

5. Analisi del dissesto da frana in Piemonte

A. Colombo, M. Ramasco

5.1 Premessa

L'avvio del Progetto IFFI ha costituito per la Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte, attualmente dell'Arpa Piemonte¹, oltre che l'opportunità per una completa revisione dell'area tematica frane della propria Banca Dati Geologica, la possibilità di attuare strategie di coinvolgimento operativo e scambio di informazioni, sia all'interno, sia verso l'esterno con altri enti e istituzioni, allineandosi alle più recenti indicazioni normative in materia di trasparenza, snellimento e decentramento delle funzioni. Un processo già precedentemente iniziato, che aveva portato alla creazione di più strumenti (direttive tecniche, banca dati geologica, rete Rugar, ecc.) per consentire a tutti l'utilizzo e la visibilità delle informazioni.

La realizzazione di questo Progetto ha pertanto consentito di ampliare e approfondire contatti e metodologie di lavoro, avendo come obiettivo comune la conoscenza del territorio "fotografato" attraverso un inventario delle frane da mettersi a punto con una metodologia di lavoro che consentisse una omogenea rappresentazione e archiviazione delle principali caratteristiche di questi fenomeni e che ha suscitato l'interesse e la partecipazione di tutti i soggetti coinvolti.

La Direzione S.T.P. in 25 anni di attività in campo geologico ha costruito un notevole bagaglio di conoscenze che possono essere utilizzate da tutti coloro che operano a vario titolo sul territorio, non soltanto come dati già disponibili, ma soprattutto come esperienza professionale condivisibile e trasmissibile. Questa iniziativa è stata ben recepita dai vari soggetti istituzionali che hanno contribuito alla realizzazione del progetto, alcuni operando direttamente, altri fornendo collaborazione in termini di disponibilità di dati, le Province hanno utilizzato alcune loro risorse per poter operare secondo il sistema richiesto dal progetto e nell'ottica di collaborazione futura per la realizzazione del Sistema Informativo Geologico integrato tra ARPA Piemonte, Regione e Province, il CNR allineandosi alle indicazioni emerse dal Progetto Nazionale CARG.

5.2 Fasi di lavoro

Per la realizzazione del Progetto è stata messa a punto una struttura organizzativa che individua, nella persona del Dott. Geol. Manlio Ramasco, dirigente in staff ad alta professionalità del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche di Arpa Piemonte (di seguito riportato come SC22), il Responsabile Tecnico-Scientifico per la corretta esecuzione del progetto stesso.

Poiché l'SC22 esercita le proprie attività con competenze territoriali suddivise per aree corrispondenti ad aggregazioni di Territori Provinciali, il Responsabile del Progetto si è avvalso di una **Struttura Organizzativa costituita da tre Referenti Territoriali** con compiti di coordinamento e indirizzo delle attività sul territorio di propria competenza, rappresentati da tre Dirigenti Geologi della stessa Struttura, esperti di comprovata esperienza nel campo delle frane:

Dott. Geol. Ferruccio Forlati, Responsabile dell'SC22 di ARPA Piemonte referente per l'area Torino – Asti.

Dott. Geol. Manlio Ramasco, Dirigente in staff ad alta professionalità dell'SC22 referente per l'area Biella – Novara – Verbania – Vercelli.

Dott. Geol. Gianfranco Susella, Dirigente in staff ad alta professionalità dell'SC22 referente per l'area Alessandria – Cuneo.

¹ Con la L.R. n°28 del 20/11/2002 la Regione Piemonte ha soppresso la Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione e le funzioni a capo della direzione sono state trasferite alla direzione di Arpa Piemonte.

Questa organizzazione ha consentito di ottenere omogeneità di lavoro pur mantenendo separate le diverse situazioni lavorative (sede logistica, dati di base, personale, strumenti, ecc.).

Ogni **Referente Territoriale** ha individuato, per il proprio ambito di competenza, uno **Staff Tecnico-Operativo** costituito da Tecnici Funzionari della Direzione S.T.P., con esperienza nel campo della fotointerpretazione e rilevamento delle frane. Questo **Staff** ha costituito il **supporto tecnico operativo** alla **Struttura Organizzativa** con compiti specifici di gestione delle attività di raccolta e organizzazione di tutti i dati esistenti sulle frane, nonché di fotointerpretazione e rilevamento sulle aree di nuova indagine e di compilazione delle schede e informatizzazione dei dati raccolti. Data la vastità e complessità del territorio da indagare e il presunto elevato numero di fenomeni franosi da censire, si è ritenuto necessario integrare lo **Staff Tecnico-Operativo territoriale** con un certo numero di geologi esperti nel campo delle frane.

A tale scopo sono state bandite e assegnate 6 borse di studio, della durata di due anni ciascuna, per geologi che avessero esperienza nel campo della fotointerpretazione e del rilevamento sui fenomeni franosi e che dimostrassero altresì conoscenza degli strumenti informatici.

Gli staff tecnico-operativi, coordinati dal referente territoriale, hanno avuto il compito di:

- a) **interfacciarsi e organizzare il personale tecnico dei diversi enti** tenendo conto delle diverse situazioni lavorative (tecnici delle Province, Geologi dei Settori Prevenzione Territoriale di ARPA Piemonte, Rilevatori CARG).

Tenuto inoltre conto che è in atto un Progetto mirato a realizzare un Sistema Informativo Integrato tra Regione e Province, ogni Staff Tecnico-Operativo si è interfacciato con i tecnici degli Enti suddetti al fine di ottenere un quadro di conoscenze esaustivo ed omogeneo dell'intero territorio regionale (Figura 5.1).

L'adesione delle otto Province ha comportato la stesura di un "Protocollo d'intesa per la realizzazione del Sistema Informativo Geologico Integrato Regione-Provincia", al quale ha fatto seguito un Piano Operativo di Lavoro con l'indicazione delle aree sulle quali ogni Provincia intende realizzare una parte del progetto e successivamente integrare tali informazioni nel Sistema Informativo Regionale. I Tecnici Geologi dei Settori di Prevenzione Territoriale della Direzione S.T.P. sono stati interessati in quanto diretti conoscitori del territorio, i quali oltre a fornire dati di rilevamento da sopralluoghi, hanno avuto il compito di verificare e inserire i dati relativi ai comuni classificati di tipo A nei P.R.G.

Ai Tecnici Geologi, rilevatori dei Fogli Geologici per il Progetto CARG (F° Trino, Torino est, Cabella Ligure) è stato affidato il compito di censire i fenomeni franosi sulle aree di loro competenza secondo le direttive IFFI; tali dati sono stati poi inseriti, previo collaudo, nel database dal personale dello staff Tecnico-Operativo.

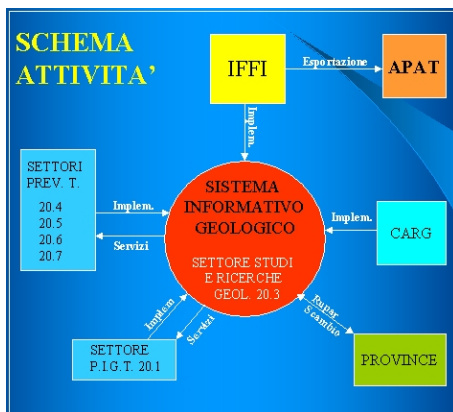


Figura 5.1 Soggetti correlati al Progetto IFFI.

- b) **rilevare direttamente i fenomeni franosi** utilizzando la metodologia definita nell'allegato tecnico e sulla guida alla compilazione della scheda, con una prevalente attività di fotointerpretazione seguita da verifiche e controlli di terreno.

- c) **confrontare i dati contenuti negli studi sul territorio** (PAI, Piano Paesistico, CARG, Allegati tecnico-geologici ai P.R.G. secondo indirizzi della 7 LAP, L. 267/98, ecc.) con i dati da fotointerpretazione.
- d) **affrontare le problematiche** che emergevano durante la fase attuativa del progetto e uniformare il più possibile la metodologia tramite continui scambi di informazione tra gli operatori nelle diverse aree. Questo obiettivo è stato raggiunto tramite riunioni a scadenze mensili tra i referenti di area per le indicazioni metodologiche e mediante riunioni collettive dei vari staff T-O per le problematiche più tecniche.
- e) **gestire la parte relativa alla normalizzazione dell'informatizzazione** che è stata curata dal CSI Piemonte, il quale ha affiancato lo Staff Tecnico-Operativo nella soluzione delle problematiche nella gestione dei programmi e nell'organizzazione dei dati da fornire ad APAT.

Per quanto riguarda la ripartizione delle attività sul territorio, le Province e i settori di prevenzione territoriale, sulla base delle loro disponibilità, hanno operato su un'area di loro competenza sulla quale hanno realizzato l'IFFI.

La figura seguente (Figura 5.2) mostra la suddivisione del territorio regionale su cui hanno lavorato le varie strutture.

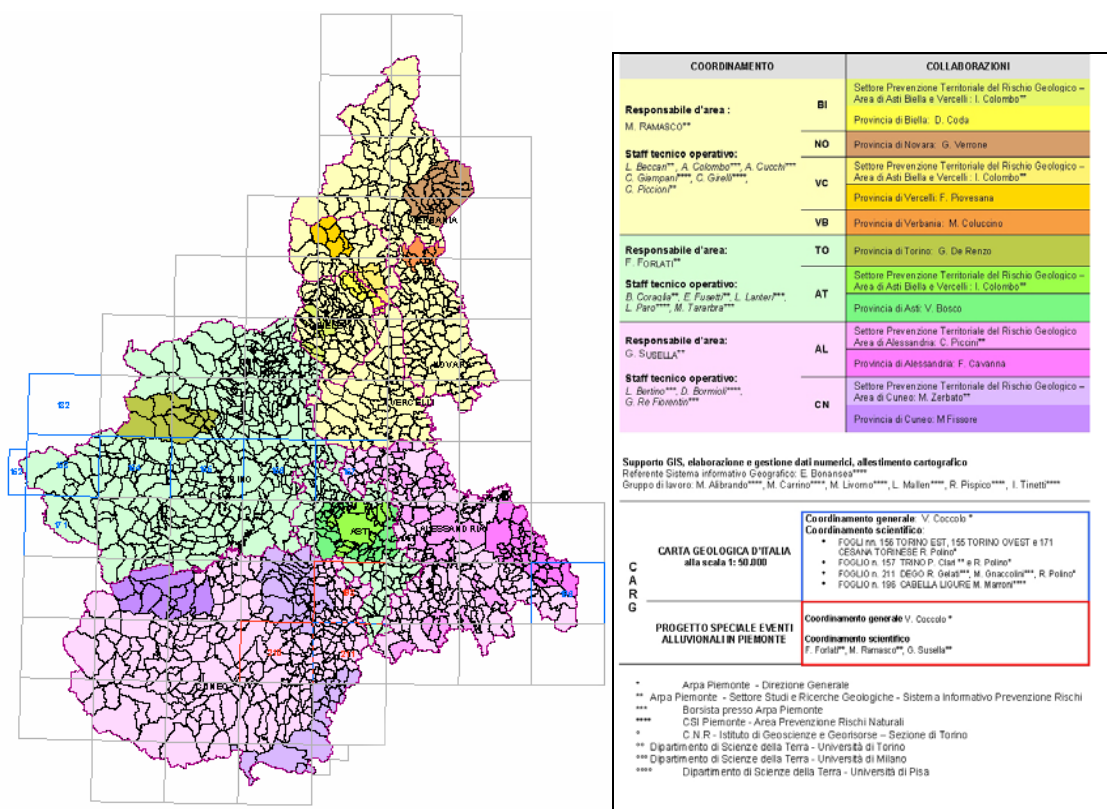


Figura 5.2 Suddivisione degli ambiti territoriali regionali in funzione dell'ente rilevatore e della struttura operativa di riferimento.

Le principali fasi del lavoro sono consistite in:

- presentazione del Progetto IFFI e coordinamento di tutti i soggetti interessati, tramite una serie di riunioni seguite da incontri tecnici specifici suddivisi per area;
- test del programma fornito dal SGN tramite l'inserimento di frane campione, che ha portato all'individuazione di diverse problematiche;
- realizzazione e stesura di due documenti aventi per obiettivo l'omogeneizzazione interpretativa dei fenomeni franosi; da una parte un documento sullo stato di attività al fine di ridurre al minimo la soggettività nell'interpretazione dello stato di attività delle frane con il metodo della fotointerpretazione; dall'altra un documento di transcodifica

utilizzato per adeguare le legende adottate per la realizzazione degli allegati tecnico geologici dei piani regolatori generali comunali alla classificazione internazionale sulle frane proposta da Cruden & Varnes (1996) adottata dal Progetto IFFI.

- Formazione del personale specializzato, a cura del personale tecnico dell'SC22, consistita in incontri formativi-informativi con *stage* di fotointerpretazione e rilevamento di terreno.
- Censimento e raccolta dati esistenti, sugli archivi della Banca Dati Regionale (dati storici e cartografici), del Progetto AVI, del Progetto SCAl, degli Studi relativi ai vari progetti Interreg, del PAI e dei PRG.
- Rilevamento tramite fotointerpretazione e verifiche di terreno di tutte le aree rappresentate secondo le direttive IFFI.
- Rappresentazione cartografica delle frane con programma ArcView® 3.3, che ha richiesto elaborazioni diverse, come meglio specificato sulla relazione tecnica, e compilazione schede database al 1° al 2° e al 3° livello.

5.3 Basi topografiche e ortofoto

Le basi topografiche utilizzate per la rappresentazione e la digitalizzazione dei fenomeni franosi sono: **Carta Tecnica Regionale**, alla scala 1:10.000, rappresentata in versione raster a densità 300 dpi, riferita al sistema UTM ED50, fuso 32, nel formato *.TIFF e *.DWG; **Carta Tecnica Regionale Numerica**, alla scala 1:10.000, nel formato grafico vettoriale *.DXF. Inoltre per favorire la rappresentazione dei dati, il C.S.I. – Piemonte ha fornito all' ARPA Piemonte le **Ortofoto** tratte dal volo AIMA del 1996, alla scala 1:10.000 in formato .SID, che coprono solo parte del territorio piemontese, lasciando scoperta la zona montana ed, in ultima fase di lavoro dopo il passaggio dell'intera struttura sotto ARPA Piemonte, il personale tecnico ha avuto a disposizione anche le **ortofoto IT2000** della CGR in formato *.TIFF; tali strumenti, congiuntamente alla Carta Tecnica Regionale, hanno costituito un supporto (a Video) essenziale per la precisa definizione delle geometrie elaborate, permettendo una scala di lavoro variabile tra 1:2.000 e 1:10.000.

5.4 Studi e censimenti precedenti

Al fine di uniformare i criteri di interpretazione e di definizione delle caratteristiche geometriche, tipologiche e dello stato di attività dei fenomeni franosi con l'uso di foto aeree, e per garantire omogeneità dei criteri nella fase di compilazione della "scheda frana", ARPA Piemonte ha ritenuto opportuno organizzare una serie di incontri con tutti gli operatori incaricati della realizzazione del Progetto IFFI. Durante tali incontri, tenutisi nei giorni 12/02/02, 25/03/02 e 29/03/02, si sono anche definiti criteri univoci per la risoluzione delle problematiche emerse nel periodo di formazione del personale.

In particolare, si è ribadito che le linee guida di riferimento per la realizzazione del progetto sono rappresentati dai seguenti documenti: Allegato Tecnico per l'attuazione del Progetto IFFI, versione 3.0, Allegato 1 – Guida alla compilazione della Scheda Frane IFFI, Allegato 2 – Il database cartografico e Allegato 3 – Il database alfanumerico.

Inoltre è stato redatto il documento "*Determinazione dello stato di attività dei fenomeni gravitativi nella scheda di 1° livello*", per uniformare ed omogeneizzare le interpretazioni sullo stato di attività nel caso si utilizzi il criterio geomorfologico-fotointerpretativo.

La metodologia di lavoro è stata condotta utilizzando **tre tipi di approcci**: raccolta ed analisi dei dati storici e d'archivio; investigazione del territorio tramite fotointerpretazione; rilevamento, controlli e verifiche sul terreno.

La raccolta e l'analisi dei dati storici, collezionati in diversi archivi, ha avuto come finalità quella di raccogliere, omogeneizzare e valorizzare le informazioni esistenti, pertanto risulta di primaria importanza la scelta delle fonti a cui attingere.

Il personale operativo si è basato principalmente sul precedente lavoro di studio e censimento dei fenomeni franosi (1), eseguito negli anni '80 su tutto il territorio regionale alla scala 1:100.000 e condotto utilizzando i medesimi approcci metodologici del Progetto IFFI; successivamente ha consultato cartografie geologico-tematiche redatte con criteri

sufficientemente omogenei, per cui i dati ottenuti sono stati tradotti ed utilizzati per la realizzazione del Progetto (2).

Inoltre il quadro di conoscenze è stato arricchito ed integrato dai dati storici degli archivi di proprietà dell' ARPA Piemonte.

A partire dai dati esistenti raccolti, sono state reinterpretate, mediante fotografie aeree di dettaglio e aggiornate, tutte le principali fenomenologie di instabilità conosciute, aggiungendo tutti i nuovi dati che sono stati man mano rilevati sia da fotointerpretazione che da rilevamento sul terreno. A questi si sono aggiunti i dati rilevati dalla Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione durante gli eventi meteorologici che hanno interessato il territorio piemontese negli ultimi 25 anni (Eventi alluvionali del Novembre 1968, Maggio ed Ottobre 1977, Agosto 1978, Settembre 1993, Novembre 1994, Luglio ed Ottobre 1996, Ottobre 2000).

In una fase successiva di lavoro sono state completate l'integrazione e il controllo dei fenomeni franosi censiti nel corso della realizzazione del Progetto SCAI (3), nelle relazioni dei piani di intervento urgente ai sensi della 267/98 (4) e negli Allegati Geologico-Tecnici ai Piani Regolatori Comunali redatti secondo le indicazioni della Circolare Regionale 7 Lap (5). Sono stati poi in ultimo inseriti una serie di dati significativi relativi a fenomeni franosi rilevanti reperiti in diversi studi professionali, operanti sul territorio piemontese, che hanno messo a disposizione i loro dati d'archivio.

