1	34
Zone boscate	2911	2905,0	218,1	8
Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	1039	686,6	113	17
Zone estrattive, discariche e cantieri	1	9,0	0,3	3
Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione	5	91,0	0,3	0
Zone umide interne	0	2,8	0	0
Zone umide marittime	0	20,8	0	0
Zone urbanizzate	38	392,1	2,4	1
Zone verdi artificiali non agricole	4	10,4	0,0	0

Entrambe le classi sono ubicate nelle aree montane del Friuli Venezia Giulia e coincidono generalmente con le zone poste sopra il limite del bosco, ubicato mediamente ad un'altitudine di 1.700 m s.l.m. In queste zone si concentrano le aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi, nonché le aree di alimentazione delle colate detritiche.

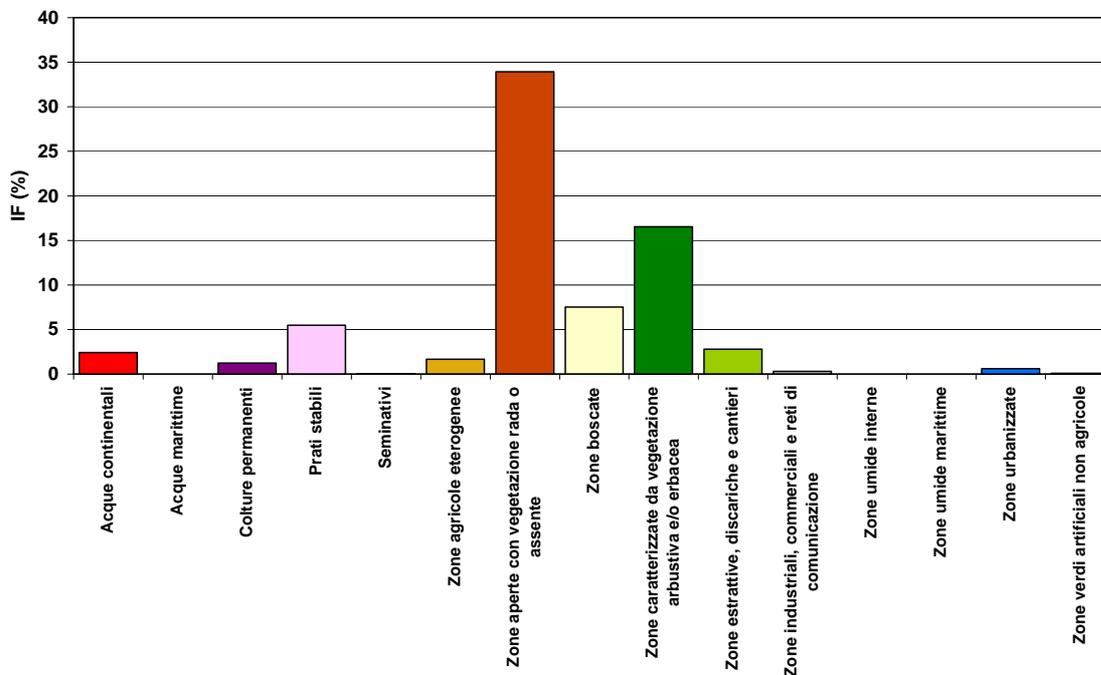


Figura 11.15 Indice di Franosità per classe di uso del suolo.

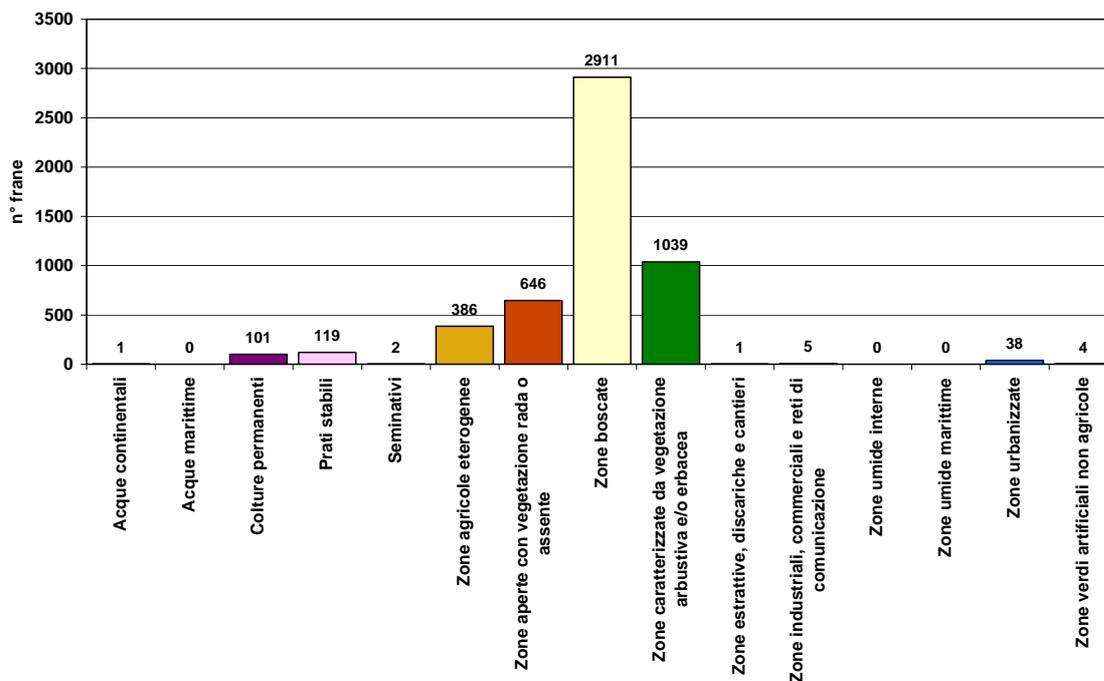


Figura 11.16 Numero di frane per classe di uso del suolo.