Parte dei dati raccolti dalla Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione costituiscono già fonte bibliografica:

(1) Cartografia "Carta Censimento Fenomeni Franosi" Scala 1:100.000 Regione Piemonte - C.N.R. I.R.P.I. Torino, 1990.

(2) Carta "Instabilità idrogeologica in alta Valle Susa" Scala 1:25.000 Regione Piemonte, 1978.

Carta "Movimenti Gravitativi delle alte Valle Susa e Chisone" Scala 1:25.000 Regione Piemonte, 1992.

Carta "Gli scivolamenti planari nel territorio della Langhe piemontesi attivati durante l'evento del 4-6 Novembre 1994" Scala 1:10.000 Regione Piemonte, 1996.

Carta "Inventario dei fenomeni gravitativi e dei possibili scenari evolutivi nei bacini dell'alto Toce" Scala 1:25.000 regione Piemonte, 2000.

Carta "Processi di instabilità geologica sui versanti a seguito dell'evento 1994, con integrazione dei dati relativi all'evento del 1972" Fogli 193 Alba, 210 Fossano, 211 Deigo". Regione Piemonte, Progetto CARG.

Cartografie relative a "Processi di instabilità" per settori delle Valli Belbo, Bormida e Susa, Progetto Interreg IIC Scala 1:10.000 e delimitate aree a scala 1:5.000.

Analisi approfondita di alcune frane in "Rischi generati da grandi movimenti franosi" Programma Interreg 1996. Regione Piemonte – Università Joseph Fourier, Grenoble.

(3) Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi (SCAI) (ai sensi della L.445/1908 e seg.) Regione Piemonte, GNDCl, 1994.

(4) Perimetrazioni derivanti dall'applicazione del Piano Stralcio Idrogeologico (ex legge 267/98).

(5) Allegati tecnici e successiva istruttoria dei competenti uffici regionali, per i comuni sui quali è stata richiesta applicazione dei disposti dell'articolo 9bis della L.R. 56/77/7/LAP.

In tutte le aree rimanenti, dove non sono stati eseguiti approfondimenti di carattere generale o su singoli fenomeni franosi, **è stato necessario effettuare una rilettura di tutte le conoscenze di base**, adottando scale di lavoro variabili (1:10.000 – 1:25.000) a seconda delle caratteristiche delle aree indagate, prestando ovviamente attenzione ad eventuali cambiamenti sopraggiunti in questi ultimi 20 anni di evoluzione dei versanti e utilizzando al meglio gli aggiornamenti tecnici e metodologici acquisiti in questo periodo.

Tale rilettura è stata condotta, a partire dai dati esistenti alla scala 1:100.000, reinterpretando con fotografie aeree di dettaglio e aggiornate (volo Alluvione Piemonte 2000) tutte le principali fenomenologie di instabilità conosciute e aggiungendo a questo stato di conoscenze tutti i nuovi

dati che sono stati di volta in volta rilevati, sia da fotointerpretazione, che da rilevamento sul terreno.

5.5 Inquadramento geologico regionale

Le Alpi Piemontesi costituiscono l'intero settore occidentale dell'Arco Alpino (Marittime, Cozie, Graie, Pennine) di cui fanno parte, insieme alla Valle d'Aosta, i massicci e le altitudini medie più rilevanti, con vette oltre i 3.000 e 4.000 metri, una percentuale più elevata rispetto alle Alpi Lombarde e Venete.

Un carattere particolare ed unico della barriera alpina piemontese è dato dalla dissimetria del versante italiano, molto ridotto in profondità (30 km) rispetto a quello franco-svizzero, esteso mediamente su di una fascia di 150 km; se a ciò si aggiunge la notevole altitudine media della linea spartiacque, materializzata dal confine di Stato, ne consegue una notevole acclività del lato piemontese rispetto ai lunghi e più dolci versanti franco-svizzeri.

Nella struttura delle Alpi, risultato del grande e lento processo orogenetico alpino, si riconosce una sovrapposizione di scaglie e falde di ricoprimento, di dimensioni assai diverse, avvenuta in un lasso di tempo iniziato nel Cretaceo e tuttora perdurante.

Lo studio delle successioni sedimentarie delle falde alpine ha consentito di distinguere alcune principali province paleogeografiche nelle quali si sedimentarono sequenze litologiche differenziate al di sopra di uno zoccolo cristallino. Avendo subito l'azione dell'Orogenesi Alpina, questa associazione basamento-copertura non ha conservato la sua originaria posizione: ora forma fasce arcuate che si susseguono abbastanza regolarmente dall'interno all'esterno della catena. Procedendo da Ovest verso Est, si rileva una successione paleogeografica corrispondente ad un passaggio dalle unità più elevate a livelli crostali più profondi dell'edificio a falde.

Classicamente vengono distinti i seguenti domini paleogeografici:

- Dominio Delfinese-Elvetico;
- Dominio Pennidico;
- Dominio Sudalpino.

In tutti e tre i Domini è possibile individuare unità costituite da un basamento cristallino (zoccolo) ed una copertura sedimentaria più o meno metamorfici. Di norma il basamento è costituito da gneiss a composizione granitoidale, prevalentemente di età ercinica o più antica, e da sedimenti tardo-paleozoici, raramente metamorfici, che ad essi talvolta si accompagnano. La copertura è costituita da una vasta gamma di rocce, di età compresa dal Permo-Trias all'Oligocene. Zoccolo e copertura hanno proprietà meccaniche diverse e sono per lo più divisi da uno o più livelli di scollamento che li rendono indipendenti l'uno dall'altra in senso tettonico. Il livello di scollamento è costituito generalmente dalle evaporiti e brecce carbonatiche-dolomitiche ("*Carniole auctorum*"), appartenenti al Trias inferiore (nella facies Brianzonese) o al Trias superiore (nel Sub-brianzonese), che collocate alla base della serie sedimentaria, a causa delle loro caratteristiche fisiche, hanno facilitato lo scollamento e lo scivolamento, fungendo da lubrificanti tettonici lungo la superficie d'attrito.

La zona collinare è costituita essenzialmente da rocce sedimentarie appartenenti al "Bacino Terziario Piemontese" ed è contraddistinta, in particolare nella porzione meridionale, da caratteristiche morfologie, quali la singolare asimmetria che spesso mostrano le valli, dovuta alla giacitura degli strati (a reggiopoggio in un versante e a franapoggio nell'altro, Langhe s.s.) o la significativa presenza di forme calanchive, che evidenziano un'attività erosiva molto intensa a spese di materiali terrosi.

I primi depositi marini post-orogeni e trasgressivi della zona collinare sono riferibili all'Eocene superiore ed all'Oligocene. I termini eocenici affiorano in vaste aree nel Monferrato e nella Collina di Torino, ove costituiscono il nucleo di strutture anticlinali, delimitanti, verso Nord, i termini del Bacino Terziario.

La zona di pianura è costituita in superficie da depositi prevalentemente continentali del Pleistocene medio-superiore e dell'Olocene, soprattutto di origine fluviale, glaciale e fluvio-glaciale. Lo spessore dei depositi villafranchiani, che nella parte meridionale del settore cuneese ha una potenza di oltre 150 m, mentre nell'area vercellese-novarese raggiunge

spessori di 30-50 m, è in diretto rapporto con la situazione morfostrutturale del substrato roccioso. I rilievi collinari isolano verso Sud un braccio di alta pianura, "l'altopiano cuneese", che corrisponde ad un presunto antico andamento pleistocenico del Po, con i margini meridionali situati ad altezze superiori ai 500 m (Cuneo 534 m).

A Nord si sviluppa un'altra zona pianeggiante, compresa fra l'alveo della Dora Riparia e quello del Ticino, con un'ampiezza che aumenta a mano a mano che si procede dall'anfiteatro morenico d'Ivrea verso Est, raggiungendo la massima estensione nel Novarese e nella Lomellina.

In tale ambiente sono localmente identificabili morfologie con "alti terrazzi", a scarsa antropizzazione, ma importanti nell'ottica della stabilità dei pendii, caratterizzati da alte ed estese scarpate.

Esiste in ultimo un particolare soggetto del quale occorre citare l'esistenza se non per l'importanza areale almeno per le caratteristiche di stabilità dei pendii: si tratta dei **depositi morenici**. Questi depositi, diffusamente presenti sui versanti nei settori medio alti dei bacini, raggiungono una definizione notevole negli apparati morenici presenti allo sbocco delle principali vallate. In particolare negli anfiteatri morenici di Rivoli e di Ivrea tali depositi occupano settori importanti del territorio tanto da configurarsi come veri e propri ambienti morfologici caratterizzati da importanti rilievi di tipo collinare.

5.6 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali

Il territorio piemontese, dal punto di vista geomorfologico, è divisibile in tre vaste regioni disposte in forma semiconcentrica (Figura 5.3): all'esterno, la cerchia montuosa (Alpi Occidentali ed Appennino) bordata all'interno dall'area di pianura e, in posizione centrale, una vasta zona collinare (Monferrato e Langhe).

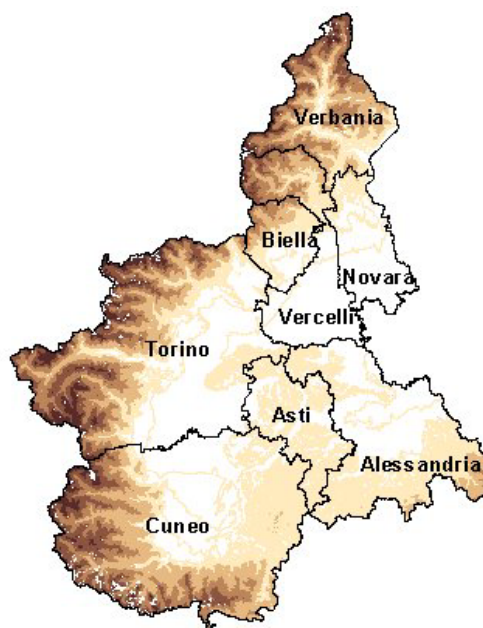


Figura 5.3 Regioni geomorfologiche del territorio piemontese.

Il territorio montano è di gran lunga il più esteso ed occupa 12.380 km², cioè il 48,7% dell'intera superficie regionale; le Alpi Occidentali formano infatti una grande fascia arcuata, larga in media da 150 a 300 km, che si estende per più di 400 km dal Passo del Sempione, a Nord, dove si collega con le Alpi Centrali, alla linea tettonica Sestri-Voltaggio, a Sud-Est, che tradizionalmente si assume come limite Alpi-Appennini.

La zona collinare si estende per 6.570 km² (25,9%), occupando la parte sud-orientale del territorio piemontese: ne fanno parte la Collina di Torino, il Monferrato, che si collega alla

precedente senza soluzione di continuità, e a Sud, oltrepassando il corso del Fiume Tanaro, l'area delle Langhe.

Mentre la pianura piemontese si estende per circa 9.900 km² (33%) ed occupa un'area compresa tra il piede delle Alpi e le colline del Monferrato e delle Langhe. In particolare l'area di indagine (montuoso-collinare) rappresenta il 67% dell'intero territorio regionale.

5.7 Uso del suolo

Le pressioni sul suolo derivano dalla concentrazione della popolazione e delle attività in aree localizzate, dalle attività economiche, dai cambiamenti climatici e dalle variazioni di uso del suolo.

Se il sistema di coltivazione è quello che maggiormente influisce sulla qualità del suolo nelle aree agricole, l'incremento dei consumi e del settore industriale ha contribuito ad aumentare il numero delle potenziali sorgenti di contaminazione, quali gli impianti di smaltimento dei rifiuti, la produzione di energia ed i trasporti, soprattutto nelle aree a forte urbanizzazione.

L'azione combinata di queste attività influenza la qualità dei suoli e ne limita molte importanti funzioni, inclusa la capacità di rimuovere i contaminanti dall'ambiente attraverso i processi di filtrazione e adsorbimento. Proprio questa capacità, assieme alla resilienza del suolo, cioè alla sua capacità di reagire agli influssi esterni, fanno sì che spesso i danni al suolo vengano evidenziati solo quando sono in stato molto avanzato, a volte molto vicini alla fase di non reversibilità.

I maggiori problemi che interessano i suoli piemontesi e italiani sono simili, pur nella particolarità e nella grande eterogeneità del nostro territorio, a quelli europei: l'erosione, soprattutto idrica, la contaminazione locale e diffusa, la perdita di suolo per impermeabilizzazione, la compattazione superficiale e profonda dovuta all'uso di mezzi meccanici, la perdita di sostanza organica, la diminuzione della biodiversità, la salinizzazione, il rischio idrogeologico evidenziato dalle frane e dalle inondazioni.

Considerando la superficie totale del Piemonte, pari a 26.830 Km², si rileva che la categoria di uso del suolo più diffusa è rappresentata dalle zone boscate che occupano il 25% della superficie regionale; seguono le zone agricole eterogenee con il 21%. Degni di nota sono le zone a vegetazione arbustiva ed erbacea con il 16% del territorio regionale e i terreni seminativi con il 19%. Occupano, invece, superfici molto minori: le zone aperte con vegetazione rada o assente, collinari e montane, che interessano il 7% del Piemonte; le colture permanenti con il 2% circa; i prati stabili con il 2%; le aree urbanizzate con il 3%. I restanti tipi cartografati (zone industriali, commerciali e reti di comunicazione, zone estrattive, discariche e cantieri, zone verdi artificiali non agricole, zone umide interne, acque continentali) nel loro insieme raggiungono appena l'1% della superficie regionale.

Raggruppando i tipi cartografati su base ecologico-paesaggistica si rilevano i seguenti valori.

Paesaggio naturale: 43%, costituito da boschi, praterie primarie, vegetazione idrofita e pareti rocciose.

Paesaggio seminaturale: 8%, formato da arbusteti, praterie secondarie (compresi i rimboschimenti), vegetazione delle praterie umide e torbose con gli aggruppamenti elfitici.

Paesaggio antropico: 49%, rappresentato da campi, oliveti, vigneti, aree urbanizzate ed aree con vegetazione scarsa o nulla.

Inoltre, l'esame del Corine Land Cover 2000 evidenzia come le suddette categorie non sono distribuite in maniera omogenea nel territorio regionale ma presentano una diffusione strettamente connessa con le caratteristiche geomorfologiche ed altitudinali del territorio. Si può infatti rilevare come i paesaggi naturale e seminaturale prevalgono nettamente lungo le dorsali montuose, mentre sui rilievi collinari si ha una sostanziale equivalenza tra il paesaggio naturale e quello antropico. Solo in corrispondenza delle pianure fluvio-lacustri prevale nettamente il paesaggio antropico che ha quasi completamente sostituito i paesaggi naturale e seminaturale (qui presenti solo con superfici attorno all'1%).

5.8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale

5.8.1 Metodologia di rilevamento dei fenomeni franosi

Come già accennato, la fotointerpretazione rappresenta lo strumento più idoneo per controllare, completare ed aggiornare i dati pregressi raccolti; essa permette di riconoscere e definire le geometrie dei corpi di frana, di definire la tipologia del movimento e lo stato di attività del fenomeno franoso.

Nella prima fase dell'indagine fotointerpretativa è stato utilizzato un volo di alta quota (volo Regione Piemonte 1991) che ha permesso di inquadrare le fenomenologie di instabilità, soprattutto i grandi fenomeni franosi, nel contesto geologico e morfologico della zona indagata. Per necessità di maggior dettaglio, in riferimento alla determinazione dei limiti e delle caratteristiche geometriche e strutturali delle masse dislocate, si è fatto riferimento (Tabella 5.1) al volo Ferretti 1978 e, a seconda delle disponibilità, ai voli 1970, 1968, 1994 e 2000, utilizzando questi ultimi tre per aggiornare i fenomeni attivatisi durante tali eventi.

Tabella 5.1 Riepilogo dei voli aerei consultati.

Volo Aereo	Anno	Scala
Volo G.A.I.	1954	1:33.000
Alluvione68	1968	1:20.000
I.G.M.	1970	1:20.000
C.G.R.	1978	1:13.500
Alluvione 1987	1987	1:14.000
Reg. Piemonte	1991	1:37.500
Alluvione 1994	1994	1:20.000
Alluvione 2000	2000	1:15.000
Voli provinciali	variabile	variabile

Si sono definite le linee guida per uniformare il più possibile le attività dei vari soggetti incaricati del rilevamento e della fotointerpretazione. Infatti, per quanto riguarda la definizione dello **stato di attività** di un movimento gravitativo mediante fotointerpretazione, ci si è attenuti rigorosamente alle indicazioni dell'Allegato 1 – "Guida alla compilazione della Scheda Frane IFFI, versione 2.33" e del documento "Determinazione dello stato di attività dei fenomeni gravitativi nella scheda di 1° livello", appositamente redatto per uniformare ed omogeneizzare le interpretazioni sullo stato di attività utilizzando il criterio geomorfologico. Più in particolare è emerso che nel caso in cui si avevano a disposizione dati inerenti lo stato di attività del fenomeno franoso del quale non si riusciva ad avere un riscontro nella fotointerpretazione, si sarebbero dovuti utilizzare tali dati inserendo nel metodo di valutazione la voce DATO STORICO/ARCHIVIO; nel caso in cui erano disponibili sia la fotointerpretazione sia un dato di archivio affidabile, lo stato di attività avrebbe dovuto far riferimento all'informazione più recente; nel caso in cui non si avevano dati a disposizione ma il fenomeno era rilevabile solo da fotointerpretazione lo stato di attività si sarebbe basato sul criterio geomorfologico. Inoltre, quando i fenomeni franosi cartografati su lavori precedenti (vedi paragrafo 5.4) non avevano riscontro all'analisi fotointerpretativa, si sarebbe dovuta condurre una valutazione approfondita utilizzando più voli della stessa area. Se anche dopo questa indagine i fenomeni non fossero stati individuati, i dati sarebbero stati eliminati.

Dato l'elevatissimo numero di fenomeni franosi che sono stati rilevati, il metodo della fotointerpretazione si è dimostrato particolarmente indicato ed efficace. Durante l'attuazione del progetto e soprattutto nella prima fase di taratura della metodologia di lavoro e di training del personale preposto alle fotointerpretazioni si sono dimostrati di notevole validità alcuni sopralluoghi sia in aree dove i fenomeni presenti erano già stati studiati e rilevati dallo staff tecnico operativo sia in zone dove non esistevano dati o documenti pregressi. Tali sopralluoghi, preceduti da un'analisi fotointerpretativa fatta da ogni singolo operatore, hanno dato luogo a dei costruttivi confronti sulla possibile interpretazione del fenomeno e l'univoca classificazione in

relazione alle direttive IFFI. Oltre che ad essere utilizzate per la fase di taratura appena descritta le verifiche di terreno si sono rese indispensabili per quei fenomeni franosi che hanno avuto necessità di approfondimenti per motivi di evidente pericolosità e rischio (per esempio le aree prospicienti il fondo valle insistenti sui centri abitati o sulle vie di comunicazione) e/o per motivi di incertezza di interpretazione (ad esempio le aree coperte da una folta vegetazione). Inoltre si sono sistematicamente rilevati sul terreno i fenomeni franosi la cui analisi di dettaglio ha portato alla compilazione della scheda di II e III livello del DB Frane.

I sopralluoghi effettuati hanno messo in luce l'effettiva positività dell'approccio fotointerpretativo che nella maggior parte dei casi si è rilevato del tutto sufficiente per la compilazione dei campi obbligatori relativi alle schede al II livello; il rilevamento di terreno è servito essenzialmente per una verifica di quello che si era già interpretato e per una maggiore raccolta di dati per meglio descrivere il fenomeno, compilando le parti facoltative della scheda IFFI al II livello.

Un caso a parte è rappresentato dagli studi specifici a scala di dettaglio condotti dai rilevatori della Carta Geologica (Fogli Cabella Ligure, Torino Est, Torino Ovest, Trino, Cesana, Fossano, Alba), ai quali è stato richiesto di rilevare anche i fenomeni franosi secondo le specifiche IFFI. I dati rilevati sono stati poi oggetto di parziale verifica da parte dello Staff Tecnico.

Lo Staff Tecnico-Operativo dell'SC22 ha cooperato con i vari soggetti coinvolti nel Progetto IFFI:

- Settori di Prevenzione Territoriale della Regione Piemonte;
- Province;
- Rilevatori CARG - Geologico;
- Rilevatori CARG - Progetto Speciale Eventi Alluvionali in Piemonte.

I tecnici geologi dei Settori di Prevenzione Territoriale (Direzione S.T.P. - 20.4 con sede ad Asti; 20.6 con sede a Cuneo; 20.7 con sede ad Alessandria) sono stati interessati in quanto diretti conoscitori del territorio e hanno verificato ed inserito i dati ricadenti nei comuni di classe A. Il loro lavoro si è svolto sempre in stretto contatto con lo Staff Tecnico-Operativo, sia nelle prime fasi di formazione del personale, consistita in incontri formativi-informativi con *stage* di fotointerpretazione e rilevamento di terreno, sia durante le fasi di informatizzazione che di verifica dei dati ottenuti. I geologi delle 8 Province (Alessandria, Asti, Biella, Cuneo, Novara, Torino, Vercelli) che hanno sottoscritto il citato "protocollo d'intesa", hanno rilevato aree ricadenti nei vari territori provinciali in misura variabile a seconda della disponibilità di personale e strumenti. Anche con loro si sono svolti degli incontri formativi-informativi per la definizione degli standard di lavoro. Durante lo svolgimento del progetto si sono svolti dei meeting per verificare lo stato d'avanzamento dei lavori e le problematiche riscontrate. Al termine del lavoro svolto si sono effettuate delle riunioni conclusive per la consegna dei dati elaborati accompagnati da relazioni tecniche sull'operato. Tali dati sono stati verificati ed eventualmente corretti dallo Staff Tecnico-Operativo in collaborazione con i geologi delle Province, responsabili dell'informatizzazione dei dati.

Per quanto riguarda i **Fogli Geologici 155- "Torino Ovest", 156- Torino Est, 171- "Cesana Torinese", parte del Foglio 172- "Trino"** i dati sono stati consegnati dai rilevatori CARG secondo le direttive IFFI (schede al I livello). Lo Staff Tecnico-Operativo li ha validati, dove necessario ha completato le informazioni mancanti (PIFF e direzioni) e per alcuni fenomeni franosi ne ha implementato le conoscenze (scheda al II livello). Per alcuni limitati **settori del Foglio Trino** si è provveduto ad una parziale reinterpretazione dei dissesti da parte dello Staff Tecnico-Operativo. Per quanto riguarda il **Foglio 196- "Cabella Ligure"** sono state fornite unicamente le geometrie di frana e schede cartacee compilate al I° livello: lo Staff Tecnico-Operativo ha provveduto al controllo, alla validazione ed all'informatizzazione del dato.

I rilevatori CARG - Progetto Speciale Eventi Alluvionali in Piemonte (**Foglio 210 "Fossano", Foglio 211 "Deogo", e Foglio 193 "Alba"**), attraverso studio fotointerpretativo condotto su riprese di epoca diversa, hanno rilevato (oltre agli usuali movimenti gravitativi recenti o pregressi) dei "settori" nei quali, pur non essendo possibile individuare singoli fenomeni gravitativi, si riconoscono indizi morfologici quali fessurazioni, ondulazioni, zone umide, ecc. che denotano un'evoluzione riconducibile a fenomeni gravitativi. Per uniformarsi allo standard IFFI, lo Staff Tecnico-Operativo ha convertito i "settori" in frane poligonali con tipologia di movimento

"scivolamento rotazionale/traslativo" e data di attività "non determinata". In considerazione dell'entità dell'evento e della qualità e quantità dei dati disponibili, le frane di tipo planare occorse nell'evento alluvionale del 1994 sono state inserite come geometrie poligonali. Per standardizzare i dati e per evitare copiose ridondanze, le frane poligonali pregresse all'evento 1994 sono invece state inserite come frane puntuali.

5.8.2 Implementazione del Sistema Informativo IFFI

Realizzazione della banca dati cartografica

Per agevolare la gestione interna delle informazioni geografiche, l'ARPA Piemonte ha utilizzato un dataset organizzato in modo differente da quello proposto nell'"Allegato Tecnico per la realizzazione del Progetto IFFI". Questa scelta si è resa necessaria per permettere una più agevole integrazione tra i dati IFFI ed il Sistema Informativo Geologico dell'ARPA Piemonte; grazie a tale struttura è stato inoltre possibile utilizzare alcuni strumenti informatici che facilitassero la digitalizzazione, l'inserimento e la verifica delle informazioni rilevate. I due dataset differiscono tra loro principalmente per i diversi vincoli topologici assegnati: mentre la struttura IFFI non permette di sovrapporre poligoni diversi all'interno dello stesso livello la struttura utilizzata dall'ARPA Piemonte non pone alcun vincolo. Inoltre tutte le informazioni presenti nello strato informativo IFFI sono state distribuite sui diversi layer della nuova struttura. La base dati è stata riallineata con la struttura richiesta dal Servizio Geologico Nazionale, attenendosi alle specifiche riportate nel capitolo 4 dell'"Allegato Tecnico per la realizzazione del Progetto IFFI" e successive modifiche, in seguito all'accodamento ed alla validazione di tutta la base dati. La struttura utilizzata e gli strumenti informatici realizzati da ARPA Piemonte hanno facilitato notevolmente il lavoro di acquisizione delle informazioni geografiche e hanno permesso l'implementazione di funzioni di controllo, limitando al massimo la possibilità di errori. In particolare l'ARPA Piemonte ha realizzato due estensioni di ArcView:

La prima, denominata **Utools2** (Figura 5.4), consente di compilare le informazioni descrittive a corredo delle entità cartografate mediante un'interfaccia utente facilitata. E' così possibile inserire i dati in modo guidato: la maschera permette di compilare gli attributi in modo rapido e con una notevole riduzione dell'errore da parte dell'operatore, che può scegliere le informazioni da una tendina a campi chiusi. Tutte le informazioni presenti nei diversi livelli rimangono collegate tra loro mediante l'ID-Frana. E' inoltre possibile eseguire operazioni di modifica su più record mediante lo strumento "calcolatrice".

La seconda estensione, denominata **IFFITools** (Figura 5.5), permette di verificare l'editing geometrico segnalando errori quali le sovrapposizioni di *feature*, i potenziali errori di digitalizzazione (fiocchi o buchi), la presenza di codici doppi o geometrie doppie e i poligoni con tre vertici, nonché la correttezza dei vincoli topologici tra i vari livelli, come ad esempio frane senza PIFF e direzione o direzione e PIFF non completamente contenute nel poligono.

Shape	Idfrana	Tipo	Tipopol	Note	Sigla	Subindice	Area	Retino
Polygon	10020000	1	0		BOBB026.00	0	12180.451	0
Polygon	10019700	1	0		BOBB025.00	0	16178.746	0
Polygon	10019800	9	0		BOBB070.00	0	29389.608	0
Polygon	10020500	5	0		BOBB031.00	0	56447.796	0
Polygon	0	9	1		BOBB097.00	0	17636.109	0

Figura 5.4 Esempio di maschera di compilazione degli attributi. I campi numerici sono sostituiti dalla relativa decodifica.

E' inoltre possibile, partendo dalle informazioni tabellari e dai dati cartografici di base, generare in automatico le entità geografiche quali PIFF e Direzione. Mediante un algoritmo che interseca i poligoni con la base topografica vettoriale e riconosce il punto medio dell'isoipsa di quota più elevata all'interno dell'area in frana è stato generato automaticamente il PIFF (Figura 5.6). L'algoritmo si è rivelato di notevole utilità: eseguendo un'analisi a campione su circa 400 geometrie il posizionamento automatico del PIFF coincide con il posizionamento manuale effettuato dall'operatore (basato sulle specifiche IFFI) con uno scarto massimo di quota di 2,5 m per l'80% dei casi, per il restante 20% lo scarto era maggiore. Per queste ultime geometrie si è dovuto modificare l'ubicazione del punto PIFF manualmente, ma si è visto che in ogni caso, il tempo impiegato era notevolmente inferiore in quanto le informazioni associate al PIFF risultavano già compilate in automatico.

La stessa metodologia è stata utilizzata per la creazione delle linee di direzione. Queste ultime sono state generate unendo tutti i punti mediani delle porzioni di isoipse interne ai fenomeni franosi. Quest'operazione richiede comunque in molti casi la correzione manuale della geometria: in circa il 40% dei casi la direzione creata dall'algoritmo risulta eccessivamente discontinua e graficamente "brutta". Anche in questo caso però le modifiche da apportare erano solo grafiche senza dover compilare le informazioni associate, quali l'ID-Frana, che erano automaticamente congrue agli altri livelli.

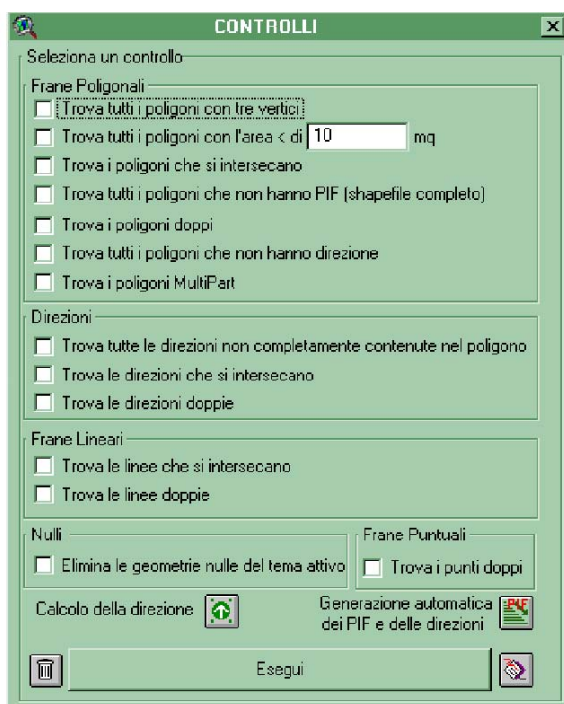


Figura 5.5 Maschera di dialogo principale dell'estensione IFFI-Tools.

È presente anche un comando per la compilazione automatica del campo direzione di movimento nel punto sommitale. Questo valore viene calcolato considerando l'angolo rispetto al nord della retta generata dal primo e dall'ultimo punto del vettore direzione selezionato. Oltre alle funzioni sopraccitate gli IFFITools permettono di eseguire una serie di controlli sulle geometrie editate. Questi controlli sono risultati efficaci e facilmente utilizzabili da tutti i rilevatori grazie alla semplicità dell'interfaccia utente. Gli eventuali errori riscontrati vengono riportati in uno shapefile, denominato "chk_IIFFI", e segnalati di volta in volta da una finestra di dialogo. I punti dello shapefile indicano dove è stata trovata una potenziale situazione di errore. Tutti i controlli sull'editing delle geometrie, così come i comandi di generazione automatica dei dati e la descrizione dei layer, sono riportati nell'allegato esplicativo "Manuale d'uso delle estensioni IFFITOOLS e UTOOLS2".

L'estensione **IFFI-Comuni**, realizzata dall'ARPA Piemonte, permette infine di verificare che le informazioni indicate nel database alfanumerico, relativamente al Comune ed alla sezione CTR,

corrispondano con l'effettiva ubicazione geografica del PIFF. Anche in questo caso maggiori informazioni sono riportate nel "Manuale d'uso" allegato.

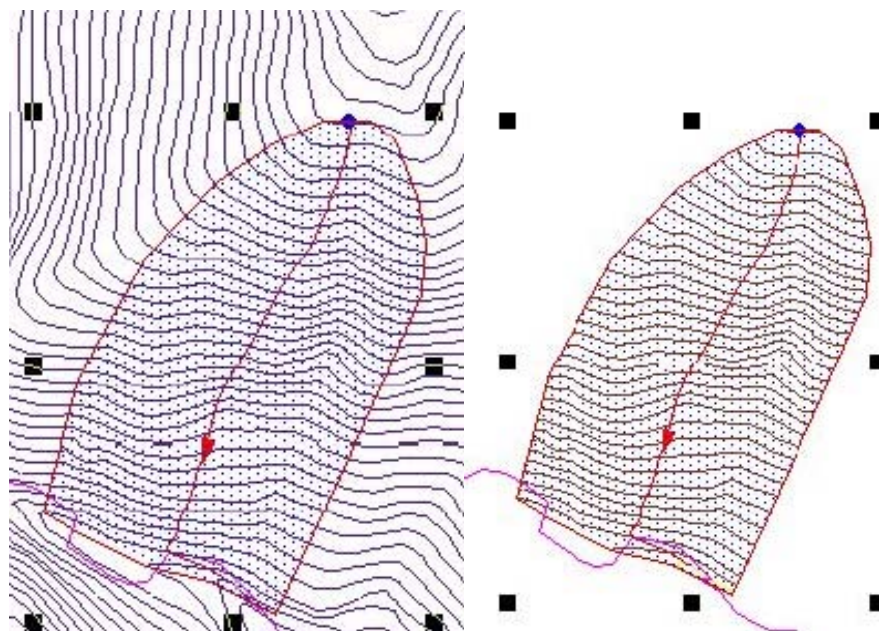


Figura 5.6 Esempio delle operazioni eseguite dagli IFFITOOLS.

Implementazione del database alfanumerico

Per l'informatizzazione delle schede descrittive delle frane è stato utilizzato l'applicativo Access fornito dal SGN (DB-Frane versione 2.34), come richiesto dalle specifiche del progetto. Sono state utilizzate le diverse possibilità di configurazione: le tre sedi del Settore S.R.G - S.I.P.R. hanno scelto l'installazione in rete (caso 2), come consigliato dal Servizio Geologico Nazionale, mentre in base alla distribuzione degli enti e dei rilevatori nei diversi ambiti provinciali e alla valutazione delle aree di rilevamento di competenza, si è proceduto ad una suddivisione dei range di codici identificativi per l'installazione in locale (caso 3). Questa suddivisione ha permesso di semplificare la gestione del processo di accodamento dei dati. In particolare, la distribuzione dei range è stata così articolata:

Codici da 00000 a 39999: rilevatori del Settore 20.3

Codici da 40000 a 49999: rilevatori dei Settori di Prevenzione Territoriale

Codici da 50000 a 59999: rilevatori delle Province

Codici da 60000 a 69999: rilevatori del Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici

Codici da 70000 a 99999: eventuali nuovi rilevatori CARG ed altri Enti attualmente non previsti

Anche per la base dati alfanumerica è stato realizzato un applicativo, denominato **Controllo DB 2.0** (Figura 5.7), che ha permesso la verifica della coerenza logica, della correttezza e della completezza delle informazioni inserite. L'applicativo, realizzato in VBA (Visual Basic Access 2000), utilizza sia i dati presenti nelle tabelle del database IFFI (DB-Frane 2.34) sia quelli presenti nella struttura della base dati geografica dell'ARPA Piemonte (shapefile del database cartografico). Gli errori riscontrati vengono segnalati con opportune finestre di dialogo in modo da consentire al rilevatore stesso di verificare, ed eventualmente correggere, le incongruenze indicate: la scelta finale sulla correttezza o meno del dato inserito è quindi lasciata all'operatore stesso, evitando che l'applicativo modifichi le informazioni presenti nella base dati.