Osservando invece la Figura 11.15 rappresentante gli indici di franosità per uso del suolo, è interessante sottolineare che in regione quasi il 35% delle “zone aperte con vegetazione rada o assente” e più del 15% delle “zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea” sono interessate da un dissesto. Anche questa informazione è riconducibile per lo più ai fenomeni di crollo/ribaltamento ed alle aree di alimentazione dei debris flow. Bisogna sottolineare invece che la franosità percentuale delle “zone boscate” è più bassa.

### **11.12 Aggiornamento dati 2005**

Nell'ambito del Progetto Nazionale IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha censito sul proprio territorio 5.253 frane, di cui 4.888 sono state perimetrate arealmente e 265 puntualmente, strutturando una banca dati in ambiente GIS, aggiornata a marzo 2006.

Nell'ambito della convenzione si è provveduto all'aggiornamento della banca dati, in particolare con i dissesti avvenuti durante l'alluvione del 29 agosto 2003, che hanno colpito la Val Canale - Canal di Ferro, ovvero i Comuni di Tarvisio, Malborghetto-Valbruna, Pontebba, Dogna, Chiusaforte, Resiutta e Moggio Udinese (tutti in Provincia di Udine).

Per tutti i fenomeni è stata individuata la tipologia e lo stato di attività mediante l'analisi aerofotogrammetrica delle ortofoto e delle foto aeree, nonché con sopralluoghi in campagna mirati a tutti quei dissesti che ricadono in aree vulnerabili e pertanto ricoprono non solo un ruolo conoscitivo, ma soprattutto applicativo ai fini delle attività istituzionali dell'Amministrazione Regionale.

### **11.13 Considerazioni conclusive**

Secondo quanto previsto dalla Convenzione in atto tra l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e dei servizi tecnici ed il Servizio Geologico della Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici, il presente Rapporto Tecnico è frutto del lavoro effettuato nel 2005 e nei primi mesi del 2006 e presenta una elaborazione geostatistica relativa al territorio regionale, compreso l'aggiornamento e l'implementazione della banca dati, in particolare con le informazioni relative all'alluvione del 2003.

In ottemperanza agli allegati tecnici trasmessi dall'APAT, si è riusciti a raccogliere ed elaborare una notevole mole di informazioni che allo stato attuale costituiscono un vero e proprio catasto dei dissesti idrogeologici della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Queste informazioni, per la loro valenza in materia di difesa del suolo, costituiscono un dato conoscitivo prezioso per le Amministrazioni Locali, i professionisti e quant'altri operano nel settore ai fini di una ponderata pianificazione del territorio.

Il presente lavoro si configura pertanto, come uno strumento fondamentale di supporto alle decisioni nelle attività di pianificazione, controllo ed intervento territoriale nella Regione Friuli Venezia Giulia, nonché ai fini del raccordo e dell'integrazione delle strutture che a vario titolo si occupano di dissesto idrogeologico sul territorio regionale.

Tale archivio si inserisce in un contesto normativo specifico e quanto mai attuale, legato in primis ai Progetti di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), quale strumento conoscitivo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla difesa del suolo, previsti nella legge quadro di settore (L. 183/89) ed attualmente in fase di realizzazione in ottemperanza alla L. 267/98 ed alla L. 365/00, nonché alla legge regionale 16/02 (Disposizioni relative al riassetto organizzativo e funzionale in materia di difesa del suolo e di demanio idrico).

Nel perseguimento delle attività previste dalla suddetta normativa, delle quali il Servizio Geologico regionale svolge il ruolo di capofila (in stretta collaborazione con l'Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta e Bacchiglione e con l'Autorità di Bacino Regionale) la banca dati dei dissesti ricadenti nel PAI è stata integrata con alcuni dati aggiuntivi, ai fini di una valutazione della pericolosità del fenomeno franoso ed un corretto calcolo del rischio idrogeologico.

Tali informazioni sono state recepite ed ufficializzate dalla Giunta Regionale mediante la delibera 369 dd. 3.3.2006. Alcuni di questi dati sono pubblicati sul sito della Regione Friuli Venezia Giulia, all'indirizzo [www.regione.fvg.it/geologia](http://www.regione.fvg.it/geologia).

Le analisi integrate delle informazioni territoriali disponibili e l'elaborazioni dei dati, riportate nella presente relazione, hanno fornito diverse informazioni sostanziali sulla franosità del territorio, soprattutto in relazione ai diversi litotipi ed all'uso del suolo, definendone sia la franosità percentuale (indici di franosità) sia la franosità assoluta per ogni singola classe. Quanto presentato è in assoluto il primo studio che si occupa della franosità del territorio regionale nella sua totalità e presenta pertanto una notevole importanza da un punto di vista conoscitivo sulle pericolosità naturali della regione.

Attualmente la banca dati è in fase di aggiornamento, in quanto si stanno acquisendo nuove informazioni allo scopo di migliorare le conoscenze geologico-tecniche dei dissesti ricadenti nelle aree vulnerabili, nonché delle opere di difesa esistenti, nell'ottica di fornire uno strumento tecnico di base a supporto delle Conferenze Programmatiche, presupposto necessario ai fini dell'approvazione dei PAI.