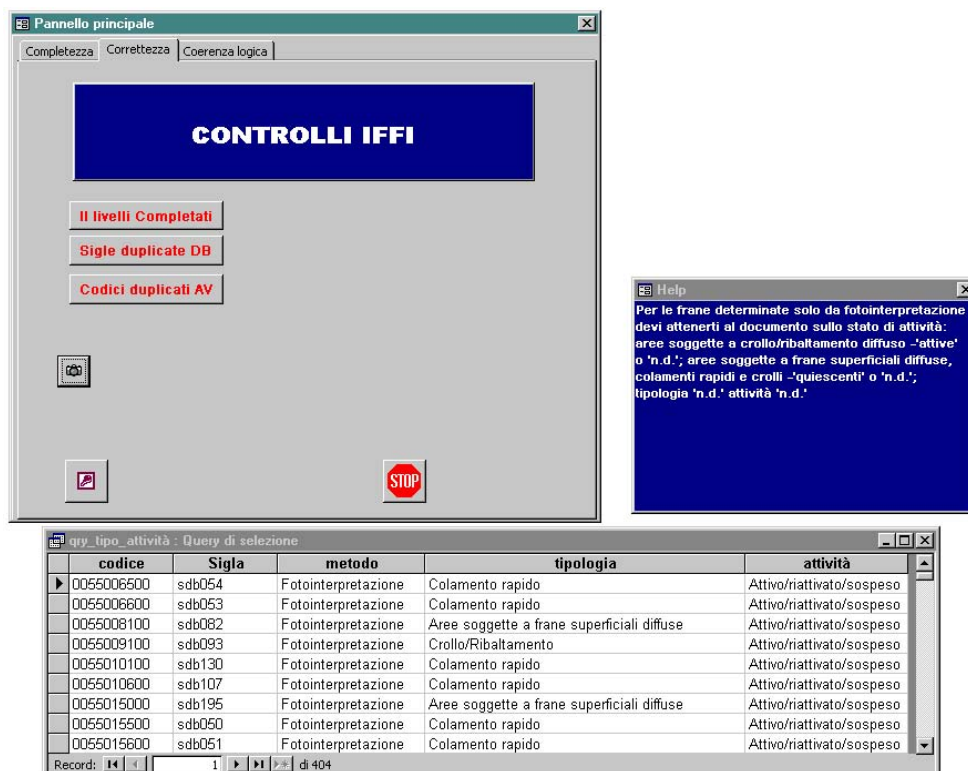


Figura 5.7 Esempio delle operazioni eseguite dall'applicativo Controllo DB.

Come già accennato in precedenza sono stati implementati tre diversi tipi di controllo:

Verifica della completezza del dato: viene verificato che ad ogni frana inserita nel database cartografico corrisponda una ed una sola scheda descrittiva nel database alfanumerico, e viceversa. E' possibile eseguire il controllo sia sull'ID-Frana che sulla Sigla.

Verifica della correttezza del dato: viene verificato che le Sigle e gli ID-Frana siano univoci sia per la componente alfanumerica sia per quella geografica, che ci sia corrispondenza tra le tipologie di frana indicate nelle due componenti, e che gli allegati iconografici e le informazioni sul volo aereo siano presenti e compilati correttamente.

Verifica della coerenza logica del dato: sono stati implementati alcuni controlli che verificano il rispetto di alcune relazioni logiche tra le diverse informazioni inserite, ad esempio: quando viene indicato lo stato di attività è necessario che sia specificata la data a cui ci si riferisce o, che se viene indicato come metodo di valutazione "dato storico/archivio" deve essere riportata nel campo "bibliografia" la fonte consultata.

Accodamento della base dati e attività di controllo

L'elevato numero di enti e di rilevatori coinvolti, la mole di dati prodotti e la durata complessiva del progetto hanno richiesto oltre ad una precisa calendarizzazione delle forniture in corso d'opera, la definizione di regole di consegna dei dati (formati, nomi dei file, modalità di trasmissione ecc.) e l'implementazione di una rigorosa procedura di validazione delle informazioni che limitasse al massimo la possibilità di errore.

Periodicamente tutti i dati consolidati (alfanumerici e geografici) prodotti dai singoli enti-rilevatori sono stati centralizzati, validati e accodati per ottenere una base dati "verificata" che potesse essere fruibile dai funzionari pubblici della Regione Piemonte, dai professionisti impegnati nella realizzazione dei PRGC e da altri enti.

La raccolta dei dati è stata organizzata per ambiti territoriali ed assegnata alle tre sedi del Settore Studi e Ricerche Geologiche (Torino, Biella e Mondovì), con scadenze intermedie circa semestrali. Tutti i dati raccolti sono convogliati successivamente nella sede di Torino per l'accorpamento in un'unica base dati. Le procedure di controllo sono state distribuite lungo tutto il processo di produzione del dato. I tools di controllo sono stati forniti direttamente a tutti i

rilevatori coinvolti nel progetto per permettere una verifica preliminare dei dati; il materiale consegnato è stato poi sottoposto alle procedure di controllo da parte delle rispettive sedi, concordando eventuali correzioni con i rilevatori stessi. Un'ulteriore verifica di tutta la base dati è stata infine eseguita presso la sede di Torino successivamente all'attività di accodamento. La distribuzione e la reiterazione delle procedure di verifica attraverso i diversi passaggi di produzione ha permesso di mantenere un buon grado di controllo sulla qualità delle informazioni prodotte, permettendo inoltre di conservare un collegamento diretto tra l'attività di validazione e quella di acquisizione del dato.

Nello specifico, in ogni fase di verifica sono stati eseguiti i seguenti controlli:

Verifica dati alfanumerici (Db Access)

1. Esistenza di una geometria per ogni scheda
2. Esistenza di una scheda per ogni geometria
3. Campi "obbligatori" non compilati
4. Sigle o ID-Frana duplicati nel Database
5. Sigle o ID-Frana duplicati in ArcView
6. Bibliografia non compilata
7. Strisciata e numero di fotogramma non compilato
8. Strisciata e fotogramma compilati correttamente
9. Verifica della data che ha permesso la determinazione dello stato di attività
10. Tipologia non corrispondente tra database e ArcView
11. Campo danni non compilato

Verifica Dati Geografici (ArcView)

1. Poligoni con 3 vertici
2. PIFF senza Frana e PIF nella frana errata
3. Poligoni Doppi
4. Poligoni senza direzione
5. Direzioni non completamente contenute nel poligono
6. Direzione con più poligoni
7. Direzione senza poligono
8. Direzione doppie (Codice uguale)
9. Valori del campo TIPOLOGIA compresi tra 0 e 11
10. Valori del campo TIPO compresi tra 0 e 3
11. PIFF ubicato in un comune diverso da quello indicato nel database
12. PIFF ubicato in una sezione CTR diversa da quella indicata nel database

Successivamente alla realizzazione della base dati definitiva sono state eseguite ulteriori correzioni che non potevano essere implementate nella fase precedente. Quando possibile, sono stati eliminati gli errori di battitura delle informazioni non verificate in precedenza, quali ad esempio il nome del rilevatore o l'ente di appartenenza digitati in modo errato o le informazioni bibliografiche duplicate o inesatte.

Creazione automatica delle schede per le "aree soggette a crollo/ribaltamento diffuso"

Al fine di limitare i tempi di informatizzazione è stata sviluppata una procedura automatizzata di compilazione delle "Schede Frane" per le "aree soggette a crollo/ribaltamento diffuso" presenti nelle aree di alta quota (al di sopra dei 2.000 m circa); per tali dissesti le informazioni riportate nella Scheda Frane rimangono sostanzialmente invariate e sono riducibili a quelle di base. E' stato chiesto ai rilevatori di compilare, in appositi campi delle tabelle di ArcView, unicamente la data a cui si riferisce lo stato di attività ed un eventuale riferimento bibliografico; tutte le altre informazioni necessarie per la compilazione della scheda sono state ricavate in modo automatico. Più in particolare i campi sono stati compilati nel seguente modo:

Nel caso il rilevatore avesse a disposizione ulteriori informazioni la scheda veniva compilata manualmente. Anche gli ID-Frana sono stati assegnati con procedura automatica: per evitare sovrapposizioni con altri ID-Frana già presenti nel database è stato riservato il range di codici compresi tra 15000 e 20000.

Creazione automatica delle schede per i comuni in classe A

I comuni di Forno Canavese, Levone, Pertusio, Prascorsano, Rivara, San Benigno Canavese sono dotati di strumento urbanistico vigente ritenuto compatibile con le condizioni di dissesto del PAI e sono pertanto esonerati dall'adeguamento al Piano Stralcio (in esito alle risultanze delle Conferenze Programmatiche il cui recepimento è avvenuto con le D.G.R. n. 51-2814 del 17.4.2001, D.G.R. n. 63-5679 del 18. 4. 2002, DCI n. 17/03 del 31/07/03).

È stata quindi sviluppata una procedura automatizzata di compilazione delle "Schede Frane" direttamente dai dati desunti dallo strumento urbanistico, attraverso una serie di query in ambiente Access.

In particolare i campi sono stati compilati nel seguente modo:

Regione: PIEMONTE;

Provincia: Torino;

Comune: ricavato dall'intersezione del PIFF con la copertura dei Comuni;

Bacino: PO;

Rilevatore: compilato automaticamente;

Ente: compilato automaticamente;

Scala CTR: 1:10.000;

Sezione CTR: ricavato dall'intersezione del PIFF con la copertura delle sezioni CTR;

Tipo di movimento: n.d.;

Stato Attività: compilato automaticamente dallo strumento urbanistico;

Data Attività: compilato automaticamente dallo strumento urbanistico;

Metodo di valutazione: DATO STORICO/ARCHIVIO;

Stima dei danni: "N.D.";

Bibliografia: P.R.G.C. - Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico

Accodamento dei dati provenienti dal Progetto Speciale Eventi Alluvionali in Piemonte: Fogli Deigo, Fossano e Alba.

- Scivolamenti rotazionali traslativi

Per quanto riguarda i dissesti ricadenti nelle aree coperte dai fogli Deigo, Fossano e Alba sono stati utilizzati i dati provenienti dal "Progetto Speciale Eventi Alluvionali in Piemonte", realizzato dalla SEA Geoconsulting, su incarico della Regione Piemonte. La struttura utilizzata dai rilevatori differisce da quella utilizzata per la realizzazione del Progetto IFFI: è stato quindi necessario riallineare tutte le informazioni con le specifiche richieste dall'allegato per la compilazione della componente geografica e creare ex-novo le Schede Frane IFFI. La struttura dei dati fornita (Tabella 5.2) dai rilevatori della SEA è la seguente:

Tabella 5.2 Schema esemplificativo della struttura dati utilizzata dai rilevatori CARG.

Foglio Deigo	Foglio Alba	Foglio Fossano
Settori		
Frane 1994	Settori	Settori
Frane 1974	Frane 1994	Frane 1994
Frane 1972	Frane pregresse	Frane pregresse
Frane 1968		

Per tutti i fogli sono presenti sia frane puntuali che poligonali. In prima istanza sono stati riportati tutti i dissesti presenti nei livelli "Frane 1974", "Frane 1972" e "Frane 1968" nel livello "Frane pregresse", in modo da uniformare i dati presenti sul foglio Deigo con quelli degli altri

fogli. Successivamente si è proceduto al riallineamento delle coperture così ottenute secondo le specifiche richieste dall'IFFI; per quanto riguarda le "Frane pregresse", considerato che molto frequentemente le geometrie si sovrappongono alle "Frane 1994", e data l'esigenza di fornire un dato uniforme anche nei confronti delle aree circostanti, si è optato per trasformare tutti i poligoni delle Frane pregresse in geometrie puntuali. I "Settori", le "Frane 1994" e le "Frane pregresse" sono state classificate come frane con movimento del tipo "scivolamento rotazionale/traslato"; lo stato attività è stato indicato come "non determinato" ad esclusione delle frane dell'evento 1994 che sono state indicate come attive con data di osservazione Novembre 1994. Tutte le frane con area inferiore a 10.000 m² sono state convertite in geometrie puntuali.

Le schede descrittive sono state create in modo automatico riportando le seguenti informazioni:

Compilatore: Bertino/Bormioli

Tipo movimento: Scivolamento rotazionale/traslato

Stato attività: n.d. (Settori e Frane pregresse) – Attivo (Frane 94)

Data: N.D. (Settori e Frane pregresse) - Novembre 1994 (Frane 94)

Metodo valutaz. Movimento e attività: Dato storico/Archivio

Danni: N.D.

Documentazione CARG: SI

Generalità-Note: CARG (L. 438/95) – Carta Geologica d'Italia, 1:50.000, Foglio DEGO (oppure FOSSANO, oppure ALBA).

Successivamente alla creazione delle schede sono state compilate le informazioni relative al II livello per le frane di cui si disponeva informazioni di maggior dettaglio.

Aree soggette a frane superficiali diffuse

Nell'ambito del "Progetto Speciale Eventi Alluvionali in Piemonte" sono stati rilevati oltre 30.000 soil slip. Visto l'elevato numero di dissesti si è deciso di sviluppare una metodologia automatizzata che permettesse, partendo dalle singole frane, la creazione dello strato informativo delle "aree soggette a frane superficiali diffuse". A tal fine è stata prodotta la copertura delle aree a maggior concentrazione di soil slip mediante l'utilizzo funzione "density" di ArcView (con l'estensione Spatial Analyst), utilizzando i seguenti parametri:

Metodo: Kernel;

Raggio di influenza: 130 m;

Classi: valore di densità maggiore e minore di 30 fenomeni per km².

Per rendere la copertura coerente con la morfologia è stato fatto un overlay spaziale tra la copertura così ottenuta ed il modello digitale dei bacini idrografici (ottenuta dal DTM a 10 m), in modo da suddividere i poligoni per bacini; successivamente sono stati ridefiniti i limiti delle aree a densità omogenea rispetto al reticolo idrografico. Infine sono stati eliminati tutti i poligoni all'interno dei quali non ricade alcun soil slip e sono stati eliminati tutti i poligoni con superficie inferiore ai 10.000 m².

I 30.148 dissesti iniziali, rappresentati da altrettanti punti, sono stati in questo modo raggruppati in 4.039 poligoni (aree a densità maggiore di 30 eventi per km²). L'intersezione con i bacini idrografici e quella successiva con i corsi d'acqua ha permesso di eliminare dalle aree di inviluppo delle porzioni ricadenti su versanti privi di dissesti ma che risentivano dell'influenza di eventi verificatisi sui versanti adiacenti. Infine, mediante le successive elaborazioni, si sono ottenute circa 2.400 geometrie, che rappresentano le aree maggiormente colpite da frane di tipo superficiale.

Analogamente a quanto già descritto per le "aree soggette a crollo/ribaltamento diffuso" sono state create in modo automatico le schede frane ed inserite nel data base:

Regione: PIEMONTE;

Provincia: ricavato dall'intersezione del PIFF con la copertura delle Province;

Comune: ricavato dall'intersezione del PIFF con la copertura dei Comuni;

Bacino: PO;

Rilevatore: Compilato automaticamente;
Ente: Compilato automaticamente;
Scala CTR: 1:10.000;
Sezione CTR: ricavato dall'intersezione del PIFF con la copertura delle sezioni CTR;
Tipo di movimento: AREA SOGGETTA A CROLLI/RIBALTAMENTI DIFFUSI;
Attività: "N.D.";
Metodo di valutazione: DATO STORICO/ARCHIVIO;
Stima dei danni: "N.D."

Riallineamento della struttura regionale nella struttura IFFI

Come già accennato in precedenza, il dataset contenente le informazioni geografiche utilizzato dall'ARPA Piemonte non impone alcun vincolo topologico tra le geometrie presenti all'interno dello stesso livello, diversamente, la struttura IFFI impone che i poligoni sovrapposti "buchino" quelli sottostanti, per evitare la sovrapposizione di oggetti all'interno dello stesso livello.

Dato che la maggior parte dei problemi relativi a frane "bucate" si verifica quando sono in gioco poligoni di "aree soggette a ..." o DGPV, alle quali sono spesso sovrapposte per definizione altre fenomenologie, l'APAT ha proposto di:

Creare due nuovi strati (denominati rispettivamente AREE e DGPV) contenenti solo le fenomenologie classificate come "aree soggette a ..." e le DGPV. Tali strati, poligonali, dovrebbero contenere i poligoni relativi a tali fenomenologie per intero, privi naturalmente di fori o margini "mangiati" per la presenza di altri fenomeni.

Eliminare i fenomeni classificati "aree soggette a ..." e DGPV dallo strato attuale FRANE, sul quale rimarrebbero solo le altre fenomenologie già presenti (Crolli, scorrimenti, colamenti, ecc.). Nessuna variazione alle geometrie di questi fenomeni. Eventuali problemi di sovrapposizione di poligoni verranno risolti come in passato, generando poligoni "bucati".

Nessuna variazione nella parte alfanumerica (schede e DB-Frane) e nei PIFF (strato IFFI).

Nessuna variazione nell>ID-Frana, sub-indici compresi.

Il dataset realizzato dall'ARPA Piemonte è stato riallineato con la struttura richiesta dall'APAT, attenendosi alle specifiche riportate nel capitolo 4 dell'"Allegato Tecnico per la realizzazione del Progetto IFFI" ed alle sue successive modifiche comunicate con lettera del 22 settembre 2003, Prot. N. 24210. Il riallineamento è stato effettuato successivamente all'accodamento ed alla validazione finale.

La procedura di conversione è consistita preliminarmente nel riportare tutte le informazioni presenti nei vari livelli del dataset all'interno del livello IFFI. Successivamente è stato necessario eliminare tutte le sovrapposizioni tra poligoni presenti all'interno dello stesso livello: tale procedura è stata eseguita in modo automatico mediante un algoritmo che esegue l'operazione "subtract" tra tutte le coppie di poligoni che si intersecano. Da un controllo eseguito su un consistente numero di geometrie è emerso che imponendo la regola: "il poligono con area minore buca quello con area maggiore" la perdita di informazioni, intrinseca in un'operazione di questo genere, si è ridotta al minimo. E' stato comunque eseguito un controllo da parte dello Staff Tecnico-Operativo per verificare, ed eventualmente correggere, gli errori derivanti da tale procedura. Sono infine stati eseguiti gli export, aggregati per province, dei dati presenti nel database alfanumerico e nella banca dati cartografica.

5.9 Analisi dei dati

Nei prossimi paragrafi verranno descritte una serie di veloci analisi sui dati contenuti nel database IFFI aggiornato alla consegna finale della seconda convenzione IFFI risalente al gennaio 2006. Tali analisi si riferiscono ai soli dati contenuti e sono regolate dalla metodologia utilizzata per il rilevamento nonché dalle scelte operative sopra descritte.

La vera importanza di una banca dati omogenea e aggiornata quale l'IFFI è fondamentale per la possibilità di incrociare tali dati con tutta una serie di coperture tematiche all'interno di un sistema di conoscenze più vasto. Tale operatività può essere indirizzata ad innumerevoli usi

specifici che vanno dall'analisi previsionale dei dissesti al vero e proprio governo del territorio in ambito di programmazione e pianificazione territoriale.

5.9.1 Numero di frane

In questi due anni di attività sono stati censiti **35.023** fenomeni franosi che sono stati suddivisi nelle dodici tipologie di movimento (Figura 5.8) indicate nell'Allegato 1 "Guida alla compilazione della Scheda Frane IFFI versione 2.33". Essi occupano una superficie totale calcolata considerando le frane con area maggiore all'ettaro di 2.666 Km² pari a circa il 16% del territorio investigato (Tabella 5.3).

Tabella 5.3 Numero di frane per ciascun livello informativo del database cartografico (vedi paragrafi 2.4.2 e 2.5.1).

PROVINCIA	PIFF	FRANE POLIGONALI	AREE SOGGETTE A...	DGPV	FRANE LINEARI	AREA TOTALE IN FRANA (km ²)
Torino	9613	4016	2635	273	546	937,3161
Vercelli	1429	583	566	36	34	95,7709
Novara	105	22	9	0	2	4,0231
Cuneo	10167	2301	3479	161	11	778,7489
Asti	3597	2303	249	0	0	81,7519
Alessandria	5782	2803	1101	5	0	211,9936
Biella	1556	383	460	7	85	50,3311
Verbania	2774	1157	1193	80	65	379,5726

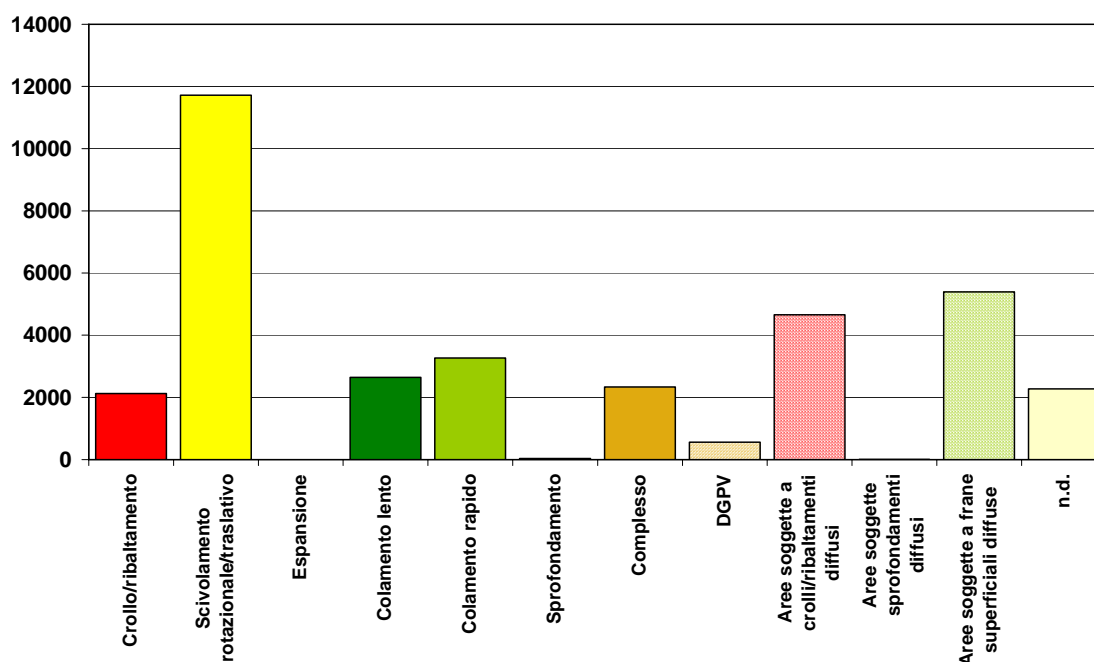


Figura 5.8 Numero di frane per tipologia di movimento.

5.9.2 Livelli di schedatura

L'ARPA Piemonte in questi anni ha concentrato il suo sforzo sull'aggiornamento e sull'omogeneizzazione di tutti i dati a disposizione frutto di una ricerca trentennale nel campo del dissesto idrogeologico integrati e aggiornati con lo studio fotointerpretativo di tutto il territorio. Quest'operazione che ha prodotto l'IFFI in Piemonte ha occupato gran parte del tempo a disposizione per il progetto. L'approfondimento su 395 fenomeni, (Tabella 5.4), è stato apportato su quei dissesti significativi per la loro pericolosità cercando di avere un quadro il più

omogeneo possibile e che la distribuzione spaziale dei fenomeni al secondo livello fosse caratteristica relativamente agli ambienti che contraddistinguono il territorio piemontese. Dalla Figura 5.9 si evince che l'ubicazione e la tipologia dei fenomeni sono proporzionali alla distribuzione e alle caratteristiche tipologiche della totalità delle frane rilevate al primo livello. Da notare un'elevata concentrazione di frane per scivolamento traslativo al secondo livello nel settore sud orientale del territorio regionale. Tale concentrazione fa riferimento al territorio collinare delle Langhe Piemontesi. L'elevata concentrazione è dovuta al fatto che in quest'area la pericolosità dei fenomeni si attesta su valori molto alti e di conseguenza è stata oggetto di numerosi studi (indicativo è il fatto che la maggior parte degli impianti di monitoraggio installati sulle frane piemontesi è ubicata in tale zona).

Tabella 5.4 *Suddivisione delle frane al secondo/terzo livello suddivise per provincia.*

PROVINCIA	N° Frane II Livello
Alessandria	33
Asti	6
Biella	22
Cuneo	84
Novara	2
Torino	131
Verbania	93
Vercelli	24

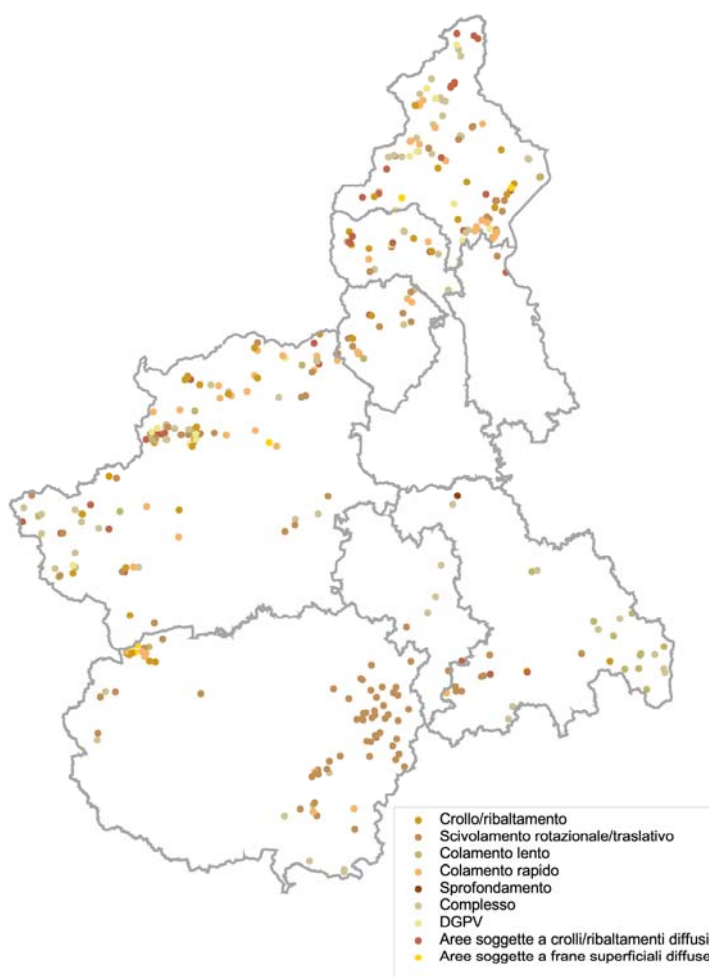


Figura 5.9 *Distribuzione geografica dei fenomeni al secondo/terzo livello indicizzati per tipologia.*

5.9.3 Tipo di movimento indicato al I livello Scheda Frane

L'instabilità dei versanti dipende ovviamente dalla coesistenza di un insieme di parametri fra i quali emergono, in relazione all'ambiente in cui si manifestano, soprattutto le caratteristiche litologico-strutturali, come primario fattore predisponente. La distinzione tipologica (Figura 5.10) dei numerosi processi riconosciuti e l'individuazione di raggruppamenti con caratteristiche comuni (dimensioni, geometria, localizzazione) hanno consentito interessanti correlazioni tra ambiente geomorfologico, caratteristiche litologico-strutturali dell'area e tipologie dei fenomeni.

Si può in sintesi parlare di una **zonizzazione delle fenomenologie**, in quanto si possono individuare settori di territorio caratterizzati dalla presenza di specifiche tipologie di frana.

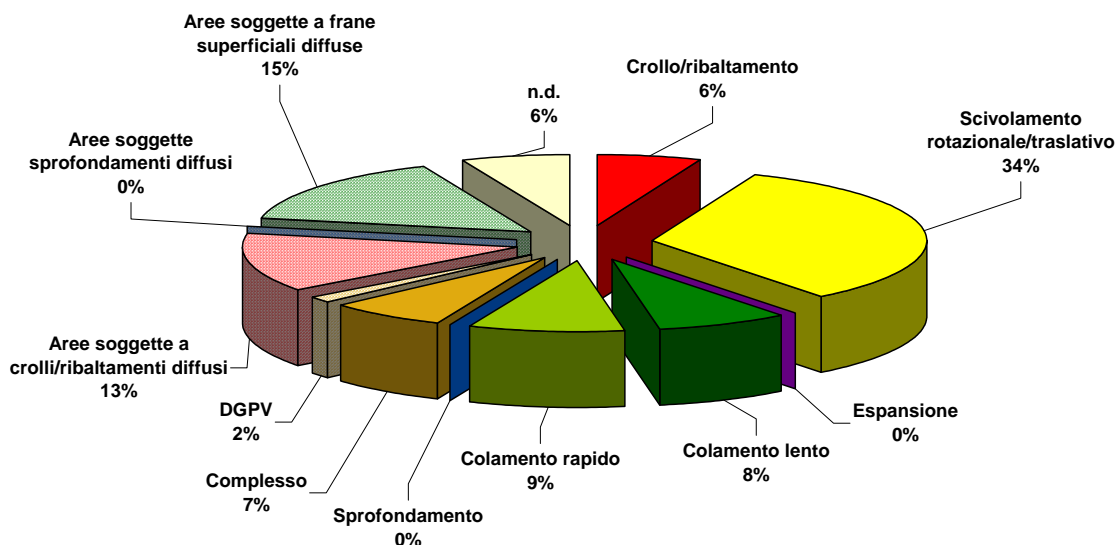


Figura 5.10 Percentuale delle frane per tipologia di movimento.

Nel territorio regionale sono state osservate le varie tipologie di seguito elencate in ordine decrescente di pericolosità:

- Crolli/ribaltamenti, aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi;
- Aree soggette a frane superficiali diffuse;
- Colamenti rapidi;
- Scivolamenti;
- Frane complesse;
- Colamenti lenti;
- Deformazioni gravitative profonde.

Non sono da dimenticare alcuni fenomeni di avvallamento di sponda caratteristici della zona del Lago Maggiore, locali fenomeni di sprofondamento per cause antropiche sempre nella zona del Lago Maggiore e anche del Casalese.

Le **frane di crollo** (crollo s.s. e aree soggette a crollo), molto comuni soprattutto in ambiente alpino, sono fenomeni improvvisi che interessano volumi di roccia in caduta libera, con massi e blocchi che proseguono la corsa verso valle attraverso rimbalzi e rotolamenti (Figura 5.11). Condizioni predisponenti al crollo sono l'elevato grado di fratturazione della roccia e la disposizione geometrica delle fratture in rapporto alla giacitura del versante. Fenomeni di crioclastismo, elevate pressioni interstiziali, scosse sismiche e modificazioni (anche antropiche) della geometria dei luoghi giocano sovente un ruolo determinante nel collasso di tali masse rocciose. Talora la dislocazione di ingenti volumi rocciosi in particolari situazioni morfologiche può evolvere in catastrofiche valanghe di roccia che sono tra i fenomeni di instabilità più

pericolosi, in quanto, oltre ad avere un tempo di sviluppo compreso fra alcuni secondi e poche decine di secondi, coinvolgono ampi settori di versante espandendosi nel fondovalle, spesso su grandi distanze.

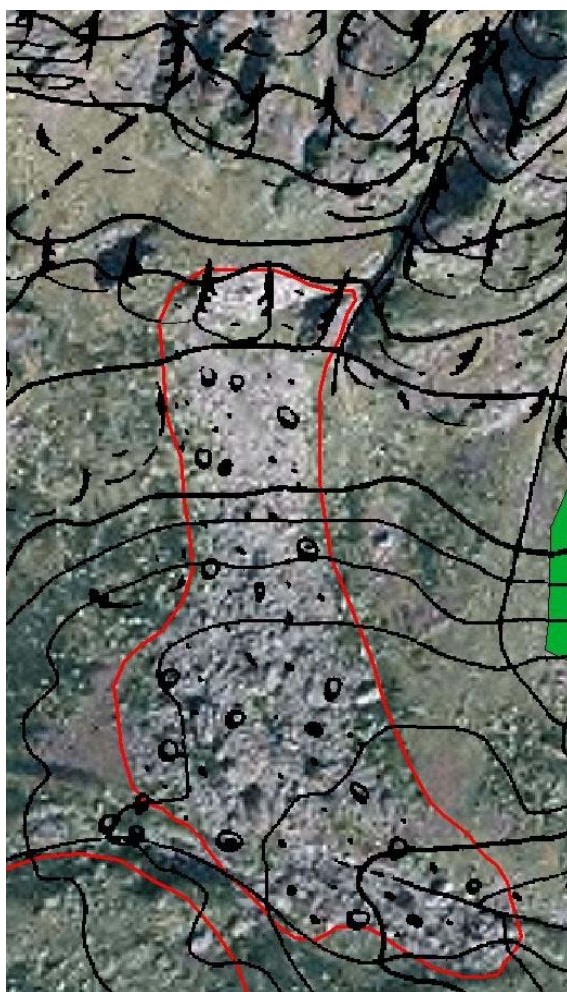


Figura 5.11 Esempio di frana per Crollo.

Fra i fenomeni franosi ad azione istantanea, caratteristici dei versanti ad alta acclività del settore collinare e di determinati settori alpini, sono da annoverare le **aree soggette a frane superficiali diffuse**, intese come frane per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali (*soil slip, shallow landslides*) che si sviluppano in concomitanza di precipitazioni intense. Questi fenomeni mobilizzano ridotti volumi di materiali sciolti ma si producono con una densità molto elevata, raggiungendo in alcuni casi anche le 300 frane/Km². I materiali mobilizzati sovente si fluidificano e si incanalano nelle incisioni dei versanti trasformandosi in violente colate detritiche. Le frane superficiali rappresentano il 13,41% delle frane rilevate sul territorio regionale. Questa tipologia di frana si sviluppa con maggior frequenza su versanti con pendenze comprese fra 25° e 45°, in zone a pascolo o prato. Coinvolge per lo più modesti spessori di terreni incoerenti della copertura superficiale che le acque di infiltrazione hanno portato alla saturazione. La particolare pericolosità di questi fenomeni è da mettere in relazione con la loro rapidità di sviluppo e con la difficoltà di prevederne l'ubicazione, ma anche con l'elevata densità di distribuzione delle singole frane le cui traiettorie di discesa sul versante hanno così una notevole probabilità d'intercettare aree antropizzate (Figura 5.12).

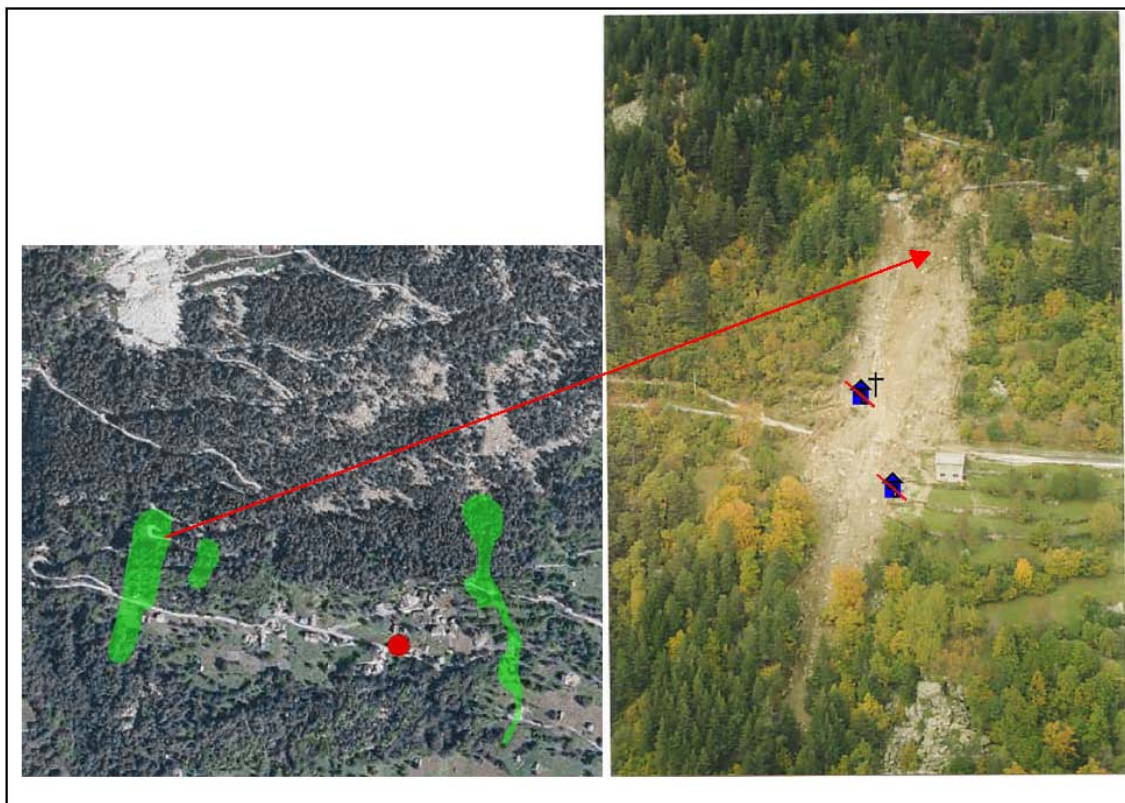


Figura 5.12 Esempio di Soil Slip.