#### 11.14 Riferimenti bibliografici

- Amanti M., Bertolini G., Cara P., Chiessi V., De Nardo M.T., Martini M.G., Ramasco M., Ventura R. (2000) *Allegato Tecnico per l'attuazione del Progetto IFFI*. SGN, Roma.
- Amanti M., Bertolini G., Chiessi V., De Nardo M.T., Ramasco M. (2001) *Allegato 1 – Guida alla compilazione della scheda frane IFFI*. SGN, Roma.
- Amanti M., Bertolini G., Cara P., Chiessi V., De Nardo M.T., Martini M.G., Ramasco M., Ventura R. (2001) *Allegato 2 – Il database cartografico*. SGN, Roma.
- Amanti M., Bertolini G., Cara P., Chiessi V., De Nardo M.T., Martini M.G., Ramasco M., Ventura R. (2001) *Allegato 3 – Il database alfanumerico*. SGN, Roma.
- Araneo F., Trigila A., Ventura R., Vita L. (2005) *Allegato 4 – Procedure per il collaudo delle forniture dati del Progetto IFFI*. APAT, Roma.
- Iadanza C., Trigila A. (2005) *Allegato 5 – Standard del POL, editoriali e cartografici del Progetto IFFI” (rev. 3.0)*. APAT, Roma.
- AA.VV *Guide Geologiche Regionali: Alpi e prealpi carniche e giulie - Friuli-Venezia Giulia*. Società Geologica Italiana, ed. BEMA.
- AA.VV (2000) *Guida alle escursioni. 80ª Riunione Estiva della Società Geologica Italiana, 6-8 settembre 2000, Trieste*. Ed. Università di Trieste.
- Carulli G.B., Riuscetti M., Sleiko D (2003) La carta del rischio sismico. *Rassegna Tecnica del Friuli Venezia Giulia*, Anno LIV, 2, marzo - aprile 2003.
- Corsi M.(1969) I movimenti franosi nel Friuli Venezia Giulia. *Atti del Convegno “Opere di prevenzione e soccorso nelle calamità naturali”, 18 ottobre 1969, San Daniele del Friuli*.
- Cruden D.M. & Varnes D.J. (1994) Landslide types and process. In: *Landslide: investigation & mitigation*. Transportation research board, Natural Academy of Science.
- Cucchi F. & Piano C. (2001) Ipercarsismo superficiale e sepolto nelle evaporiti del Friuli Venezia Giulia. In: *Atti del convegno Le voragini catastrofiche un nuovo problema per la Toscana, 31 marzo 2000, Grosseto* (pp. 35-46). Edizioni Regione Toscana.
- Manca P. (2006) Il Progetto IFFI ed i risultati nella Regione Friuli Venezia Giulia. *Congresso I fenomeni franosi e gli strumenti per la loro mitigazione, 23-24 febbraio 2006, Trieste*.
- Manca P. & Ceccone G. (2004) The landslide registry of FVG Region. *32<sup>nd</sup> International Geological Congress, 20-28 Agosto 2004, Firenze*.
- Manca P. & Potleca M. (2001-a) Perimetrazione delle aree a rischio di dissesto geologico – Metodologie operative. *Progetto Città: mostra dell'architettura, dell'urbanistica, delle tecnologie e dei servizi per lo sviluppo del territorio, 19-21 Febbraio 2001, Milano*.
- Manca P. & Potleca M. (2001-b) Perimetrazione delle aree a rischio di dissesto geologico – Esempi di perimetrazione. *Progetto Città: mostra dell'architettura, dell'urbanistica, delle tecnologie e dei servizi per lo sviluppo del territorio, 19-21 Febbraio 2001, Milano*.
- Onofri R. & Candian C. (1979) *Indagine sui limiti di massima invasione dei blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976. Considerazioni sulle opere di difesa*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Assessorato sei Lavori Pubblici. Servizio delle Calamità Naturali.
- Venturini C. (1990) Cinematica neogenico-quadernaria del Subalpino orientale (settore friulano). *Studi Geol. Camerti, Vol. Spec., pp. 109-116, Camerino*.
- Silvano S. (2002) Considerazioni sulla valutazione della pericolosità e del rischio da frana. *Cinque Fiumi, pubblicazione quadrimestrale dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta – Bacchiglione, Anno 1, 1/2002*.
- Stefanelli P. (2003) Il monitoraggio dei dissesti in Val Canale e Canal di Ferro. *Rassegna Tecnica del Friuli Venezia Giulia, Anno LIV, 5, settembre-ottobre 2003*.





*Figura 11.18 Area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi n. 0300330200 in Comune di Dogna (Udine). Particolare del cedimento di un diedro roccioso in corrispondenza dell'imbocco di una galleria stradale.*



Figura 11.19 Fotografia storica di un crollo avvenuto durante il terremoto del 6 maggio 1976 (Frazione di Braulins-Comune di Gemona del Friuli, Provincia di Udine).



Figura 11.20 Fenomeno franoso n. 0300330300 riportato su ortofoto a colori. Area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi in Comune di Tolmezzo (Udine), rilevata ai fini della redazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Sono evidenziati gli elementi a rischio (E1-E3), le opere di difesa (D1- D2) ed i punti di vista dai quali sono state scattate le fotografie (F1-F7).



Sigla	ID Frana	0300500100				Pagina	2
ATTIVITA'							
Stato <input type="radio"/> non determinato		Distribuzione		Stile			
<input type="radio"/> attivo	<input type="radio"/> quiescente	<input type="radio"/> stabilizzato	<input type="radio"/> relitto	<input type="radio"/> costante	<input type="radio"/> avanzante	<input type="radio"/> singolo	
<input checked="" type="radio"/> riattivato		<input type="radio"/> artificialmente		<input type="radio"/> retrogressivo	<input type="radio"/> in diminuzione	<input type="radio"/> complesso	
<input type="radio"/> sospeso		<input type="radio"/> naturalmente		<input type="radio"/> in allargamento	<input type="radio"/> confinato	<input type="radio"/> composito	
* METODOLOGIA UTILIZZATA PER LA VALUTAZIONE DEL TIPO DI MOVIMENTO E DELLO STATO DI ATTIVITA'		<input type="radio"/> n.d. <input type="radio"/> Fotointerpretazione <input type="radio"/> Rilevamento sul terreno <input type="radio"/> Monitoraggio <input type="radio"/> Dato storico/archivio <input type="radio"/> Segnalazione		In caso di scelta di fotointerpretazione id_volo CTR lotto 1 1998 Numero strisciata 16 Numero fotogramma 11			
* DATA DELL'OSSERVAZIONE PIU' RECENTE CHE HA PERMESSO DI DETERMINARE LO STATO DI ATTIVITA'				30/11/2000			
ATTIVAZIONI		DATAZIONE EVENTO PIU' SIGNIFICATIVO					
		Data certa			<input type="checkbox"/> Giornali	<input type="checkbox"/> Immagini telerilevate	
		Data incerta	min	max	<input checked="" type="checkbox"/> Pubblicazioni	<input type="checkbox"/> Documenti storici	
		Anno	1900	2000	<input checked="" type="checkbox"/> Testimonianze orali	<input type="checkbox"/> Lichenometria	
		Mese			<input type="checkbox"/> Audiovisivi	<input type="checkbox"/> Dendrocronologia	
		Giorno			<input checked="" type="checkbox"/> Archivi enti	<input type="checkbox"/> Metodi radiometrici	
		Ora			<input type="checkbox"/> Cartografia	<input type="checkbox"/> Altre datazioni	
		Età radiometrica	anni B.P.	precisione ±			
CAUSE							
Intrinseche			Geomorfologiche				
<input type="radio"/> materiale debole	<input type="radio"/> superfici di taglio preesistenti	<input type="radio"/> sollevamento tettonico	<input type="radio"/> erosione glaciale base versante				
<input type="radio"/> materiale sensitivo	<input type="radio"/> orient. sfavorev. discont. prim.	<input type="radio"/> sollevamento vulcanico	<input type="radio"/> erosione margini laterali frana				
<input type="radio"/> materiale collassabile	<input type="radio"/> orient. sfavorev. discont. second.	<input type="radio"/> scarico glaciopressioni	<input type="radio"/> eros. sotterranea/sifonamento				
<input type="radio"/> materiale alterato	<input type="radio"/> contrasto di permeabilità	<input type="radio"/> erosione fluviale base versante	<input type="radio"/> deposito sul pendio o in cresta				
<input type="radio"/> materiale fratturato	<input type="radio"/> contrasto di competenza	<input type="radio"/> erosione marina base versante	<input type="radio"/> rimozione naturale vegetazione				
Fisiche			Antropiche				
<input type="radio"/> precipitaz. brevi ed intense	<input type="radio"/> gelifrazione o crioclastismo	<input type="radio"/> scavo al piede del pendio	<input type="radio"/> perdite d'acqua				
<input checked="" type="radio"/> precipitaz. eccezionali prolungate	<input type="radio"/> termoclastismo	<input type="radio"/> carico sulla cresta del pendio	<input type="radio"/> disboscamento				
<input type="radio"/> fusione rapida di neve/ghiaccio	<input type="radio"/> imbibizione/disseccamento	<input type="radio"/> abbassam. rapido livello serbatoio	<input type="radio"/> rimboscimento				
<input type="radio"/> fusione del permafrost	<input type="radio"/> aloclastismo	<input type="radio"/> innalzamento livello serbatoio	<input type="radio"/> attività estrattive in superficie				
<input type="radio"/> congelamento sorgenti	<input type="radio"/> terremoto	<input type="radio"/> irrigazione	<input type="radio"/> attività estrattive sotterranee				
<input type="radio"/> abbass. rapido liv. idrico esterno	<input type="radio"/> eruzione vulcanica	<input type="radio"/> attività agricole e pratiche colturali	<input type="radio"/> accumulo materiali scarto				
<input type="radio"/> innalzam. livello idrico esterno	<input type="radio"/> rottura soglia lago	<input type="radio"/> scarsa manutenz. Drenaggi	<input type="radio"/> vibrazioni				
Note: <input type="radio"/> predisponente <input checked="" type="radio"/> innescante							
SEGNI PRECURSORI							
<input type="checkbox"/> fenditure, fratture	<input type="checkbox"/> contropendenze	<input type="checkbox"/> inclinaz. pali o alberi	<input type="checkbox"/> variaz. portata sorgenti				
<input type="checkbox"/> trincee, doppie creste	<input type="checkbox"/> cedimenti	<input type="checkbox"/> comparsa sorgenti	<input type="checkbox"/> variaz. livello acqua pozzi				
<input type="checkbox"/> crolli localizzati	<input type="checkbox"/> lesioni dei manufatti	<input type="checkbox"/> scomparsa sorgenti	<input type="checkbox"/> acqua in pressione nel suolo				
<input type="checkbox"/> rigonfiamenti	<input type="checkbox"/> scricchiolio strutture	<input type="checkbox"/> scomparsa corsi d'acqua	<input type="checkbox"/> rumori sotterranei				
NOTE							