I **colamenti rapidi**, come già descritto nel paragrafo precedente, si verificano come evoluzione delle frane superficiali; sono uniformemente distribuiti sull'area montano-collinare del Piemonte e rappresentano il 9,52% della totalità delle frane censite. La loro principale caratteristica è quella di costituire una miscela solido-liquida a bassa viscosità, la cui velocità è dipendente dalla pendenza del versante e dal contenuto d'acqua nella massa in movimento. La colata si incanala lungo le incisioni del versante, zona di raccolta naturale delle acque superficiali (Figura 5.13); il materiale mobilizzato, una volta raggiunto il fondovalle, si distribuisce a ventaglio sulla porzione di raccordo tra il piede del versante e la zona pianeggiante devastando tutto ciò che trova lungo il suo percorso (Figura 5.14).



Figura 5.13 Esempio di area di partenza di un Debris Flow.



Figura 5.14 Esempio di area di espansione di un Debris Flow.

Gli **scivolamenti** sono la categoria di frane più rappresentata sul territorio regionale, coinvolgono tutti i rilievi con maggiori concentrazioni nella parte centro-meridionale del Piemonte e rappresentano nell'ambito territoriale regionale il 34,28% delle frane rilevate (Figura 5.15). Possono essere distinti in funzione della superficie di scivolamento.

Gli **scivolamenti rotazionali**, coinvolgono spesso il substrato dislocando (attraverso un movimento rotazionale) masse talvolta di notevole volume lungo superfici di movimento relativamente ben definite. Essi possono evolvere in un colamento di materiali disaggregati che possono raggiungere il piede del versante.

I fenomeni di maggiori dimensioni si sviluppano sui versanti alpini impostati in rocce altamente scistose o profondamente tettonizzate (metamorfiti del Complesso dei calcescisti con pietre verdi, quarziti sericitiche e sottostanti porfiroidi del ricoprimento del Gran S. Bernardo, ecc.). Quelli di minori dimensioni s'innescano prevalentemente nelle zone collinari, caratterizzate da sequenze sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese e nei rilievi prealpini caratterizzati da materiali di profonda alterazione o nei rilievi collinari morenici.

Laddove la componente rotazionale del movimento, soprattutto nei fenomeni di maggiori dimensioni, costituisce la componente principale del movimento, ma è sovente associata a movimenti di altra tipologia, si è optato di classificarle come **frane complesse**. Significativi esempi si riscontrano nelle Valli Maira, Varaita, Chisone e Susa.



Figura 5.15 Esempio di Scivolamento Rotazionale.

Le frane per **scivolamento planare** sono diffuse quasi esclusivamente nell'ambiente collinare delle Langhe, in un'area vagamente poligonale di 1.500 km² circa, posta ad Est del F. Tanaro. I rilievi sono costituiti da serie litologiche di età oligo-miocenica in successioni ritmiche ripetute di sedimenti marnosi, marnoso-siltosi ed arenaceo-sabbiosi, con giacitura monoclinale rivolta a Nord-Ovest. Gli scivolamenti planari si sviluppano, nelle parti medio alte dei pendii, con la formazione di fratture di trazione e la traslazione verso valle delle masse disaggregate (Figura 5.16).

Se le caratteristiche lito-strutturali sono fattori predisponenti a frane di questo tipo, non meno lo sono le condizioni morfologiche, caratterizzate da interfluvi asimmetrici, con pendenze deboli sui lati a franapoggio (8° - 14°), dove si sviluppano gli scivolamenti, decisamente più accentuate sui pendii a reggipoggio dove generalmente si verificano altre tipologie di frane.



Figura 5.16 Esempio di Scivolamento Planare.

Le frane **complesse** rappresentano il 6,68% della popolazione di frane censite e si rilevano, in modo uniforme, su tutto il rilievo piemontese, assumono le maggiori dimensioni sull'arco alpino-appenninico, coinvolgendo il substrato per spessori anche notevoli (decine di metri). Tali frane non presentano un movimento predominante, ma sono date dalla combinazione delle diverse tipologie di movimento variabili sia nello spazio che nel tempo.

La combinazione delle varie tipologie dipende dalle caratteristiche lito-strutturali e morfologiche del versante. Nei rilievi alpini ad alta energia, si verificano, fortunatamente con bassa incidenza temporale, le disastrose e ben conosciute valanghe di roccia, di cui in Piemonte si ricordano alcuni storici avvenimenti (Figura 5.17).

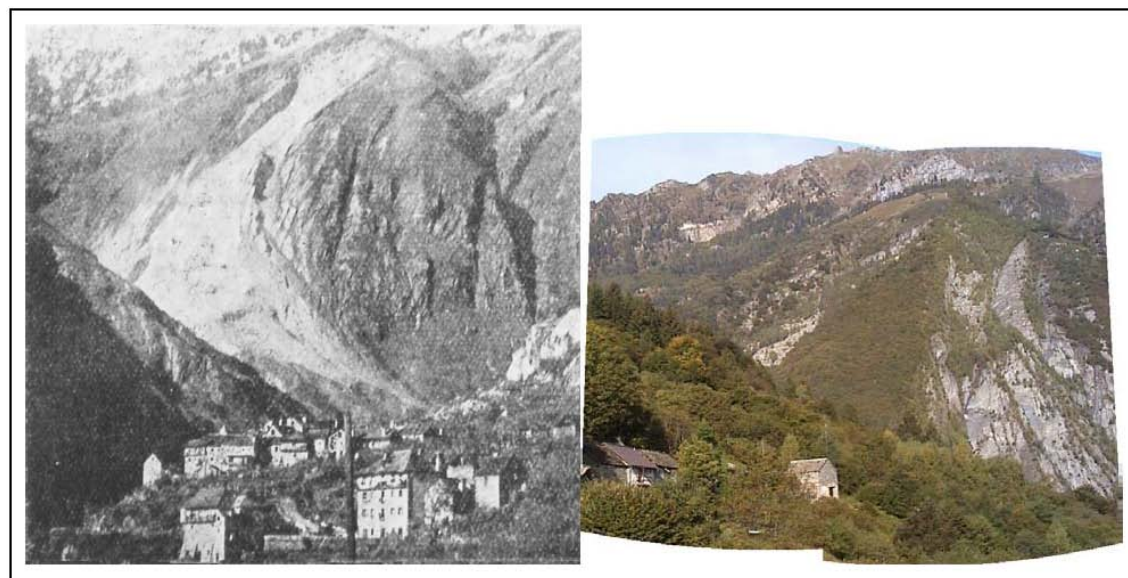


Figura 5.17 Frana Complessa (Rock slide and avalanche) di S.Giovanni di Villadossola (VB) del 1951 confrontata con la situazione attuale.

Frane caratterizzate da movimenti lenti sono quelle che avvengono per **colamento lento** di materiali fini ad alto indice di plasticità, con movimenti di progressiva deformazione e rottura a differenti livelli di profondità.

Il corpo di frana si presenta generalmente stretto ed allungato con valori di lunghezza pari a 3-20 volte la larghezza. Queste frane, che si muovono con estrema lentezza, una volta innescate possono rimanere attive per lunghi periodi, talora per diversi anni. Sono particolarmente diffuse nell'estremo settore sud-orientale del territorio regionale ed in alcuni settori delle colline casalesi, nell'area di affioramento del Complesso flyschoido indifferenziato, nei cui litotipi è prevalente la presenza di termini argillosi. La morfologia poco aspra della zona, la presenza di numerosi impluvi, anche se debolmente incisi, le condizioni climatiche locali, predispongono l'area ad una diffusa presenza di colamenti. Un discreto numero di queste frane è presente anche nei settori alpini dove affiorano rocce ad elevato contenuto in argilla (argilloscisti) e in particolare nella formazione dei Calcescisti con Pietre Verdi; questa tipologia rappresenta il 7,61% delle frane risultanti (Figura 5.18).



Figura 5.18 Esempio di Colamento Lento.

In ambiente alpino, dove l'energia del rilievo è elevata, con dorsali e cime oltre i 3.000 m, si sviluppano sovente fenomeni gravitativi molto lenti (con velocità di spostamento $< \text{cm/anno}$) che interessano interi versanti per grandi estensioni (superiori al km^2) e profondità (fino a qualche centinaio di m) noti come **Deformazioni Gravitative Profonde di Versante** (Figura 5.19).

Le **DGPV** rappresentano un movimento di massa molto complesso che si attua attraverso una deformazione per lo più lenta e progressiva della massa rocciosa, senza che vi siano apprezzabili superfici di rottura continue. Il processo deformativo avviene per spostamenti differenziali estremamente lenti che si sviluppano lungo serie di giunti e piani di discontinuità variamente orientati, o per deformazioni dell'ammasso roccioso concentrate lungo fasce di maggior debolezza localizzate a diversa profondità ed aventi differenti spessori. Ciò determina un mutamento delle condizioni di stabilità generale di ampi settori di versante, coinvolgendoli spesso dagli spartiacque fino, talora, al fondovalle per profondità che superano il centinaio di metri, causando spostamenti di volumi rocciosi di parecchie decine di milioni di m^3 verso il basso e verso l'asse della valle. Le evidenze morfologiche più significative si osservano sulle parti sommatali dei versanti, caratterizzati dalla presenza di contropendenze e *trench*, nonché di veri e propri avvallamenti trasversali al versante o lungo le dorsali spartiacque. Nei settori medio inferiori dei versanti interessati da fenomeni di deformazione gravitativa si sviluppano solitamente delle frane complesse, numerosi crolli e valanghe di roccia; tali processi si originano nelle porzioni in compressione e assorbimento delle dislocazioni delle porzioni

sovrastanti. Evidentemente, nella storia evolutiva di questo fenomeno, si determina un superamento del movimento per deformazione e si instaura, in settori in genere più localizzati, un processo di progressiva rottura che porta al collasso della massa rocciosa.

Nell'ambito territoriale regionale le DGPV costituiscono l'1,65% di tutte le frane rilevate, ma analizzando il dato in funzione dell' area occupata rappresentano il 30% dell'area regionale interessata da fenomeni franosi.

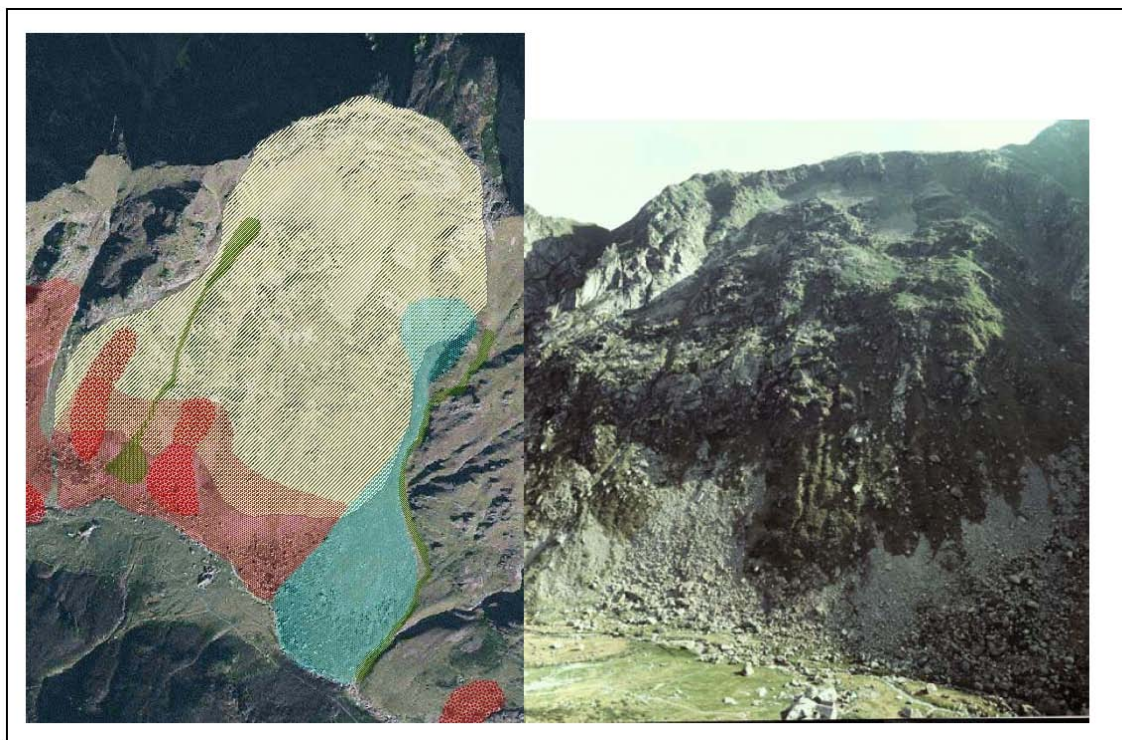


Figura 5.19 Esempio di Deformazione Gravitativa Profonda.

5.9.4 Stato di attività

Lo stato di attività di un fenomeno gravitativo contiene le informazioni sul tempo in cui si è verificato il movimento. La determinazione di questo parametro risente profondamente dell'approccio metodologico utilizzato ed è più facilmente definibile (Figura 5.20) quando si conosce la storia della frana e/o si hanno dati di monitoraggio aggiornati.

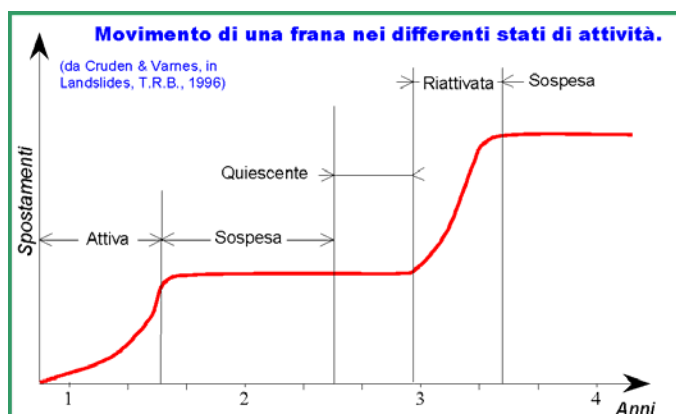


Figura 5.20 Valutazione dello stato di attività di un fenomeno franoso da Cruden & Varnes 1996.

Nella maggior parte dei casi, però, queste informazioni sono lacunose o assenti; per queste situazioni, nella realizzazione del Progetto IFFI in Piemonte, si è deciso di fornire indicazioni sullo stato di attività attraverso il **rilevamento geomorfologico** (di terreno, fotointerpretativo e disponibile nella documentazione tecnica preesistente) volto essenzialmente all'analisi degli effetti indotti dalla dinamica gravitativa sulle forme del rilievo.

Analizzando le frane in relazione allo stato di attività (Figura 5.21) si è riscontrato che il 30% sono attive, il 34% quiescenti mentre solo una minima parte (2%) è in condizioni di stabilità. Da rilevare che lo stato di attività del 34% dei fenomeni non è stato determinato. Questo dato fa riferimento a due fattori fondamentali. Da una parte nell'attività di rilevamento si è preferito utilizzare un criterio di prudenza laddove i dati a disposizione per la valutazione dello stato di attività risultavano deficitari; dall'altra la fotointerpretazione, pur consentendo il più delle volte la valutazione della tipologia, non ha consentito di valutare il grado di rimodellamento geomorfologico a causa dell'eccessiva copertura vegetale e dell'oscuramento di taluni versanti.

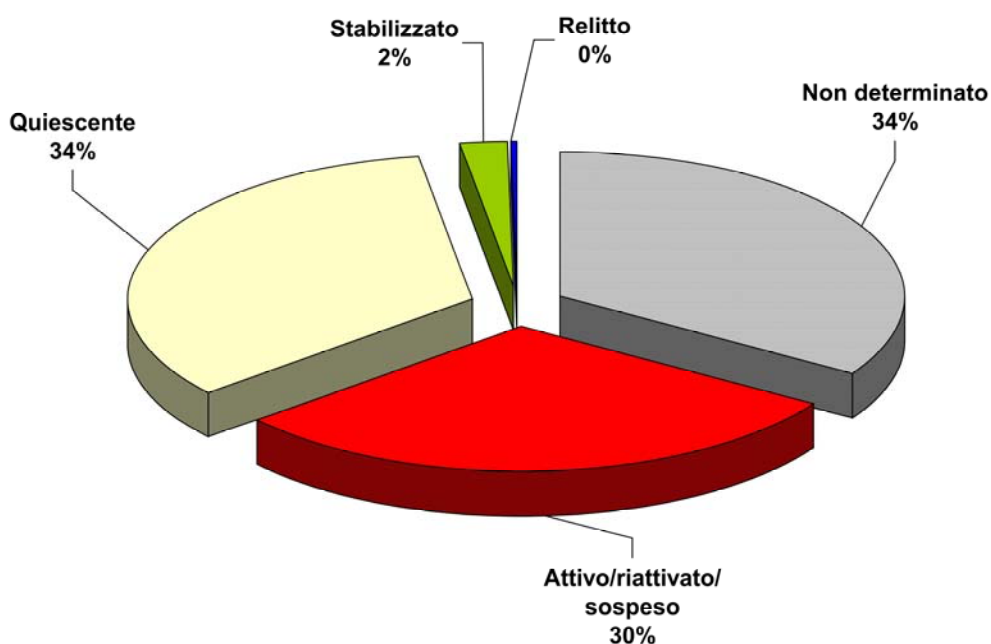


Figura 5.21 Percentuale delle frane per stato di attività.

5.9.5 Danni I livello

La sezione danni della Scheda IFFI comprende molteplici informazioni a carattere socioeconomico relative ai danni a persone e/o a beni, causati dal fenomeno franoso censito. Le informazioni inserite nel database IFFI fanno riferimento ai danni censiti nella banca dati di ARPA Piemonte. Tali danni dunque hanno attinenza ai fenomeni di cui si hanno notizie storiche e il cui rilevamento tramite fotointerpretazione ha rappresentato solo l'aggiornamento relativo alle caratteristiche fisiche.