Sigla	ID Frana	0300500100	Pagina 3			
<b>* DANNI</b> n.d. <input type="checkbox"/>						
Tipo di danno <input type="radio"/> diretto <input type="radio"/> caduta in un invaso <input type="radio"/> sbarramento corso d'acqua <input type="radio"/> sbarramento e rottura diga di frana <input type="radio"/> rottura diga o argine						
Persone <input type="radio"/> morti n. <input type="radio"/> feriti n. <input type="radio"/> evacuati n. <input type="radio"/> a rischio n.						
Edifici <input type="radio"/> privati n. <input type="radio"/> pubblici n. <input type="radio"/> privati a rischio n. <input type="radio"/> pubblici a rischio n.						
Costo (€) Beni Attività Totale						
Nuclei/centri abitati <input checked="" type="checkbox"/>	Strutture servizio pubblico <input checked="" type="checkbox"/>	depuratore	rete urbana			
centro abitato maggiore	ospedale	Beni culturali <input type="checkbox"/>	ferrovia n.d.			
centro abitato minore	M caserma	monumenti	Strade <input checked="" type="checkbox"/>			
nucleo rurale	scuola	M beni storico-architettonici	autostrada			
case sparse	biblioteca	musei	statale			
Attività economiche <input type="checkbox"/>	sedi Pubblica Am ministraz.	opere d'arte	provinciale	M		
nucleo commerciale	chiesa	M Infrastrutture di servizio <input type="checkbox"/>	comunale			
nucleo artigianale	impianto sportivo	acquedotti	altre strade			
impianto manifatturiero	cimitero	L fogne	Opere di sistemazione <input checked="" type="checkbox"/>			
impianto chimico	centrale elettrica	linee elettriche	regimazione fluviale			
impianto estrattivo	porto	linee telefoniche	consolidamento versante			
impianto zootecnico	ponte o viadotto	gasdotti	opere di protezione	M		
Terreno agricolo <input type="checkbox"/>	galleria	oleodotti	Corso d'acqua <input type="checkbox"/>			
semintivo	condotta forzata	canalizzazioni	Denominazione			
semintivo arborato	stazione ferroviaria	impianti a fune				
colture specializzate	bacino idrico	Ferrovie <input type="checkbox"/>	Danno: <input type="radio"/> potenziale			
prato o pascolo	diga	alta velocità	<input type="radio"/> deviazione			
bosco	inceneritore	2 o più binari	<input type="radio"/> sbarramento parziale			
rimboschimento	discarica	1 binario	<input type="radio"/> sbarramento totale			
Grado di danno: N = non valutabile; L = lieve (estetico); M = medio (funzionale); G = grave (strutturale o perdita totale)						
<b>STATO DELLE CONOSCENZE</b>		<b>INTERVENTI ESISTENTI</b>				
<b>Relaz. tecniche</b> <input type="radio"/> relaz. Sopralluogo <input type="radio"/> relazione geologica <input type="checkbox"/> relazione geologic <input type="checkbox"/> prog. esecutivo/ordinativ		<b>Movimenti terra</b> <input type="radio"/> riprofil., gradonatura <input type="radio"/> riduz. carichi testa <input type="radio"/> increm. carichi piede <input type="radio"/> disgaggio  <b>Sostegno</b> <input type="radio"/> gabbioni <input type="radio"/> muri <input type="radio"/> paratie <input type="radio"/> pali <input type="radio"/> terre arm./rinf.	<b>Drenaggio</b> <input type="radio"/> canalette superf. <input type="radio"/> trincee drenanti <input type="radio"/> pozzi drenanti <input type="radio"/> dreni suborizz. <input type="radio"/> gallerie drenanti  <b>Protezione</b> <input type="radio"/> reti <input type="radio"/> spritz-beton <input type="radio"/> rilevati paramassi <input type="radio"/> trincee paramassi	<b>Sist. idraul.-fores</b> <input type="radio"/> inerbimenti <input type="radio"/> rimboschimenti <input type="radio"/> disboscam. Selettivo <input type="radio"/> viminate, fascinate <input type="radio"/> briglie o soglie <input type="radio"/> difese di sponda  <b>Rinforzo</b> <input type="radio"/> chiodi-bulloni <input type="radio"/> tiranti-ancoraggi <input type="radio"/> im braccature <input type="radio"/> iniezioni/jet grouting <input type="radio"/> reticoli micropali <input type="radio"/> trait. term. chim. elettr.		
Costo indagini già eseguite (€) 0	Costo previsto interventi eseguiti (€) 0	Costo effettivo interventi eseguiti (€) 0				
<b>DOCUMENTAZIONE</b>		<b>ADEMPIMENTI LEGISLATIVI NAZIONALI</b>				
<b>Archivi</b> <input type="checkbox"/> archivio AVI <input type="checkbox"/> archivio SCAI <input type="checkbox"/> archivio sopralluoghi DP <input type="checkbox"/> archivio interventi SGN <input type="checkbox"/> altro	<b>CARG</b> <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> Non coperto	<input type="checkbox"/> Legge 267/98 piani straordinari <input type="checkbox"/> Legge 267/98 interventi urgen <input type="checkbox"/> Legge 267/98 PSA <input type="checkbox"/> Schemi previsionali e programmatici L. 183/ <input type="checkbox"/> Pianificazione di bacino L. 183/8  <input type="checkbox"/> Piano paesistico <input type="checkbox"/> Piani Territoriali di Coordinamento Provincia <input type="checkbox"/> Legge 365/0 <input type="checkbox"/> Altro				
<b>BIBLIOGRAFIA</b>						
<b>Autori</b>	<b>Anno</b>	<b>Titolo</b>	<b>Rivista/Libro/Relazione</b>	<b>Editore/Ente</b>	<b>Vol.</b>	<b>Pag.</b>
Dott. Geol. BROILI e Dott. Geol. PLAZZOTTA	1974	Studio per la stabilità dei pendii nella zona di Tausia, Murzalis e Ligosullo	Relazione	Comunità Montana della Carnia		
Geotecnica Veneta	1985	Lavori di sondaggio e geognostici per il controllo della situazione geostatica nel capoluogo e nella frazione di Murzalis in Comune di Ligosullo, in Frazione Tausia in comune di Treppo Carnico	Relazione			