L'analisi totale dei danni (Figura 5.22) quindi mette in evidenza soprattutto il fatto che circa il 90% dei fenomeni non hanno danni determinati e solo per il 10% di essi è stato possibile determinare il tipo di danno. Tale valore è indicativo del fatto che la maggior parte dei dissesti sono stati rilevati tramite fotointerpretazione e che questo tipo di analisi non permette di mettere in evidenza i danni causati.

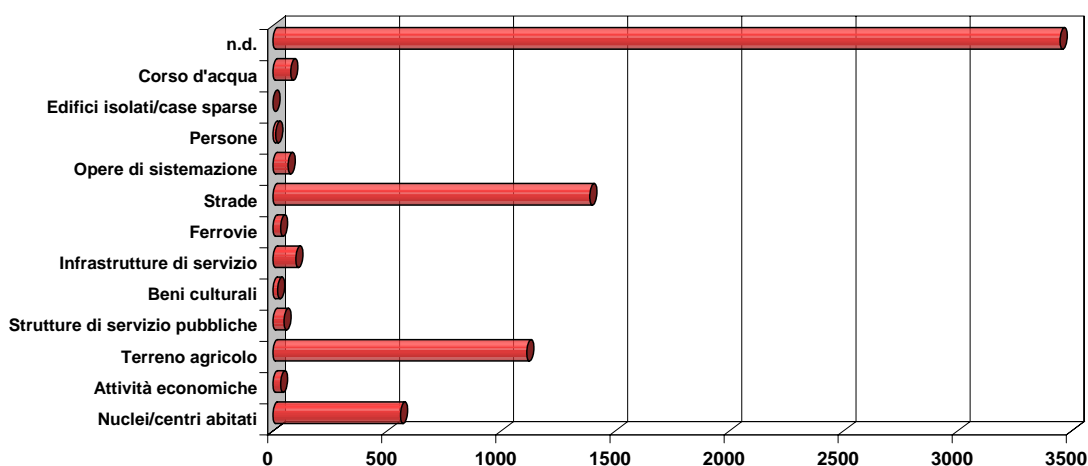


Figura 5.22 Numero di frane per tipologia di danno.

D'altra parte se si pone l'attenzione sui danni ricavati dalle notizie storiche a disposizione, frutto di una restrizione della precedente analisi (Figura 5.23), si può notare una distribuzione della tipologia del danno relativa al numero di frane abbastanza indicativa. La maggior parte dei danni fanno riferimento alle strade; questo dato è caratteristico delle zone alpine dove i percorsi stradali insistono su versanti molto acclivi interessati da diffusi fenomeni di crollo. Seguono i danni a terreni agricoli riferibili alle aree collinari del sud Piemonte densamente coltivate dove sono ubicati tutti quei fenomeni di fluidificazione della coltre superficiale e di scivolamento planare caratteristici del territorio della Langhe. Il resto delle tipologie si distribuisce sul territorio in modo uniforme ed è proporzionale agli elementi a rischio esposti al fenomeno franoso.

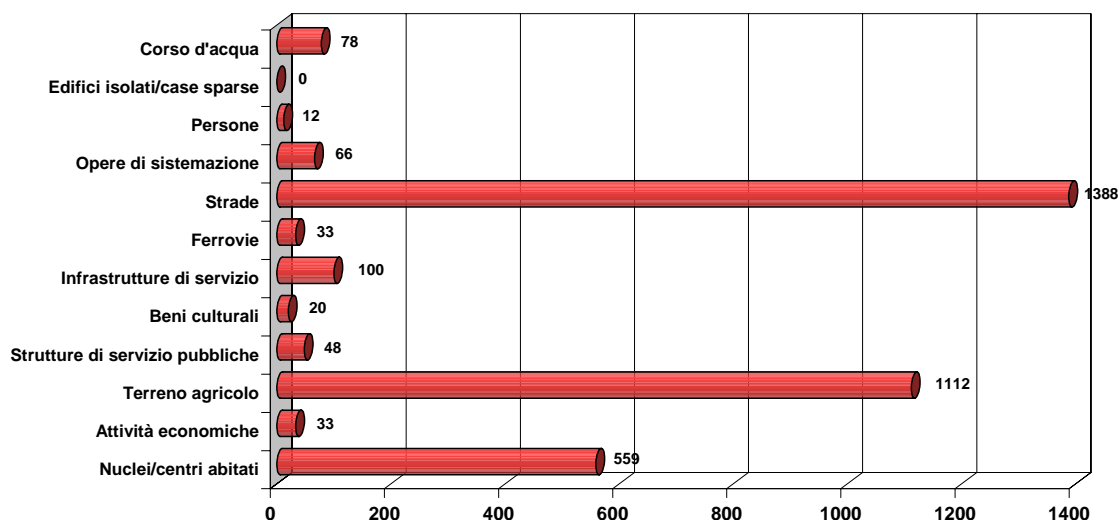


Figura 5.23 Numero di frane per tipologia di danno.

5.9.6 Indice di Franosità (IF)

Un metodo di analisi territoriale che può presentare alcune curiose peculiarità si basa sull'indice di franosità calcolato come rapporto tra la l'area in dissesto e l'area dell'unità territoriale di riferimento. Successivamente sono riportati i grafici relativi all'utilizzo di due diverse unità territoriali di riferimento: la litologia (Figura 5.24) e l'uso del suolo (Figura 5.25).

Come copertura litologica è stato utilizzato il raggruppamento in 15 macroclassi di riferimento in funzione delle caratteristiche litotecniche delle rocce appartenenti alle diverse classi. Il valore percentuale di area in dissesto fa riferimento, come da specifiche al presente lavoro, ai fenomeni areali cartografabili a scala 1:10.000 e di conseguenza non vengono presi in considerazione tutti i fenomeni di piccole dimensioni che sono stati ubicati in forma puntuale che però sono caratteristici, sotto forma di colamenti rapidi, delle coperture superficiali. Ciò premesso il grafico seguente potrebbe falsare i valori relativi alle aree di depositi superficiali. Per quanto riguarda invece il resto dei valori corrisponde alla reale distribuzione dell'indice di franosità.

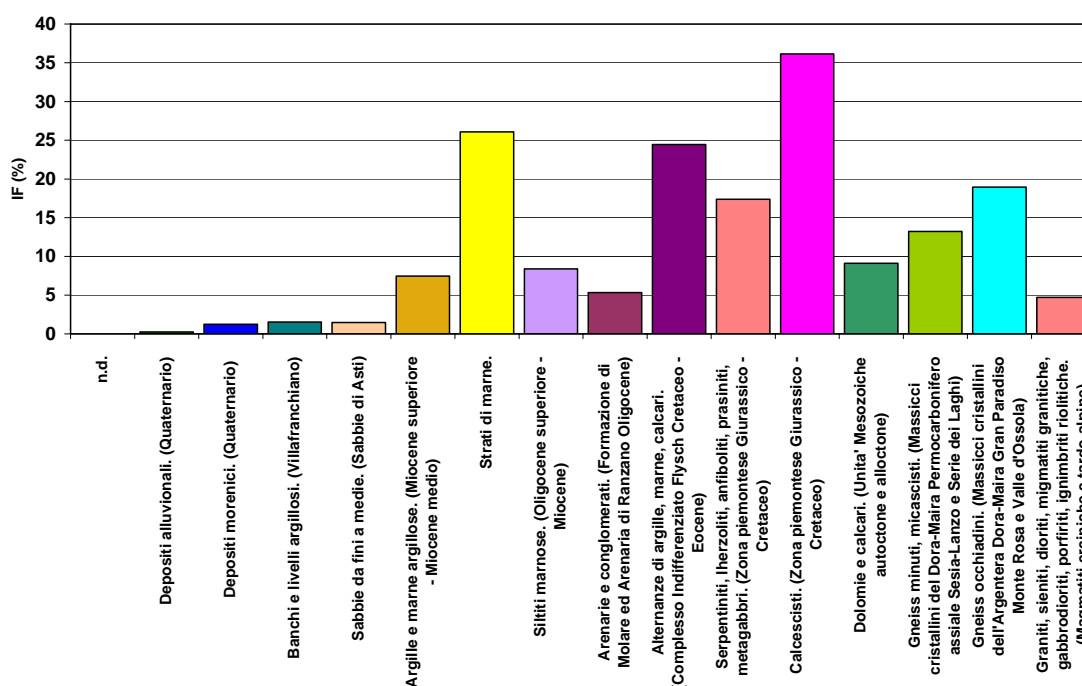


Figura 5.24 Indice di Franosità % per litologia.

Per effettuare l'indice di franosità rispetto all'uso prevalente del suolo si sono incrociati i livelli informativi relativi all'IFFI e quello del Corine Land Cover 2000 classificato al livello 2. Per ognuna delle classi Corine individuate sul territorio regionale è stata ricavata la superficie occupata dai fenomeni franosi. Il valore ricavato rapportato all'effettiva superficie del territorio occupata da ciascuna classe d'uso suolo ha messo in evidenza in percentuale l'indice di franosità relativo alla copertura del suolo come definito dalle specifiche IFFI.

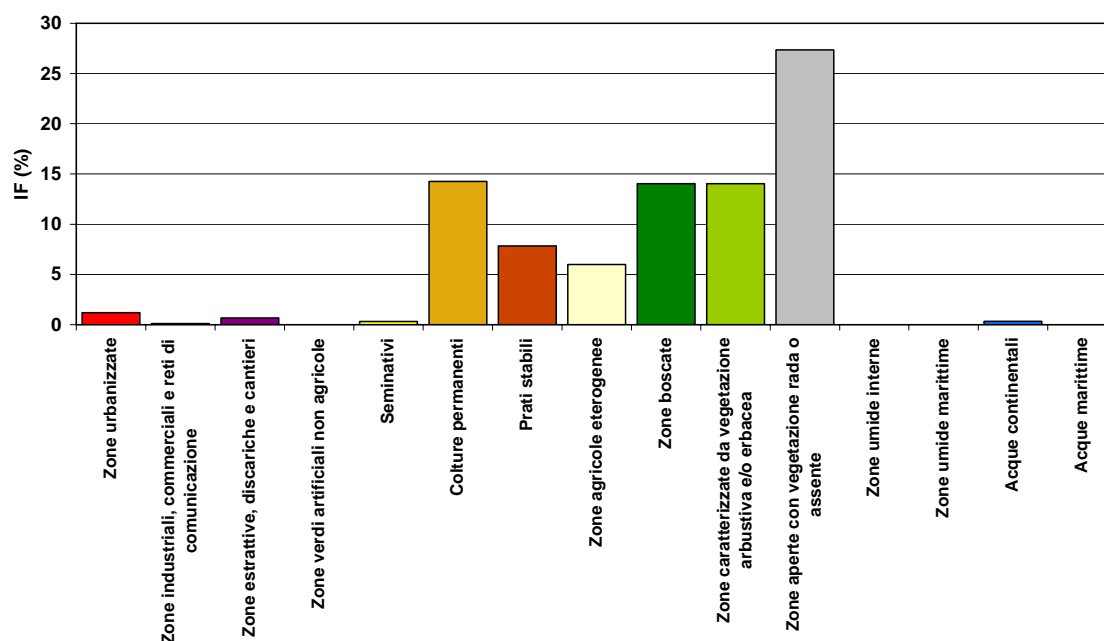


Figura 5.25 Indice di Franosità per uso del suolo.

5.10 Aggiornamento dati 2005

5.10.1 Premessa

Nell'ambito della convenzione 2005 con APAT che indicava l'opportunità di effettuare un aggiornamento dell'inventario dei fenomeni franosi ed ulteriori studi, al fine di raggiungere una conoscenza più omogenea del territorio nazionale, Arpa Piemonte ha contribuito, in ottemperanza alle proprie competenze, alla realizzazione dell'aggiornamento del progetto sul proprio territorio regionale.

Il lavoro svolto dal personale della struttura complessa *Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche* di Arpa Piemonte ha portato nei tempi stabiliti alla conclusione del progetto.

Durante l'intero anno di lavoro sono state affrontate, in maniera pedissequa al Programma Operativo di Lavoro, le varie problematiche inerenti al progetto fino alla completa risoluzione.

In generale la banca dati relativa al Progetto IFFI ha riscontrato un incremento sostanziale sia rispetto al numero effettivo di fenomeni franosi inventariati, passando da un totale di 33.965 frane ad un'attuale cifra di 35.023 fenomeni, sia rispetto alla qualità intrinseca e formale dei dati (es. circa 10.000 frane sono state trasposte dalla forma puntuale a quella poligonale).

Per quanto riguarda l'approfondimento relativo a determinati fenomeni franosi con l'implementazione delle schede al II e III livello, Arpa Piemonte ha esercitato lo sforzo di mettere a punto, seppur in fase ancora embrionale, e sperimentare una procedura di identificazione di fenomeni su cui focalizzare l'attenzione in funzione di elementi sia fisici che legati all'attività antropica. Tale operazione ha portato all'individuazione di un numero di fenomeni franosi dei quali 78 sono stati oggetto di approfondimento e conseguentemente inseriti nella base dati del Progetto IFFI.

Infine, data la necessità di inserire tale aggiornamento all'interno del complesso Sistema Informativo Geologico (SIGeo) di Arpa Piemonte, l'attuazione del progetto è stata svolta utilizzando metodologie informatiche sviluppate dai tecnici di Arpa Piemonte e successivamente importate nella struttura dati del Progetto IFFI. Tale operazione ha reso impossibile tenere traccia delle modifiche numeriche apportate al progetto se non sul totale quantitativo dei dati. Pertanto di seguito verranno elencati in maniera descrittiva tutte le operazioni effettuate nell'arco della realizzazione del Progetto.

5.10.2 *Aggiornamento/revisione dati*

L'attività di aggiornamento/revisione del prodotto IFFI relativamente al territorio piemontese si è focalizzata su talune ben identificate aree nell'ambito delle quali, da un'attenta analisi delle coperture geografiche e dei relativi attributi inseriti nel database alfanumerico, erano emerse alcune criticità che rendevano i dati presentati non sufficientemente idonei agli standard del prodotto totale ottenuto per il territorio piemontese.

Di seguito, per ciascuna area interessata dall'attività di aggiornamento e/o revisione, viene proposta una breve descrizione degli aspetti trattati e dei risultati ottenuti.

Zona Roero e Langa Occidentale – Provincia di Cuneo

Sebbene il prodotto originariamente fornito ad APAT rispondesse alle richieste di minima contenute all'interno delle norme tecniche IFFI, in seguito ad un'attenta verifica, è stato ritenuto non sufficientemente dettagliato. Le anomalie più rilevanti riscontrate riguardavano:

lo stato di attività, definito in prevalenza come non determinato;

la tipologia di movimento stabilita troppo spesso non determinata;

la carenza di dati all'interno delle schede del database che, sebbene relativi a campi non obbligatori, costituiscono certamente un arricchimento del prodotto (es. numero della sezione CTR, nome del volo utilizzato e relativi fotogrammi, ecc.).

L'attività di revisione ha comportato pertanto l'analisi di circa 540 frane mediante analisi fotointerpretativa di riprese aeree; relativamente ai fenomeni ritenuti più significativi o comunque per quelli in merito ai quali rimanevano maggiori incertezze interpretative sono stati effettuati sopralluoghi mirati. In una fase successiva le eventuali modifiche di carattere geografico sono state inserite entro gli shapefiles relativi e contestualmente è stata affrontata la correzione ed implementazione del database.

Zona Ovadese – Provincia di Alessandria

All'interno del prodotto IFFI consegnato a Roma, relativamente ad un'area di circa 100.000 ettari ubicata nel settore meridionale della provincia di Alessandria, colpita in modo particolarmente significativo dall'evento alluvionale del novembre 1977, erano state inserite 720 aree soggette a frane superficiali desunte mediante procedimento informatico dalle carte di rilievo a scala 1:100.000, realizzate dal CNR. Ritenendo il prodotto fornito non sufficientemente preciso, si è proceduto all'effettuazione della revisione condotta mediante l'analisi di riprese aeree a scala 1:13.000 realizzate dal Servizio Geologico della Regione Piemonte in un momento immediatamente successivo all'evento alluvionale. Lo studio di dettaglio ha portato al censimento di 773 aree soggette a frane superficiali a ciascuna delle quali è stata attribuita una scheda descrittiva, il PIFF e la relativa direzione; nella porzione di territorio in esame tali geometrie hanno sostituito integralmente la precedente fornitura.

Zona Monregalese – Provincia di Cuneo

L'attività di revisione del prodotto IFFI nel settore pedemontano e delle valli del Monregalese è stata focalizzata sui dissesti la cui evoluzione è stata ritenuta più pericolosa nei riguardi di infrastrutture-insediamenti e sui settori di territorio in relazione ai quali il quadro proposto nella prima consegna IFFI risultava impreciso poiché desunto quasi esclusivamente da dati di archivio (es. Comune di Mondovì). L'attività è stata svolta ricorrendo a:

- uno studio fotointerpretativo di dettaglio, molto spesso affrontato su riprese di annate differenti in modo da recepire l'evoluzione temporale dei fenomeni;
- uscite sul terreno;
- analisi di dati di archivio;
- ricerca storica.

Tale attività, oltre ad aver migliorato e reso omogeneo il quadro generale delle conoscenze per il settore in esame, ha permesso di raggiungere un valido grado di dettaglio per almeno una decina di movimenti franosi.

Zona Collina di Torino – Provincia di Torino

Sebbene il prodotto originariamente fornito a Roma rispondesse alle richieste di minima contenute all'interno delle norme tecniche IFFI, in seguito ad un'attenta verifica, è stato ritenuto non sufficientemente dettagliato. Le anomalie più rilevanti riscontrate riguardavano la tipologia di movimento e lo stato di attività, definiti in prevalenza come non determinati, e la carenza di dati all'interno delle schede del database.

E' stato pertanto reso omogeneo il dato IFFI con gli elaborati tecnici del PRGC e aggiornato il dato IFFI dal punto di vista geometrico, tipologico, dello stato di attività e dei danni per 982 singoli fenomeni franosi. L'attuazione di tale attività ha comportato una prima fase di verifica delle coperture e della congruità delle informazioni esistenti, in seguito si è proceduto con un'attività di integrazione dei dati con un'approfondita analisi fotointerpretativa seguita da controlli di terreno.

Tale attività, oltre ad aver migliorato e reso omogeneo il quadro generale delle conoscenze per il settore in esame, ha permesso di raggiungere un valido grado di dettaglio per 618 movimenti franosi.

Foglio 211 (Deogo)

Il foglio 211 (Deogo) è stato oggetto di revisione integrale per quanto riguarda le 443 frane di scivolamento censite. Questo lavoro nasce dall'esigenza di revisione delle geometrie delle frane in quanto, ad un attento esame del prodotto, sono emersi errori, seppure non particolarmente gravi, effettuati nel corso dell'operazione di digitalizzazione. L'attività di correzione ha comportato esclusivamente l'analisi delle coperture geografiche e la conseguente ridefinizione dei limiti delle geometrie di frana in funzione delle caratteristiche topografiche del terreno.

Foglio 193 (Alba), foglio 210 (Fossano) e foglio 211 (Deogo)

In occasione della prima consegna IFFI i numerosi dati relativi alle frane per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali (soil slip), raccolti nell'ambito del "Progetto speciale evento alluvionale in Piemonte", erano stati accorpati con un metodo informatico, basato sulla densità di frana e sulla conformazione topografica del territorio, in modo da ottenere una serie di aree soggette a frane superficiali. Da un successivo confronto tra i dati di partenza e le geometrie ottenute per via informatica è emerso un grado di imprecisione non accettabile che ha portato ad un'attività di revisione integrale condotta inizialmente sulla componente geografica dell'archivio e successivamente sul database; allo stato attuale le aree soggette a frane superficiali censite nei fogli Alba, Fossano e Deogo ammontano ad oltre 3.300 geometrie.

5.10.3 Implementazione dati: II/III livello

Nel contesto dell'attività IFFI per l'anno 2005 un sostanziale impegno è stato riversato nell'implementazione ed approfondimento delle conoscenze su un discreto numero di fenomeni gravitativi piemontesi.

Considerata la mole della base dati di partenza sono stati adottati alcuni criteri di selezione al fine di individuare i siti sui quali focalizzare l'attenzione; in sintesi tali criteri, scelti in modo da evidenziare i movimenti franosi contraddistinti da maggiore pericolosità, sono rappresentati da:

- presenza di strumenti di monitoraggio strumentale;
- siti strumentati con indicazione di movimenti;
- indicazione di dati storici di danni reali o potenziali;
- presenza di elementi antropici interferenti con la geometria della frana o con un suo intorno.

Nel complesso le frane scelte per uno studio di dettaglio, per le quali è stato possibile compilare la scheda IFFI di II e talvolta di III livello, sono 78. La metodologia di cui ci si è avvalsi è quella che utilizza i classici strumenti di indagine ormai ampiamente sfruttati nell'analisi dei fenomeni di instabilità dei versanti, quali l'analisi storica, l'analisi geologica (litologica, strutturale, morfologica), l'analisi dei dati strumentali, ecc. sempre supportati da approfonditi sopralluoghi di terreno.

5.10.4 Creazione delle aree poligonali secondo l'allegato tecnico

In riferimento al punto 11.1 dell'*Allegato IV rev. 2.6 del 8/06/2004* sono state aggiornate e integrate le geometrie digitalizzate in forma puntuale al disotto dei 10.000 m², in funzione della scala di rilevamento e in relazione alla seguente tabella:

Tabella 5.5 Area minima cartografabile in funzione della scala di rilevamento.

Scala del rilevamento	Area minima di rappresentazione cartografica
1:5.000	400 m ²
1:10.000	1.600 m ²
1:25.000	10.000 m ²

tale operazione ha comportato la modifica di circa 10.000 frane rilevate e rappresentate a scala 1:10.000 trasferendole dalla forma puntuale alla forma poligonale con conseguente aggiunta di altrettanti PIFF e direzioni.

5.10.5 Accodamento, controllo, verifica e validazione del nuovo dato

Per l'aggiornamento, la revisione e l'implementazione delle frane al secondo livello è stato utilizzato il sistema di gestione delle frane messo a punto dai tecnici di Arpa Piemonte nell'ambito del complesso Sistema Informativo SIGeo. Tale procedura, basata sulla struttura IFFI, presenta delle piccole ma sostanziali differenze (es. non necessita del livello IFFI ma gli attributi sono direttamente associati alla geometria stessa) che hanno imposto a posteriori una revisione e omogeneizzazione formale del dato secondo quanto indicato negli allegati di progetto. La base dati così ristrutturata è stata infine passata al vaglio degli strumenti di validazione forniti nell'ambito della documentazione di progetto, nella fattispecie "*IFFITools 2*" e "*Verifiche IFFI*". L'utilizzo di questi Tools di verifica ci ha permesso di formalizzare la struttura dei dati secondo le specifiche di progetto. Nei *folder* di progetto consegnati è stata infine creata una directory "*errori*" nella quale sono stati ubicati gli shapefiles relativi agli errori di tipo spaziale riferenti alla regola 6.1 dell'*Allegato 4 - Rev.2 Procedure per il collaudo delle forniture dei dati del Progetto IFFI* e quelli relativi alla regola 11.1 del medesimo allegato. Queste tipologie di errore non sono state corrette in quanto, a seguito alle indicazioni fornite e accordate con il personale di Apat, si è stabilito che per tali anomalie non era necessaria un'effettiva correzione.

5.10.6 Fasi di lavoro

Le varie attività e fasi di lavoro sono state svolte dal personale tecnico operativo secondo quanto di seguito sinteticamente dettagliato:

- A. Coordinamento e direzione di rilevamento;
- B. gestione contabile amministrativa;
- C. aggiornamento e revisione dati esistenti;
- D. approfondimento al II/III livello;
- E. compilazione schede;
- F. informatizzazione del dato rilevato secondo le specifiche dell'allegato tecnico;
- G. creazione delle aree poligonali secondo le specifiche dell'allegato tecnico;
- H. accodamento, controllo, verifica e validazione del nuovo dato;
- I. fornitura prodotti intermedi e finali ad APAT;

Personale impiegato

In funzione delle attività e del quadro economico derivante dal finanziamento erogato da APAT, ARPA Piemonte, per l'attuazione del progetto, ha messo a disposizione un tecnico ambientale geologo, esperto nel campo della fotointerpretazione e nelle tecniche GIS, a tempo pieno per tutta la durata del progetto. Tale risorsa è stata coordinata dal responsabile di

progetto e si è avvalsa della collaborazione di parte del personale tecnico del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche di ARPA Piemonte e, per quanto concerne gli aspetti amministrativi, della segreteria dello stesso centro.

5.11 Considerazioni conclusive

Confrontando i dati finora ottenuti per il Progetto IFFI con le conoscenze pregresse (*Cartografia "Frane" eseguito negli anni '80 su tutto il territorio regionale alla scala 1:100.000*), emerge un quadro atteso molto più denso di fenomeni franosi, un aumento della precisione dei dati in funzione della scala del rilevamento e la possibilità di correlare e integrare le conoscenze con dati di provenienza diversa (Archivi SCAI e AVI, Approfondimenti conoscitivi alle scale 1:10.000 e 1:25.000 che hanno interessato alcune aree piemontesi e Allegati Geologico-Tecnici ai Piani Regolatori Comunali redatti secondo le indicazioni della Circolare Regionale 7 Lap).

In termini numerici si è riscontrato un aumento dei fenomeni franosi rilevati pari a circa il triplo dei dissesti presenti sulla *Carta delle Frane della Banca Dati Geologica alla scala 1:100.000* (Figura 5.26).

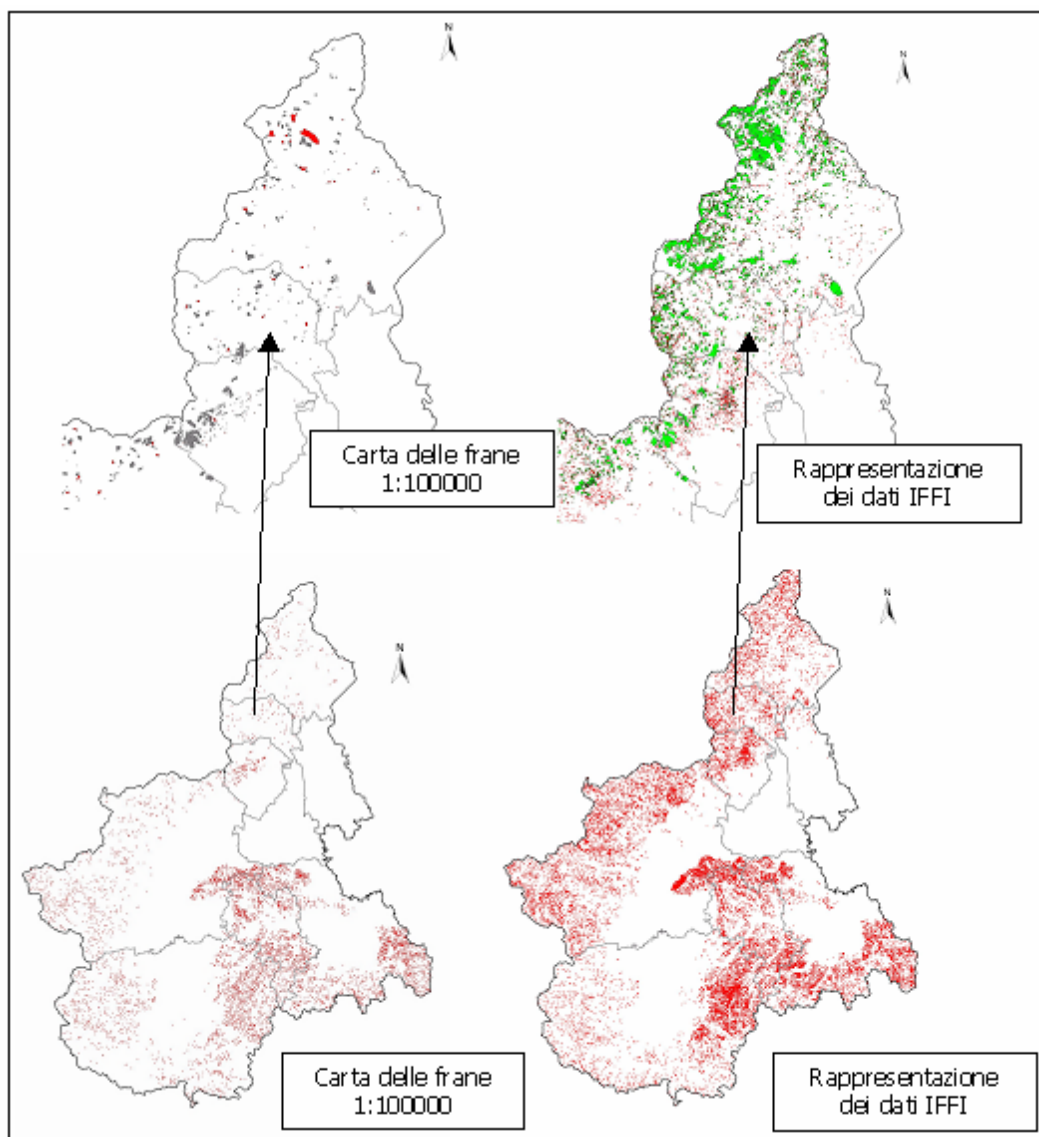


Figura 5.26 Confronto cartografie.

I dati ricavati dal Progetto IFFI sono stati rilevati e opportunamente digitalizzati a scala 1:10.000 nel corso degli ultimi due anni. Essi rappresentano la situazione “fotografata” ad oggi dei processi di instabilità sull'intero territorio piemontese. Sono uno strumento importantissimo per qualsiasi attività di pianificazione urbanistico-territoriale, ma costituiscono anche un solido quadro di conoscenze utile ad azioni di protezione civile e salvaguardia per la pubblica incolumità. L'importanza di questo quadro risiede nel fatto che non rimarrà statico, ma sarà oggetto di continui aggiornamenti ed approfondimenti. In questo senso si sta muovendo l'Amministrazione Regionale con il supporto tecnico-scientifico di ARPA Piemonte in collaborazione con APAT.

5.12 Riferimenti bibliografici

- Amanti M. *et alii* (2001) The Italian landslides inventory - IFFI Project. In: E. Jorge *et alii* (eds), *Proc. III Panamerican Symp. on Landslides. Colombia, Cartagena, 29 luglio – 3 agosto 2001* (Vol. 2, pp. 841-846). Sociedad Colombiana de Geotecnia, Bogotá.
- Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi (SCAI)* (ai sensi della L.445/1908 e seg.) Regione Piemonte, GNDCl, 1994.
- Bosco F., Campus S, Mensio L, Nicolò G, Tiranti D (2005) La previsione delle frane. In: S. Bovo, F. Forlati (eds) *Dalla valutazione alla previsione dei rischi naturali* (pp. 196-214). ARPA Piemonte, Torino (ISBN 88-7479-082-1).
- Campus S, Nicolò G, Rabuffetti D (2005) Le frane riguardanti la coltre superficiale. In: S. Bovo, F. Forlati (eds) *Dalla valutazione alla previsione dei rischi naturali* (pp. 89-98). ARPA Piemonte, Torino (ISBN 88-7479-082-1).
- Carta "Instabilità idrogeologica in alta Valle Susa" Scala 1:25.000. Regione Piemonte, 1978.
- Carta "Movimenti Gravitativi delle alte Valle Susa e Chisone" Scala 1:25.000. Regione Piemonte, 1992.
- Carta "Gli scivolamenti planari nel territorio della Langhe piemontesi attivati durante l'evento del 4-6 Novembre 1994" Scala 1:10.000. Regione Piemonte, 1996.
- Carta "Inventario dei fenomeni gravitativi e dei possibili scenari evolutivi nei bacini dell'alto Toce" Scala 1:25.000. Regione Piemonte, 2000.
- Carta "Processi di instabilità geologica sui versanti a seguito dell'evento 1994, con integrazione dei dati relativi all'evento del 1972" Fogli 193 Alba, 210 Fossano, 211 Deigo". Regione Piemonte, Progetto CARG.
- Cartografia "Carta Censimento Fenomeni Franosì" Scala 1:100.000. Regione Piemonte - C.N.R. I.R.P.I. Torino, 1990.
- Cartografie relative a "Processi di instabilità" per settori delle Valli Belbo, Bormida e Susa, Progetto Interreg IIC Scala 1:10.000 e delimitate aree a scala 1:5.000.
- Cruden D.M. & Varnes D.J. (1996) Landslides types and processes. In: A.K. Turner & R.L. Schuster (eds), *Landslides Investigation and Mitigation* (Special Report 247, pp. 36-75). National Research Council, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Fell R, Hartford D (1997) Landslides risk management. In: D.M. Cruden & R. Fell (eds) *Proceedings of the International Workshop on Landslide Risk Assessment, Honolulu (Hawaii, USA), 19-21 febbraio 1997*. Balkema, Rotterdam.
- Ramasco M. *et alii* (2002) Proposta di una metodologia inerente la mappatura e caratterizzazione dei processi di instabilità da sperimentarsi sui bacini dell'alto Toce e della Maggia. In: *Collegamento delle reti di rilevamento e condivisione delle esperienze e delle conoscenze per la gestione del rischio idrogeologico – Azione 5*, Progetto interreg II Italia Svizzera 1994-99.
- Regione Piemonte, SUPSI (2002) Proposta di una metodologia inerente la mappatura e caratterizzazione dei processi di instabilità da sperimentarsi sui bacini dell'alto Toce e della Maggia. In: Regione Piemonte, SUPSI (eds) *Collegamento delle reti di rilevamento e condivisione delle esperienze e delle conoscenze per la gestione del rischio idrogeologico* (pp. 105-117), Progetto Interreg II Italia Svizzera 1994-99.
- Rischi generati da grandi movimenti franosi* - Programma Interreg 1996. Regione Piemonte – Università Joseph Fourier, Grenoble.
- Varnes D.J. (1978) Slope Movement Types and Processes. In: R.L. Schuster & R.J. Krizek (eds) *Landslides: Analysis and Control* (Special report 176, pp. 11-33). TRB, National Research Council, Washington, DC.
- Prina E, Bonnard C, Vulliet L (2004) Vulnerability and risk assessment of mountain road crossing landslides. *Communication des laboratoires de mécanique des sols et des roches, Ecole polytechnique federale de Lausanne*, **228**, 67-79.

WP/WLI International Geotechnical Societies UNESCO Working Party on World Landslide Inventory 1993. A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin IAEG*, **47**, 53-57.



5.13 Struttura operativa ARPA Piemonte

ARPA PIEMONTE

Dipartimento: Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Responsabile del Progetto:

Dott. Manlio Ramasco

Coordinatori:

Dott. Manlio Ramasco

Dott. Ferruccio Forlati

Dott. Gianfranco Susella

Responsabile scientifico:

Dott. Manlio Ramasco

Responsabile Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

Dott. Manlio Ramasco

Staff - Analisi del dissesto e verifiche di campagna:

Lucio Beccari

Luca Bertino

Daniele Bormioli

Barbara Coraglia

Alessio Colombo

Anselmo Cucchi

Ermes Fusetti

Claudia Giampani

Chiara Girelli

Luca Lanteri

Luca Paro

Cinzia Piccioni

Giacomo Re Fiorentin

Mauro Tararbra

Responsabile Informatizzazione:

Dott. Enrico Bonansea

Staff – Informatizzazione:

Marcella Alibrando

Massimiliano Carrino

Luca Mallen

Rocco Pispico

Isabella Tinetti

Si ringraziano: Le otto Amministrazioni Provinciali piemontesi e i tecnici geologi dell'Area delle attività regionali per l'indirizzo e il coordinamento in materia di prevenzione dei rischi geologici di ARPA Piemonte e tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione del progetto meglio specificati nella Figura 5.2 del testo.

Rapporto finale: *Aprile 2005*