<b>SCHEDA INTEGRATIVA PIANO STRALCIO</b>					030	05001	00	1/2
					ID Frana			Pg./n.Pg.
<b>Coordinate Gauss-Boaga di un punto del perimetro</b>								
E = 0			N = 0			Est, Nord espresse in metri		
<b>N. Perimetri associati alla scheda</b>								
R1 n° = 0		R2 n° = 0		R3 n° = 1		R4 n° = 0		IF n° = 0
<b>Elementi a rischio presenti nell'area perimetrata</b>								
Tipo di danno								
	R1	R2	R3	R4	note			
<b>Centri abitati</b>								
Centro abitato minore	0	0	1	0				
<b>Strutture servizio pubblico</b>								
Cimitero	0	0	1	0				
Chiesa	0	0	1	0				
<b>Strade</b>								
Altro	0	0	1	0	Strada per località turistica Valdajer			
Provinciale	0	0	2	0	S.P. N.40 e N.133			
<b>Stima diretta (campo centri abitati)</b>								
N° Persone (stima)	0	0	200	0				
N° totale edifici	0	0	50	0				
<b>Area già vincolata da PRGC</b>							Si	

<b>Indicazioni per gli interventi</b>	
<b>Tipologia di intervento</b> Completare studio e monitoraggio dei fenomeni franosi. Realizzare dreni, canalizzazioni, opere di sostegno e di regimazione fluviale; locali interventi con tecniche di Ingegneria Naturalistica.	<b>Costo</b> >500 000 Euro

<b>Granulometria accumulo di frana</b>	
Granulom. Prevalente (diametro in cm): 0	Granulom. massima (diametro in cm): 0

<b>Documentazione / Archivi Regionali</b>		
N° doc.	Tipo documento	Presso.. / Indicazioni...
1	PRGC	
2	Pareri geologici	
3	Studi PRSG	
4	Altro	Bibliografia

**Note**

L'area di Ligosullo è nota per il fatto di essere interessata da tempo da movimenti del terreno che hanno prodotto e producono tuttora diffuse lesioni ai manufatti.

In passato sono stati disposti diversi studi finalizzati agli strumenti urbanistici comunali cui è seguito ed è in fase di realizzazione un attuale studio con soluzioni esecutive sugli interventi di sistemazione dei dissesti franosi da parte dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste per conto del Servizio Geologico della Direzione Regionale dell'Ambiente del Friuli-Venezia Giulia.

La delimitazione qui proposta dell'area a rischio corregge quella precedente evidenziata nella Relazione Geologica al Piano Regolatore Generale Comunale (Dott. Geol. D. Billiani e Dott. Geol. L. Zanier, 1997) e ha ripreso quella fornita dall' O.G.S. in una fase iniziale del suddetto studio (12/01/2001).

Anche alcune considerazioni seguenti ricalcano i risultati preliminari dello studio in fase di realizzazione, il quale ha previsto: rilievi aereofotogrammetrici alla scala 1:1.000 e definizione di una cartografia digitale, n° 5 perforazioni geognostiche per complessivi 455 m con esecuzione di prove penetrometriche in foro, prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio, indagini geofisiche (sismica di superficie ed in pozzo), livellazioni geometriche di precisione, esecuzione di misure inclinometriche e del livello di falda, realizzazione di una stazione meteorologica.

La zona del capoluogo comunale (Foto 1) è interessata da movimenti superficiali della coltre quaternaria, più intensi in vicinanza delle linee di incisione dei corsi d'acqua (Foto 2). Questi fenomeni sono ritenuti secondari e interessano dei depositi fluvio-glaciali e la coltre di alterazione del substrato roccioso.

Più importanti sono dei movimenti profondi, segnalati anche dalle più recenti misure inclinometriche, nella zona di contatto

SCHEMA INTEGRATIVA PIANO STRALCIO	030	05001	00	2 /2 Pg./n.Pg.
	ID Frana			

tra due corpi litologici differenti (Arenarie di Val Gardena e gessi della Formazione a Bellerophon).  
I movimenti profondi (30-50 m) interessano l'abitato e si estendono presumibilmente in una parte del pendio verso monte, come segnalato dalle diffuse lesioni ai manufatti (Strade Provinciali N.40 e N.133, cimitero comunale, edifici sparsi, chiesa - Foto 3, 4 e 5).

Gli interventi eseguiti di captazione e scolo delle acque superficiali (canalette metalliche) sono in gran parte di difficile riconoscimento sul terreno, coperti dalla vegetazione e/o poco efficienti (Foto 6 e 7).

E' indispensabile procedere con l'attuale studio sul fenomeno franoso (in particolare con il monitoraggio) intensificando la captazione e lo scolo delle acque (superficiali e profonde), bonificando le aree franose minori anche con tecniche di Ingegneria Naturalistica e provvedendo con opere di sostegno.

Inoltre è necessario migliorare, completandoli, gli interventi di regimazione fluviali, specie lungo il Rio Zupigne, al piede del versante.

Indicazioni di attivazione dei fenomeni si sono avute per il periodo 1900-1970 da testimonianze orali, negli studi post-terremoto per il periodo 1970-1975.

Durante i sopralluoghi del 17/10 e 30/11/2000 si sono evidenziati indizi di movimenti attivati nell'ultimo decennio.

Foto 1: Veduta del capoluogo comunale

Foto 2: Particolare di un recente movimento franoso superficiale.

Foto 3: Lesioni lungo la Strada Provinciale N.40 "di Paularo".

Foto 4: Lesione nel muro di sostegno della Strada Provinciale N.40 "di Paularo".

Foto 5: Chiesa con diffuse lesioni strutturali.

Foto 6: Canaletta di raccolta delle acque superficiali in lamiera tipo Finsider

Foto 7: Canaletta di raccolta delle acque superficiali che scola sul versante



Figura 11.22 Dissesto 0300500100, Comune di Ligosullo (Udine). Il movimento franoso coinvolge l'intero capoluogo comunale. Si tratta di un fenomeno di scivolamento attualmente in fase di monitoraggio e di studio.



Figura 11.23 Dissesto 0300500100, Comune di Ligosullo (Udine). Veduta panoramica dell'area.

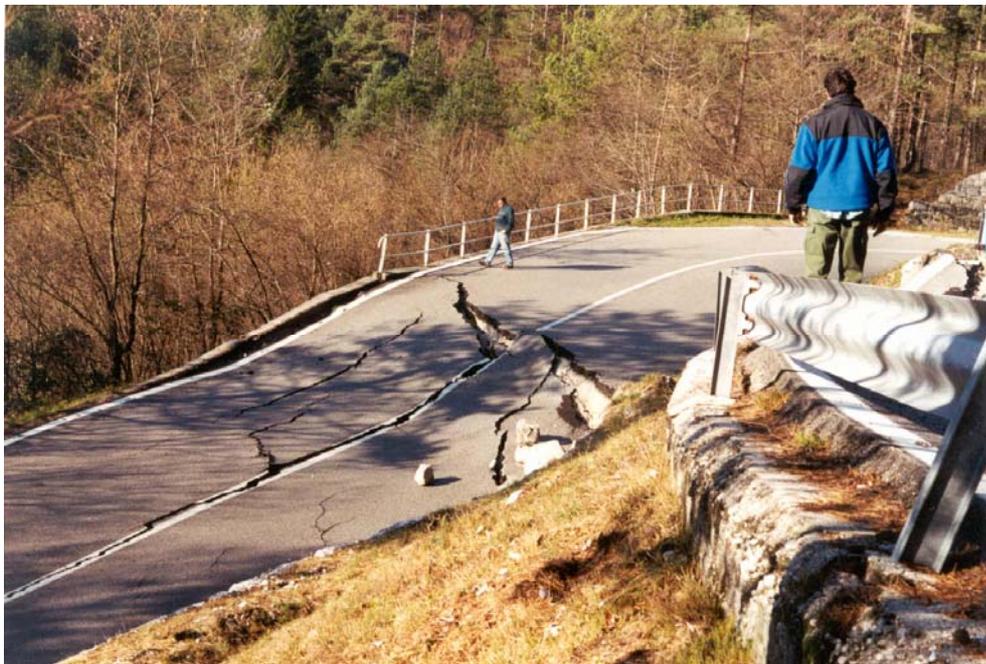


Figure 11.24 e 11.25 Dissesto n. 0300920800. Frana di scivolamento in Comune di Resia (Udine). Particolari della deformazione della sede stradale.



*Figura 11.26 Colata detritica n.0300542700 del Rio Cucco, ricadente nel comune di Malborghetto-Valbruna, attivatasi durante l'evento alluvionale del 29 agosto 2003.*



*Figura 11.27 Colata detritica n.0302043600 in località Alpe Piccola, ricadente nel comune di Malborghetto-Valbruna, attivatasi durante l'evento alluvionale del 29 agosto 2003.*



*Figura 11.28 Dissesto n 0300762700.*



*Figura 11.29 Area soggetta a frane superficiali diffuse (0300762700) perimetrata nell'ambito della prima convenzione IFFI (anno 2000) e riattivatasi successivamente durante l'evento alluvionale del 2003.*

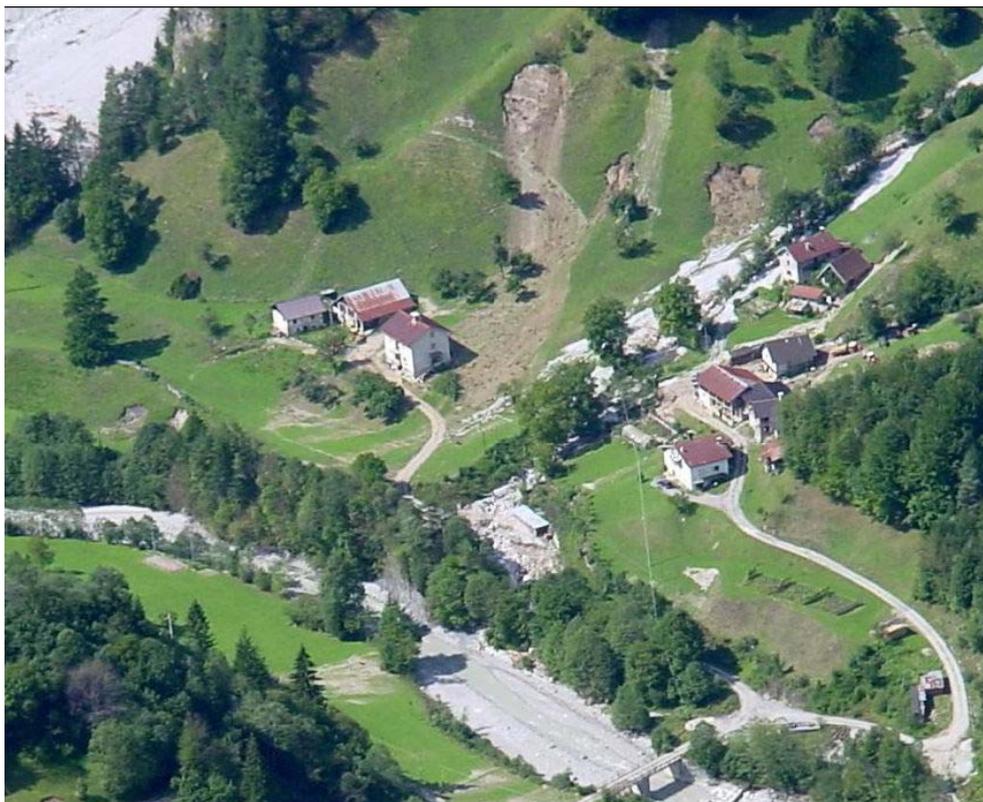


Figura 11.30 Dissesto n 0302237300.

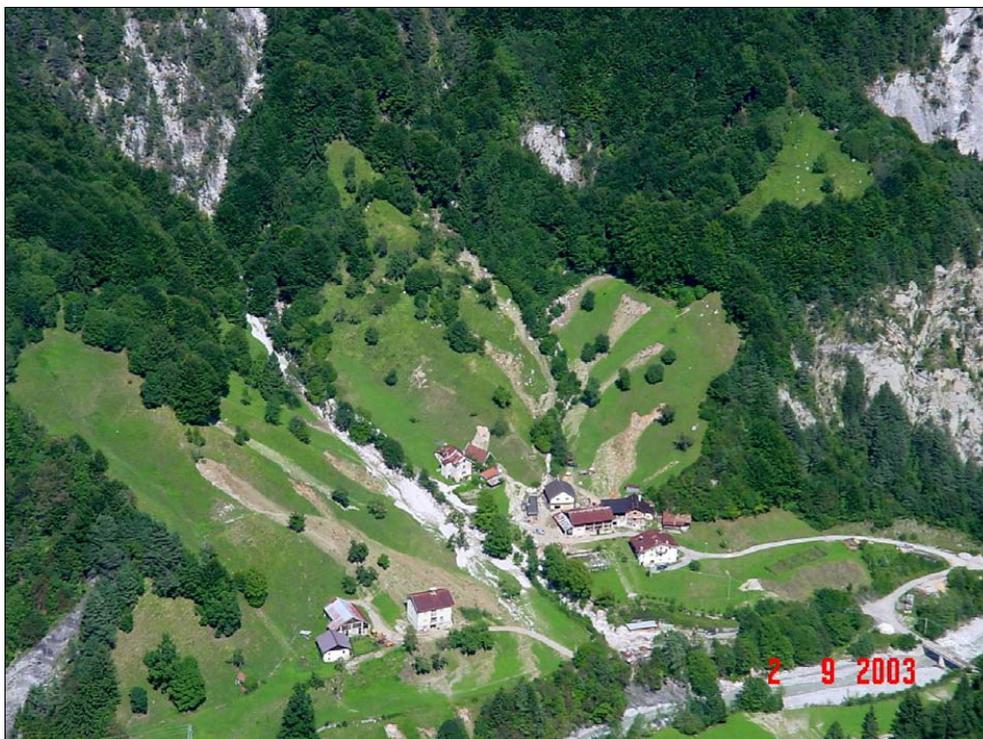


Figura 11.31 Soil slip evoluti in mud flow (0302237300 e 0302246300), nell'ambito del Progetto IFFI tali fenomeni sono stati classificati come frane di scivolamento traslativo in 1°ordine e frane di colamento rapido in 2°ordine.



Direzione Centrale Ambiente e  
Lavori Pubblici

### **11.16 Struttura operativa Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia**

#### **REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA**

Direzione centrale ambiente e lavori pubblici

Servizio Geologico

[www.regione.fvg.it/geologia](http://www.regione.fvg.it/geologia)

Responsabile del Progetto:

*Dott. Tiziano Tirelli*

Responsabile scientifico:

*Dott. Mario Ravalico*

Responsabile Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

*Dott. Paolo Manca*

Responsabile Informatizzazione:

*Dott.ssa Chiara Piano*

Staff – Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

*Dott. Giulio Ceccone*

*Dott. Fabrizio Kranitz*

*Dott.ssa Sara Oberti*

*Dott.ssa Chiara Piano*

Staff – Informatizzazione:

*Dott. Fabrizio Kranitz*

*Dott. Paolo Manca*

*Dott.sa Sara Oberti*

Tutti gli autori e le persone costituenti la struttura operativa del Progetto IFFI sono tecnici dipendenti del Servizio Geologico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici.

Si ringrazia la Protezione Civile della Regione e la Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna per i dati forniti. Si ringraziano inoltre i geologi: A. Astori, S. Bensi, C. Calligaris, D. Carniel, A. Chiandussi, D. Del Core, G. Pascolo, M. Peruz e M. Potleca, che in qualità di collaboratori hanno partecipato nella prima fase di rilevamento ed informatizzazione del presente lavoro.

Rapporto finale Marzo 2006